
**Performance thermique des fenêtres,
portes et fermetures — Calcul
du coefficient de transmission
thermique —**

Partie 2:

**Méthode numérique pour les
encadrements**

(standards.iteh.ai)

*Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation
of thermal transmittance —*

<https://standards.iteh.org/catalog/standards/sist/ebba93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012>
Part 2: Numerical method for frames



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10077-2:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
4 Méthode de calcul	2
4.1 Principe général.....	2
4.2 Vérification du programme de calcul utilisé.....	3
4.3 Détermination du coefficient de transmission thermique.....	3
5 Traitement des sections pleines et des conditions aux limites	3
5.1 Matériaux pleins.....	3
5.2 Émissivité des surfaces.....	4
5.3 Conditions aux limites.....	4
5.4 Coffres de volets roulants.....	4
5.5 Extensions des encadrements de fenêtres.....	7
6 Traitement des cavités	7
6.1 Généralités.....	7
6.2 Cavités dans les vitrages.....	7
6.3 Vides d'air non ventilés dans les encadrements et les coffres de volets roulants.....	7
6.4 Cavités et interstices ventilés.....	11
7 Rapport	12
7.1 Généralités.....	12
7.2 Données géométriques.....	13
7.3 Données thermiques.....	13
7.4 Résultats.....	13
Annexe A (informative) Conductivité thermique de matériaux courants	14
Annexe B (normative) Résistances superficielles	17
Annexe C (normative) Détermination du coefficient de transmission thermique	19
Annexe D (normative) Exemples pour la vérification des programmes de calcul utilisés	23
Annexe E (informative) Essences de bois énumérées dans l'Annexe A	36
Annex E (informative) Wood species listed in Annex A	37
Anhang E (informative) In Anhang A aufgeführten Holzarten	38
Bibliographie	41

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 10077-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 163, *Performance thermique et utilisation de l'énergie en environnement bâti*, sous-comité SC 2, *Méthodes de calcul*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 89, *Performance thermique des bâtiments et des composants du bâtiment*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

La présente Norme internationale fait partie d'une série de normes relatives aux méthodes de calcul et d'évaluation de la performance thermique des équipements de bâtiments et des installations industrielles.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-81699231836c-iso-10077-2>

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10077-2:2003) qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont indiqués dans le tableau suivant:

Paragraphe ou annexe	Changements
5.1	Éclaircissement concernant l'utilisation des données mesurées.
5.4	Ajout de règles de calcul pour les coffres de volets roulants et ajout d'une nouvelle figure.
5.5	Ajout de règles de calcul pour les extensions des encadrements de fenêtres et ajout d'une nouvelle figure.
Annexe A	Ajout du Tableau A.2 — Conductivité thermique des essences de bois.
Annexe A	Ajout du Tableau A.3 — Émissivités types des surfaces métalliques.
Annexe B	Ajout du Tableau B.2 pour les coffres de volets roulants.
C.2	Ajout de règles de calcul pour la combinaison d'encadrements avec des vitrages isolants et ajout de la Figure C.3 illustrant un intercalaire métallique représentatif incorporé dans un vitrage isolant.
Annexe D	Mise à jour des Figures D.1 à D.10 pour les encadrements.

L'ISO 10077 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures — Calcul du coefficient de transmission thermique*:

- *Partie 1: Généralités*
- *Partie 2: Méthode numérique pour les encadrements*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10077-2:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012>

Introduction

L'ISO 10077 se compose de deux parties. La méthode décrite dans la présente partie de l'ISO 10077 est prévue pour fournir des valeurs calculées des caractéristiques thermiques d'encadrements, destinées à être employées comme données d'entrée dans la méthode de calcul du coefficient de transmission thermique des fenêtres, portes et fermetures décrite dans l'ISO 10077-1. C'est une alternative de la méthode d'essai décrite dans l'EN 12412-2. Dans certains cas, la méthode à la boîte chaude est préférable, particulièrement si les données physiques et géométriques ne sont pas disponibles ou si la forme géométrique de l'encadrement est complexe.

Bien que la méthode de la présente partie de l'ISO 10077 s'applique fondamentalement aux montants verticaux, c'est une approximation acceptable pour des traverses horizontales (par exemple basses et hautes) et pour des encadrements utilisés dans des positions inclinées (par exemple fenêtres de toit). Pour les calculs effectués avec les vitrages en place, le flux de chaleur à travers l'encadrement ainsi que le champ de température résultant sont des résultats secondaires utiles issus de ce calcul.

La présente partie de l'ISO 10077 ne couvre ni les façades de bâtiments ni les façades-rideaux. Celles-ci sont traitées dans l'ISO 12631¹⁾ ou dans l'EN 13947.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10077-2:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012>

1) À publier.

Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures — Calcul du coefficient de transmission thermique —

Partie 2: Méthode numérique pour les encadrements

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10077 donne une méthode et des données d'entrée pour le calcul du coefficient de transmission thermique des encadrements et du coefficient de transmission thermique linéique de leurs jonctions avec les vitrages ou les panneaux opaques.

Cette méthode peut également être utilisée pour évaluer la résistance thermique d'encadrements de fermetures et les caractéristiques thermiques de coffres de volet roulant et de composants similaires (par exemple stores).

La présente partie de l'ISO 10077 fournit également des critères pour la validation des méthodes numériques utilisées dans ce calcul.

La présente partie de l'ISO 10077 ne couvre pas les effets du rayonnement solaire ni le transfert thermique provoqué par des infiltrations d'air ou les transferts thermiques tridimensionnels créés par exemple par des liaisons métalliques ponctuelles. Les effets des ponts thermiques entre les encadrements et la structure du bâtiment ne sont pas pris en compte.

2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012>

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application 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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 7345, *Isolation thermique — Grandeurs physiques et définitions*

ISO 10211, *Ponts thermiques dans les bâtiments — Flux thermiques et températures superficielles — Calculs détaillés*

ISO 10456:2007, *Matériaux et produits pour le bâtiment — Propriétés hygrothermiques — Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles*

ISO 12567-2:2005, *Isolation thermique des fenêtres et portes — Détermination de la transmission thermique par la méthode à la boîte chaude — Partie 2: Fenêtres de toit et autres fenêtres en saillie*

ISO/CEI 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

EN 673, *Verre dans la construction — Détermination du coefficient de transmission thermique, U — Méthode de calcul*

EN 12519, *Fenêtres et portes pour piétons — Terminologie*

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 7345 et l'EN 12519 s'appliquent.

Symbole	Définition	Unité
A	surface	m^2
b	largeur perpendiculaire à la direction d'écoulement de la chaleur	m
d	profondeur parallèle à la direction d'écoulement de la chaleur	m
E	émittance entre surfaces opposées	—
F	facteur de forme	—
h	coefficient d'échange thermique	$W/(m^2 \cdot K)$
L^{2D}	coefficient de couplage thermique bidimensionnel	$W/(m \cdot K)$
l	longueur	m
q	densité de flux thermique	W/m^2
R	résistance thermique	$m^2 \cdot K/W$
T	température thermodynamique	K
U	coefficient de transmission thermique	$W/(m^2 \cdot K)$
σ	constante de Stefan-Boltzmann	$W/(m^2 \cdot K^4)$
ε	émissivité	—
λ	conductivité thermique	$W/(m \cdot K)$
Ψ	coefficient de transmission thermique linéique	$W/(m \cdot K)$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Indices	Définition
a	convectif (de surface à surface)
e	extérieur ISO 10077-2:2012
g	vitrage https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3cc193/iso-10077-2-2012
eq	équivalent
f	encadrement
fr	encadrement adjacent au coffre de volet roulant
i	intérieur
p	panneau
r	radiatif
s	lame (d'air ou de gaz)
sb	coffre à volet
se	face extérieure
si	face intérieure

4 Méthode de calcul

4.1 Principe général

Le calcul doit être effectué à l'aide d'une méthode numérique bidimensionnelle conforme à l'ISO 10211. Les éléments doivent être divisés de sorte que toute division supplémentaire n'affecte pas sensiblement le flux thermique calculé. L'ISO 10211 définit les critères permettant de déterminer si le nombre de subdivisions utilisé est suffisant.

Dans la présente partie de l'ISO 10077, on suppose que les encadrements et les vides d'air sont orientés verticalement pour la détermination des valeurs de conductivité thermique équivalente (voir 7.3); cela s'applique quelle que soit l'orientation prévue de la fenêtre réelle, y compris les fenêtres de toit.

4.2 Vérification du programme de calcul utilisé

Afin de s'assurer que le programme de calcul utilisé est bien adapté, des calculs doivent être effectués sur les exemples de l'Annexe D. L'écart entre le coefficient de couplage thermique bidimensionnel calculé L^{2D} et les valeurs données dans le Tableau D.3 ne doit pas dépasser $\pm 3 \%$. Cela conduit à une précision sur le coefficient de transmission thermique, U , et le coefficient de transmission thermique linéique, Ψ , d'environ 5 %.

NOTE Les écarts (\pm) indiqués dans les Tableaux D.3 et D.4 sont issus d'une campagne de calcul interlaboratoires et ne doivent pas être confondus avec la valeur de $\pm 3 \%$ spécifiée ci-dessus.

4.3 Détermination du coefficient de transmission thermique

Le coefficient de transmission thermique d'un encadrement doit être déterminé en remplaçant le vitrage par un panneau isolant conformément à l'Annexe C, avec les résistances thermiques superficielles interne et externe reprises à partir de l'Annexe B. Le coefficient de transmission thermique linéique de la liaison entre l'encadrement et le vitrage doit être déterminé à partir des calculs effectués avec le vitrage en place et avec le vitrage remplacé par un panneau isolant.

NOTE 1 L'interaction entre l'encadrement et la structure du bâtiment est considérée séparément à l'échelle du bâtiment. Elle ne fait pas partie du coefficient de transmission thermique de l'encadrement.

NOTE 2 Si l'encadrement recouvre une partie de la paroi, il se pourrait que le coefficient de transmission thermique linéique soit négatif.

5 Traitement des sections pleines et des conditions aux limites

5.1 Matériaux pleins

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10077, les valeurs de conductivité thermique utilisées pour les matériaux pleins doivent provenir de l'une des sources suivantes:

- le Tableau A.1 de la présente partie de l'ISO 10077;
- les valeurs tabulées données dans l'ISO 10456;
- les normes de produits;
- les agréments techniques par un organisme national reconnu;
- les mesures effectuées conformément à une Norme internationale appropriée.

Les valeurs mesurées ne doivent être utilisées que dans les cas où il n'existe pas de valeurs tabulées ou de valeurs définies par des normes de produits applicables ou par un agrément technique. Les mesures doivent être effectuées à une température moyenne de 10 °C à l'aide de la méthode appropriée par un organisme agréé (tel que spécifié dans l'ISO/CEI 17025), sur des échantillons qui ont été conditionnés à une température de 23 °C et une humidité relative de 50 % à masse constante (variation de masse inférieure ou égale à 0,1 % sur 24 h). Pour s'assurer que les valeurs de conductivité thermique sont représentatives du matériau (à savoir que la valeur tient compte de la variabilité du matériau et l'incertitude de mesure), il est nécessaire d'utiliser l'une des méthodes suivantes pour déterminer la valeur de conductivité thermique à partir des valeurs mesurées utilisées dans les calculs:

- la conductivité thermique est la valeur déclarée obtenue à partir des valeurs mesurées (au moins trois échantillons différents provenant de lots différents représentant la variation habituelle des

produits, en tenant compte du vieillissement) conformément à une évaluation statistique telle que définie dans l'ISO 10456, Annexe C, fractile de 90 %.

- s'il y a moins de trois échantillons, utiliser la valeur moyenne multipliée par un facteur de 1,25.

5.2 Émissivité des surfaces

Par défaut, les surfaces délimitant une cavité d'air doivent avoir une émissivité de 0,9. Les surfaces métalliques telles que les cadres en alliage d'aluminium, les renforts métalliques et autres alliages métalliques ont une émissivité plus faible. Les valeurs courantes de l'émissivité des surfaces métalliques sont données dans le Tableau A.3. Des valeurs inférieures à 0,9 ne peuvent être utilisées que si elles sont prises dans le Tableau A.3 ou mesurées conformément à une norme appropriée par un organisme agréé (tel que spécifié dans l'ISO 17025). Dans ce dernier cas, au moins trois échantillons doivent être utilisés et les résultats doivent être traités statistiquement conformément à l'ISO 10456.

5.3 Conditions aux limites

Les résistances superficielles extérieure et intérieure dépendent des échanges thermiques convectifs et radiatifs avec les ambiances extérieures et intérieures. Si une face extérieure n'est pas exposée aux conditions normales de vent, la part convective peut être réduite sur les bords ou à la jonction de deux surfaces. L'Annexe B donne les valeurs de la résistance superficielle pour un flux thermique horizontal. Ces valeurs doivent être utilisées pour les calculs conformément à la présente partie de l'ISO 10077, quelle que soit l'orientation prévue de la fenêtre réelle, y compris les fenêtres de toit. La condensation superficielle doit être évaluée sur la base de la plus basse température de la surface intérieure calculée en utilisant les résistances superficielles dans l'Annexe B.

Les plans de coupe dans l'élément de remplissage et à l'interface avec tout matériau adjacent à l'encadrement doivent être pris comme adiabatiques (voir Figure 3 et Annexe D).

Les conditions de température de référence doivent être de 20 °C à l'intérieur et de 0 °C à l'extérieur.

5.4 Coffres de volets roulants

Le calcul du coefficient de transmission thermique d'un coffre de volet roulant doit être effectué avec les conditions aux limites suivantes:

- en partie haute du coffre de volet roulant: adiabatique,
- en partie basse du coffre de volet roulant, à l'endroit où il est attaché à l'encadrement de fenêtre: adiabatique sur une distance de 60 mm;
- surfaces adjacentes en contact avec l'ambiance intérieure: résistance superficielle de 0,13 m²·K/W;
- surfaces adjacentes en contact avec l'ambiance extérieure: résistance superficielle de 0,04 m²·K/W.

Le vide d'air (cavité) dans le coffre du volet roulant doit être considéré comme suit (voir Figure 1):

- si $e_1 + e_3 \leq 2$ mm: non ventilé. La conductivité thermique équivalente d'une cavité d'air non ventilée est calculée conformément à 6.3. Des éléments supplémentaires tels que des brosses, des joints d'étanchéité, etc. peuvent être pris en compte pour la détermination de e_1 et e_3 ;
- si $e_{\text{tot}} \leq 35$ mm: partiellement ventilé. La conductivité thermique équivalente est égale au double de celle d'une cavité non ventilée de même taille;
- si $e_{\text{tot}} > 35$ mm: fortement ventilé en prenant la température de l'air à l'intérieur de la cavité comme égale à la température de l'air extérieur mais avec une résistance superficielle de 0,13 m²·K/W.

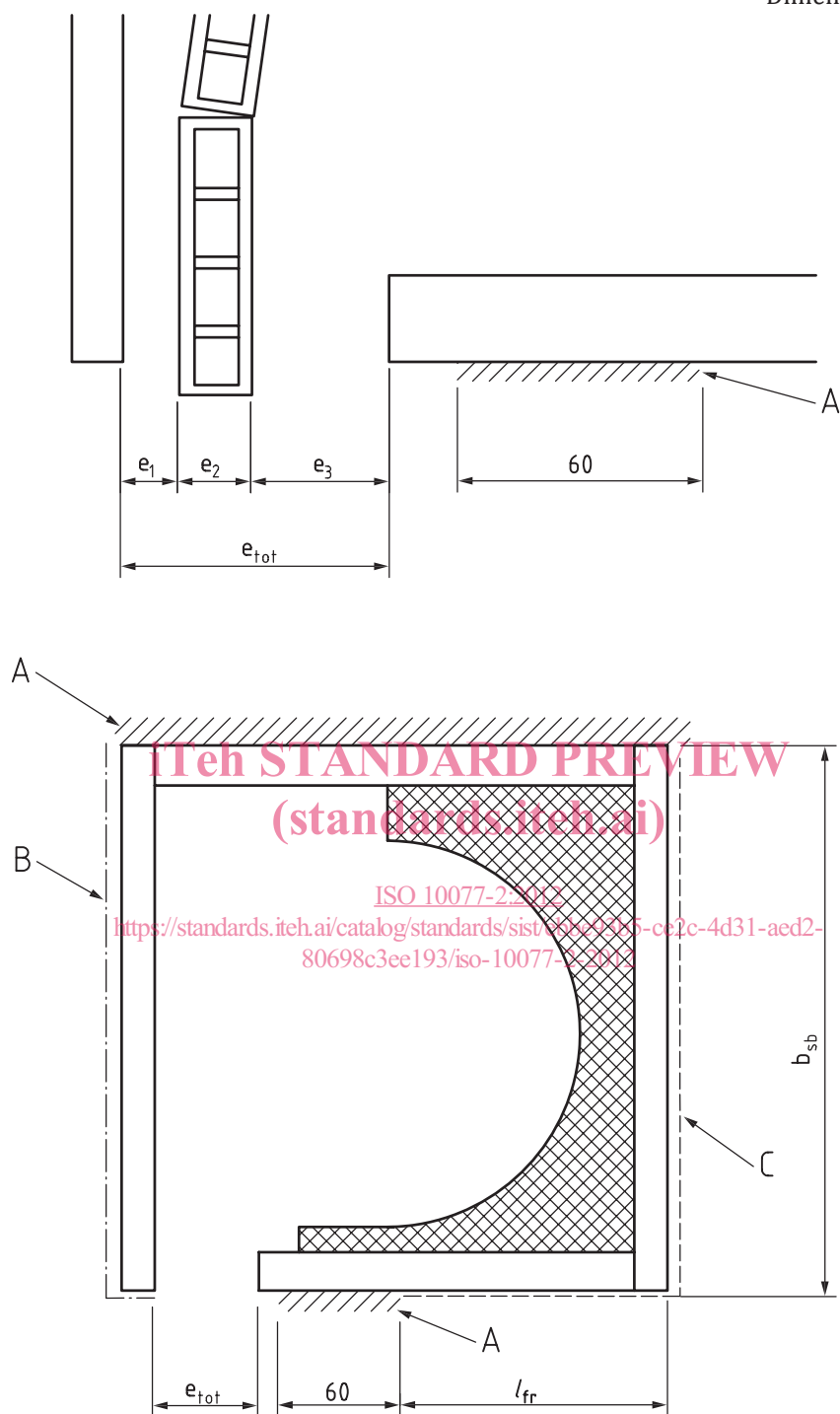
La hauteur appropriée du coffre de volet roulant, b_{sb} , utilisée pour le calcul est égale à la distance projetée entre les limites adiabatiques supérieure et inférieure (voir Figure 1).

L'évaluation peut être effectuée avec un isolant sur la limite B ou la limite C indiquées à la Figure 1 ou sur les deux. Dans ce cas, l'épaisseur et la conductivité thermique de l'isolant doivent être indiquées dans le rapport de calcul.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10077-2:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ebbe93b5-ce2c-4d31-aed2-80698c3ee193/iso-10077-2-2012>



Légende

Conditions aux devant limites (voir Annexe B):

- A** condition adiabatique
- B** résistance superficielle extérieure
- C** résistance superficielle intérieure
- b_{sb} hauteur du coffre de volet roulant
- e_1, e_3 largeurs des vides d'air de part et d'autre du volet lorsqu'il sort du coffre de volet roulant
- e_2 épaisseur du volet
- e_{tot} $e_1 + e_2 + e_3$
- l_{fr} largeur de l'encadrement

NOTE L'encadrement de fenêtre (limite A) a une largeur de 60 mm, mais il est placé par rapport au coffre de volet roulant conformément à la situation réelle.

Figure 1 — Exemple schématique pour le traitement des conditions aux limites de coffres de volets roulants

5.5 Extensions des encadrements de fenêtres

Pour les encadrements munis d'extensions spéciales avec recouvrement du mur ou d'autres parties du bâtiment, tels que les encadrements en forme de Z, les extensions ne doivent pas être prises en considération comme illustré à la Figure 2. Cela s'applique à tous les encadrements munis d'extensions spéciales (par exemple, encadrement en forme de H) lorsque les extensions recouvrent le mur ou d'autres parties du bâtiment. Les autres conditions aux limites doivent rester identiques à celles définies à la Figure 3.

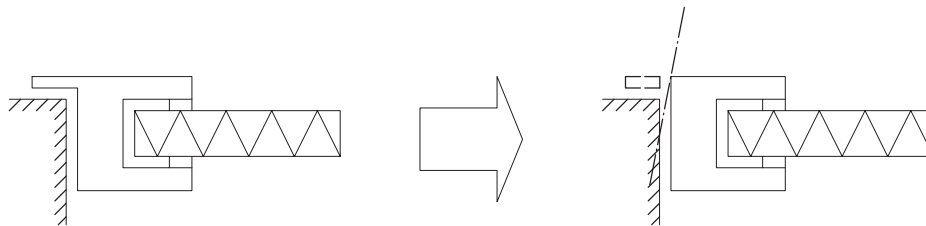


Figure 2 — Traitement des encadrements munis d'extensions (en forme de Z)

NOTE 1 Cette convention concerne l'évaluation du coefficient de transmission thermique. Elle n'est pas appropriée pour l'évaluation du risque de condensation.

NOTE 2 L'extension de l'encadrement n'est pas prise en compte dans le calcul du coefficient de transmission thermique de la fenêtre (voir l'ISO 10077-1).

6 Traitement des cavités

6.1 Généralités

Le flux thermique dans les cavités doit être représenté au moyen d'une conductivité thermique équivalente λ_{eq} . Cette dernière prend en compte les flux thermiques par conduction, par convection et par rayonnement et dépend de la géométrie de la cavité et des caractéristiques des matériaux présents.

6.2 Cavités dans les vitrages

La conductivité thermique équivalente d'un espace non ventilé entre deux vitres doit être déterminée conformément à l'EN 673. La conductivité équivalente qui en résulte doit être utilisée dans l'ensemble de la cavité, jusqu'au bord.

NOTE Les corrélations utilisées dans l'EN 673 pour des cavités de rapport de forme élevé tendent à donner des valeurs basses de la conductivité thermique équivalente. Des corrélations plus précises sont données dans l'ISO 15099.

6.3 Vides d'air non ventilés dans les encadrements et les coffres de volets roulants

6.3.1 Définition

Les vides d'air non ventilés sont ceux complètement fermés ou reliés à l'extérieur ou l'intérieur par une fente dont la largeur ne dépasse pas 2 mm (voir Figure 3). Dans le cas contraire, le vide d'air doit être considéré comme ventilé.