
NORME INTERNATIONALE 2581

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Matières plastiques — Matériaux alvéolaires rigides — Détermination de la conductivité thermique « apparente » au moyen d'un fluxmètre thermique

Plastics — Rigid cellular materials — Determination of "apparent" thermal conductivity by means of a heat-flow meter

Première édition — 1975-11-15 (standards.iteh.ai)

[ISO 2581:1975](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22f7b896-e1db-426d-8460-cf587069056d/iso-2581-1975)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22f7b896-e1db-426d-8460-cf587069056d/iso-2581-1975>

CDU 678.5/8-496 : 536.21

Réf. n° : ISO 2581-1975 (F)

Descripteurs : matière plastique, matériau alvéolaire, produit alvéolaire rigide, conductivité thermique, essai, essai thermique, mesurage thermique.

Prix basé sur 7 pages

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2581 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 61, *Matières plastiques*, et soumise aux Comités Membres en février 1974.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Allemagne	France	Roumanie
Belgique	Hongrie	Royaume-Uni
Brésil	Inde	Suède
Bulgarie	Israël	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Chili	Japon	Turquie
Égypte, Rép. arabe d'	Mexique	U.S.A.
Espagne	Nouvelle-Zélande	
Finlande	Pays-Bas	

Le Comité Membre du pays suivant a désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Afrique du Sud, Rép. d'



Publié 1981-12-15

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Matières plastiques — Matériaux alvéolaires rigides — Détermination de la conductivité thermique «apparente» au moyen d'un fluxmètre thermique

ERRATUM

Page de couverture

Remplacer le titre existant par le titre suivant :

**«Plastiques alvéolaires rigides — Détermination de la
conductivité thermique apparente au moyen d'un
fluxmètre thermique»**

et le sous-titre existant par le sous-titre suivant :

«Rigid cellular plastics — Determination of apparent thermal conductivity by means of a heat-flow meter»

ISO 2581:1975

Page 1

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22f7b896-e1db-426d-8460-c587069056d/iso-2581-1975>

Remplacer le titre existant par le titre suivant :

**«Plastiques alvéolaires rigides — Détermination de la
conductivité thermique apparente au moyen d'un
fluxmètre thermique»**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2581:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22f7b896-e1db-426d-8460-cf587069056d/iso-2581-1975>

Matières plastiques — Matériaux alvéolaires rigides — Détermination de la conductivité thermique « apparente » au moyen d'un fluxmètre thermique

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 La présente Norme Internationale spécifie une méthode de détermination de la conductivité thermique « apparente » des matériaux alvéolaires rigides.

NOTE — Dans les matériaux plastiques alvéolaires, une partie importante du transfert de chaleur s'effectue par rayonnement à travers leur structure. Il s'ensuit qu'on détermine, pour ces matériaux, des valeurs de conductivité thermique qui ne sont pas indépendantes de l'épaisseur de l'éprouvette soumise au mesurage. En conséquence, on devra utiliser l'expression : conductivité thermique « apparente ».

La méthode, relativement rapide, est basée sur l'étalonnage à la fois préliminaire et périodique de l'appareillage à l'aide d'éprouvettes dont la conductivité thermique « apparente » a été préalablement déterminée à l'aide d'un appareil normalisé du type « plaque chaude gardée ».

Deux variantes d'appareillages sont données, dont chacune a été utilisée de nombreuses fois avec des résultats satisfaisants :

- disposition représentée à la figure 1 (disposition symétrique — méthode S), le fluxmètre étant placé entre deux éprouvettes identiques;
- disposition représentée à la figure 2 (disposition asymétrique — méthode AS), le fluxmètre étant placé contre l'unique éprouvette.

NOTE — Les résultats d'essai obtenus en utilisant la présente Norme Internationale ne sont pas comparables sur le plan international entre des pays où des modèles différents de plaque chaude gardée sont utilisés pour réaliser les étalons indiqués ci-dessus.

1.2 Sur le plan pratique, la présente Norme Internationale est applicable à des éprouvettes qui ont une conductance thermique inférieure ou égale à $2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (méthode S) ou $5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (méthode AS).

1.3 Pour l'utilisation habituelle, les températures limites souhaitables pour les surfaces en contact avec le fluxmètre sont -50°C et $+100^\circ\text{C}$. Il est possible d'élargir ces limites vers le haut et le bas de l'échelle des températures, à condition que des précautions adéquates soient prises dans le choix des matériaux utilisés pour la construction de l'appareillage ainsi que pour la procédure d'étalonnage et la conduite de l'essai.

1.4 L'expérience a montré que les résultats fournis par cette méthode sont en accord satisfaisant avec ceux qui sont obtenus en utilisant un appareil à plaque chaude

gardée, lorsqu'on opère avec des gradients de température compris entre $4^\circ\text{C}/\text{cm}$ et $10^\circ\text{C}/\text{cm}$, entre plaque chaude et plaque froide de l'appareillage, la différence minimale de température entre ces plaques étant de 15°C (voir 8.1).

1.5 La reproductibilité à long terme des mesures fournies par un appareil construit et utilisé conformément à la présente méthode peut être meilleure que 3 %, ainsi que de nombreuses expériences l'ont prouvé à ce jour.

2 RÉFÉRENCE

ISO/R 291, *Matières plastiques — Atmosphères normales pour le conditionnement et les essais.*

3 DÉFINITIONS

3.1 **flux thermique** : Quotient, par le temps, de la quantité de chaleur traversant une surface.

3.2 **densité de flux thermique à travers une surface** : Quotient, par l'aire, du flux thermique traversant une surface.

3.3 **conductivité thermique** : Quotient, par le gradient de température, de la densité de flux thermique à travers une surface. (C'est une propriété intrinsèque du produit, indépendante de l'épaisseur de l'éprouvette soumise au mesurage.)

3.4 **conductance thermique** : Quotient de la densité de flux thermique par la différence de température qui assure le maintien de ce flux thermique en régime permanent.

3.5 **conductivité thermique apparente** : Quotient du flux thermique (y compris celui correspondant à un transfert par rayonnement à travers l'éprouvette) traversant l'unité de surface par le gradient de température perpendiculaire à la surface de l'éprouvette. (Ce n'est pas une propriété intrinsèque du produit, car elle dépend de l'épaisseur de l'éprouvette soumise au mesurage, épaisseur qui doit toujours être indiquée en regard de la conductivité thermique apparente correspondante.)

4 PRINCIPE

À partir de deux surfaces isothermes maintenues à des températures T_F et T_C , constantes, on établit un flux thermique à travers soit une éprouvette unique (mé-

thode AS), soit une paire d'éprouvettes (méthode S) de même forme et d'épaisseurs égales ainsi que de masses volumiques identiques, l'(ou les) éprouvette(s) étant découpée(s) dans la matériau alvéolaire soumis à l'essai.

Après l'établissement d'un régime permanent (équilibre thermique), mesurage de la force électromotrice produite dans un fluxmètre inséré soit entre les deux éprouvettes (méthode S), soit entre l'une des surfaces isothermes à T_F et l'unique éprouvette (méthode AS).

La conductivité thermique du matériau alvéolaire est calculée à partir de la valeur de cette force électromotrice, de l'épaisseur d'éprouvette(s) et de la constante d'étalonnage de l'appareil. Cette constante d'étalonnage dépend des températures T_F et T_C choisies pour l'essai et de la sensibilité du fluxmètre.

5 APPAREILLAGE

5.1 Généralités

5.1.1 Méthode S

L'ensemble constitué par l'appareil de mesurage et les éprouvettes doit consister essentiellement en une plaque froide, l'une des éprouvettes, un fluxmètre, la seconde éprouvette, et une plaque chaude, placés dans l'ordre indiqué (voir figure 1).

5.1.2 Méthode AS

L'ensemble constitué par l'appareil de mesurage et l'éprouvette doit consister essentiellement en une plaque froide, un fluxmètre, une éprouvette unique, et une plaque chaude, placés dans le même ordre que pour l'étalonnage (voir, par exemple, figure 2).

5.2 Fluxmètre (pour méthode S ou méthode AS)

5.2.1 Le fluxmètre doit être constitué par une thermopile ronde ou carrée, de dimensions linéaires au moins égales à 100 mm, montée dans un support rond ou carré, ayant des faces planes et parallèles.

Les dimensions linéaires de la thermopile ne doivent pas être supérieures et doivent de préférence être égales à la moitié des dimensions linéaires du fluxmètre. Les dimensions linéaires du fluxmètre ne doivent pas être inférieures à quatre fois l'épaisseur de l'éprouvette (ou de la paire d'éprouvettes) (voir chapitre 7).

5.2.2 Le matériau dont est constitué le support de la thermopile doit être isotrope, non hygroscopique et thermiquement stable dans les conditions d'utilisation.

5.2.3 Les faces externes du fluxmètre doivent être peintes en noir mat (ou subir un autre traitement adéquat) de façon à avoir une émissivité totale au moins égale à 0,8 dans les conditions de température où l'on opère.

5.2.4 Pour tenir compte des conditions spécifiées en 5.5.1, il est recommandé que la constante d'étalonnage du fluxmètre soit telle que la force électromotrice produite au cours de n'importe quel essai soit au moins égale à 0,5 mV.

5.2.5 Dans le cas de la méthode S, la conductance thermique du fluxmètre doit être telle que la différence de températures entre ses faces ne soit pas supérieure à 2 % de celle existant entre les plaques chaude et froide, et ce au cours de n'importe quel essai.

5.2.6 Dans le cas de la méthode AS, un dispositif adéquat doit être utilisé pour déterminer la température moyenne de la face du fluxmètre qui est au contact de l'éprouvette.

5.3 Plaques chaude et froide

5.3.1 Les surfaces actives des plaques chaude et froide doivent être constituées par un métal de conductivité thermique élevée tel que le cuivre, l'aluminium ou l'acier, et doivent avoir un fini de surface soigné de façon à ce que l'écart par rapport à un plan géométrique ne soit pas supérieur à 0,5 mm/m. Ces surfaces actives devront être peintes ou subir un autre traitement adéquat, de façon à avoir une émissivité totale au moins égale à 0,8 dans les conditions de température où l'on opère.

5.3.1.1 MÉTHODE S

Les dimensions linéaires des plaques doivent être au moins égales à celles du fluxmètre.

5.3.1.2 MÉTHODE AS

Les dimensions linéaires de la plaque chaude doivent être au moins égales à celles du fluxmètre, celles de la plaque froide étant au moins égales à celles de la plaque chaude.

5.3.2 Une ou plusieurs rainures doivent être usinées dans les surfaces des plaques chaude et froide pour permettre de loger un ou plusieurs capteurs de température à la surface de chacune des plaques.

5.3.3 Chaque plaque doit être équipée de dispositifs permettant de maintenir sa température à la valeur désirée à l'aide, par exemple, d'une circulation de liquide chauffé ou refroidi, ou en combinant un chauffage électrique et un refroidissement. La qualité requise pour la régulation de la température doit être suffisante pour que les températures T_F et T_C des surfaces des plaques en contact avec l'éprouvette ne varient pas de plus de 0,2 °C au cours de la période d'essai. Les lectures individuelles de températures des capteurs de température au cours de la période d'essai ne devront pas différer de plus de 0,4 °C.

5.4 Montage

5.4.1 On doit prévoir un dispositif tel que, pendant tout l'essai, les plaques chaude et froide soient maintenues effectivement parallèles l'une à l'autre ainsi qu'au fluxmètre, et cela à mieux que 0,5 mm, tout en restant en contact intime avec l'(ou les) éprouvette(s).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 2581-1975
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22f7b896-e1db-426d-8460-cf587069056d/iso-2581-1975>

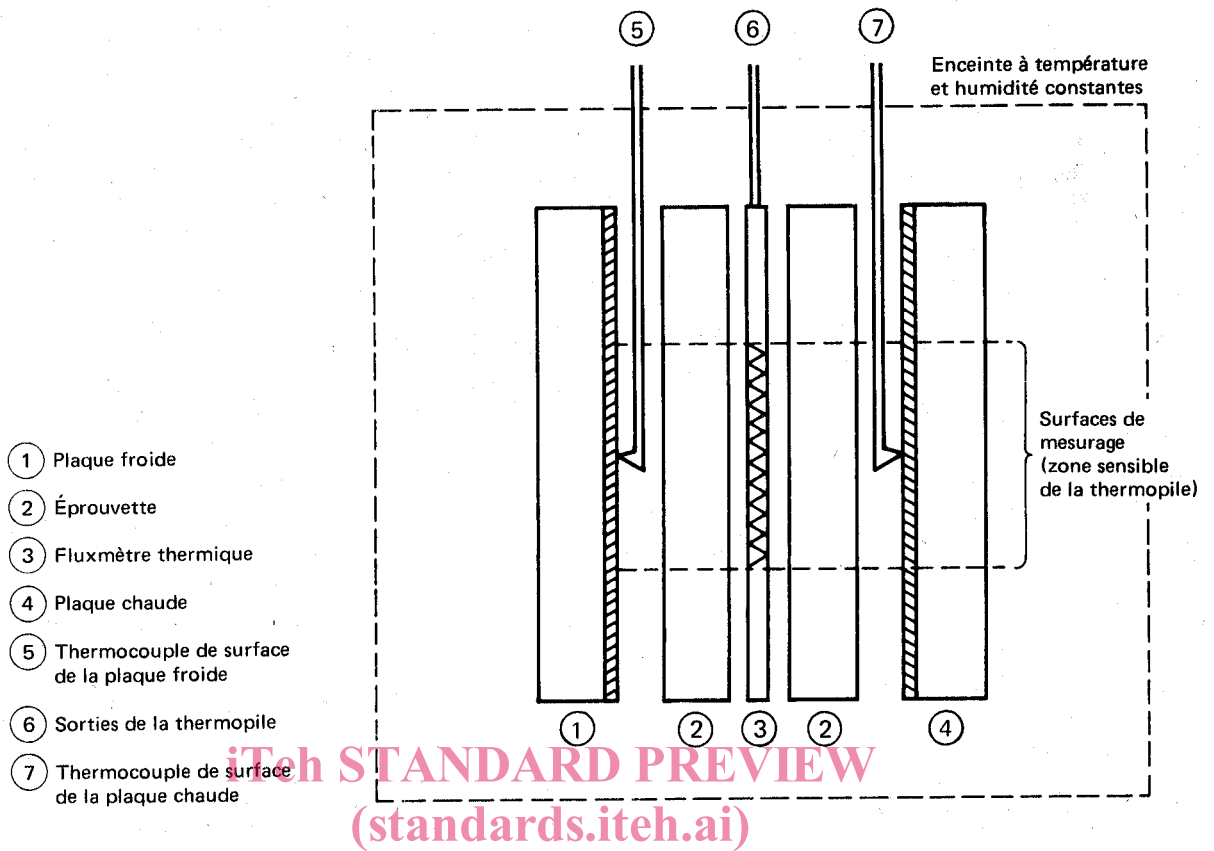


FIGURE 1 – Lambdamètre à fluxmètre thermique pour paire d'éprouvettes (méthode S)

ISO 2581:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22f7b896-e1db-426d-8460-c587069056d/iso-2581-1975>

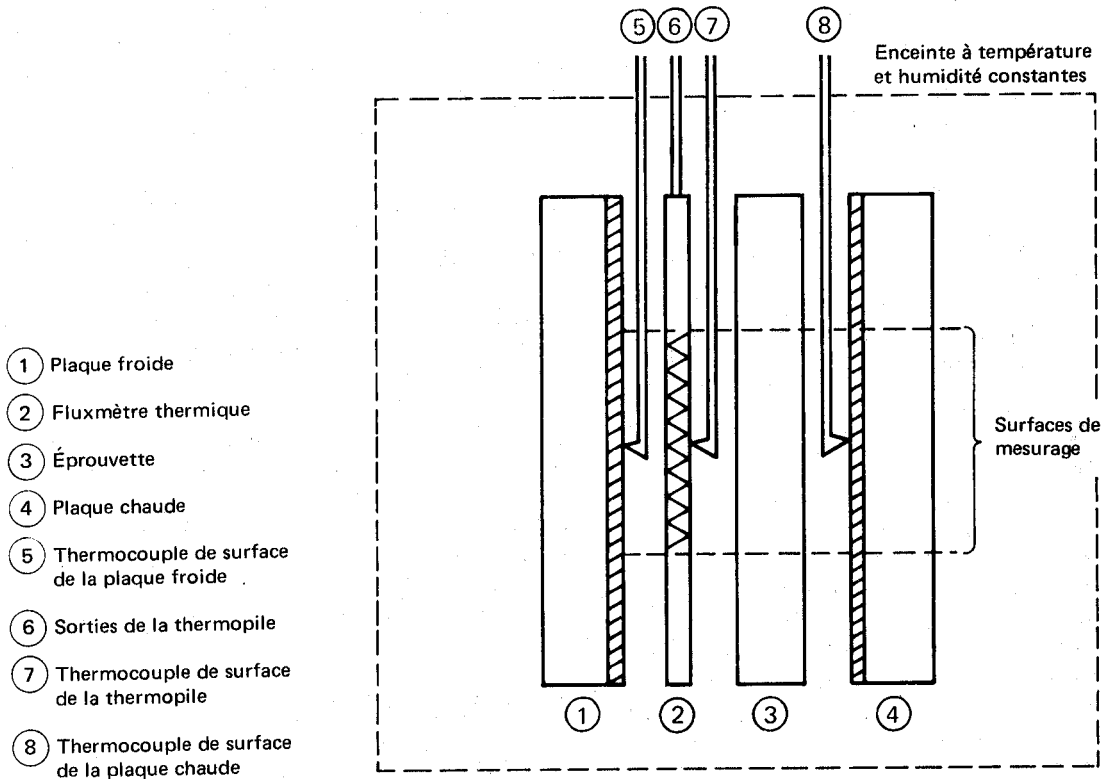


FIGURE 2 – Lambdamètre à fluxmètre thermique pour éprouvette unique (méthode AS)

5.4.2 Un dispositif doit être également prévu, qui assure un centrage précis du fluxmètre et de l'(ou les) éprouvette(s) sur l'axe de symétrie des plaques chaude et froide.

5.4.3 L'appareillage peut être positionné verticalement ou horizontalement.

5.4.4 Des cales de faible conductance peuvent être éventuellement positionnées entre plaques et fluxmètre, le long du périmètre externe pour empêcher, si besoin est, toute déformation notable de l'(ou des) éprouvette(s) du fait d'un effet de compression.

5.5 Dispositif de mesurage

5.5.1 Utiliser un potentiomètre, ou autre moyen de mesurage équivalent, pouvant fournir des mesurages exacts à 0,5 % près de toutes les forces électromotrices des thermocouples et de la thermopile.

NOTE – Les thermocouples, si l'on utilise ce moyen, doivent être réalisés à partir de fils étalonnés pour thermocouples de diamètre 0,2 mm environ ou de préférence plus fins.

5.5.2 Prévoir un dispositif de mesurage de l'épaisseur de l'éprouvette (ou de l'ensemble des deux éprouvettes) en place pendant l'essai, à 0,1 mm près.

5.6 Enceinte à température constante

5.6.1 L'appareil complet doit être enfermé dans une enceinte, maintenue au cours de l'essai à une température T , stabilisée à mieux que $\pm 0,5$ °C, définie par la relation

$$T = \frac{T_F + T_C}{2}$$

5.6.1.1 MÉTHODE S

Dans ce cas, l'enceinte à température constante est une nécessité absolue. Si cette clause n'est pas satisfaite, il se peut que les résultats soient erronés, en particulier lorsqu'on opère à des températures moyennes d'essai éloignées de la température ambiante du laboratoire.

5.6.1.2 MÉTHODE AS

Dans ce cas, il est possible de remplacer cette enceinte à température contrôlée par une isolation latérale adéquate, après avoir toutefois vérifié que les échanges thermiques par voie latérale sont effectivement rendus négligeables par ce moyen et n'affectent pas le résultat des mesurages.

5.6.2 Prévoir un dispositif pour maintenir l'air, venant au contact avec la plaque froide, à un taux d'humidité relative tel qu'aucune condensation d'humidité ne puisse se produire sur la plaque froide ou le fluxmètre au cours de l'essai. Il est recommandé de maintenir le point de rosée au moins à 5 °C en dessous de la température de la plaque froide.

6 ÉPROUVETTES

6.1 Forme et dimensions

6.1.1 Chaque éprouvette doit avoir des faces planes et parallèles et une forme géométrique semblable à celle du fluxmètre. Ses dimensions linéaires doivent être de préférence égales (et jamais inférieures) à celles du fluxmètre.

6.1.2 L'épaisseur L , épaisseur totale de la paire d'éprouvettes (méthode S), ou bien épaisseur de l'éprouvette unique (méthode AS), ne doit pas être supérieure au quart des dimensions linéaires du fluxmètre.

L'épaisseur minimale L_{\min} , soit de la paire d'éprouvettes (méthode S), soit de l'éprouvette unique (méthode AS), dépend de la conductance thermique maximale permise pour elles (voir 1.2).

Méthode S

$$L_{\min} = \frac{10^3 \lambda}{2,5} \text{ mm}$$

Méthode AS

$$L_{\min} = \frac{10^3 \lambda}{5} \text{ mm}$$

Elle dépend également du gradient de température maximal admissible et de la différence de température minimale entre plaques chaude et froide (voir 1.4), c'est-à-dire que, de ce fait, l'épaisseur minimale de l'éprouvette (ou de la paire d'éprouvettes) est de 15 mm.

Les épaisseurs des deux éprouvettes appariées pour un essai (méthode S) ne doivent pas différer de plus de 1 mm.

6.1.3 Les faces des éprouvettes ne doivent pas s'écarter de plus de 0,5 mm/m d'un plan géométrique; leur écart de parallélisme doit être inférieur à 0,5 mm sur leur longueur.

6.2 Préparation

6.2.1 Découper les éprouvettes selon une méthode appropriée et les usiner si nécessaire, sans toutefois modifier la structure du matériau. Si cela est demandé dans la spécification du matériau soumis à l'essai, les peaux de moulage doivent être enlevées.

6.2.2 Dans le cas de la méthode S, on doit découper un nombre suffisant d'éprouvettes à partir des prélèvements soumis à essai pour permettre de constituer chaque paire destinée à l'essai par deux éprouvettes de masses volumiques aussi proches que possible. La différence admissible en masse volumique entre les deux éprouvettes d'une paire doit être au plus égale à 5 %.

6.3 Conditionnement

6.3.1 Les éprouvettes doivent être conditionnées durant 24 h au moins, conformément à l'ISO/R 291 ou, de préférence, suivant la spécification propre au matériau, si elle existe.

7 RÉCAPITULATION DES DIMENSIONS

Dimension linéaire de la thermopile = x

Dimension linéaire du fluxmètre = A ≥ 2 x

Dimension linéaire des plaques chaude et froide ≥ A

Dimension linéaire de l'éprouvette ou de la paire d'éprouvettes ≥ A

Épaisseur de l'éprouvette (ou de la paire d'éprouvettes)

Méthode S	Minimale	15 mm ou $\frac{10^3 \lambda}{2,5}$
	Maximale	0,25 A
Méthode AS	Minimale	15 mm ou $\frac{10^3 \lambda}{5}$
	Maximale	0,25 A

Exemples de dimensions (mm)

Dimension de la thermopile		100	150	200
Dimension linéaire des plaques, du fluxmètre, et de l'(ou des) éprouvette(s)		200	300	400
Épaisseur maximale de l'(ou des) éprouvette(s)		50	75	100
Épaisseur minimale de l'(ou des) éprouvette(s) pour				
λ = 0,025 W/(m.K) *	Méthode S	15	15	15
	Méthode AS	15	15	15
λ = 0,050 W/(m.K)	Méthode S	20	20	20
	Méthode AS	15	15	15
λ = 0,075 W/(m.K)	Méthode S	30	30	30
	Méthode AS	15	15	15

* 1 W/(m.K) = 6,933 Btu.in/(h.ft².°F) = 0,859 8 kcal/(m.h.°C).

8. MODE OPÉRATOIRE

8.1 Vérifier que les plaques chaude et froide sont aux températures désirées et que la différence entre ces températures n'est pas inférieure à 15 °C.

NOTE — Pour réduire le temps nécessaire aux essais, il est recommandé d'organiser les programmes d'essai de façon à conserver les mêmes températures T_F et T_C au cours d'une série de mesurages aussi longue que possible. On suppose ici que ces températures ont déjà été stabilisées à la valeur requise et qu'une vérification de l'étalonnage selon le chapitre 9 a été effectuée.

8.2 Peser l'(ou les) éprouvette(s) conditionnée(s) à 0,5 % près.

8.3 Positionner la paire d'éprouvettes entre les plaques chaude et froide de chaque côté du fluxmètre (méthode S, voir figure 1) ou bien l'éprouvette unique entre une plaque et le fluxmètre (méthode AS, voir figure 2).

8.4 Déplacer avec soin les plaques chaude et froide l'une vers l'autre jusqu'à obtention d'un contact intime entre ces plaques, l'(ou les) éprouvette(s) et le fluxmètre sans

comprimer notablement le matériau alvéolaire. (Cela peut être vérifié en cherchant à déplacer manuellement et sans efforts notables l'(ou les) éprouvette(s); un tel déplacement devra être impossible.)

8.5 Mesurer et noter l'épaisseur de l'éprouvette (méthode AS) ou l'épaisseur totale de la paire d'éprouvettes (méthode S) à 0,1 mm près, comme il est indiqué en 5.5.2.

8.6 Noter (méthode S) les températures T_F et T_C des surfaces actives des plaques chaude et froide ou (méthode AS) celles de la plaque chaude (T_C) et de la face du fluxmètre en contact avec l'éprouvette (T_M), ainsi que (méthode S ou AS) la force électromotrice E produite par le fluxmètre, jusqu'à ce que le régime permanent soit établi. Le critère de l'établissement du régime permanent est que les résultats de trois mesurages successifs, effectués à des intervalles de 10 min au moins, fournissent des valeurs des différences de température T_C - T_F (méthode S) ou T_C - T_M (méthode AS) et de la force électromotrice E s'écartant de leurs valeurs moyennes respectives de moins de 1 %. Noter la valeur moyenne de ces trois ensembles de lectures.

NOTE — Si la méthode est utilisée en contrôle de qualité, il est possible qu'on puisse réduire le temps entre les lectures.

8.7 Enlever l'(ou les) éprouvette(s) et la (ou les) peser de nouveau immédiatement à 0,5 % près.

Noter la (ou les) valeur(s) obtenue(s).

8.8 Mesurer les dimensions linéaires (longueur des côtés, ou diamètre suivant plusieurs directions) de l'(ou des) éprouvette(s) à 1 % près et calculer la masse volumique apparente de l'éprouvette (ou de la paire d'éprouvettes) relative à l'essai à partir de ces dimensions, de l'épaisseur mesurée en cours d'essai (voir 8.5) et de la masse en fin d'essai (voir 8.7).

9 ÉTALONNAGE

9.1 Éprouvettes étalons

La présente méthode d'essai suppose que l'appareillage à fluxmètre soit étalonné par des éprouvettes étalons, dont la conductivité thermique apparente a été déterminée par un essai à la plaque chaude gardée normalisée.

De telles éprouvettes étalons doivent avoir des caractéristiques physiques stables et être accompagnées d'une courbe d'étalonnage fournissant la conductivité thermique apparente en fonction de leur température moyenne d'essai dans la zone appropriée de température. Si cette condition de stabilité ne peut être réalisée pratiquement, la date limite de validité de l'étalonnage devra être indiquée. Si les essais doivent être effectués dans une large gamme de conductivité thermique, on devra disposer de plusieurs éprouvettes étalons. L'épaisseur et la conductivité thermique des éprouvettes étalons doivent être voisines des caractéristiques correspondantes du produit essayé.