
**Céramiques techniques — Méthodes
d'essai des revêtements céramiques —
Détermination de la déformation à la
rupture**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) —
Methods of test for ceramic coatings — Determination of fracture strain*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14604:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-
b39aaa256a73/iso-14604-2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012)



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 14604:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

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
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2013

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Signification et utilisation	2
5 Principe	2
6 Appareillage et matériaux	2
6.1 Instruments.....	2
6.2 Préparation des éprouvettes.....	3
7 Mode opératoire	4
7.1 Étalonnage.....	4
7.2 Mise en charge de l'échantillon.....	4
7.3 Détermination de la déformation.....	5
7.4 Détection des fissures.....	5
7.5 Paramètres d'essai.....	6
8 Rapport d'essai	6
Bibliographie	11

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14604:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012>

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 Electrotechnique Internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 14604 a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14604:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012>

Introduction

La déformation à la rupture d'un revêtement est un facteur critique souvent déterminant pour les performances d'un produit revêtu. Dès lors que le revêtement est soumis à une contrainte, qu'elle soit directe ou due à des effets thermiques (différence de coefficient de dilatation thermique entre le revêtement et le substrat), il est évident qu'il peut se fissurer si la déformation/contrainte critique à la rupture est dépassée, et que son efficacité sera réduite dans la plupart des cas. Par exemple, en cas de fissures, les revêtements anticorrosion perdent leurs propriétés protectrices et les revêtements optiques leur efficacité. Bien souvent, la fissuration est la première étape d'une forme beaucoup plus sérieuse de défaillance: l'écaillage d'une grande partie du revêtement.

La présente Norme internationale décrit une méthode de détermination de la déformation à la rupture qui consiste à appliquer des contraintes à un échantillon de matériau au cours d'un essai de traction uniaxiale, de compression, ou de flexion de poutre. L'amorce de rupture dans le revêtement est déterminée par une méthode d'émission acoustique.

La capacité des éléments revêtus à supporter des charges appliquées de l'extérieur est une caractéristique importante dans l'application de tout système revêtu. En outre, la contrainte à la rupture est généralement requise. Pour calculer la contrainte, il convient de connaître la déformation à la rupture et le module de Young du revêtement. L'ISO 14577-4:2007 [1] peut être utilisée pour mesurer le module de Young par pénétration instrumentée (DSI), mais il est également possible d'appliquer d'autres méthodes impliquant l'excitation en flexion et l'excitation par choc (Références [2], [3]).

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14604:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14604:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012>

Céramiques techniques — Méthodes d'essai des revêtements céramiques — Détermination de la déformation à la rupture

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit une méthode de mesure de la déformation à la rupture de revêtements céramiques au moyen d'essais de traction uniaxiale ou d'essais de compression associés à une émission acoustique pour surveiller l'apparition de fissures dans le revêtement. Des déformations en traction ou en compression peuvent également être appliquées par flexion quatre points. Le mesurage peut être effectué à température ambiante ou à température élevée dans les cas favorables.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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).

EN 10002-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

EN 10002-5, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 5: Méthode d'essai à température élevée*

ISO 12106, *Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode par déformation axiale contrôlée*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7ec15b2-d832-4e3a-9c43-b39aaa256a73/iso-14604-2012>

3 Termes et définitions

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

3.1

déformation à la rupture

déformation requise pour produire une fissure détectable dans le revêtement

Note 1 à l'article: La présence de la fissure peut être détectée au moyen d'un microscope électronique à balayage ou d'un microscope optique, ou de manière indirecte en utilisant l'émission acoustique.

3.2

émission acoustique

production de signaux acoustiques

Note 1 à l'article: Voir la [Figure 1](#) pour la définition des signaux acoustiques. Les signaux acoustiques sont enregistrés sous forme de hits, de nombre de coups d'émission acoustique, d'énergie ou d'amplitude ([3.3](#), [3.4](#), [3.5](#) et [3.6](#)).

3.3

hit d'émission acoustique

événement acoustique unique qui dépasse un seuil établi

3.4

énergie d'émission acoustique

surface de la forme d'onde d'un hit d'émission acoustique

3.5

amplitude d'émission acoustique

valeur de crête de la forme d'onde d'un hit d'émission acoustique

3.6

seuil d'émission acoustique

amplitude d'émission acoustique arbitraire à partir de laquelle les hits sont jugés significatifs et au-dessus des signaux acoustiques produits par le matériel d'essai

3.7

nombre de coups

nombre de fois où la forme d'onde dépasse un seuil établi pendant un hit unique

3.8

guide d'ondes

fil métallique raccordant l'échantillon (généralement par soudure) au transducteur d'émission acoustique

4 Signification et utilisation

Le présent mode opératoire couvre le mesurage de la déformation à la rupture par traction ou par compression des revêtements soumis à une contrainte mécanique à température ambiante ou élevée.

Cette méthode est applicable lorsque le substrat est suffisamment ductile pour que la rupture du revêtement intervienne avant celle du substrat. En outre, si des signaux acoustiques sont produits lors de la déformation plastique du substrat, ils peuvent interférer avec ceux provoqués par la rupture du revêtement. Lorsque cela est possible, il est recommandé de soumettre à essai le substrat non revêtu pour déterminer la présence de ces signaux acoustiques perturbateurs.

5 Principe

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Des éprouvettes d'une géométrie appropriée sont soumises à une contrainte mécanique. La déformation qui en résulte est mesurée et l'apparition d'une défaillance du revêtement est détectée. L'essai s'appuie sur l'expertise en matière d'essais normalisés de traction et de compression mais requiert également une attention supplémentaire du fait de la précision requise pour le mesurage. La contrainte appliquée peut être de traction ou de compression et peut être appliquée directement ou par flexion. L'essai doit être réalisé de manière à satisfaire aux exigences des normes acceptées relatives aux essais mécaniques de matériaux selon la méthode de mise en charge choisie.

NOTE 1 La détection de la rupture des revêtements peut être réalisée de plusieurs façons. La plus pratique est d'utiliser l'émission acoustique, qui permet une surveillance continue de l'éprouvette. Des signaux acoustiques sont produits lors de la formation d'une fissure. Ces signaux sont enregistrés par des capteurs appropriés puis analysés. Dans la plupart des cas, un guide d'ondes est utilisé pour transmettre le signal de l'éprouvette au capteur. Il s'agit en général d'un matériau métallique. L'utilisation de deux capteurs acoustiques peut aider à éliminer les signaux perturbateurs provenant du mécanisme de mise en charge. Les systèmes d'émission acoustique disponibles dans le commerce peuvent être utilisés pour le présent essai.

NOTE 2 Lorsque l'émission acoustique ne peut pas être utilisée, la détection des fissures peut se faire au moyen de systèmes vidéo haute résolution permettant une surveillance continue. Il est également possible d'utiliser un microscope électronique à balayage ou un microscope optique pour examiner les échantillons. L'examen est généralement réalisé après l'essai, mais il peut aussi l'être sur site.

6 Appareillage et matériaux

6.1 Instruments

6.1.1 En termes simples, l'essai nécessite le matériel suivant: un mécanisme pour appliquer une charge sur l'éprouvette, un extensomètre pour mesurer la déformation et un appareillage pour détecter/surveiller une rupture de la couche superficielle. La charge est généralement appliquée en continu à l'aide de machines d'essai servo-électriques, il convient que la capacité de charge du bâti soit suffisante pour permettre la déformation de l'éprouvette au-delà du point de rupture du substrat. En général, il n'est pas nécessaire de poursuivre l'essai jusqu'à rupture complète de l'éprouvette.

6.1.2 Un dispositif d'essai approprié est nécessaire pour l'essai de flexion. Il est recommandé d'utiliser la flexion quatre points car le moment de flexion appliqué est ainsi plus uniforme sur la longueur entre repères. La [Figure 2](#) représente un dispositif approprié.

6.1.3 Il convient d'utiliser un extensomètre suffisamment précis pour mesurer la déformation à 0,01 %.

6.1.4 Pour les essais à température élevée utilisant la configuration d'essai uniaxial, il est nécessaire d'utiliser un four avec un accès suffisant pour fixer le bâti d'essai ainsi que l'extensomètre, les thermocouples et les guides d'ondes de transmission des signaux acoustiques au(x) capteur(s). Pour la configuration de flexion quatre points, un dispositif résistant à l'oxydation doit être utilisé.

NOTE Il est probable que la déformation des couches d'oxyde formées sur un dispositif métallique favorise les signaux acoustiques au cours de l'essai.

6.1.5 La détection de fissures dans le revêtement peut être effectuée visuellement ou en surveillant l'émission acoustique. Un contrôle visuel requiert des installations vidéo à distance focale longue appropriées et dont l'angle de champ comprend la longueur entre repères. Pour éviter le tremblement de l'image lors des essais à température élevée, il est nécessaire de prévoir une voie de refroidissement jusqu'à la caméra vidéo.

6.2 Préparation des éprouvettes

6.2.1 Des éprouvettes normalisées doivent être utilisées de manière appropriée pour les configurations d'essai uniaxial ou de flexion. La forme des éprouvettes destinées aux essais de traction uniaxiaux est spécifiée dans l'EN 10002-1. En ce qui concerne les essais de compression de l'ISO 12106 et les essais de flexion, il est possible d'utiliser des échantillons en forme de barre simple ayant une épaisseur appropriée. Le revêtement peut être posé sur l'échantillon une fois ce dernier usiné à la forme désirée. Dans le cas où l'éprouvette est plane, l'échantillon peut être usiné depuis le matériau revêtu. Dans ce dernier cas, veiller à ne pas endommager la zone d'essai afin de ne pas provoquer une rupture prématurée. En général, il convient de ne pas roder ou polir la surface du revêtement sauf quand cette opération est exigée.

6.2.2 La déformation mesurée à l'aide de cette technique est la somme de la déformation à la rupture inhérente de la couche superficielle et de la déformation résiduelle présente à la température d'essai. Pour un échantillon avec une déformation en compression résiduelle, la déformation en traction mesurée est la somme de la déformation à la rupture du revêtement et de la déformation en compression résiduelle, et vice versa pour un échantillon avec une déformation en traction résiduelle. Dans la plupart des cas, c'est la déformation à la rupture inhérente qui est requise. Il est donc recommandé de mesurer la déformation résiduelle du revêtement à la température d'essai au moyen d'une technique appropriée, comme par exemple la diffraction aux rayons X pour les matériaux cristallins ou l'essai de flexion selon la méthode de Stoney pour les matériaux amorphes. Il est possible de le faire sur chaque échantillon mais il suffit en général de mesurer un seul échantillon dans chaque condition de revêtement.

6.2.3 Pour les échantillons destinés aux essais de mise en charge en flexion associée à une détection d'émission acoustique, il est nécessaire d'enlever le revêtement sur l'une des faces de manière à empêcher la détection d'émission acoustique d'événements de rupture provenant à la fois de la traction et de la compression. En outre, il est également recommandé d'enlever le revêtement au niveau de la zone de contact dans le dispositif d'essai. Cette précaution permet de réduire la quantité de signaux perturbateurs provenant d'une rupture locale du revêtement soumis à un chargement élevé. Pour les essais à température élevée, il est également recommandé de revêtir l'éprouvette d'un revêtement anticorrosion silencieux du point de vue acoustique (des revêtements propriétaires appropriés sont disponibles dans le commerce). Lorsque le matériau ne possède pas une résistance suffisante à l'oxydation, envisager d'effectuer les essais dans un environnement inerte puisque les couches d'oxyde formées pourraient également se fissurer et contribuer ainsi à l'émission de signaux acoustiques. Il est nécessaire de veiller à ce que l'échantillon ait atteint la température d'essai avant de commencer l'essai.