
**Verre dans la construction —
Détermination du coefficient de
transmission thermique, U , en régime
stationnaire des vitrages multiples —
Méthode du fluxmètre
(standards.iteh.ai)**

Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing — Heat flow meter method
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/302247fd608b/iso-10293-1997>



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 10293 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 160, *Verre dans la construction*, sous comité SC 2, *Utilisation*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10293:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9df6b3f1-71a7-4dd1-a77f-302247fd608b/iso-10293-1997>

© ISO 1997

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
Internet central@iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

Verre dans la construction — Détermination du coefficient de transmission thermique, U , en régime stationnaire des vitrages multiples — Méthode du fluxmètre

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode de mesure utilisée pour déterminer le coefficient de transmission thermique, U , de vitrages multiples dont les faces sont planes et parallèles. Le verre coulé et le verre imprimé peuvent être considérés comme plans.

La présente Norme internationale est applicable aux vitrages multiples dont les faces externes ne sont pas transparentes au rayonnement infrarouge lointain, ce qui est le cas du verre à vitre normal. Toutefois, les éléments internes peuvent être transparents au rayonnement infrarouge lointain.

La présente Norme internationale rend possible la détermination de la valeur de U dans la partie centrale des vitrages multiples. Les effets de bord, dus aux ponts thermiques au travers de l'espaceur d'une unité de vitrage ou au travers du châssis ne sont pas considérés. De plus, le transfert d'énergie dû au rayonnement solaire n'est pas pris en considération.

La détermination du coefficient de transmission thermique U , est effectuée dans des conditions d'utilisation moyenne des vitrages. De cette manière, il devient possible de comparer équitablement différents produits.

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 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.*

ISO 10292:1994, *Verre dans la construction — Calcul du coefficient de transmission thermique, U , en régime stationnaire des vitrages multiples.*

3 Équations de base et unités

La valeur de U d'un vitrage caractérise le transfert de chaleur au travers de la partie centrale du vitrage, c'est-à-dire sans effets de bord, et définit la quantité de chaleur traversant, en régime stationnaire, un élément de paroi par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances de part et d'autre de la paroi. La valeur de U est donnée en watts par mètre carré kelvin [$W/(m^2 \cdot K)$].

La valeur de U dépend de la résistance thermique du vitrage multiple et des coefficients de transmission thermique surfacique extérieur et intérieur suivant la relation:

$$\frac{1}{U} = R + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \quad \dots (1)$$

où

R est la résistance thermique du vitrage multiple, en mètres carrés kelvin par watt [$(m^2 \cdot K/W)$];

h_e est le coefficient de transmission thermique surfacique extérieur, en watts par mètre carré kelvin [$W/(m^2 \cdot K)$];

h_i est le coefficient de transmission thermique surfacique intérieure, en watts par mètre carré kelvin [$W/(m^2 \cdot K)$].

Conformément à la présente Norme internationale, la résistance thermique du vitrage multiple est mesurée par la méthode du fluxmètre. L'équation (1) permet d'en déduire la valeur de U .

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

4 Description succincte de la méthode de mesure

La résistance thermique du vitrage multiple, se mesure par la méthode du fluxmètre décrite dans l'ISO 8301 et les recommandations qui y sont détaillées doivent être respectées.

Dans le présent contexte, il est nécessaire de préciser des exigences supplémentaires. Les dimensions des échantillons et l'exécution des mesures sont précisées afin de tenir compte d'exigences particulières à la mesure de vitrages multiples (voir articles 5, 6, 7, 8 et 9).

5 Appareillage

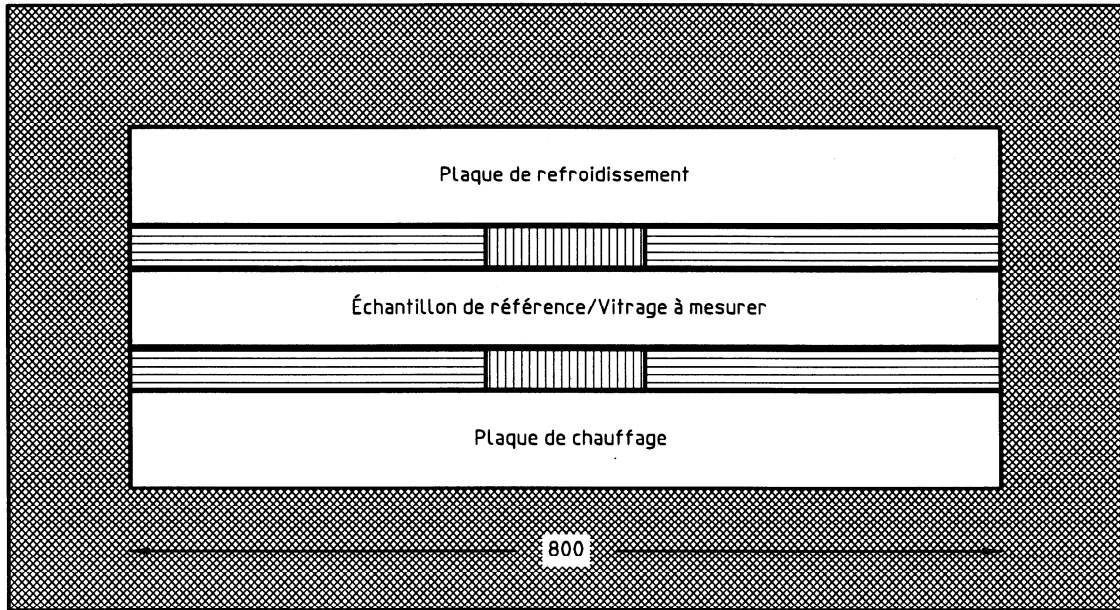
Pour la mesure de la résistance thermique d'un vitrage, on doit utiliser soit un appareil à un seul échantillon, présentant une configuration symétrique comme indiqué, soit un appareil à deux échantillons, comme montré à la figure 1.

L'appareil à un seul échantillon se compose d'une plaque chaude et d'une plaque froide entre lesquelles vient se placer l'échantillon à mesurer, ou un échantillon témoin de résistance thermique connue. La plaque froide doit avoir des dimensions aussi grandes que celles de la plaque chaude.

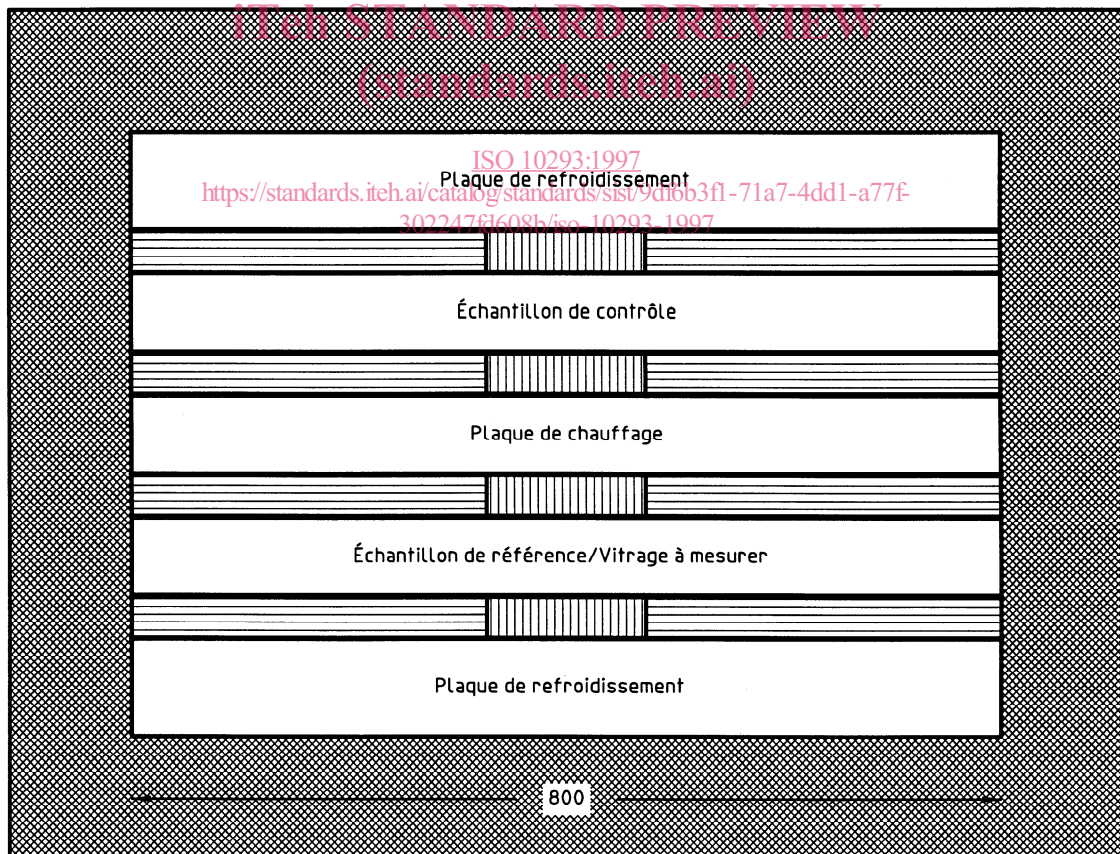
Un fluxmètre est placé au milieu des faces des plaques chaude et froide. Des fluxmètres sont aussi montés en vis-à-vis, de part et d'autre de l'échantillon ou du témoin. Une mince feuille de mousse de caoutchouc est placée de part et d'autre de chaque fluxmètre de manière à assurer un contact thermique suffisant. Le contact des surfaces est assuré par pression. Les dimensions des feuilles de mousse de caoutchouc doivent être identiques à celles de la surface de la plaque chaude.

L'appareil à deux échantillons se compose d'une plaque chaude et de deux plaques froides extérieures. La plaque chaude est située entre l'échantillon à mesurer et un échantillon de contrôle. Pendant la phase d'étalonnage, un échantillon de référence doit prendre l'emplacement de l'échantillon à mesurer. Les fluxmètres sont placés de chaque côté de l'échantillon de référence (ou de l'échantillon à mesurer) et de l'échantillon de contrôle. Une mince

Dimensions en millimètres



a) Appareil à un échantillon



b) Appareil à deux échantillons

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|
|  | Zone de mesure du fluxmètre |  | Isolation |
|  | Zone de protection |  | Mince feuille de mousse de caoutchouc |

Figure 1 — Schéma de l'appareillage

feuille de mousse de caoutchouc est placée de chaque côté des fluxmètres de manière à assurer un contact thermique suffisant. Les dimensions de chaque élément, ainsi que le positionnement des fluxmètres, sont les mêmes que pour l'appareil à un seul échantillon.

Dans les deux appareils, la plaque chaude doit avoir des dimensions telles qu'elle recouvre complètement la surface de l'échantillon de référence (ou de l'échantillon à mesurer), et, dans l'appareil à deux échantillons, de l'échantillon de contrôle. Les pertes de chaleur par les faces latérales de l'appareil doivent être réduites autant que possible par une bonne isolation de bord, ou par contrôle de la température ambiante, ou par ces deux précautions réunies.

Dans les deux appareils, les fluxmètres doivent avoir une surface minimale de mesure de 75 cm² et leur forme doit être carrée ou circulaire. La dimension maximale de la zone de mesure doit s'inscrire dans une surface de 50 cm x 50 cm. La zone de mesure doit en outre être entourée d'une zone de protection constituée du même matériau et, ayant la même épaisseur (avec une tolérance de $\pm 0,1$ mm), de manière que l'ensemble remplisse complètement l'espace réservé à l'échantillon (voir figure 1).

Les thermocouples doivent être montés par paires de manière qu'ils soient placés en vis-à-vis, et ils doivent être en contact direct avec les surfaces de l'échantillon de référence (ou de l'échantillon à mesurer) et, dans le cas de l'appareil double, de l'échantillon de contrôle.

Les paires de thermocouples doivent être situées au moins à trois endroits différents. Une paire doit être placée au centre des fluxmètres, les deux autres en des points diamétralement opposés et situés au 2/3 de la distance séparant le centre de la zone de mesure du périmètre. Des paires de thermocouples supplémentaires peuvent être disposées de manière à assurer une couverture optimale de la zone de mesure.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6 Étalonnage de l'appareil

La méthode du fluxmètre est une méthode de mesure relative car on mesure le rapport entre la résistance thermique d'un échantillon et celle d'un échantillon de référence. La résistance thermique de l'échantillon de référence doit être déterminée séparément par la méthode de l'anneau de garde, selon l'ISO 8302.

L'échantillon de référence doit être constitué d'un matériau à faces planes et parallèles, homogène, non hygroscopique et d'une résistance thermique comparable à celle de l'échantillon à mesurer.

La densité du flux thermique qui traverse les fluxmètres est calculée à partir de la tension délivrée et de la température moyenne de la section de mesurage du fluxmètre, à partir de l'équation suivante:

$$q = (C_1 + C_2 T_m) V \quad \dots (2)$$

où

q est la densité du flux thermique, en watts par mètre carré;

C_1 est une constante, en watts par mètre carré volt;

C_2 est une constante, en watts par mètre carré volt kelvin;

T_m est la température moyenne de la section de mesurage du fluxmètre, en kelvins;

V est la tension, en volts.

Les constantes C_1 et C_2 du fluxmètre doivent être déterminées par calibrage, en utilisant un échantillon de référence.

Le contrôle de l'équipement est réalisé de la manière suivante:

Lors de l'exécution des mesures avec un appareil à un seul échantillon, l'étalonnage de l'appareil à un seul échantillon et de la plaque chaude est réalisé en procédant à une mesure régulière de l'échantillon de référence.

Dans le cas de l'appareil à deux échantillons, l'échantillon de contrôle fournit un contrôle immédiat quant à une dérive éventuelle de l'appareillage.

7 Dimensions des échantillons

Les échantillons doivent être de forme carrée et avoir de préférence des dimensions de 800 mm × 800 mm. La fourchette maximale admise est de 750 mm × 750 mm à 850 mm × 850 mm.

Des dimensions aussi petites que 450 mm × 450 mm sont admises s'il peut être démontré qu'aucune convection significative ne se produit à l'intérieur de la cellule gazeuse et que l'erreur qui en découle n'est pas supérieure à l'erreur admise avec les échantillons standards de 800 mm × 800 mm. Par exemple, des erreurs dues à la présence d'un flux thermique latéral au travers du vitrage doivent être soigneusement contrôlées.

Dans le cas où l'échantillon a des dimensions inférieures à 800 mm × 800 mm, la section de mesure maximale permise de chaque fluxmètre (voir article 5) doit être choisie de telle manière que, sur tous les côtés, les bords de l'échantillon ne soient pas recouverts par la section de mesure sur au moins 100 mm de largeur.

Les surfaces des échantillons doivent être planes et parallèles.

8 Préparation des échantillons

La somme de la convexité ou de la concavité des verres extérieurs ne doit pas excéder 0,5 mm, la déformation étant mesurée au centre du vitrage. Ce contrôle doit être effectué

- après refroidissement, jusqu'à l'équilibre thermique des vitrages, à la température de 10 °C, et ceci, avant introduction des vitrages dans l'appareil de mesure en refroidissant les échantillons jusqu'à 10 °C, lorsque l'équilibre thermique est atteint, et
- immédiatement avant l'introduction des échantillons dans l'appareil.

Dans le cas d'un gonflement trop important, une correction peut être apportée par une réduction adéquate de la pression à l'intérieur du vitrage. Dans le cas d'une trop grande concavité des surfaces du vitrage, une correction par introduction d'air ne peut être envisagée que si cette correction n'excède pas 0,5 mm.

9 Mesures

Normalement, les mesures s'effectuent avec les échantillons placés verticalement.

Les mesures peuvent également être réalisées à d'autres angles d'inclinaison, par exemple avec l'échantillon en position horizontale. L'inclinaison, ainsi que la direction du flux thermique (vers le haut ou vers le bas) doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

Les mesures sont effectuées à une température moyenne de chaque échantillon de $(10 \pm 0,5)$ °C. La différence de température moyenne entre la surface chaude et la surface froide de l'échantillon est de (15 ± 1) °C.

10 Calcul et expression des résultats

10.1 Résistance thermique du vitrage multiple

La résistance thermique du vitrage, R , en mètres carrés kelvins par watt, est obtenue par la relation suivante:

$$R = 2(T_1 - T_2) / (q_1 + q_2) \quad \dots (3)$$

où

q_1 est la densité du flux thermique, en watts par mètre carré, mesurée par le fluxmètre positionné sur la surface chaude de l'échantillon;

q_2 est la densité du flux thermique, en watts par mètre carré, mesurée par le fluxmètre positionné sur la surface froide de l'échantillon;

T_1 est la température moyenne, en kelvins, de la surface chaude de l'échantillon;

T_2 est la température moyenne, en kelvins, de la surface froide de l'échantillon.

où q_1 et q_2 sont les densités de flux (en W/m^2) obtenues par les deux fluxmètres entourant l'échantillon à mesurer; et où T_1 et T_2 sont les températures moyennes (en K) des surfaces chaude et froide de l'échantillon mesurées à l'endroit du contact avec les fluxmètres.

10.2 Valeur de U

La valeur de U est calculée à l'aide de l'équation (1).

Pour les vitrages multiples normaux, c'est-à-dire, des vitrages en position verticale, et sans couche à basse émissivité sur la surface externe de ceux-ci, les valeurs suivantes pour les coefficients de transmission thermique superficiels doivent être utilisées aux fins de comparaison des valeurs de U :

- coefficient de transmission thermique surfacique intérieur, $h_i = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- coefficient de transmission thermique surfacique extérieur, $h_e = 23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

NOTE — Les valeurs réciproques de h_e et h_i , limitées à deux décimales, sont les suivantes:

$$1/h_e = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$1/h_i = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

Pour un vitrage multiple avec une couche à basse émissivité sur la face orientée vers l'intérieur du local, h_i , en watts par mètre carré kelvin, est modifié suivant l'équation suivante:

$$h_i = 3,6 + 4,4 (\varepsilon / 0,837) \quad \dots (4)$$

où

ε est l'émissivité corrigée de la surface à la température ambiante ($\varepsilon = 0,837$ pour un verre sodocalcique).

L'émissivité corrigée doit être déterminée selon l'ISO 10292.

NOTE — Des valeurs de ε inférieures à 0,837 (dues à la présence de couches à basse émissivité) ne devraient être prises en considération que si la condensation d'eau sur la face revêtue peut être exclue.

L'amélioration du coefficient U , due à la présence de couches à faible émissivité orientées vers l'extérieur du bâtiment n'est pas prise en considération.

Si d'autres valeurs de h_e et h_i sont utilisées pour tenir compte de situations particulières, elles doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

11 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les renseignements suivants:

- a) *identification du vitrage*:
- longueur, en millimètres,
 - largeur, en millimètres,
 - épaisseur mesurée aux bords, en millimètres,
 - épaisseur des verres, en millimètres,
 - épaisseur de la cellule gazeuse mesurée aux bords, en millimètres,
 - nature du gaz,
 - position des éventuelles couches réfléchissant l'infrarouge,
 - convexité ou concavité mesurée au centre du vitrage, en millimètres,
 - émissivité corrigée de la face orientée vers l'intérieur du local;
- b) *section transversale du vitrage*: un schéma doit mentionner la structure du vitrage (position et épaisseur des verres, position et épaisseur des cellules gazeuses, nature du gaz, position d'éventuels films internes, position des couches réfléchissant l'infrarouge, etc.);
- c) *résultats des mesures*:
- température moyenne superficielle de la face chaude des échantillons, en kelvins,
 - température moyenne superficielle de la face froide des échantillons, en kelvins,
 - différence de température moyenne entre la face chaude et la face froide des échantillons, en kelvins,
 - température moyenne des échantillons, en kelvins,
 - résistance thermique, en mètres carrés kelvins par watt,
 - h_i et h_e , en watts par mètre carré kelvin, si des valeurs non normalisées (avec trois chiffres significatifs), sont utilisées,
 - angle d'inclinaison du vitrage et direction du flux thermique (vers le haut ou vers le bas), si le vitrage n'est pas vertical,
 - valeur U , en watts par mètre carré kelvin (avec une seule décimale).

ITC STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10293:1997

4dd1-a77f-302247fd608b/iso-10293-1997