
**Revêtements métalliques et autres
revêtements inorganiques — Méthode
d'essai de cyclage thermique de
systèmes barrière thermique sous
gradient de température**

*Metallic and other inorganic coatings — Test method of cyclic heating
for thermal-barrier coatings under temperature gradient*

iTeh STANDARDS PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13123:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13123:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du 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

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 Principe	2
5 Éprouvette	2
6 Méthode d'essai	3
6.1 Équipement d'essai	3
6.1.1 Généralités	3
6.1.2 Bloc d'essai	5
6.1.3 Appareil de chauffage	6
6.1.4 Appareil de refroidissement	6
6.1.5 Organe de commande	6
6.1.6 Instruments de mesure et capteur	6
6.1.7 Enceinte	7
6.2 Essais	7
6.2.1 Généralités	7
6.2.2 Mode opératoire	7
6.3 Calcul	8
6.4 Évaluation	9
6.4.1 Généralités	9
6.4.2 Évaluation des performances de la barrière thermique	10
6.4.3 Résistance au cyclage thermique	10
7 Rapport d'essai	10
Annexe A (informative) Calcul de la température de la face inférieure de la couche supérieure déposée	13

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 (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 13123 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13123:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011>

Introduction

Les systèmes barrière thermique (SBT) sont des revêtements réfractaires qui permettent d'isoler thermiquement les aubes de turbine ainsi que les parois des chambres de combustion de moteur de fusée et des turbines à gaz utilisées en production d'énergie et en aviation. Ces revêtements permettent une utilisation à des températures de surface beaucoup plus élevées que ne le permet le métal nu. On utilise ainsi les SBT afin de prolonger la durée de vie de composants exposés lors de leur utilisation à de fortes charges thermiques cycliques.

Les méthodes d'essai classiques en conditions isothermes ne conviennent pas à l'évaluation des SBT exposés à une charge thermique élevée et à un fort gradient de température. Il s'avère donc nécessaire de normaliser une méthode d'essai de cyclage thermique permettant de déterminer les performances et la résistance au cyclage thermique de ces barrières thermiques lorsqu'elles sont soumises à un gradient de température.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 13123:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13123:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-b3b1b99d8570/iso-13123-2011>

Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Méthode d'essai de cyclage thermique de systèmes barrière thermique sous gradient de température

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la méthode d'essai de cyclage thermique permettant d'évaluer les performances et la résistance au cyclage thermique des systèmes barrière thermique revêtant des composants soumis à des températures élevées, tels que les chambres de combustion, les aubes de rotor et de stator et autres éléments des turbines à gaz utilisées pour la production d'énergie dans les centrales thermiques, les moteurs d'avion et les moteurs de fusée.

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).

ISO 1463, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde — Mesurage de l'épaisseur de revêtement — Méthode par coupe micrographique* [ISO 13123:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5bf6f9bb-0732-4e4b-8ce2-058f899d8576/iso-1463-2011)

ISO 2063, *Projection thermique — Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Zinc, aluminium et alliages de ces métaux*

ISO 2178, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique — Mesurage de l'épaisseur du revêtement — Méthode magnétique*

ISO 14917, *Projection thermique — Terminologie, classification*

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités — Partie 1: Généralités*

CEI 60584-1:1995, *Couples thermoélectriques — Partie 1: Tables de référence*

CEI 60584-2:1982, *Couples thermoélectriques — Partie 2: Tolérances*

CEI 60584-3:2007, *Couples thermoélectriques — Partie 3: Câbles d'extension et de compensation — Tolérances et système d'identification*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2063 et l'ISO 14917 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

gradient de température

gradient de température induit par le chauffage et le refroidissement des deux surfaces d'une éprouvette revêtue d'une barrière thermique

**3.2
essai de cyclage thermique**
essai consistant à exposer l'éprouvette revêtue d'une barrière thermique à un gradient de température de façon cyclique

**3.3
nombre de cycles thermiques**
nombre de fois que l'éprouvette revêtue d'une barrière thermique est soumise à l'essai de cyclage thermique

**3.4
émission acoustique**
EA
émission d'une onde élastique par l'éprouvette revêtue d'une barrière thermique lorsqu'elle libère l'énergie accumulée lors de son endommagement par écaillage, fissuration, etc.

**3.5
proportion de surface écaillée**
rapport égal à la surface totale écaillée du système barrière thermique divisée par la surface réelle sur laquelle le revêtement a été appliqué

4 Principe

L'éprouvette revêtue d'une barrière thermique est soumise de façon cyclique à l'essai de cyclage thermique, lors duquel on mesure la variation de la conductivité thermique effective équivalente ou la variation de la fréquence des émissions acoustiques, dans le but d'évaluer les performances de la barrière thermique des systèmes barrière thermique.

L'essai permet également d'évaluer la résistance au cyclage thermique des systèmes barrière thermique par inspection visuelle de l'écaillage ou de la fissuration de l'éprouvette et par la détermination du nombre de cycles thermiques nécessaires pour atteindre la limite de tolérance à l'endommagement.

5 Éprouvette

La forme et les dimensions types de l'éprouvette sont présentées à la Figure 1.

La forme et les dimensions doivent être telles que l'éprouvette type soit un disque de diamètre compris entre 15 mm et 30 mm.

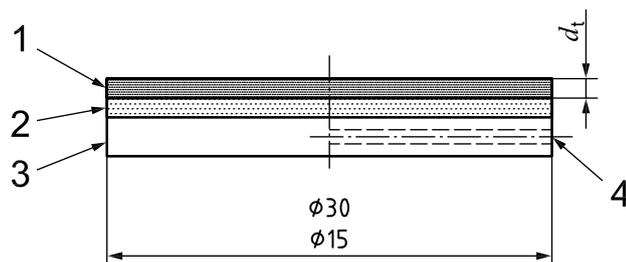
Il convient de déterminer l'effet de l'épaisseur du substrat sur les performances en fonction de l'accord conclu avant essai entre les parties concernées. Il convient de mesurer cette épaisseur conformément à l'ISO 1463 et à l'ISO 2178.

Il est recommandé que le bord de la face chauffée du substrat soit arrondi suivant une courbure de 0,5 mm à 2 mm environ ou chanfreiné, afin d'empêcher toute fissuration du bord de l'éprouvette.

Le système barrière thermique doit recouvrir toute la surface chauffée du substrat. L'épaisseur du revêtement doit être mesurée en plusieurs points situés au milieu et sur la partie périphérique et doit se situer dans la plage d'erreur de ± 10 % de la valeur moyenne.

Il est possible de percer un trou dans la face latérale du substrat jusqu'à la partie centrale afin d'y loger un couple thermoélectrique permettant de mesurer la température régnant dans cette partie du substrat (voir 6.1.2.2). Le trou doit être positionné de façon qu'il n'y ait pas d'effet indésirable sur le champ de contraintes présent dans la couche du revêtement et sur l'exactitude du mesurage de la température. Il est recommandé que le diamètre maximal du logement pour le couple thermoélectrique soit proche du diamètre extérieur de l'isolation du couple thermoélectrique. Si nécessaire, l'emplacement du trou et de son diamètre peuvent être mesurés et décrits dans le rapport d'essai.

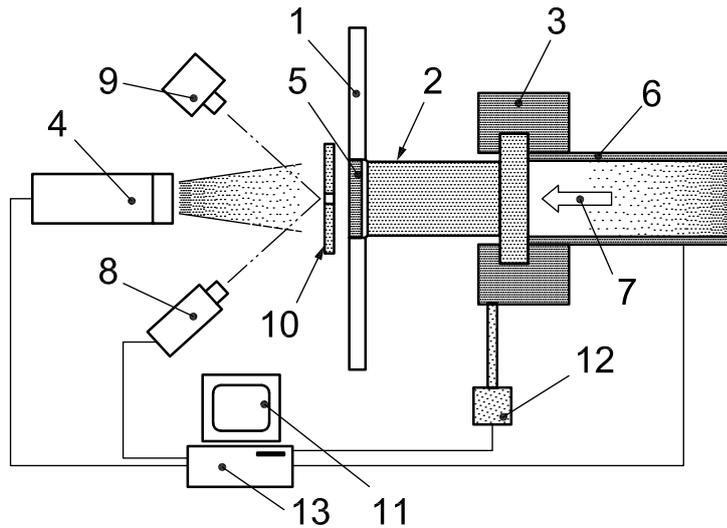
Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 couche supérieure
- 2 couche de liaison
- 3 substrat
- 4 logement pour couple thermoélectrique
- d_t épaisseur de la couche supérieure déposée (mm)

Figure 1 — Forme et dimensions types de l'éprouvette**6 Méthode d'essai****6.1 Équipement d'essai****6.1.1 Généralités**

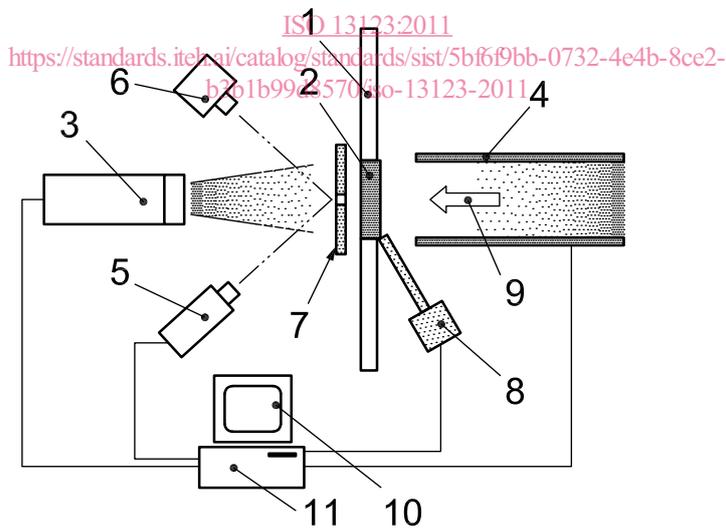
L'équipement d'essai doit comprendre un appareil de chauffage, un appareil de refroidissement, un bloc d'essai, un organe de commande et des instruments de mesure et/ou de détection. Une disposition type d'un équipement d'essai est présentée à la Figure 2.



Légende

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1 écran thermique | 8 pyromètre |
| 2 fluxmètre thermique | 9 caméra |
| 3 support d'éprouvette | 10 volet |
| 4 appareil de chauffage | 11 ordinateur |
| 5 éprouvette | 12 capteur EA |
| 6 appareil de refroidissement | 13 appareil de commande et de détection |
| 7 fluide réfrigérant | |

a) Équipement d'essai avec fluxmètre thermique



Légende

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1 écran thermique | 7 volet |
| 2 éprouvette | 8 capteur EA |
| 3 appareil de chauffage | 9 fluide réfrigérant |
| 4 appareil de refroidissement | 10 ordinateur |
| 5 pyromètre | 11 appareil de commande et de détection |
| 6 caméra | |

b) Équipement d'essai sans fluxmètre thermique

Figure 2 — Représentation schématique de l'équipement d'essai

6.1.2 Bloc d'essai

6.1.2.1 Généralités

Le bloc d'essai doit comporter une éprouvette, un fluxmètre thermique et un support d'éprouvette.

6.1.2.2 Fluxmètre thermique

Des exemples types de montage d'une éprouvette sur un fluxmètre thermique sont représentés à la Figure 3.

Le fluxmètre thermique doit être brasé sur l'éprouvette, comme indiqué à la Figure 3 a).

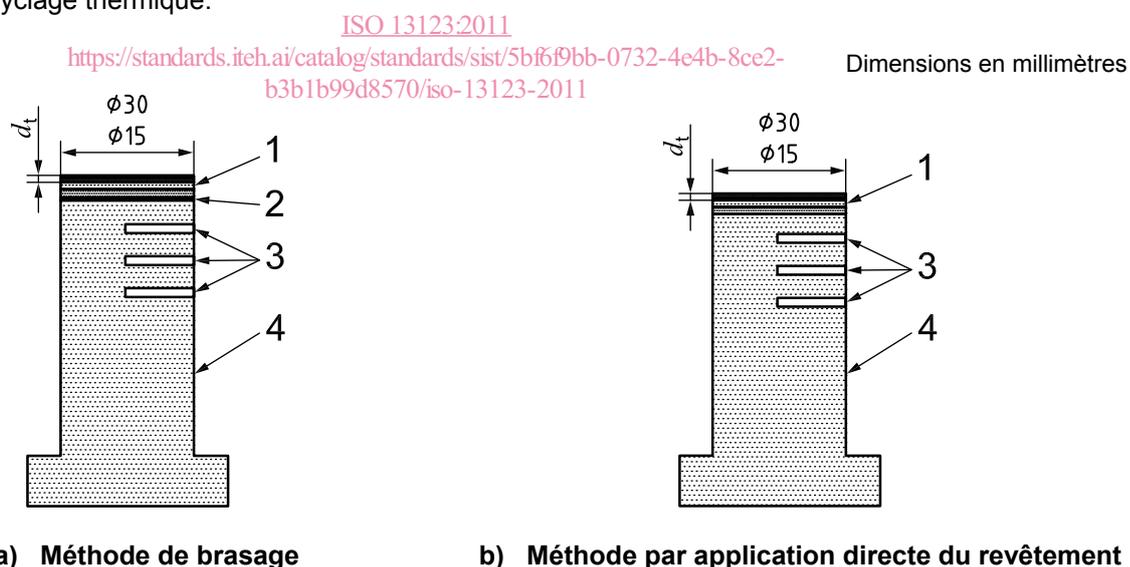
Un système barrière thermique peut être directement appliqué sur l'extrémité d'un fluxmètre thermique, comme indiqué à la Figure 3 b), pour éviter toute discontinuité de liaison ou interdiffusion. Il convient que l'effet sur la performance de l'épaisseur du substrat dans le cas de liaison directe soit envisagé et fasse l'objet d'un accord entre les parties concernées.

Le diamètre extérieur du fluxmètre thermique doit être égal à celui du substrat de l'éprouvette.

Il convient que le matériau constitutif du fluxmètre thermique soit un très bon conducteur thermique et que cette propriété varie peu avec la température, comme dans le cas du cuivre ou du nickel.

Pour permettre la détermination du flux thermique, des logements doivent être percés pour plusieurs couples thermoélectriques, à intervalles réguliers dans la surface extérieure du fluxmètre thermique et allant jusqu'à l'axe central. Le nombre de logements et l'intervalle qui les sépare doivent être bien choisis en fonction du matériau et des dimensions du fluxmètre thermique, des conditions d'essai, etc.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser le fluxmètre thermique lorsque l'essai est prévu uniquement pour évaluer la résistance au cyclage thermique.



Légende

- 1 éprouvette
- 2 couche de brasage
- 3 logements pour couple thermoélectrique
- 4 fluxmètre thermique
- d_t épaisseur de la couche supérieure déposée (mm)

Figure 3 — Forme et dimensions du fluxmètre thermique