

NORME ISO  
INTERNATIONALE 19916-3

Première édition  
2021-10

---

---

**Verre dans la construction — Vitrage  
isolant à lame de vide —**

Partie 3:  
**Méthodes d'essai pour l'évaluation des  
performances en cas de différences de  
température**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Glass in building — Vacuum insulating glass —*

*Part 3: Test methods for evaluation of performance under  
temperature differences*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/14497383-00df-4329-9559-07655b00a3b7/iso-19916-3-2021>



Numéro de référence  
ISO 19916-3:2021(F)

© ISO 2021

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

[ISO 19916-3:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/14497383-00df-4329-9559-07655b00a3b7/iso-19916-3-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/14497383-00df-4329-9559-07655b00a3b7/iso-19916-3-2021>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Méthode d'essai</b> .....	<b>2</b>
4.1 Principe .....	2
4.2 Éprouvettes .....	2
4.2.1 Nombre d'éprouvettes .....	2
4.2.2 Taille des éprouvettes .....	2
4.2.3 Modèle des éprouvettes .....	2
4.3 Appareillage .....	3
4.4 Modes opératoires .....	4
4.4.1 Généralités .....	4
4.4.2 Mesure du coefficient de transmission thermique U .....	5
4.4.3 Installation des thermocouples .....	5
4.4.4 Installation des éprouvettes .....	6
4.4.5 Profil de températures .....	7
4.4.6 Détermination du coefficient de transfert thermique .....	8
4.4.7 Exigences .....	8
<b>5 Rapport d'essai</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe A (informative) Ligne directrice relative à l'appareillage d'essai</b> .....	<b>11</b>
<b>Annexe B (informative) Tension induite dans les feuilles de verre isolant à lame de vide en cas de différences de température</b> .....	<b>13</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>25</b>

## 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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 160, *Verre dans la construction*, sous-comité SC 1, *Produits*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 19916 se trouve sur le site internet de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Verre dans la construction — Vitrage isolant à lame de vide —

## Partie 3:

# Méthodes d'essai pour l'évaluation des performances en cas de différences de température

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des méthodes d'essai pour évaluer les performances d'échantillons de vitrage isolant à lame de vide présentant un joint de scellement rigide lorsque la température fluctue entre les feuilles de verre.

Le présent document ne s'applique pas aux échantillons de vitrage isolant à lame de vide présentant un joint de scellement souple.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 19916-3:2021

ISO 19916-1, *Verre dans la construction — Vitrage isolant à lame de vide — Partie 1: Spécification de base des produits et méthodes d'évaluation des performances d'isolation thermique et acoustique*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 19916-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### panneau de contrôle de transfert thermique

panneau placé dans la chambre d'essai pour réduire le flux d'air autour de l'éprouvette du vitrage isolant à lame de vide

### 3.2

#### joint de scellement rigide

joint de scellement empêchant les mouvements latéraux relatifs entre les feuilles de verre, posé au bord de ces dernières et fait d'un matériau rigide comme le verre, le métal, etc

### 3.3

#### joint de scellement souple

structure de joint de scellement permettant les mouvements latéraux entre deux feuilles de verre

## 4 Méthode d'essai

### 4.1 Principe

L'évaluation de la défaillance d'une éprouvette de vitrage isolant à lame de vide soumise à une différence de température doit être effectuée de la manière suivante:

- a) il convient que les conditions d'essai assurent une température bien définie et reproductible sur l'intégralité de l'éprouvette;
- b) il convient que les tensions exercées sur l'éprouvette de vitrage isolant à lame de vide induites par le mode opératoire d'essai mais autres que celles induites par la différence de température soient aussi minimales que possible.

Afin de satisfaire à ces critères:

- il convient que l'éprouvette soit entourée de chaque côté par de l'air à des températures bien définies, et
- l'éprouvette doit être positionnée verticalement; cela permet en effet d'éliminer toute tension de flexion du fait des forces gravitationnelles.

NOTE Le transfert thermique sur les surfaces de vitrage et la contrainte sur le bord du vitrage peuvent avoir une influence considérable sur les tensions exercées sur les feuilles du vitrage isolant à lame de vide en cas de différences de température. Une méthode détaillée est donnée dans l'[Annexe B](#).

### 4.2 Éprouvettes

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

#### 4.2.1 Nombre d'éprouvettes

Trois éprouvettes de vitrage isolant à lame de vide doivent être soumises à essai.

#### 4.2.2 Taille des éprouvettes

Chaque éprouvette doit mesurer au minimum 300 mm de large et 300 mm de haut et au maximum 850 mm de large et 850 mm de haut. La taille des éprouvettes doit être déterminée de manière que la distance entre le bord de l'éprouvette et la paroi intérieure de la chambre d'essai soit au moins égale à 100 mm.

#### 4.2.3 Modèle des éprouvettes

Dans ce qui suit, une gamme de produits doit être composée d'éprouvettes présentant la même structure et le même matériau de joint de scellement.

Le modèle d'éprouvette présentant le coefficient de transmission thermique U le plus faible dans la gamme de produits doit être sélectionné pour l'essai. S'il existe plusieurs de ces modèles présentant différentes épaisseurs, le modèle doit être sélectionné en fonction du processus suivant.

Le modèle d'éprouvette présentant l'épaisseur nominale totale la plus faible dans la gamme de produits doit être sélectionné pour l'essai. Si le modèle sélectionné présente différentes épaisseurs nominales pour ses deux feuilles de verre, la feuille de verre la plus épaisse doit faire face au côté chaud de l'appareillage. S'il existe plusieurs modèles d'éprouvette pour l'épaisseur de vitrage dans la gamme de produits et présentant l'épaisseur nominale totale la plus faible, l'éprouvette à soumettre à essai doit être celle dont les épaisseurs nominales entre les feuilles de verre diffèrent le moins.

EXEMPLE 1 Pour une gamme de produits présentant des épaisseurs en mm de 3 + 3, 3 + 5 et 5 + 5, seul le modèle offrant les dimensions 3 + 3 est soumis à essai.

EXEMPLE 2 Pour une gamme de produits présentant des épaisseurs en mm de 3 + 5 et 5 + 5, seul le modèle offrant les dimensions de 3 + 5 est soumis à essai. La feuille de verre de 5 mm d'épaisseur fait face au côté chaud de l'appareillage.

EXEMPLE 3 Pour une gamme de produits présentant des épaisseurs en mm de 3 + 5, 4 + 4 et 5 + 5, seul le modèle offrant les dimensions de 4+4 est soumis à essai.

### 4.3 Appareillage

Appareillage de laboratoire habituel et, en particulier, ce qui suit.

**4.3.1 Chambre à température**, dans laquelle la température de l'air dans un espace peut être contrôlée [voir [Figure 1, a\)](#)] ou dans laquelle la température de l'air dans deux espaces séparés par l'éprouvette et le châssis peut être contrôlée [voir [Figure 1, b\)](#)].

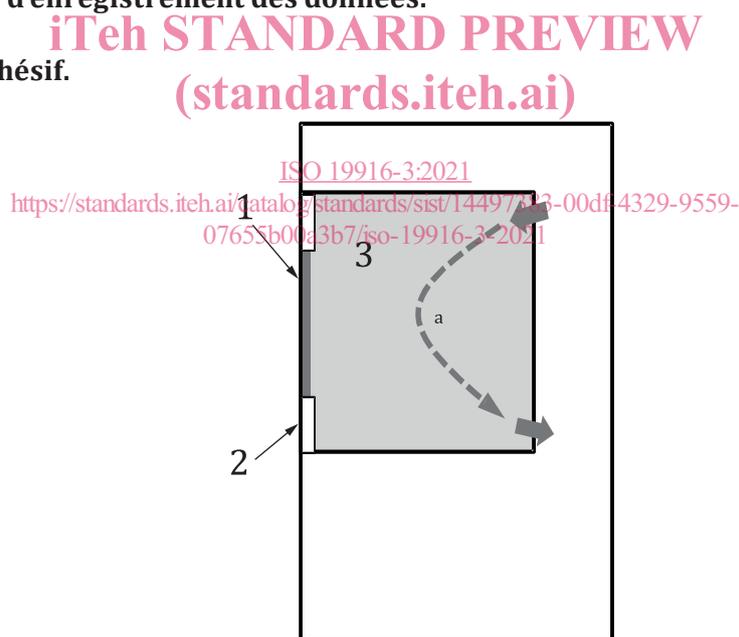
**4.3.2 Châssis pour installer l'éprouvette**, composé d'un cadre et d'un panneau isolant [voir [Figure 1, c\)](#)].

**4.3.3 Panneau de contrôle de transfert thermique**, composé d'une plaque de métal plate.

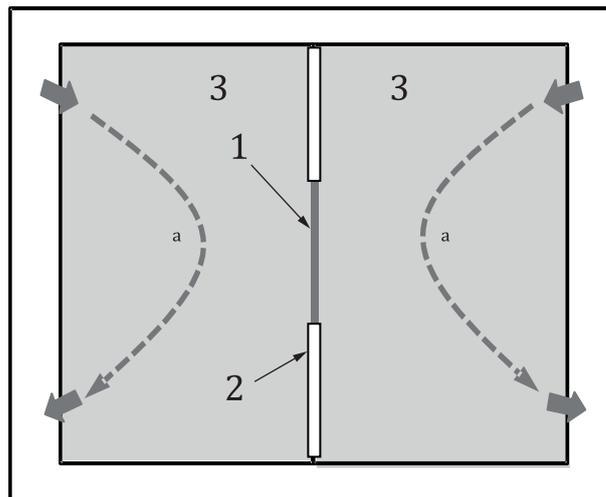
**4.3.4 Thermocouples.**

**4.3.5 Dispositif d'enregistrement des données.**

**4.3.6 Ruban adhésif.**



a) Chambre à température disposant d'un espace



b) Chambre à température disposant de deux espaces



c) Châssis pour installer l'éprouvette

**Légende**

- 1 éprouvette de vitrage isolant à lame de vide
- 2 châssis pour installer l'éprouvette
- 3 chambre à température contrôlable
- 4 châssis
- 5 panneau isolant
- a Circulation de l'air.

**Figure 1 — Exemple d'appareillage**

**4.4 Modes opératoires**

**4.4.1 Généralités**

Le coefficient de transmission thermique U et la résistance thermique de chaque éprouvette de vitrage isolant à lame de vide doivent être déterminés selon la méthode décrite en [4.4.2](#).

L'éprouvette doit être préparée pour l'essai en installant des thermocouples pour mesurer la température de surface, comme indiqué en [4.4.3](#). Les températures mesurées par ces thermocouples doivent être systématiquement consignées à l'aide d'un dispositif d'enregistrement des données pendant l'essai.

L'éprouvette doit être installée sur l'appareillage d'essai comme indiqué en 4.4.4. Un panneau de contrôle de transfert thermique peut être inséré entre l'air en circulation et la surface de l'éprouvette.

NOTE L'Annexe A fournit des lignes directrices pour la configuration de l'appareillage.

Les conditions d'essai relatives à la différence de température à appliquer à l'éprouvette sont décrites en 4.4.5.

Les coefficients de transfert thermique sur les surfaces du vitrage du côté froid et du côté chaud doivent être calculés à partir des températures mesurées à l'aide de la méthode décrite en 4.4.6.

Si l'un des coefficients de transfert thermique calculés, ou les deux, est en dehors de la plage acceptable définie en 4.4.7.1, le panneau de contrôle de transfert thermique et/ou la commande du système de refroidissement/chauffage doivent être paramétrés pour corriger le ou les coefficients de transfert thermique avant de poursuivre l'essai.

Les critères d'échec de l'essai doivent être évalués à l'aide des températures mesurées comme indiqué en 4.4.7.2.

Le mode opératoire d'essai est spécifié à la Figure 2.

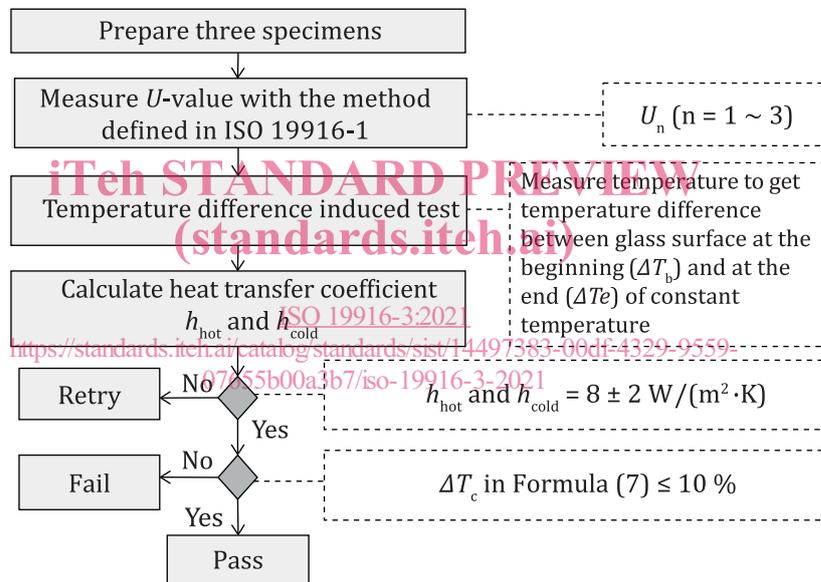


Figure 2 — Organigramme du mode opératoire d'essai

#### 4.4.2 Mesure du coefficient de transmission thermique U

Avant d'installer l'éprouvette dans l'appareillage, le coefficient de transmission thermique U et la résistance thermique de chaque éprouvette doivent être déterminés selon la méthode décrite dans l'Annexe A de l'ISO 19916-1:2018.

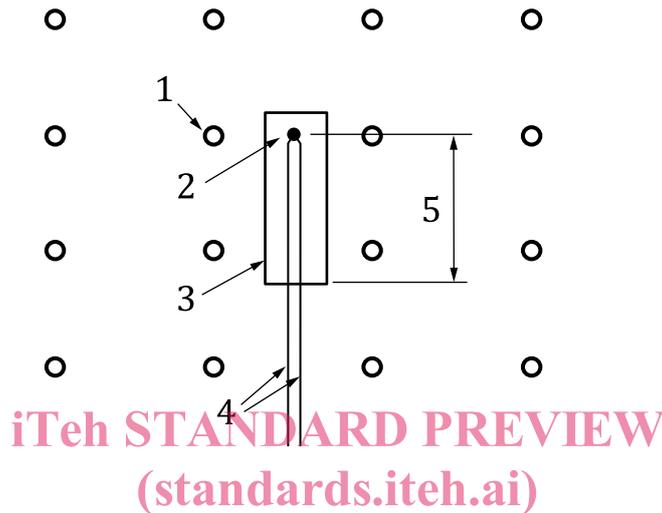
#### 4.4.3 Installation des thermocouples

Des thermocouples dont la précision est garantie doivent être placés pour mesurer la température aux points suivants. Les thermocouples doivent être appliqués sur la surface du vitrage et du panneau de contrôle de transfert thermique de manière que les thermocouples ne modifient pas la température au point de mesure.

- Surface du vitrage du côté chaud et du côté froid près du centre de l'éprouvette.

- Température de l'air du côté chaud et du côté froid au point faisant face au centre de l'éprouvette et à 100 mm à 200 mm de la surface du vitrage. Lorsque le panneau de contrôle de transfert thermique est utilisé, le thermocouple doit être placé sur le panneau au point faisant face au centre de l'éprouvette.

Il convient que le diamètre du fil du thermocouple ne soit pas supérieur à 0,25 mm. Il convient que les thermocouples soient thermiquement en contact avec le vitrage ainsi qu'avec la surface du panneau sur au moins 20 mm de long, ceci grâce à un ruban adhésif plastique fin offrant une émissivité proche de celle de la surface. Il convient que les rubans adhésifs métalliques ne soient pas utilisés. Il convient que la pointe du thermocouple soit positionnée au point milieu entre deux entretoises et il convient que les fils de contact du thermocouple soient situés le long d'une ligne à mi-chemin entre deux rangées adjacentes d'entretoises. Un exemple est présenté à la [Figure 3](#).



**Légende**

- 1 entretoise
- 2 pointe du thermocouple
- 3 ruban adhésif plastique
- 4 fil de thermocouple
- 5 20 mm au moins

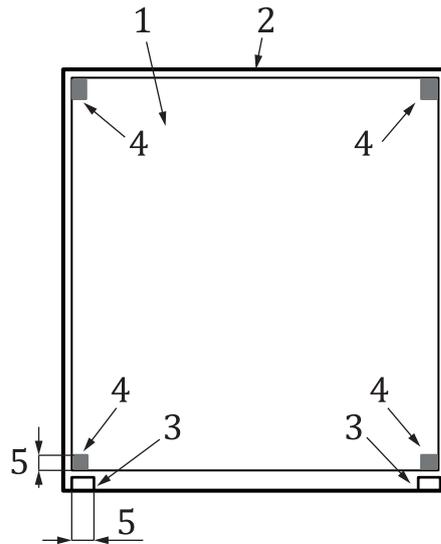
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/14497383-00df-4329-9559-07655b00a3b7/iso-19916-3-2021>  
 ISO 19916-3:2021

**Figure 3 — Exemple d'installation d'un thermocouple sur une surface du vitrage**

**4.4.4 Installation des éprouvettes**

Placer une éprouvette à la verticale à l'entrée de l'appareillage d'essai en veillant à ce que l'éprouvette ne subisse aucune tension significative à cause de la méthode de fixation. Les quatre bords doivent notamment être libres de fléchir pendant l'essai.

**EXEMPLE** L'éprouvette est placée sur deux cales d'assise situées dans les coins en bas et est fixée en ses quatre coins. Les cales d'assise et les matériaux de fixation sont en contact avec l'éprouvette sur une distance de 30 mm maximum à partir de chaque coin de l'éprouvette. Un schéma de la structure de fixation est indiqué à la [Figure 4](#).



### Légende

- 1 éprouvette de vitrage isolant à lame de vide
- 2 châssis de l'appareillage
- 3 cale d'assise
- 4 matériau de fixation
- 5 30 mm maximum

iTeh STANDARD PREVIEW

Figure 4 — Structure de fixation de l'éprouvette

L'écart entre le bord de l'éprouvette et le châssis est comblé avec un matériau souple, comme du ruban adhésif, afin d'interrompre le flux d'air circulant dans cet écart.

NOTE Les contraintes sur les bords affectent la tension dans l'éprouvette. Le présent document spécifie la méthode d'essai sans condition de contrainte sur les bords afin que les résultats d'essai obtenus dans différents laboratoires soient comparables.

#### 4.4.5 Profil de températures

La température de l'air des deux côtés de l'éprouvette doit être contrôlée à une température constante. La différence de température des surfaces du vitrage du côté chaud et du côté froid  $\Delta T_{VIG}$  ne doit pas être inférieure à la valeur calculée à l'aide de la [Formule \(1\)](#), dérivée de la condition de circonstance selon laquelle la différence de température air-air est de 40 °C et les coefficients de transfert thermique sont de 8 W/(m<sup>2</sup>·K) et 23 W/(m<sup>2</sup>·K) sur les deux côtés des surfaces.

NOTE 8 W/(m<sup>2</sup>·K) et 23 W/(m<sup>2</sup>·K) correspondent aux valeurs respectives des coefficients de transfert thermique interne et externe de référence dans l'ISO 10292<sup>[1]</sup>:

$$\Delta T_{VIG} \geq 40 \times R / (0,168 + R) \quad (1)$$

où

$\Delta T_{VIG}$  est la différence de température des surfaces du vitrage du côté chaud et du côté froid [°C];

$R$  est la résistance thermique de l'éprouvette [m<sup>2</sup>·K/W].

La différence de température des surfaces du vitrage du côté chaud et du côté froid  $\Delta T_{VIG}$  doit être contrôlée dans une plage de ± 5 % par rapport à la valeur moyenne pendant la condition de température en régime stationnaire durant au moins 1 heure.

#### 4.4.6 Détermination du coefficient de transfert thermique

Le coefficient de transfert thermique au centre de l'éprouvette sur les côtés chaud et froid doit être calculé grâce aux équations suivantes:

$$h_{\text{chaud}} = (\Delta T_2 / \Delta T_1) / R \quad (2)$$

$$h_{\text{froid}} = (\Delta T_2 / \Delta T_3) / R \quad (3)$$

où

$h_{\text{chaud}}$  est le coefficient de transfert thermique sur la surface chaude de l'éprouvette [W/(m<sup>2</sup>·K)];

$h_{\text{froid}}$  est le coefficient de transfert thermique sur la surface froide de l'éprouvette [W/(m<sup>2</sup>·K)];

$\Delta T_1$  est la valeur moyenne, en condition de température en régime stationnaire, de la différence de température entre l'air du côté chaud et la surface du vitrage du côté chaud. Si le panneau de contrôle de transfert thermique est utilisé du côté chaud, valeur moyenne de la différence de température entre le panneau et la surface du vitrage du côté chaud [°C];

$\Delta T_2$  est la valeur moyenne, en condition de température en régime stationnaire, de la différence de température entre la surface du vitrage du côté chaud et la surface du vitrage du côté froid [°C];

$\Delta T_3$  est la valeur moyenne, en condition de température en régime stationnaire, de la différence de température entre la surface du vitrage du côté froid et l'air du côté froid. Si le panneau de contrôle de transfert thermique est utilisé du côté froid, valeur moyenne de la différence de température entre la surface du vitrage du côté froid et le panneau [°C].

NOTE Le flux thermique à travers l'éprouvette  $Q$ , en W/m<sup>2</sup> peut être calculé comme démontré ci-dessous:

$$Q = \Delta T_1 / (1/h_{\text{chaud}}) \quad (4)$$

$$Q = \Delta T_2 / R \quad (5)$$

$$Q = \Delta T_3 / (1/h_{\text{froid}}) \quad (6)$$

Les [Formules \(2\)](#) et [\(3\)](#) peuvent être dérivées à partir des [Formules \(4\)](#), [\(5\)](#) et [\(6\)](#).

#### 4.4.7 Exigences

##### 4.4.7.1 Coefficient de transfert thermique

Le coefficient de transfert thermique calculé sur la surface chaude de l'éprouvette  $h_{\text{chaud}}$  et le coefficient de transfert thermique calculé sur la surface froide de l'éprouvette  $h_{\text{froid}}$  doivent être de 8,0 W/(m<sup>2</sup>·K) ± 2,0 W/(m<sup>2</sup>·K).

NOTE 8,0 W/(m<sup>2</sup>·K) est choisi en tant que condition de convection libre comme dans l'Équation (13) de l'ISO 10292:1994 ± 2,0 W/(m<sup>2</sup>·K) sert à prendre en compte les variations de la mesure.