

NORME
INTERNATIONALE

ISO
8497

Première édition
1994-04-15

Isolation thermique — Détermination des propriétés relatives au transfert de chaleur en régime stationnaire dans les isolants thermiques pour conduites
(standards.iteh.ai)

Thermal insulation — Determination of steady-state thermal transmission properties of thermal insulation for circular pipes
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/baac977c-5b23-4185-b14f-a0831649cf7d/iso-8497-1994>



Numéro de référence
ISO 8497:1994(F)

Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Définitions	1
4 Symboles et unités	3
5 Spécifications	3
6 Considérations générales	4
7 Appareil	5
8 Éprouvettes d'essai	9
9 Mode opératoire	11
10 Corrections pour les calottes d'extrémité	13
11 Calculs	15
12 Reproductibilité et précision de l'essai	15
13 Rapport d'essai	15

ISO 8497:1994
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/baac977c-5b23-4185-b44f-a0831649cf7d/iso-8497-1994>

Annexe

A Bibliographie	17
-----------------------	----

© ISO 1994

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'éditeur.

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

Imprimé en Suisse

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 8497 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 163, *Isolation thermique*, sous-comité SC 1, *Méthodes d'essais et de mesurage*.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Les propriétés relatives au transfert de chaleur à travers une isolation pour conduites doivent être déterminées en utilisant des appareils d'essais à symétrie cylindrique plutôt que des appareils prévus pour des éprouvettes planes tels que plaque chaude gardée ou fluxmètre, si l'on veut que les résultats soient représentatifs des performances «utiles». Le matériau d'isolation sous sa forme de plaques a souvent une géométrie interne différente de celle du même matériau sous forme de cylindres (coquilles). De plus, ces propriétés dépendent souvent fortement de la direction du flux thermique. Ce dernier est relié à des caractéristiques intrinsèques telles que les plans d'orientation des fibres ou l'allongement des alvéoles, de sorte que les mesures du flux thermique unidimensionnel sur une éprouvette plane peuvent ne pas être nécessairement représentatives du flux thermique radial bi-dimensionnel intervenant dans l'isolation des conduites.

Un autre aspect à prendre en considération est que les isolations pour conduites commercialisées ont souvent un diamètre intérieur légèrement supérieur au diamètre extérieur du tube, ou que les tolérances de fabrication conduisent à un ajustement incorrect sur les conduites, ce qui a pour effet de créer un espace d'air d'épaisseur variable entre les deux parois. Lorsqu'il s'agit de déterminer non pas les propriétés intrinsèques du matériau mais les performances de l'isolant en service, celui-ci est installé sur la conduite d'essai de manière à prendre en compte dans les mesures l'effet de l'espace d'air qui doit être pris en compte dans les mesures. Ce ne serait pas le cas si les propriétés étaient déterminées à l'aide d'un appareil à plaque où un bon contact entre surfaces est requis.

On doit également prendre en considération la convection naturelle de l'air autour de l'isolant qui entraîne une non-uniformité de la température de surface. De telles conditions ne peuvent être reproduites avec un appareil à plaque où les températures des surfaces des plaques sont uniformes.

NOTE 1 Des essais comparatifs sur des matériaux similaires utilisant un appareil en symétrie cylindrique et un appareil à plaque, ont montré différents degrés d'accord entre les résultats. Il apparaît que l'on obtient souvent un meilleur accord dans le cas de produits à forte densité qui tendent à être plus uniformes, plus homogènes et parfois plus isotropes. Pour les matériaux ayant montré de façon répétée à peu près le même comportement lors des essais comparatifs, il peut être justifié de se servir des données obtenues à l'aide de l'appareil à plaque pour caractériser l'isolation des conduites. En règle générale, si un tel accord n'a pas été trouvé, il convient d'utiliser un appareil en symétrie cylindrique pour caractériser des isolants pour conduites.

Isolation thermique — Détermination des propriétés relatives au transfert de chaleur en régime stationnaire dans les isolants thermiques pour conduites

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode de mesure des propriétés thermiques relatives au transfert de chaleur en régime stationnaire à travers des isolants pour conduites, pour des températures supérieures à la température ambiante. Elle normalise la méthode de mesure, y compris les modes opératoires et le fonctionnement de l'appareillage, mais elle ne normalise pas la conception de l'appareillage.

Les types d'éprouvettes, les températures et les conditions d'essai auxquels s'applique la présente Norme internationale sont décrits en détail aux articles 5 et 6.

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 8301:1991, *Isolation thermique — Détermination*

de la résistance thermique et des propriétés connexes en régime stationnaire — Méthode fluxmétrique.

ISO 8302:1991, *Isolation thermique — Détermination de la résistance thermique et des propriétés connexes en régime stationnaire — Méthode de la plaque chaude gardée.*

3 Définitions

NOTE 2 L'isolation thermique des conduites requiert des termes spéciaux qui ne s'appliquent pas aux éprouvettes planes. Le mot «linéique» est utilisé dans le cas de propriétés associées à une longueur unitaire (dans le sens de l'axe de la conduite) et à une taille spécifiée d'isolation. Ces propriétés linéiques notées avec l'indice «l» sont utiles en ce sens que la déperdition de chaleur totale peut être calculée à partir de la longueur de la conduite et de la température d'utilisation.

Le mot «linéique» n'implique pas un flux thermique dans le sens axial. Dans le contexte de la présente Norme internationale, le flux thermique est principalement radial.

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

À l'exception du coefficient linéique de transmission thermique (voir 3.1), les définitions et les symboles utilisés dans les articles suivants sont basés sur l'ISO 7345.

3.1 coefficient linéique de transmission thermique, K_l : Densité linéique de flux thermique divisée par la différence de température entre la surface de la conduite et l'air ambiant, en régime stationnaire. Elle se rapporte à une isolation thermique de dimension

donnée et mesure la quantité de chaleur transmise à travers l'isolant à l'environnement ambiant.

$$K_l = \frac{\Phi/L}{T_0 - T_a} \quad \dots (1)$$

3.2 résistance thermique linéique, R_l : Différence de température entre la surface de la conduite et la surface extérieure de l'isolation, divisée par la densité linéique du flux thermique, en régime stationnaire. Elle se rapporte à une isolation thermique de dimension donnée et est l'inverse de la conductance thermique linéique, Λ_l .

$$R_l = \frac{T_0 - T_2}{\Phi/L} = \frac{1}{\Lambda_l} \quad \dots (2)$$

3.3 conductance thermique linéique, Λ_l : Inverse de la résistance thermique linéique, R_l , entre la surface de la conduite et la surface extérieure de l'isolation. Elle se rapporte à une isolation thermique de dimension donnée.

$$\Lambda_l = \frac{1}{R_l} = \frac{\Phi/L}{T_0 - T_2} \quad \dots (3)$$

3.4 coefficient de transfert thermique surfacique, h_2 : Densité surfacique de flux thermique à la surface, divisée par la différence de température entre la surface et l'air ambiant environnant en régime stationnaire. Pour une isolation de conduite, la relation suivante s'applique:

$$h_2 = \frac{\Phi}{\pi D_2 L (T_2 - T_a)} \quad \dots (4)$$

3.5 conductivité thermique, λ : Définie par la relation suivante, spécifiquement applicable à la symétrie cylindrique. Elle est applicable à un matériau homogène en régime stationnaire et est l'inverse de la résistivité thermique, r .

$$\lambda = \frac{\Phi \ln(D_2/D_0)}{2\pi L (T_0 - T_2)} = \frac{1}{r} \quad \dots (5)$$

NOTES

3 Dans l'ISO 7345, la conductivité thermique est définie par la relation plus générale: $q = -\lambda \text{ grad } T$.

4 Étant donné que l'on utilise la température de surface de la conduite, T_0 , la conductivité thermique tient compte de l'effet de tout espace existant entre l'isolation et la conduite (voir 6.1).

3.6 résistivité thermique, r : Inverse de la conductivité thermique, λ , pour un matériau homogène en régime stationnaire.

$$r = \frac{2\pi L (T_0 - T_2)}{\Phi \ln(D_2/D_0)} = \frac{1}{\Lambda} \quad \dots (6)$$

3.7 résistance thermique surfacique, R : Différence de température entre la surface de la conduite et la surface extérieure de l'isolation, divisée par la densité surfacique de flux thermique en régime stationnaire. C'est l'inverse de la conductance thermique surfacique Λ .

$$R = \frac{T_0 - T_2}{\Phi/A} = \frac{1}{\Lambda} \quad \dots (7)$$

où la surface, A , doit être spécifiée (c'est habituellement la surface de la conduite, parfois la surface extérieure de l'isolation ou toute autre surface choisie; voir la note en 3.8).

NOTE 5 Les propriétés «surfaiques» plus communes, définies par unité de surface, prêtent souvent à confusion dans le cas d'isolation thermique de conduites car la surface doit être choisie arbitrairement et peut aller de la surface de la conduite jusqu'à celle de la surface extérieure de l'isolation. Si l'on calcule des propriétés surfaiques, la surface et son emplacement utilisés doivent être précisés.

3.8 conductance thermique surfacique, Λ : Inverse de la résistance thermique surfacique R .

$$\Lambda = \frac{1}{R} = \frac{\Phi/A}{T_0 - T_2} \quad \dots (8)$$

où l'emplacement de la surface, A , doit être spécifié (c'est habituellement la surface de la conduite, parfois la surface extérieure de l'isolation ou toute autre surface choisie).

NOTE 6 La valeur de la conductance thermique surfacique, Λ , est arbitraire puisqu'elle dépend du choix arbitraire de la surface A . Dans le cas d'un matériau homogène dont la conductivité thermique est définie comme en 3.5, la conductance surfacique, Λ , est donnée par la relation

$$\Lambda = \frac{2\pi\lambda}{A \ln(D_2/D_0)} \quad \dots (9)$$

Si la surface est choisie de façon à être égale à la «surface logarithmique moyenne», c'est-à-dire $\pi L(D_2 - D_0)/\ln(D_2/D_0)$, alors $\Lambda = 2\lambda/(D_2 - D_0)$. Comme $(D_2 - D_0)/2$ est égal à l'épaisseur de l'isolation, mesurée à partir de la surface de la conduite, la relation est analogue à celle existant entre la conductance et la conductivité dans le cas d'une plaque plane. Des relations similaires existent également pour la résistance thermique surfacique, R , définie en 3.7. Comme ces coefficients surfaiques sont arbitraires et comme la surface utilisée n'est souvent pas précisée, ce qui entraîne une possibilité de confusion, il est recommandé d'introduire ces coefficients seulement si cela est spécifié.

4 Symboles et unités

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les symboles et unités suivants sont applicables. (Voir également article 3.)

	Symbole	Unité
flux thermique	ϕ	W
densité linéique de flux thermique (flux thermique par unité de longueur axiale)	ϕ/L	W/m
densité surfacique de flux thermique (flux thermique par unité de surface)	ϕ/A	W/m ²
température de la surface de la conduite	T_0	K
température de la surface extérieure de l'isolation	T_2	K
température de l'air ou du gaz ambiant	T_a	K
diamètre extérieur de la conduite circulaire	d_0	m
diamètre extérieur de l'isolation thermique circulaire	d_2	m
longueur de la zone centrale (dans le sens axial)	L	m
aire d'une surface	A	m ²
conductance thermique linéique	Λ_1	W/(m·K)
résistance thermique linéique	R_1	(m·K)/W
coefficient linéique de transmission thermique	K_1	W/(m·K)
conductivité thermique	λ	W/(m·K)
résistivité thermique	r	(m·K)/W
coefficient de transfert thermique surfacique par rapport à la surface externe de l'éprouvette	h_2	W/(m ² ·K)
conductance thermique surfacique	Λ	W/(m ² ·K)
résistance thermique surfacique	R	(m ² ·K)/W
épaisseur de la calotte d'extrémité de la conduite (dans le sens axial)	S	m
facteur utilisé dans les calculs de Nukiyama	n	

NOTES

7 L'indice «l» est utilisé pour rendre compte de propriétés linéiques (par unité de longueur axiale).

8 L'indice «cyl» doit être ajouté aux symboles énumérés quand il est important de préciser que les propriétés découlent de mesures sur un appareil d'essai en symétrie cylindrique.

9 Quand les deux indices «l» et «cyl» sont utilisés ensemble, ils doivent être écrits «l, cyl».

10 Dans l'ISO 7345, la densité linéique de flux thermique et la densité surfacique de flux thermique sont respectivement représentées par les symboles q_l et q . Les sym-

boles mentionnés ci-dessus plus explicites sont utilisés dans la présente Norme internationale.

5 Spécifications

5.1 Éprouvettes d'essai

Les éprouvettes peuvent être rigides, semi-rigides, flexibles (du type matelas) ou en vrac, pour remplissage. Elles peuvent être homogènes ou non homogènes, isotropes ou anisotropes et peuvent inclure des discontinuités (fentes), des joints ou des éléments métalliques de même que des chemises ou autres recouvrements. Les éprouvettes doivent avoir des dimensions et un profil uniformes sur toute leur longueur (sauf pour des irrégularités introduites intentionnellement dans la zone de mesure) et être adaptées à l'appareil d'essai utilisé. De façon générale, l'éprouvette doit être délimitée par deux surfaces cylindriques concentriques; d'autres formes extérieures sont admises mais on ne déterminera dans ce cas que le coefficient linéique de transmission thermique.

5.2 Température de fonctionnement

La conduite peut être utilisée à des températures allant jusqu'à la température maximale d'emploi de l'éprouvette ou des matériaux utilisés dans la construction de l'appareil. La limite inférieure de la température de la conduite est déterminée par la restriction selon laquelle elle doit être suffisamment élevée par rapport à la température de la surface extérieure de l'éprouvette, afin d'obtenir l'exactitude de mesure désirée. Normalement, l'appareil est utilisé dans un environnement d'air ambiant calme, soigneusement contrôlé, à une température de 15 °C à 35 °C, mais on peut étendre cette plage à d'autres températures, d'autres gaz et d'autres vitesses. La température de la surface extérieure de l'éprouvette peut aussi être fixée en utilisant une gaine extérieure chauffée ou refroidie ou en ajoutant une couche supplémentaire de matériau isolant. Si une gaine extérieure froide est utilisée, le fonctionnement à basse température est possible à condition que la conduite soit maintenue à une température plus élevée.

5.3 Dimensions et forme des conduites

Les conduites doivent présenter une section transversale circulaire.

5.4 Orientation de la conduite

Les conduites présentent normalement un axe horizontal. D'autres orientations sont possibles, mais on devra alors prendre en considération les effets de la

convection pouvant intervenir à l'intérieur et autour de la conduite et de l'éprouvette.

5.5 Types d'appareil

La présente Norme internationale traite de deux types distincts d'appareils en symétrie cylindrique: le type «gardé» et le type «calibré» ou à «correction calculée»; ils diffèrent au niveau du traitement du transfert de chaleur axial aux deux extrémités de la zone d'essai. Des éprouvettes contenant des éléments à conductance axiale élevée, telles que des chemises métalliques, ne doivent être essayées que sur l'appareil de type gardé.

5.6 Propriétés considérées

Le coefficient linéique de transmission thermique (défini en 3.1) est applicable à toutes les éprouvettes et constitue la propriété la plus utile dans le calcul des performances d'une isolation pour conduites. Connaissant cette valeur et les températures moyennes de la conduite et de l'air ambiant environnant, on peut calculer directement les pertes de chaleur d'une longueur donnée de conduite isolée, pourvu que les conditions d'utilisation soient comparables à celles de l'essai.

La conductivité thermique (voir 3.5) est souvent mentionnée dans les spécifications. Théoriquement, elle n'est applicable qu'aux éprouvettes homogènes de forme cylindrique concentrique qui s'adapte parfaitement à la conduite, sans espace d'air. Dans la pratique, il est souvent nécessaire de dévier de ces conditions idéales si les erreurs introduites sont jugées acceptables. La conductivité thermique est utilisée pour déduire le coefficient linéique de transmission thermique ou d'autres propriétés relatives à des isolations de dimensions différentes de celles mesurées (voir 6.2). Les autres propriétés définies à l'article 3 peuvent également être utilisées lorsque cela est spécifié ou approprié.

6 Considérations générales

6.1 Objectifs

On peut répondre à deux objectifs, décrits en détail en 6.1.1 et 6.1.2, nettement différents et qui dépendent de la préparation de l'éprouvette et de son montage d'essai. Les méthodes possibles pour atteindre ces deux objectifs dépendent du choix de l'utilisateur; il convient de décrire en détail la méthode choisie.

6.1.1 Performance «utile»

Si l'on désire obtenir la performance «utile», l'éprouvette ne doit subir aucune altération et doit être mise en place comme dans une application normale. Dans ce cas, les caractéristiques mesurées tiendront compte des effets introduits par des joints ou des fentes, de même que la résistance thermique de tout espace d'air dû à un contact imparfait entre la conduite et l'éprouvette.

6.1.2 Propriétés du matériau

Si l'on recherche les propriétés du matériau, l'éprouvette doit être choisie ou modifiée de manière que tous ses éléments s'assemblent parfaitement sans joints ouverts ni fentes et qu'elle adhère parfaitement à la conduite, sans aucun espace d'air.

6.2 Calcul pour d'autres tailles de conduites

Il est impossible de fournir un appareil d'essai convenant à toutes les dimensions des isolants de conduites fabriquées. Il est donc nécessaire de calculer les propriétés concernant d'autres dimensions commercialisées d'isolants à partir des données obtenues pour un nombre limité d'isolants similaires. Les méthodes de calcul peuvent différer selon que le matériau de l'éprouvette et les conditions d'essais sont idéals ou non.

Dans le cas où la mesure de la performance utile doit tenir compte de tout espace d'air et/ou tout ajustement incorrect, le calcul des propriétés pour d'autres tailles de conduites n'est pas autorisé.

6.2.1 Matériaux homogènes et conditions idéales

Pour les matériaux homogènes et à conductivité thermique constante ou fonction linéaire de la température, qui sont essayés dans des conditions de température uniformes, il est possible de déterminer la conductivité à partir d'un essai unique à une température moyenne donnée, en utilisant la relation donnée en 3.5. La valeur de cette conductivité peut être ensuite utilisée pour calculer le flux thermique et d'autres propriétés de transmission thermique relatives à d'autres dimensions de conduites d'autres d'épaisseurs d'isolation et d'autres différences de température pour le même matériau utilisé à la même température moyenne.

6.2.2 Matériaux hétérogènes et conditions non idéales

Dans la pratique, beaucoup de matériaux ne sont pas strictement homogènes; leur conductivité est une

fonction complexe de la température, la température superficielle de l'éprouvette, au cours des mesures, n'est pas uniforme en raison des transferts de chaleur par convection et par rayonnement, et, enfin, un espace d'air peut exister entre l'appareil et l'éprouvette. La conséquence pratique de ces facteurs doit faire l'objet d'un examen critique chaque fois que les données de l'essai doivent être interpolées pour s'appliquer à d'autres tailles et d'autres conditions que celles utilisées pour les mesures.

De façon générale, les mesures doivent être exécutées pour un produit ou un matériau particulier sur un minimum de deux dimensions de conduites délimitant le domaine des dimensions considérées. Si les valeurs de conductivité thermique obtenues concordent entre elles dans des limites acceptables, on peut utiliser leur valeur moyenne pour calculer d'autres caractéristiques thermiques associées au transfert de chaleur, pour d'autres dimensions appartenant au domaine considéré, et pour d'autres conditions, mais sur le même type de produit et la même température moyenne d'essai. Si les conductivités thermiques mesurées ne concordent pas dans des limites acceptables, on doit employer des techniques d'analyse pour déterminer les valeurs convenables de conductivité thermique s'appliquant aux dimensions de conduites pour lesquelles on veut définir les propriétés de transmission thermique. Si les conductivités thermiques mesurées sont très différentes, on doit procéder à des essais sur d'autres dimensions de conduites. Une autre solution est d'interpoler entre des valeurs d'une caractéristique thermique (par exemple le coefficient de transmission thermique) obtenues sur des dimensions différentes de conduite mais sur la même épaisseur d'isolation et à la même température.

6.3 Connaissances nécessaires

Comme il est pratiquement impossible de rappeler en détail tout ce qui concerne les différents types d'appareils et méthodes auxquels s'applique la présente Norme internationale, les utilisateurs doivent connaître le domaine des mesures thermiques et avoir une certaine expérience.

6.4 Instructions détaillées

Les utilisateurs doivent préparer des instructions détaillées relatives à la construction et au fonctionnement des appareils afin d'aider les fabricants et les opérateurs de ces appareils à répondre aux exigences générales et aux objectifs de la présente norme.

7 Appareil

7.1 Exigences générales

L'appareil doit comprendre une conduite chauffante et des dispositifs permettant de contrôler et de mesurer les températures de la conduite et de l'air ambiant ainsi que la puissance moyenne dissipée dans la zone centrale de mesure. Il doit également inclure des dispositifs pour mesurer la température de la surface extérieure de l'isolation, sauf dans le cas où le coefficient de transmission thermique seul doit être déterminé. La conduite doit être uniformément chauffée par un chauffage électrique interne, une résistance électrique enroulée sur une conduite interne indépendante par exemple. Sur les gros appareils, il peut être nécessaire de prévoir des ventilateurs internes ou de remplir la conduite d'un liquide caloporteur afin d'obtenir des températures uniformes. Le flux thermique axial, aux extrémités de la zone centrale doit être minimisé en utilisant soit des gardes thermiques chauffées séparément (voir 7.3 et figure 1), soit des calottes isolantes aux extrémités et dans ce cas en effectuant les corrections nécessaires sur la quantité de chaleur mesurée (voir 7.4 et figure 2). Une enceinte, ou une salle dotée d'un équipement permettant de contrôler la température de l'air entourant l'appareil doit être également prévue.

L'appareil doit être conforme aux principes et aux restrictions fixés par la présente Norme internationale mais la présente méthode n'a pas pour objet de donner des exigences précises quant à la construction ou au fonctionnement d'un appareil particulier. Des instructions détaillées doivent être préparées spécifiquement pour chaque appareil.

7.2 Dimensions

Il n'est pas imposé de limites au diamètre de la conduite équipant l'appareil mais la longueur de la zone centrale de mesure doit être suffisante pour que le flux thermique mesuré soit suffisamment élevé, par rapport aux pertes de chaleur par les extrémités de la conduite et à la précision des mesures de puissance, pour que les résultats de l'essai atteignent l'exactitude désirée.

NOTE 11 Pour un appareil de type «gardé» (voir 7.3) ayant un diamètre extérieur de 88,9 mm, une zone centrale d'une longueur de 0,6 m pour une longueur totale de l'éprouvette de 1 m environ s'est révélée satisfaisante. Pour les appareils de type «calibré» ou à «correction calculée» (voir 7.4), on utilise, pour un diamètre similaire, des longueurs d'éprouvette de 2 m ou plus. Ces longueurs ne conviennent pas forcément à toutes les dimensions d'appareils et pour toutes les conditions d'essai; une estimation

de la longueur la plus appropriée doit être effectuée à partir d'une analyse d'erreur adéquate.

Pour plus de commodité, l'appareil doit être construit de sorte qu'il puisse accepter plusieurs longueurs normalisées d'isolation.

7.3 Appareil de type «gardé»

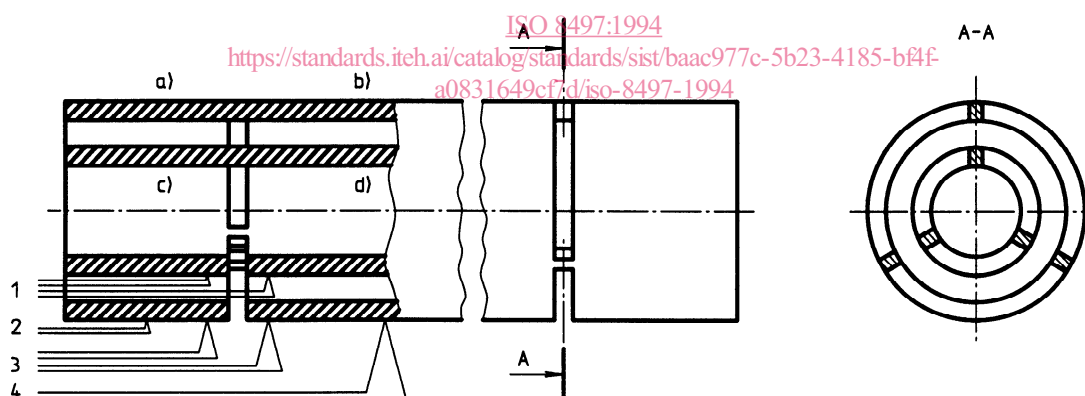
L'appareil de type «gardé» (voir figure 1) utilise des sections de conduite chauffées séparément, appelées «gardes», situées à chaque extrémité de la zone centrale de mesure et qui sont contrôlées de manière à avoir la même température que la zone centrale de mesure, afin d'éliminer un flux thermique axial dans l'appareil et d'aboutir à des températures uniformes de sorte que le flux thermique total dans la zone centrale de l'éprouvette s'effectue dans le sens radial. Les dispositifs de chauffage de la zone centrale et des gardes doivent être conçus pour assurer des températures uniformes sur toute leur longueur à moins qu'il ait été démontré que l'écart prévu par rapport à une température uniforme ne provoque pas des erreurs inacceptables dans les résultats de l'essai. Des dispositifs de chauffage auxiliaires aux extrémités de chaque garde ou une seconde garde doivent être utilisés, si nécessaire. La longueur de chaque garde (ou

la longueur de la double garde) doit être suffisante pour limiter, à chaque extrémité de la zone centrale de mesure, le flux thermique axial total dans l'appareil et dans l'éprouvette, à une valeur faible, acceptable par rapport au flux thermique mesuré dans la zone centrale.

NOTES

12 On ne connaît pas d'analyse permettant de prédire la longueur exacte des gardes ou le degré d'uniformité de température nécessaires pour assurer la précision désirée des résultats de l'essai. Une telle analyse pourrait être disponible dans l'avenir; en attendant, les appareils devraient être conçus selon les mêmes rapports géométriques approximatifs que ceux des appareils déjà existants ayant fait leurs preuves, étant entendu que l'on doit s'efforcer d'arriver à des températures uniformes sur toute la longueur des gardes.

13 Une longueur de garde d'environ 200 mm s'est révélée satisfaisante pour les appareils de 88,9 mm de diamètre extérieur quand on effectue des essais sur des éprouvettes pratiquement homogènes, modérément anisotropes et d'une épaisseur inférieure au diamètre de la conduite. Des gardes plus longues peuvent être requises quand on soumet à l'essai des éprouvettes plus épaisses ou ayant une conductance axiale élevée.



Légende

- | | |
|---|--|
| 1 Thermocouples de contrôle autour du déjoint de la conduite chauffante | a) Garde de la conduite d'essai |
| 2 Thermocouple de mesure des gardes | b) Zone centrale de la conduite d'essai |
| 3 Thermocouples de contrôle autour du déjoint de la conduite d'essai | c) Garde de la conduite chauffante |
| 4 Thermocouple de mesure au centre de la conduite | c) Zone centrale de la conduite chauffante |

Figure 1 — Appareil de type «gardé»

Un déjoint, d'une largeur normalement inférieure à 4 mm, doit être prévu entre les gardes et la zone centrale, et entre chaque garde dans le cas d'une double garde, à la fois dans la conduite chauffante et dans la conduite d'essai (à l'exception des petites liaisons nécessaires pour supporter la structure). Ces dé joints peuvent être remplis de matériau ayant une conductivité beaucoup plus basse que celle de la conduite.

Des barrières thermiques internes doivent être installées à chaque fente pour minimiser le flux thermique par convection ou par rayonnement entre les zones. Des thermocouples, reliés de façon à former des thermopiles différentielles, doivent être installés dans la conduite des deux côtés de chaque fente, et à moins de 25 mm de la fente, afin de contrôler l'écart de température au voisinage de chaque fente. Des thermocouples doivent également être installés sur chacune des conduites chauffantes ou des supports,

créant un milieu fortement conducteur entre la zone centrale et les gardes.

7.4 Appareil de type «calibré» ou «à correction calculée»

L'appareil de type «calibré» ou «à correction calculée» (voir figure 2) utilise des calottes isolantes à chaque extrémité de la zone centrale afin de minimiser le flux thermique axial. Les corrections à introduire pour les pertes par les calottes doivent être déterminées soit par étalonnage direct dans les conditions de l'essai (appareil de type «calibré»), soit par un calcul basé sur les propriétés du matériau (appareil «à correction calculée»). Les systèmes de chauffage électrique doivent être conçus pour chauffer uniformément toute la longueur de la zone centrale. Si des dispositifs de chauffage supplémentaires sont utilisés à l'intérieur de la longueur de la zone de mesure, la puissance de ces dispositifs doit être ajoutée à la puissance mesurée de la zone centrale.

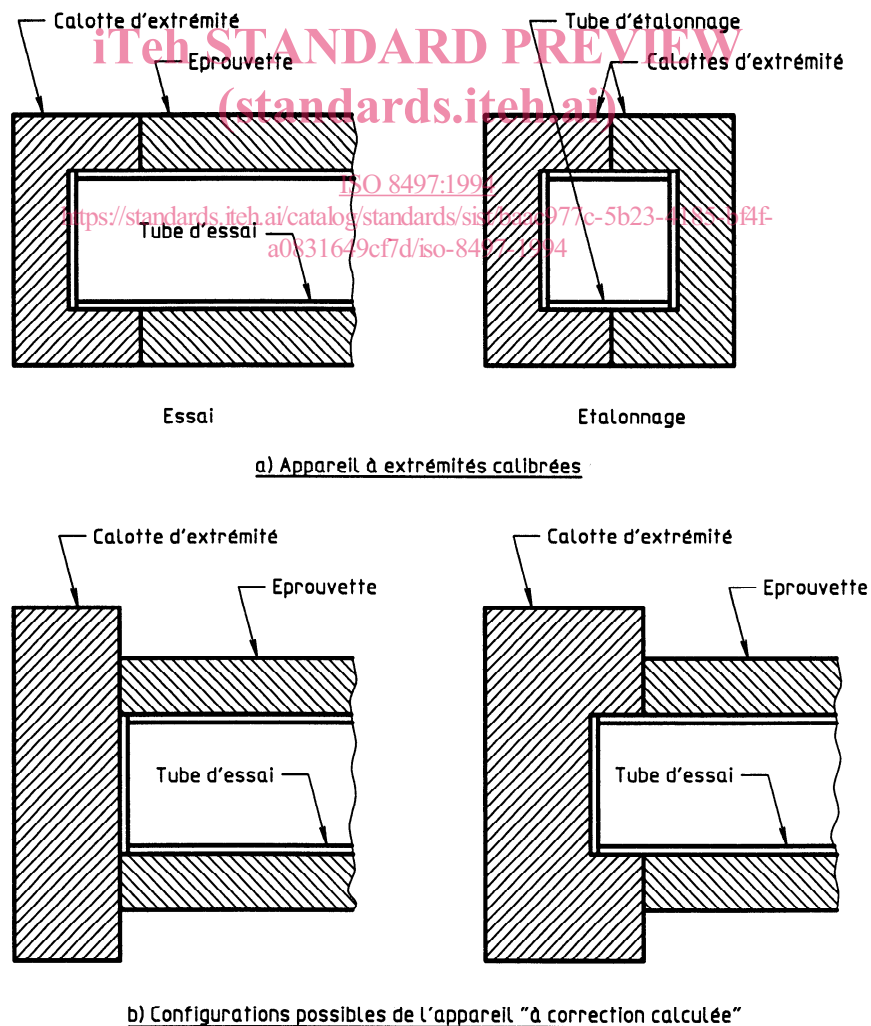


Figure 2 — Appareil de type «calibré» ou «à correction calculée»