

NORME INTERNATIONALE

**ISO
8302**

Première édition
1991-08-01

Isolation thermique — Détermination de la résistance thermique et des propriétés connexes en régime stationnaire — Méthode de la plaque chaude gardée

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance
and related properties — Guarded hot plate apparatus*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c329f2b-2105-46e7-84ea-683ae1841482/iso-8302-1991>



Numéro de référence
ISO 8302:1991(F)

Sommaire

	Page
Section 1 Généralités	1
1.1 Domaine d'application	1
1.2 Références normatives	1
1.3 Définitions	2
1.4 Symboles et unités	3
1.5 Signification	5
1.6 Principe	5
1.7 Limitations tenant compte de l'appareillage	8
1.8 Limitations dues aux éprouvettes	9
Section 2 Appareillage et évaluation des erreurs	12
2.1 Description de l'appareillage et exigences pour la conception	12
2.2 Évaluation des erreurs	20
2.3 Conception d'un appareil	22
2.4 Contrôle des performances	24
Section 3 Modes opératoires	27
3.1 Généralités	27
3.2 Éprouvettes d'essai	28
3.3 Réalisation des essais	30
3.4 Procédures nécessitant des mesurages multiples	33
3.5 Calculs	34
3.6 Rapport d'essai	35

© ISO 1991

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation Internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Annexes

A	Valeurs limites des performances de l'appareil et des conditions d'essais	37
B	Thermocouples	40
C	Épaisseur maximale des éprouvettes	42
D	Bibliographie	49

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8302:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c329f2b-2105-46e7-84ea-683ae1841482/iso-8302-1991>

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 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.

La Norme internationale ISO 8302 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 163, *Isolation thermique*.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

0.1 Structure du document

La présente Norme internationale comprend trois sections englobant les informations les plus complètes qu'il a été possible de rassembler et qui sont nécessaires à l'utilisation de la plaque chaude gardée, à savoir:

Section 1: Considérations générales

Section 2: Appareillage et évaluation des erreurs

Section 3: Procédures d'essai

Bien que l'utilisateur de la méthode spécifiée dans la présente Norme internationale puisse avant tout centrer ses préoccupations sur la section 3 s'il désire réaliser des essais, il doit impérativement se mettre au courant des deux autres sections, en vue d'obtenir des résultats reproductibles et précis. En particulier, il doit assimiler les connaissances concernant les conditions générales à observer. La section 2 est destinée aux constructeurs d'appareils mais ceux-ci, pour construire un appareil de qualité, devront impérativement se sentir concernés par les autres sections. C'est dans ces conditions que la présente Norme internationale remplira correctement son objet.

0.2 Transfert de chaleur et propriétés mesurées

Un grand nombre d'essais sont effectués sur des matériaux poreux et de faible masse volumique. Dans ces cas, le transfert de chaleur qui prend place dans ces matériaux peut être le résultat des contributions complexes de divers modes de transfert, c'est-à-dire

- rayonnement,
- conduction en phase solide et en phase gazeuse, et
- convection (dans certaines conditions de service),

ainsi que de leurs interactions combinées à un transfert de masse, en particulier dans les matériaux humides. Pour de tels matériaux, la propriété thermique très souvent appelée de manière impropre «conductivité thermique», calculée à partir d'une formule définie et à partir des résultats des mesures de flux thermique, de différence de température et de dimensions obtenues pour une éprouvette donnée, peut ne pas être une propriété intrinsèque du matériau lui-même. Cette propriété, d'après l'ISO 9288, devrait donc être appelée «facteur de transfert» puisqu'elle peut dépendre des conditions d'essai (on parle souvent ailleurs du facteur de transfert comme étant la conductivité thermique apparente ou effective).

Le facteur de transfert peut dépendre de façon significative de l'épaisseur de l'éprouvette et/ou de la différence de température, ceci pour des essais effectués à une même température moyenne.

Le transfert de chaleur par rayonnement est la cause principale de l'effet de l'épaisseur sur le facteur de transfert. Par suite, non seulement les propriétés du matériau, mais aussi les caractéristiques radiatives des surfaces en contact avec l'éprouvette auront une influence sur les résultats. Le transfert de chaleur par rayonnement contribue aussi à rendre le facteur de transfert dépendant des différences de température. Cette dépendance peut être mise en évidence expérimentalement pour chaque type de matériau et pour chaque température moyenne d'essai lorsque la différence de température dépasse les limites définies. La résistance thermique est par conséquent une propriété qui caractérisera mieux le comportement thermique de l'éprouvette pourvu qu'on l'accompagne des informations relatives aux surfaces en contact avec celle-ci.

S'il y a possibilité de transfert convectif dans une éprouvette (par exemple dans la laine minérale de faible masse volumique aux basses températures), l'orientation de l'appareil, l'épaisseur et la différence de température peuvent avoir une influence à la fois sur le facteur de transfert et sur la résistance thermique. Dans ce cas, il est indispensable, au minimum, de préciser complètement la géométrie et les conditions aux limites de l'éprouvette en essai, même si l'information fournie dans la section 3 sur les procédures d'essai ne couvre pas ces conditions d'essais en détail. En outre, cela demanderait des connaissances considérables pour évaluer les mesures, tout spécialement lors de l'application des valeurs mesurées en pratique.

L'influence de l'humidité présente à l'intérieur d'une éprouvette sur le transfert de chaleur pendant les mesures est aussi un sujet très complexe. Par conséquent, seules des éprouvettes séchées doivent être soumises à des essais suivant les modes opératoires normalisés. Les mesurages sur des matériaux humides demandent des précautions supplémentaires qui ne sont pas traitées en détail dans la présente Norme Internationale.

La connaissance des principes physiques mentionnés ci-dessus est également très importante quand une propriété déterminée par cette méthode d'essai de transmission thermique est utilisée pour prévoir le comportement thermique d'un matériau donné dans une application pratique, même si d'autres facteurs, tels que la pose peuvent influencer ce comportement.

0.3 Connaissances requises

La conception et le fonctionnement correct d'un appareil à plaque chaude gardée en vue d'obtenir les résultats satisfaisants et une interprétation des résultats expérimentaux est une affaire complexe nécessitant un grand soin. Il est recommandé que le concepteur, l'opérateur et l'utilisateur des données mesurées de l'appareil à plaque chaude gardée possèdent une parfaite connaissance des mécanismes de transfert de chaleur dans les matériaux, produits ou systèmes concernés, jointe à une expérience des mesures électriques et des mesures de température, en particulier pour les signaux de faible niveau. La mise en œuvre habituelle des techniques de laboratoire en accord avec les procédures générales de l'essai devrait également être maintenue.

Les connaissances dans chaque domaine peuvent être différentes pour le concepteur, l'opérateur et l'utilisateur des données.

0.4 Conception, dimensions et normes nationales

De nombreuses conceptions différentes d'appareils à plaques chaudes gardées existent de par le monde en vue de se conformer aux normes nationales actuelles. Des recherches et des actions de développement se poursuivent actuellement pour améliorer les appareillages et les techniques de mesure. Il n'est donc pas réaliste d'imposer une conception particulière ou une dimension donnée d'appareillage, en particulier parce que les conditions globales imposées peuvent varier de façon tout à fait considérable.

0.5 Instructions fournies

Une latitude considérable est laissée au concepteur de nouveaux équipements, à la fois en ce qui concerne le domaine de température et la géométrie de l'appareil, étant donné que des réalisations sous différentes formes se sont déjà révélées capables de fournir des résultats comparables. On recommande aux concepteurs de nouveaux appareils de lire avec soin les sources bibliographiques citées dans l'annexe D. Après achèvement d'un nouvel appareil, on recommande de procéder à sa qualification en entreprenant des essais portant sur un ou plusieurs des matériaux de référence actuellement disponibles et correspondant à des ordres de grandeur différents de résistance thermique.

La présente Norme internationale souligne seulement les conditions indispensables à remplir pour concevoir et faire fonctionner un appareil à plaque chaude gardée, de façon à obtenir des résultats corrects.

Un tableau résumant les valeurs limites pour les performances de l'appareil et pour les conditions d'essai énoncées dans la présente Norme internationale est fournie en annexe A. La présente Norme internationale contient aussi des modes opératoires et des pratiques recommandés ainsi que des dimensions suggérées pour les éprouvettes, cet ensemble d'éléments devant rehausser la qualité méthodologique d'ensemble tout en aidant à améliorer la comparabilité interlaboratoire ainsi que les programmes de mesures en collaboration.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/482/80-8302-1991>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8302:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c329f2b-2105-46e7-84ea-683ae1841482/iso-8302-1991>

Isolation thermique — Détermination de la résistance thermique et des propriétés connexes en régime stationnaire — Méthode de la plaque chaude gardée

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'essai qui définit l'utilisation de la plaque chaude gardée pour mesurer le transfert de chaleur en régime stationnaire à travers des éprouvettes en forme de panneaux plans et permet de déduire par calcul les propriétés de transmission thermique de ces éprouvettes.

La méthode d'essai est une méthode de mesure absolue ou primaire des propriétés de transmission thermique puisque seules sont exigées les mesures de longueur, température et puissance électrique.

Les procès-verbaux se rapportant à cet essai normalisé ne doivent jamais concerner des éprouvettes ayant une résistance thermique inférieure à $0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, pourvu que l'épaisseur ne dépasse pas les limites mentionnées en 1.7.4.

La limite inférieure pour la résistance thermique peut être égale à $0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ mais la précision indiquée en 1.5.3 peut ne pas être respectée dans toute la gamme.

Si les éprouvettes satisfont seulement aux spécifications de 1.8.1, les propriétés obtenues doivent être considérées comme conductance thermique et résistance thermique ou facteur de transfert de l'éprouvette.

Si les éprouvettes satisfont aux spécifications de 1.8.2, la propriété obtenue doit être considérée comme étant la conductivité thermique moyenne de l'éprouvette soumise à essai.

Si les éprouvettes satisfont aux spécifications de 1.8.3, on pourra considérer la propriété obtenue comme la conductivité thermique du matériau soumis à essai.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7345:1987, *Isolation thermique — Grandeurs physiques et définitions*.

ISO 9229:—¹⁾, *Isolation thermique — Matériaux, produits et systèmes isolants thermiques — Vocabulaire*.

ISO 9251:1987, *Isolation thermique — Conditions de transfert thermique et propriétés des matériaux — Vocabulaire*.

ISO 9288:1989, *Isolation thermique — Transfert de chaleur par rayonnement — Grandeurs physiques et définitions*.

1) À publier.

ISO 9346:1987, *Isolation thermique — Transfert de masse — Grandeurs physiques et définitions.*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

Les grandeurs suivantes sont définies dans l'ISO 7345 ou dans l'ISO 9251.

Grandeur	Symbole	Unité
Flux thermique	Φ	W
Densité du flux thermique	q	W/m ²
Résistance thermique ¹⁾	R	m ² · K/W
Conductance thermique	A	W/(m ² · K)
Conductivité thermique ²⁾	λ	W/(m · K)
Résistivité thermique	r	m · K/W
Porosité	ξ	
Porosité locale	ξ_p	

1) Dans certains cas, il peut être nécessaire de prendre en considération la différence de température divisée par le flux thermique; aucun symbole particulier n'est attribué à cette grandeur.

2) Dans le cas le plus général, $\vec{q}$ et grad T n'ont pas

la même orientation (λ n'est pas défini par une seule constante, mais par une matrice de constantes); en outre, la conductivité thermique varie avec la position, la température et le temps à l'intérieur du corps.

Les définitions suivantes relatives aux propriétés du matériau sont données dans l'ISO 9251:

milieu poreux
milieu homogène
milieu poreux homogène
milieu hétérogène
milieu isotrope
milieu anisotrope
milieu stable

Autres termes qui ne sont pas définis dans l'ISO 7345 ou l'ISO 9251:

1.3.1 milieu thermiquement homogène: Milieu dans

lequel la conductivité thermique $\vec{\lambda}$ n'est pas fonction de la position du point considéré, mais qui peut être fonction de la direction, du temps et de la température.

1.3.2 milieu thermiquement isotrope: Milieu dans

lequel la conductivité thermique $\vec{\lambda}$ n'est pas fonction de la direction, mais peut être fonction de la position à l'intérieur du milieu, du temps et de la

température ($\vec{\lambda}$ est défini par l'intermédiaire d'une seule valeur λ en chaque point).

1.3.3 milieu thermiquement stable: Milieu dans

lequel la conductivité thermique λ ou $\vec{\lambda}$ n'est pas fonction du temps, mais peut être fonction de la température et, le cas échéant, de la direction.

1.3.4 conductivité thermique moyenne d'une éprouvette: Propriété définie en régime stationnaire

dans un corps qui a la forme d'une plaque limitée par deux faces planes, parallèles et isothermes, et par des côtés perpendiculaires aux faces, adiabatiques, le corps étant constitué d'un matériau thermiquement homogène, isotrope (ou anisotrope avec un axe de symétrie perpendiculaire aux faces), stable dans les limites de précision d'un mesurage et le temps nécessaire à son exécution, et avec une

conductivité thermique λ ou $\vec{\lambda}$ constante ou fonction linéaire de la température.

1.3.5 facteur de transfert d'une éprouvette: Est défini par

$$\mathcal{G} = \frac{qd}{\Delta T} = \frac{d}{R} \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Il dépend des conditions expérimentales et caractérise une éprouvette vis-à-vis du transfert de chaleur combiné, par conduction et rayonnement. Il est souvent désigné par ailleurs sous le nom de conductivité thermique mesurée, équivalente, apparente ou effective d'une éprouvette.

1.3.6 transmissivité thermique d'un matériau: Est définie par

$$\lambda_t = \frac{\Delta d}{\Delta R} \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

quand $\Delta d/\Delta R$ est indépendant de l'épaisseur d . Elle est indépendante des conditions expérimentales et caractérise un matériau isolant en relation avec le transfert de chaleur par conduction et rayonnement. La transmissivité thermique peut être considérée comme une limite du facteur de transfert pour des couches épaisses dans le cas d'un transfert de chaleur combiné par conduction et rayonnement. Elle est souvent désignée par ailleurs sous le nom de conductivité thermique mesurée, équivalente, apparente ou effective d'un matériau.

1.3.7 propriété de transmission thermique en régime stationnaire: Terme générique utilisé pour définir une des propriétés suivantes: résistance

thermique, facteur de transfert, conductivité thermique, résistivité thermique, transmissivité thermique, conductance thermique, conductivité thermique moyenne.

1.3.8 température de la pièce: Terme générique utilisé pour définir des mesurages effectués à une température d'essai moyenne qui peut être considérée comme confortable pour l'homme.

1.3.9 température ambiante: Terme générique utilisé pour définir la température au voisinage des bords de l'éprouvette, ou au voisinage de l'appareil entier. Cette température est celle de l'enceinte contenant l'appareil ou celle du laboratoire, dans le cas d'un appareil non enfermé.

1.3.10 opérateur: Personne responsable de l'exécution de l'essai et de la présentation par l'intermédiaire d'un rapport des résultats mesurés.

1.3.11 utilisateur de données: Personne impliquée dans l'application et l'interprétation des résultats mesurés en vue de juger la performance du matériau ou du système.

1.3.12 concepteur: Personne qui met au point les détails de construction d'un appareil afin de satisfaire les limites de performance prédéfinies pour l'appareil dans des conditions d'essai données et qui définit les procédures d'essais pour vérifier la précision prévue de l'appareil.

1.4 Symboles et unités

Symbole	Grandeur	Unité
A	Aire mesurée sur une surface isotherme choisie	m ²
A_g	Surface du déjoint	m ²
A_m	Surface de la zone de mesure	m ²
b	Largeur de la garde à partir de l'axe du déjoint	m
c	Coefficient de déséquilibre	m
c_p	Capacité thermique massique de la plaque	J/(kg·K)
c_s	Capacité thermique massique de l'éprouvette	J/(kg·K)
d	Épaisseur moyenne d'une éprouvette	m
$d_1, d_2, \dots, d_5$	Épaisseurs des éprouvettes notées $s_1, s_2, \dots, s_5$	m
e	Coefficient de bord	—
E_A	Erreur sur la valeur de l'aire de mesure	—
E_d	Erreur sur la valeur de l'épaisseur	—
E_a	Erreur due aux pertes de chaleur latérales	—
E_E	Erreur sur la valeur de la puissance électrique	—
E_g	Erreur due au déséquilibre	—
E_s	Erreur due aux conditions non symétriques	—
E_T	Erreur sur la différence de température	—
E_ϕ	Erreur sur le flux thermique	—
g	Largeur du déjoint	m
h_t	Densité de flux thermique par unité de différence de température	W/(m ² ·K)
$2l$	Longueur du côté de l'aire de mesure entre deux axes parallèles au déjoint	m
m_c	Modification relative de la masse après conditionnement	—
m_d	Modification relative de la masse après séchage	—
m_r	Modification relative de la masse à la réception	—
m_w	Modification relative de la masse après essai	—
M_1	Masse à la réception	kg
M_2	Masse après séchage	kg
M_3	Masse après conditionnement	kg
M_4	Masse après essai	kg
M_5	Masse avant essai	kg
P	Périmètre	m
q	Densité de flux thermique	W/m ²

Symbole	Grandeur	Unité
q_e	Densité de flux thermique latéral	W/m ²
r	Résistivité thermique	m·K/W
R	Résistance thermique	m ² ·K/W
R_e	Résistance de l'isolation latérale	m ² ·K/W
t	Temps	s
$\mathcal{T}$	Facteur de transfert	W/(m·K)
T_2	Température de la surface froide de l'éprouvette	K
T_a	Températures ambiante (température au voisinage de l'éprouvette)	K
T_e	Température de bord de l'éprouvette	K
T_m	Température moyenne [normalement $(T_1 + T_2)/2$]	K
V	Volume	m ³
y	Épaisseur de l'élément chauffant	m
Z_1	Paramètre d'incertitude relatif à la configuration de bord	—
Z_2	Paramètre d'incertitude relatif à la température ambiante	—
Z_3	Paramètre d'incertitude relatif au déséquilibre	—
Δd	Augmentation de l'épaisseur	m
ΔR	Augmentation de la résistance thermique	m ² ·K/W
ΔT	Différence de température (en général $T_1 - T_2$)	K
ΔT_g	Différence de température aux bornes du déjoint	K
Δt	Intervalle de temps	s
$\Delta \mathcal{T}$	Augmentation du facteur de transfert	W/(m·K)
ε	Émissivité	W/(m·K)
λ	Conductivité thermique	W/(m·K)
λ_g	Conductivité thermique d'un matériau situé au regard du déjoint	W/(m·K)
λ_t	Transmissivité thermique	W/(m·K)
Λ	Conductance thermique	W/(m ² ·K)
ξ	Porosité	—
ξ_p	Porosité locale	—
Φ	Flux thermique	W
Φ_e	Flux thermique dû aux pertes latérales	W
Φ_{el}	Flux thermique de bord	W
Φ_g	Flux thermique dû au déséquilibre	W
Φ_T	Flux thermique durant un essai	W
Φ_w	Flux thermique dans les fils	W
Φ_o	Flux thermique au déjoint par degré de déséquilibre de température	W/K
ρ_1	Masse volumique de l'éprouvette sèche	kg/m ³
ρ_p	Masse volumique de la plaque	kg/m ³
ρ_s	Masse volumique de l'éprouvette	kg/m ³
σ_n	Constante de Stefan-Boltzmann	5,67 W/(m ² ·K ⁴)

1.5 Signification

1.5.1 Facteurs ayant une influence sur les propriétés de transmission thermique

Les propriétés de transmission thermique d'une éprouvette de matériau peuvent

- varier du fait de la variabilité de la composition du matériau ou de ses échantillons;
- être influencées par l'humidité ou d'autres facteurs;
- évoluer avec le temps;
- varier en fonction de la température moyenne, et
- dépendre de l'histoire thermique.

Il est donc impératif d'admettre que le choix d'une valeur caractérisant les propriétés de transmission thermique, représentatives d'un matériau dans une application particulière, doit être basé sur la prise en compte de ces facteurs et ne s'applique pas nécessairement à toutes les conditions de fonctionnement sans modifications préalables.

Par exemple, la présente méthode prévoit que les propriétés de transmission thermique doivent être obtenues sur des éprouvettes sèches, mais il est possible qu'en fonctionnement, de telles conditions ne soient pas remplies.

Plus fondamentale encore est la dépendance des propriétés de transmission thermique vis-à-vis de variables comme la température moyenne et la différence de température. Ces influences devraient être évaluées par mesure, ou bien l'essai devrait être effectué dans des conditions représentatives du fonctionnement.

1.5.2 Échantillonnage

Il faut adjoindre aux propriétés de transmission thermique un ensemble adéquat d'informations pour qu'on puisse les considérer comme représentatives d'un matériau. Une propriété de transmission thermique d'un matériau ne peut être déterminée par une seule mesure que si l'échantillon est représentatif du matériau et si l'éprouvette (ou les éprouvettes) est (sont) représentative(s) de l'échantillon.

La marche à suivre pour choisir l'échantillon devrait normalement figurer dans la spécification du matériau. Le choix d'une éprouvette dans l'échantillon peut être partiellement indiqué dans la spécification du matériau.

Comme l'échantillonnage va au-delà du cadre de la méthode d'essai spécifiée dans la présente Norme internationale, quand le problème n'est pas couvert par une spécification du matériau, les documents appropriés doivent être considérés.

1.5.3 Précision et reproductibilité

L'évaluation de la précision de la méthode est complexe et dépend de la conception de l'appareillage, de l'instrumentation qui est adjointe, et du type d'éprouvette soumise à l'essai.

Cependant, des appareillages construits et utilisés conformément à cette méthode sont capables de mesurer des propriétés de transmission thermique avec une précision de $\pm 2\%$ lorsque la température moyenne de l'essai est proche de la température de la pièce.

Avec les précautions adéquates pour la conception de l'appareillage et après des vérifications approfondies et des essais croisés avec d'autres appareillages similaires, une précision d'environ $\pm 5\%$ devrait être obtenue dans tout le domaine de fonctionnement d'un appareillage. Une telle précision est normalement plus facile à atteindre en utilisant des appareillages différents pour les valeurs extrêmes. La reproductibilité des mesurages successifs réalisée avec l'appareillage sur une éprouvette maintenue dans l'appareil sans modification des conditions d'essai est normalement bien meilleure que 1% . Lorsque les mesures sont effectuées sur une même éprouvette de référence sortie de l'appareil puis remise en place à des intervalles de temps importants, la reproductibilité des mesures est normalement meilleure que $\pm 1\%$. Cette valeur plus élevée est due aux légères différences des conditions d'essai comme la pression des plaques sur l'éprouvette (ce qui modifie les résistances de contact), l'humidité relative de l'air environnant l'éprouvette (ce qui modifie sa teneur en humidité), etc.

Ces niveaux de reproductibilité sont nécessaires pour permettre la mise en évidence d'erreurs dans la méthode et sont souhaitables pour les applications en contrôle de qualité.

1.6 Principe

1.6.1 Principe de l'appareillage

L'appareillage à plaque chaude gardée a pour rôle d'établir à travers l'éprouvette (ou les éprouvettes) en forme de plaque uniforme ayant des faces planes et parallèles, une densité de flux thermique constante et uniforme en régime stationnaire tel que celui existant dans une plaque infinie bordée par deux plaques isothermes et uniformes ayant des faces planes et parallèles.

1.6.2 Types d'appareillage

À partir de ce principe de base, on obtient deux types d'appareillage à plaque chaude gardée, à savoir:

- a) appareillage à deux éprouvettes (et un élément de chauffage central);
- b) appareillage à une seule éprouvette.

1.6.2.1 Appareillage à deux éprouvettes

Dans l'appareillage à deux éprouvettes [voir figure 1a)], une plaque plane centrale composite ronde ou carrée constituée d'une source chauffante et de plaques métalliques de surfacage, appelée élément chaud, est intercalée entre deux éprouvettes aussi identiques que possible. Le flux thermique est transmis au travers des éprouvettes à d'autres plaques planes, isothermes, rondes ou carrées appelées éléments froids.

1.6.2.2 Appareillage à une seule éprouvette

Dans l'appareillage à une seule éprouvette [voir figure 1b)], la seconde éprouvette est remplacée par la combinaison d'un élément isolant et d'une plaque gardée. Une différence de température égale à zéro est alors établie au travers de ce dernier ensemble. Sous réserve que les autres exigences applicables de la présente Norme internationale soient satisfaites, des mesures précises et un compte rendu en accord avec la méthode peuvent être réalisés avec cet appareillage mais une référence particulière à la modification, par rapport à l'appareil normal à plaque chaude gardée à deux échantillons, doit figurer dans le rapport d'essai.

1.6.3 Éléments chauds et froids

L'élément chaud est composé d'une zone centrale de mesure distincte dans laquelle peut être établie une densité de flux thermique uniforme et unidirectionnelle constante, entourée par une zone de garde séparée de la précédente par un déjoint étroit. Les éléments froids peuvent être composés d'un ensemble continu de plaques planes, mais il est préférable qu'ils aient une forme similaire à celle de l'élément chaud.

1.6.4 Isolation latérale et gardes auxiliaires

Une isolation latérale complémentaire et/ou des gardes auxiliaires sont indispensables, spécialement lors du fonctionnement à température supérieure ou inférieure à celle de la pièce.

1.6.5 Définition de l'appareil à plaque chaude gardée

L'expression «plaque chaude gardée» s'applique à l'appareillage pris dans son ensemble qui est donc appelé «appareil à plaque chaude gardée». L'aspect général de l'appareillage avec les éprouvettes positionnées est donné à la figure 1.

1.6.6 Mesurage de la densité de flux thermique

Avec l'établissement d'un régime stationnaire dans la zone de mesure, la densité de flux thermique, q , est déterminée par la mesure du flux thermique, Φ , et de la zone de mesure, A , que traverse Φ .

1.6.7 Mesurage de la différence de température

La différence de température aux bornes des éprouvettes, ΔT , est mesurée par des capteurs de température fixés à la surface des plaques métalliques et/ou à la surface des éprouvettes lorsque c'est approprié.

1.6.8 Mesurage de la résistance thermique ou du facteur de transfert

La résistance thermique, R , est calculée à partir de q , A et ΔT , si les conditions appropriées données en 1.8.1 sont remplies. Si l'épaisseur d , de l'éprouvette est mesurée, on peut calculer le facteur de

transfert, $\mathcal{T}$.

1.6.9 Calcul de la conductivité thermique

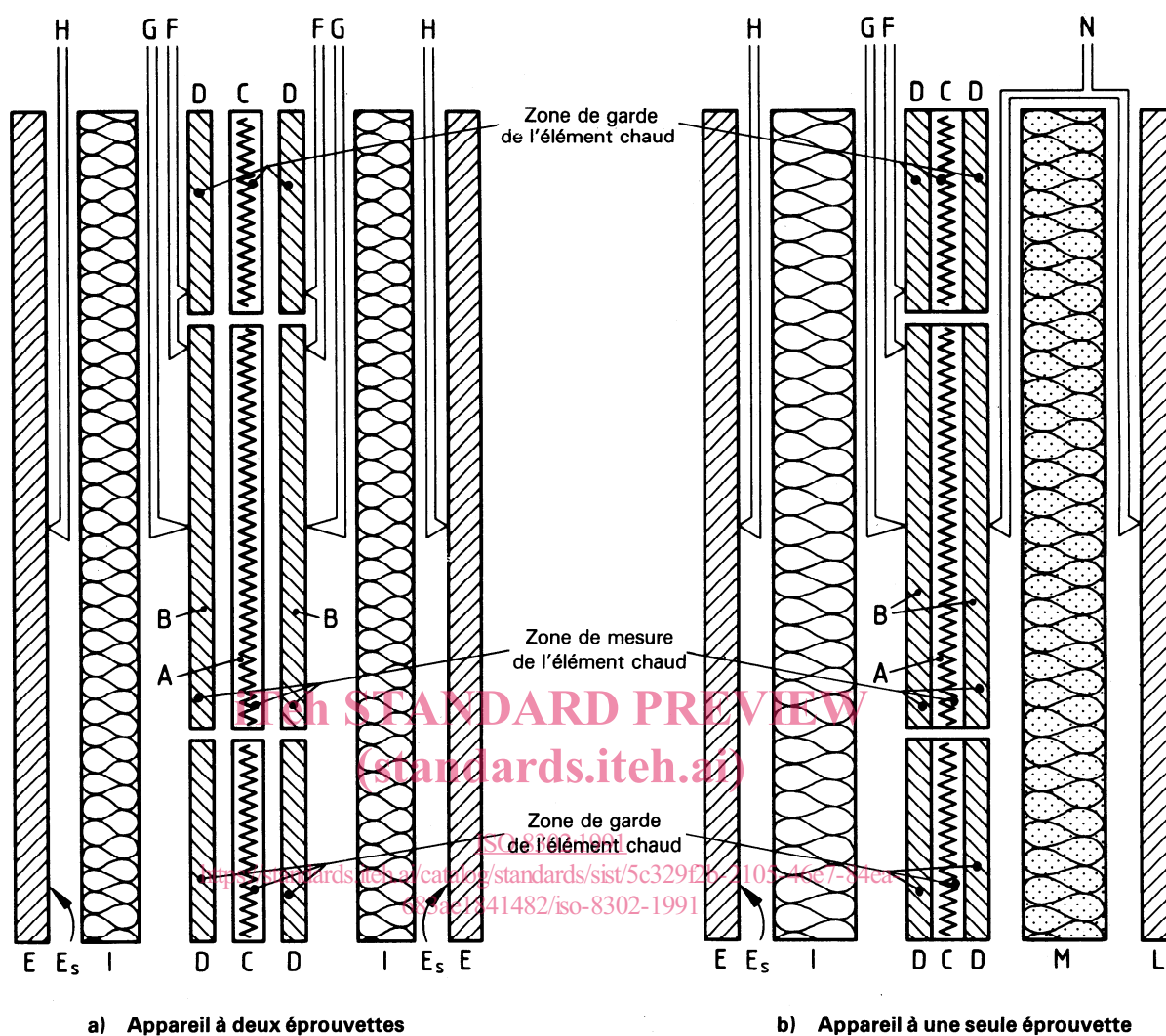
La conductivité thermique, moyenne, λ , d'une éprouvette peut aussi être calculée si les conditions appropriées données en 1.8.2 sont remplies et si l'épaisseur, d , de l'éprouvette est mesurée.

1.6.10 Limites dues à l'appareillage

L'application de la méthode est limitée par la possibilité de l'appareillage de maintenir une densité de flux thermique constante uniforme et unidirectionnelle dans l'éprouvette et par la possibilité de mesurer la puissance, la température et les dimensions dans les limites de la précision exigée.

1.6.11 Limites dues aux éprouvettes

L'application de la méthode est aussi limitée par la forme de l'éprouvette (ou des éprouvettes) et par leur degré d'identité d'épaisseur et d'uniformité de structure (dans le cas d'un appareillage à deux éprouvettes) ainsi que de planéité et de parallélisme de leur surface.



Légende

- A Élément chauffant de la zone de mesure
- B Plaques de surfaçage de la zone de mesure
- C Élément chauffant de la zone de garde
- D Plaques de surfaçage de la zone de garde
- E Élément froid
- E_s Plaques de surfaçage de l'élément froid
- F Thermocouples différentiels
- G Thermocouples de surface de l'élément chaud
- H Thermocouples de surface de l'élément froid
- I Éprouvette
- L Plaque de garde
- M Isolation de la plaque de garde
- N Thermocouples différentiels de la plaque de garde

Figure 1 — Principaux éléments constituant un appareil à plaque chaude gardée à une ou à deux éprouvettes