
**Matériaux réfractaires — Détermination
de la conductivité thermique —**

**Partie 2:
Méthode du fil chaud (parallèle)**

Refractory materials — Determination of thermal conductivity —

Part 2: Hot-wire method (parallel)

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 8894-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8894-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2007

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
1 Domaine d'application	1
2 Termes et définitions	1
3 Principe	2
4 Appareillage	2
5 Éprouvettes	5
6 Mode opératoire	6
7 Interprétation des résultats	7
8 Calculs et expression des résultats	7
9 Fidélité	8
10 Rapport d'essai	8
Annexe A (informative) Exemple de détermination de la conductivité thermique	10
Bibliographie	13

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 8894-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>

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 8894-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 8894-2:1990), qui a fait l'objet d'une révision technique afin d'être identique sur le plan technique à l'EN 993-15. Les principales modifications apportées sont les suivantes (les renvois donnés ci-après se réfèrent à l'édition 1990).

Le Domaine d'application a été revu. Il comporte tous les éléments essentiels de l'ISO 8894-2:1990 sauf que la limite de température de 1 250 °C a été omise. Dans la Note 2, la référence aux fibres a été supprimée car les pratiques actuelles permettent de faire des mesures sur ces matériaux.

L'Article 2 *Références normatives* a été supprimé parce que:

- l'échantillonnage pour cet essai n'est pas généralement effectué conformément à l'ISO 5022;
- il est fait référence à l'ISO 8894-1 uniquement dans le Domaine d'application et non dans la méthode elle-même.

Les définitions données dans l'Article 3 ont été améliorées et clarifiées.

La précision du mesurage de la température du four, indiquée en 5.1, a été ramenée à ± 10 K.

Les modifications apportées de 5.2 à 5.4 tiennent compte du matériel utilisé à l'heure actuelle.

Un alinéa a été ajouté en 4.7 pour garantir que le conteneur est inerte dans les conditions d'essai.

Le paragraphe 6.4 et la Figure 4 ont été modifiés pour permettre de pratiquer des rainures dans une seule éprouvette en vue de simplifier l'usinage. Le matériau d'encastrement (matériau d'essai en poudre) a été supprimé de la Figure 4, car il a été constaté que ce dernier influe sur les résultats en raison d'une modification de transfert de chaleur. Une tolérance a été ajoutée pour la planéité des surfaces des éprouvettes de telle sorte que le matériau d'encastrement (matériau d'essai en poudre) ne soit plus nécessaire.

Le paragraphe 7.2 a été modifié pour garantir la stabilité du fil chaud et du thermocouple.

Le Tableau 1 a été modifié pour tenir compte du matériel moderne et le paragraphe 7.5 a été modifié en conséquence.

Un nouvel Article 7 a été ajouté entre 7.11 et l'Article 8 afin de garantir la précision des essais.

Dans l'équation qui figure dans l'Article 8, $V \cdot I$ a été remplacé par P , puissance d'énergie transférée, indiquée dans les définitions de l'Article 3.

L'Annexe A a été réactualisée pour correspondre aux pratiques courantes.

L'ISO 8894 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux réfractaires — Détermination de la conductivité thermique*:

- *Partie 1: Méthode du fil chaud (croisillon)*
- *Partie 2: Méthode du fil chaud (parallèle)*

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 8894-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8894-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>

Matériaux réfractaires — Détermination de la conductivité thermique —

Partie 2: Méthode du fil chaud (parallèle)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8894 spécifie une méthode de détermination de la conductivité thermique des matériaux et produits réfractaires par la méthode du fil chaud (parallèle). Elle s'applique aux produits façonnés denses et isolants, et aux matériaux en poudre et en grains (voir 6.2), pour des conductivités thermiques inférieures à 25 W/m·K. Ces limites sont imposées par la diffusivité thermique du matériau soumis à l'essai et donc par les dimensions des éprouvettes; des conductivités thermiques plus élevées peuvent être mesurées si l'on utilise de plus grandes éprouvettes. Les matériaux électriquement conducteurs ne peuvent pas être soumis à cette mesure.

NOTE 1 La conductivité thermique des produits liés (liaison chimique ou hydraulique) peut être modifiée par la quantité d'eau notable retenue après le durcissement ou la prise puis libérée à la cuisson. Ces matériaux peuvent donc nécessiter un prétraitement; la nature et l'importance de ce prétraitement, ainsi que la durée de maintien de l'éprouvette à la température de mesure, étant préliminaires à l'exécution de l'essai proprement dit, sont des détails qui ne relèvent pas de l'objet de la présente partie de l'ISO 8894, et ils devraient faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

NOTE 2 Il est en général difficile de procéder à des mesures sur des matériaux anisotropes et l'application de la présente méthode à ces matériaux devrait également faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

2 Termes et définitions

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

2.1

conductivité thermique

λ

quotient de la densité du flux thermique par le gradient de température

NOTE La conductivité thermique est exprimée en watts par mètre kelvin (W/m·K).

2.2

diffusivité thermique

a

conductivité thermique divisée par le produit de la masse volumique par la capacité thermique spécifique

NOTE 1
$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$$

où

λ est la conductivité thermique;

ρ est la masse volumique;

c_p est la capacité thermique spécifique à pression constante par poids.

NOTE 2 La diffusivité thermique est exprimée en mètres carrés par seconde (m²s⁻¹).

2.3 puissance

P

puissance d'énergie transférée

NOTE La puissance est exprimée en watts (W).

3 Principe

La méthode du fil chaud (parallèle) est une méthode de mesure dynamique fondée sur la détermination de l'élévation de la température en fonction du temps en un point donné et à une distance spécifiée d'une source thermique linéaire encastrée entre deux éprouvettes.

Les éprouvettes sont chauffées dans un four à une température spécifiée et maintenues à cette température. Un chauffage local ultérieur est fourni par un conducteur électrique linéaire (le fil chaud) encastrée dans l'éprouvette et transportant un courant électrique de puissance connue stable dans le temps et sur toute la longueur de l'éprouvette.

Un thermocouple est placé à une distance spécifiée du fil chaud, les branches du thermocouple étant parallèles au fil (voir Figure 1). L'élévation de la température en fonction du temps, mesurée à partir du moment du passage du courant électrique, est une mesure de la conductivité thermique du matériau constituant les éprouvettes.

4 Appareillage

iTeh STANDARD PREVIEW

4.1 Four, chauffé électriquement, capable de porter un ou plusieurs dispositifs d'essai (voir 5.1) à une température maximale de 1 250 °C. La température en deux points quelconques de la zone occupée par les éprouvettes ne doit pas différer de plus de 10 K. La température mesurée à l'extérieur du dispositif d'essai ne doit pas varier de plus de $\pm 0,5$ K au cours d'un essai (d'une durée de 15 min environ) et doit être connue avec une précision de ± 10 K.

4.2 Fil chaud, de préférence en platine ou en platine rhodié, d'une longueur minimale équivalente à celle de l'éprouvette. Il convient que les bornes de tension soient localisées dans l'éprouvette, avec une longueur entre les bornes d'environ 200 mm connue à $\pm 0,5$ mm.

Les deux extrémités du fil chaud sont reliées à la source de courant et les bornes de tension à un multimètre numérique (4.5). Les conducteurs reliés à la source de courant peuvent également être le prolongement du fil chaud et doivent avoir un diamètre identique à celui du fil chaud à l'intérieur du dispositif d'essai. Les fils reliés au multimètre numérique ne doivent pas avoir un diamètre supérieur à celui du fil chaud à l'intérieur du dispositif d'essai. À l'extérieur de ce dispositif, les conducteurs doivent être constitués de deux ou plusieurs brins, étroitement torsadés, d'un diamètre de 0,5 mm. À l'extérieur du four, les connexions des fils d'alimentation doivent être réalisées à l'aide de câbles pour courant fort.

4.3 Alimentation, du fil chaud (4.2), qui doit être stabilisée en courant alternatif ou continu mais de préférence en courant alternatif, et ne doit pas varier en puissance de plus de 2 % au cours de la période de mesure.

Une alimentation du fil chaud de 250 W/m au moins est nécessaire. Ceci équivaut à 50 W entre les bornes de tension pour une longueur de 200 mm.

4.4 Thermocouple différentiel en platine/platine-rhodié, (Type R: thermocouple de platine/platine à 13 % de rhodium ou Type S: thermocouple platine/platine à 10 % de rhodium, voir Tableau 1) constitué d'un thermocouple de mesure et d'un thermocouple de référence connectés en opposition (voir Figure 1). Les brins du thermocouple de mesure doivent être parallèles au fil chaud à une distance de $15 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ (voir Figure 2). Le signal du thermocouple de référence doit être maintenu stable, en plaçant le thermocouple entre la face extérieure du haut de l'éprouvette supérieure et un couvercle constitué d'un matériau identique à celui de l'éprouvette (voir Figure 1). Le diamètre des fils du thermocouple de mesure doit être le même que celui du

fil chaud et les fils des deux thermocouples doivent être assez longs pour que les connexions vers l'appareil de mesure au moyen de fils de nature différente de celle du thermocouple puissent être réalisées à l'extérieur du four. Les connexions extérieures des thermocouples doivent être isothermes.

Il est possible d'insérer une couche isolante entre l'éprouvette supérieure et la pièce formant le couvercle.

NOTE Il est possible d'utiliser des thermocouples en métal courant à des températures inférieures à 1 000 °C.

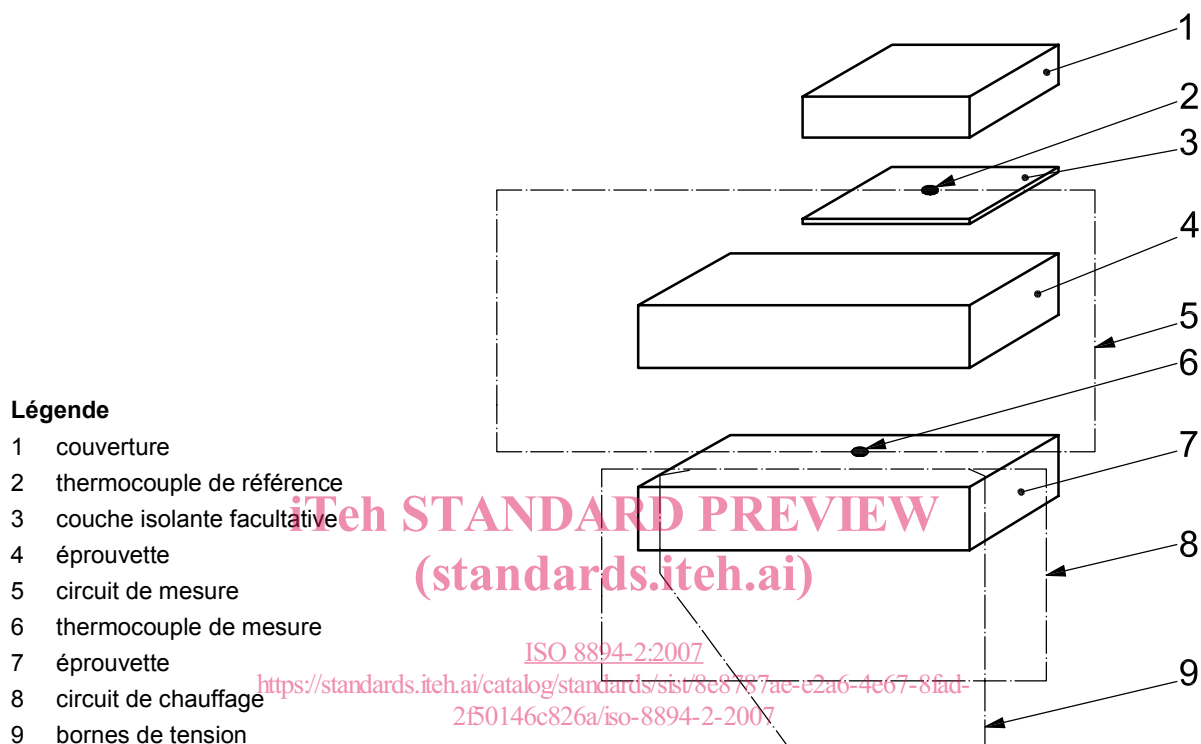


Figure 1 — Positionnement du circuit de chauffage et du circuit de mesure (circuit du thermocouple différentiel)

4.5 Multimètre numérique, pour la mesure du courant dans le fil chaud et de la différence de potentiel, et permettant la mesure de ces deux grandeurs avec une précision de $\pm 0,5$ % au moins.

4.6 Système d'acquisition de données, comprenant un dispositif d'enregistrement température/temps, avec au moins une sensibilité de $2 \mu\text{V}/\text{cm}$ ou de $0,05 \mu\text{V}/\text{digit}$, ou une mesure de la température à $0,01 \text{ K}$ près ou mieux et avec une résolution du temps meilleure que $0,5 \text{ s}$.

4.7 Conteneurs, (à utiliser si l'essai est effectué sur matériaux en poudres ou en grains), ayant des dimensions internes égales à celles du dispositif pour éprouvette solide spécifié à l'Article 5 de telle sorte que le dispositif d'essai soit constitué de deux éléments comme spécifié en 5.1. Le conteneur inférieur doit avoir quatre côtés et un fond, et le conteneur supérieur seulement quatre côtés et un couvercle amovible (voir Figure 3).

Il convient que les conteneurs soient constitués d'un matériau qui ne réagisse pas avec l'éprouvette à la température d'essai et ne soit pas électriquement conducteur.

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 dispositif d'enregistrement température/temps
- 2 couverture
- 3 thermocouple de référence
- 4 thermocouple de mesure
- 5 fil chaud
- 6 voltmètre
- 7 ampèremètre
- 8 source d'énergie électrique
- PQ = longueur de mesure du fil chaud

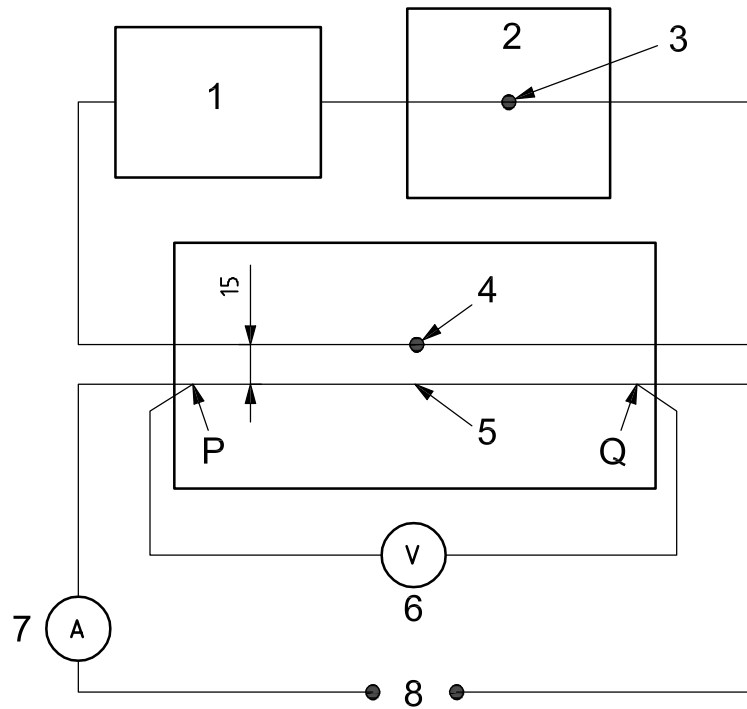


Figure 2 — Dispositif de mesure
(standards.iteh.ai)

ISO 8894-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>

Légende

- 1 couverture
- 2 thermocouple de référence
- 3 conteneurs
- 4 thermocouple de mesure
- 5 fil chaud

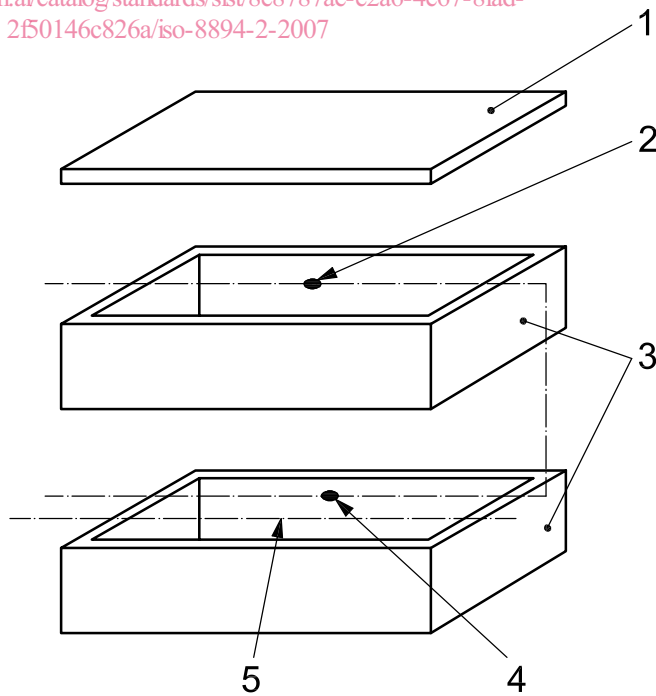


Figure 3 — Conteneur avec le fil chaud et le thermocouple placés au-dessus

5 Éprouvettes

5.1 Dimensions

Chaque dispositif d'essai doit être constitué de deux éprouvettes identiques mesurant au moins 200 mm × 100 mm × 50 mm.

Il est recommandé que les dimensions de chaque éprouvette soient de 230 mm × 114 mm × 64 mm ou de 230 mm × 114 mm × 76 mm. On peut utiliser des briques de format normalisé comme partie du dispositif d'essai sous réserve des conditions requises en 5.2.

Les limites de la méthode sont imposées par les dimensions des éprouvettes. On peut déterminer des valeurs de conductivité thermique plus élevées sur des éprouvettes plus grandes. Il convient d'augmenter la distance entre le fil chaud et le thermocouple dans le même rapport que les éprouvettes. Par exemple, il est possible de mesurer une conductivité thermique de 40 W/m·K avec une éprouvette de 230 mm × 180 mm × 95 mm.

5.2 Planéité des surfaces

Les surfaces des deux éprouvettes au contact constituant le dispositif d'essai doivent être rectifiées, si nécessaire, de façon à obtenir des écarts de planéité de 0,2 mm au plus, entre deux points distant d'au moins 100 mm.

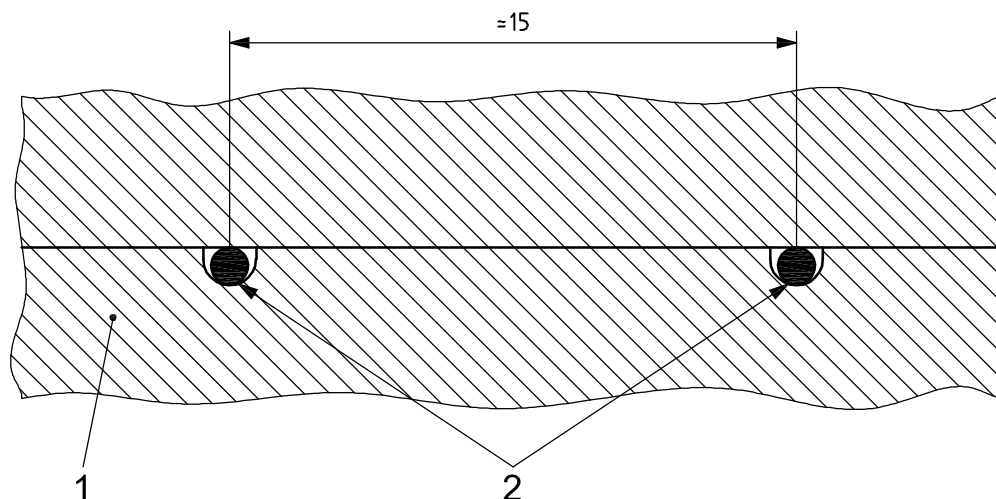
5.3 Rainures pratiquées dans les matériaux denses

Dans les matériaux denses, des rainures destinées à recevoir le fil chaud et le thermocouple de mesure doivent être pratiquées dans la face inférieure du dispositif d'essai (voir Figure 4). La largeur et la profondeur des rainures doivent permettre un montage conforme à la Figure 4.

Les faces de l'éprouvette doivent être parallèles à ± 1 mm près.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e8787ae-c2a6-4e67-8fad-2f50146c826a/iso-8894-2-2007>

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 éprouvette
- 2 rainures avec fil chaud et thermocouple

Figure 4 — Encastrement symétrique du fil chaud et du thermocouple dans les éprouvettes (si nécessaire)