
**Céramiques techniques —
Détermination du coefficient de
dilatation thermique linéique des
céramiques monolithiques par la
méthode de la tige poussoir**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) —
Test method for linear thermal expansion of monolithic ceramics by
push-rod technique*

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	2
5 Appareillage	2
6 Éprouvettes	2
6.1 Éprouvette d'essai.....	2
6.2 Éprouvette de référence.....	3
7 Mode opératoire	3
7.1 Généralités.....	3
7.2 Mode opératoire pour un dilatomètre simple tige.....	3
7.3 Mode opératoire pour un dilatomètre de type différentiel.....	4
8 Niveau d'incertitude attendu	5
9 Calcul des résultats	5
10 Étalonnage de l'appareillage	6
10.1 Généralités.....	6
10.2 Étalonnage du dispositif de mesure du déplacement.....	6
10.3 Étalonnage du dispositif de mesure de la température.....	6
10.4 Mesure de la variation de l'origine.....	6
11 Rapport d'essai	6
Annexe A (normative) Données de référence de la dilatation thermique	8
Annexe B (normative) Méthode de dérivation des Formules (1) et (2) à utiliser avec un instrument simple tige (ou de mesure différentielle)	10
Annexe C (informative) Appareillage adapté à la mesure de la dilatation thermique	12
Bibliographie	14

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 appelée 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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](#).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 17562:2001), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Céramiques techniques — Détermination du coefficient de dilatation thermique linéique des céramiques monolithiques par la méthode de la tige poussoir

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode pour déterminer la dilatation thermique linéique, ainsi que le coefficient de dilatation thermique linéique, des céramiques monolithiques à des températures allant d'une température proche de celle de l'azote liquide à une température maximale de 2 000 °C.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application 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 3611:2010, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesure dimensionnel: Micromètres d'extérieur — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

IEC 13385-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesure dimensionnel — Partie 1: Pieds à coulisse — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

IEC 13385-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesure dimensionnel — Partie 2: Jauges de profondeur — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

3 Termes et définitions

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

3.1

dilatation thermique linéique

rapport $\Delta L/L_0$, lorsque la température passe de T_1 à T_2 , avec $\Delta L = (L_2 - L_1)$ et L_0 = longueur de l'éprouvette à température ambiante

Note 1 à l'article: On suppose que lorsque la température est passée de T_1 à T_2 , la longueur de l'éprouvette est passée de L_1 à L_2 .

3.2

coefficient moyen de dilatation thermique linéique

$\bar{\alpha}$

dilatation thermique linéique (3.1) divisée par $\Delta T = (T_2 - T_1)$, soit $\bar{\alpha} = \Delta L / (L_0 \cdot \Delta T)$

3.3

coefficient instantané de dilatation thermique linéique

α

valeur limite de $\bar{\alpha}$ (3.2) lorsque T_2 tend vers T_1

$$\alpha = \lim_{T_2 \rightarrow T_1} [\bar{\alpha}]$$

4 Principe

Dans une atmosphère connue et sous une charge minimale, une éprouvette de taille connue est chauffée/refroidie jusqu'à une température spécifique, à une vitesse contrôlée. La longueur et la température de l'éprouvette sont enregistrées pendant le chauffage et le refroidissement. La variation de dimension de l'éprouvette sur un domaine de température donné est utilisée pour calculer le coefficient de dilatation thermique linéique ou un coefficient instantané de dilatation thermique linéique en fonction de la température.

5 Appareillage

5.1 Micromètre, selon l'ISO 3611 ou vernier, selon l'IEC 13385-1 et l'IEC 13385-2 permettant de mesurer la longueur de l'éprouvette, L_0 , avec une incertitude de 0,1 % à 20 °C, (voir l'ISO 3611:2010, Article 2).

5.2 Dispositif de mesure du déplacement, permettant de déterminer la variation de longueur de l'éprouvette qui accompagne la variation de température, ayant une sensibilité de $1 \times 10^{-5} \times L_0$ (voir [6.1](#)). La force de contact de la tige poussoir sur l'éprouvette doit être ajustable. Les valeurs types pour la force de contact sont comprises entre 0,1 N et 1 N.

5.3 Système de support d'éprouvette, assurant que l'éprouvette est fermement maintenue en place, grâce à une force de contact de 1 N maximum [voir l'[Article 7 c\)](#)], afin de maintenir la stabilité mécanique tout au long de la mesure.

5.4 Dispositif de chauffage ou de refroidissement, permettant à l'éprouvette d'avoir une température homogène sur toute sa longueur, avec une tolérance de ± 2 °C lorsqu'elle est chauffée en dessous de 1 000 °C et de ± 5 °C entre 1 000 °C et 2 000 °C.

NOTE Aucun dispositif ne permet actuellement de couvrir l'ensemble de la plage de température allant de la température proche de celle de l'azote liquide à une température maximale de 2 000 °C. Il est nécessaire de choisir l'équipement en fonction de la plage de température requise. Il existe des fours pour différentes plages de températures comprises entre -150 °C et 1 000 °C et entre la température ambiante et 1 500 °C ou 2 000 °C.

Pour le dispositif de refroidissement, l'azote liquide est le produit réfrigérant le plus pratique. Pour obtenir les vitesses de chauffe ou de refroidissement définies, il convient que le four soit équipé d'un serpentin de refroidissement ou d'un élément chauffant. Le serpentin de refroidissement permet d'obtenir un refroidissement constant et l'élément chauffant permet d'atteindre les vitesses de chauffe ou de refroidissement définies.

5.5 Dispositif de contrôle de la température, permettant de contrôler la température de l'éprouvette, qu'elle soit chauffée ou refroidie à une vitesse de 5 °C/min ou à une vitesse de préférence inférieure ou par paliers [voir l'[Article 7 e\)](#)] sur toute la plage de mesure.

5.6 Dispositif de mesure de la température, permettant de mesurer la température de l'éprouvette avec une incertitude de moins de 2 °C dans la plage de mesure. Un thermocouple adapté est généralement utilisé. Des précautions doivent être prises pour faire en sorte que la pointe du thermocouple se trouve à proximité immédiate de l'éprouvette.

La force de contact de la tige poussoir sur l'éprouvette doit pouvoir être ajustée entre 0,1 N et 1 N.

6 Éprouvettes

6.1 Éprouvette d'essai

La forme et les dimensions de l'éprouvette d'essai dépendent généralement du type de système de support d'éprouvette. Toutefois, elle a généralement la forme d'une tige carrée ou ronde. Dans le cas

d'une tige carrée, la largeur et l'épaisseur doivent être d'environ 5 mm. Si une tige circulaire est utilisée, son diamètre doit être d'environ 5 mm. Dans les deux cas, la tige doit avoir une longueur d'au moins 1×10^5 fois la sensibilité du dispositif de mesure du déplacement (voir 5.2), calculée comme équivalant à au moins 10 mm dans le cas d'un dispositif avec une sensibilité de 0,1 μm . Les faces de l'éprouvette d'essai situées à l'extrémité doivent être adaptées à la conception de l'appareillage de mesure. Il convient qu'elles soient plates, parallèles et perpendiculaires à la longueur ou légèrement arrondies pour fournir un contact localisé avec le système d'essai permettant de réduire le plus possible le mouvement en dehors de l'axe. Il convient de préparer au moins deux autres éprouvettes d'essai.

6.2 Éprouvette de référence

Une éprouvette de référence est utilisée pour obtenir les données d'étalonnage permettant de corriger la variation mesurée de longueur d'une éprouvette d'essai inconnue. Le coefficient moyen de dilatation thermique linéique $\bar{\alpha}$ de l'éprouvette de référence doit être connu pour la plage de température d'essai. La correction à appliquer à l'éprouvette d'essai inconnue est obtenue par étalonnage à l'aide d'une éprouvette de référence.

Les éprouvettes de référence sont généralement préparées à partir de matériaux d'une grande pureté (cristallographiquement cubiques à 99,99 % et présentant de ce fait une dilatation thermique isotrope) tels que de l'alumine cristalline pure (au moins 99,8 % Al_2O_3 , masse volumique > 3,70 g/cm³), ou du graphite isotrope à grains fins tel qu'indiqué à l'Annexe A. La forme et les dimensions de l'éprouvette de référence doivent être similaires à $\pm 0,2$ mm à celles de l'éprouvette d'essai inconnue.

L'alumine ne constitue pas un étalon adapté, car les caractéristiques de dilatation thermique peuvent varier avec la source compte tenu de la texturation cristallographique liée à la méthode de traitement utilisée pour la fabriquer. Toutes les éprouvettes utilisées doivent être certifiées de façon indépendante. Il existe plusieurs variétés de graphite isotrope à grains fins disponibles auprès de différents fournisseurs. Le graphite ne peut donc être utilisé comme étalon que s'il possède la certification de qualité spécifique.

7 Mode opératoire

7.1 Généralités

Il convient de veiller à sélectionner une tige poussoir et des matériaux qui ne réagiront pas avec l'éprouvette d'essai. Il est conseillé de se référer à des diagrammes de phase ou à de la littérature technique similaire. En l'absence d'indication d'une réaction visible, il convient de rejeter les résultats d'essai.

7.2 Mode opératoire pour un dilatomètre simple tige

- Éliminer la contamination superficielle et les débris collants sur la surface de l'éprouvette d'essai. À l'aide du micromètre (5.1), déterminer à température ambiante la longueur L_0 de l'éprouvette d'essai avec une exactitude de 0,1 % ou $\pm 0,005$ mm (prendre la plus petite des deux valeurs) et déterminer la température ambiante avec une exactitude de $\pm 0,5$ °C.
- Éliminer la contamination superficielle et les débris collants sur le socle et mettre l'éprouvette d'essai en place dans le porte-éprouvette, de manière à assurer la stabilité mécanique.
- Placer délicatement la tige poussoir à l'extrémité de l'éprouvette d'essai et appliquer à l'éprouvette d'essai une charge comprise entre 0,1 N et 1 N.

NOTE 1 Il est conseillé d'utiliser une charge d'essai aussi faible que possible afin d'éviter toute erreur liée à la déformation ou au fluage de l'éprouvette à des températures élevées.

- Latmosphère de mesure est de l'air à débit constant. Si l'oxydation de l'éprouvette d'essai et/ou du porte-éprouvette (comme dans le cas du porte-éprouvette en graphite) affecte la mesure, utiliser de l'azote, un gaz inerte, ou faire le vide.