

---

---

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

*Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface  
temperatures — Detailed calculations*

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

ISO 10211:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 10211:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2007

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vii
<b>1</b> <b>Domaine d'application.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions, symboles, unités et indices.....</b>	<b>2</b>
3.1 <b>Termes et définitions.....</b>	<b>2</b>
3.2 <b>Symboles et unités.....</b>	<b>6</b>
3.3 <b>Indices.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b> <b>Principes.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b> <b>Modélisation de la construction.....</b>	<b>7</b>
5.1 <b>Systèmes de dimension.....</b>	<b>7</b>
5.2 <b>Règles de modélisation.....</b>	<b>7</b>
5.3 <b>Conditions de simplification du modèle géométrique.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b> <b>Données d'entrée.....</b>	<b>18</b>
6.1 <b>Généralités.....</b>	<b>18</b>
6.2 <b>Conductivité thermique des matériaux.....</b>	<b>19</b>
6.3 <b>Résistances superficielles.....</b>	<b>19</b>
6.4 <b>Températures aux limites.....</b>	<b>19</b>
6.5 <b>Conductivité thermique des couches quasi homogènes.....</b>	<b>19</b>
6.6 <b>Conductivité thermique équivalente des cavités d'air.....</b>	<b>19</b>
6.7 <b>Détermination de la température dans une pièce adjacente non chauffée.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b> <b>Méthode de calcul.....</b>	<b>20</b>
7.1 <b>Technique de résolution.....</b>	<b>20</b>
7.2 <b>Règles de calcul.....</b>	<b>20</b>
<b>8</b> <b>Détermination des coefficients de couplage thermique et des flux thermiques issus des calculs 3-D.....</b>	<b>21</b>
8.1 <b>Deux températures aux limites, modèle non partitionné.....</b>	<b>21</b>
8.2 <b>Deux températures aux limites, modèle partitionné.....</b>	<b>21</b>
8.3 <b>Plus de deux températures aux limites.....</b>	<b>22</b>
<b>9</b> <b>Calculs utilisant les coefficients ponctuel et linéique de transmission thermique à partir de calculs 3-D.....</b>	<b>23</b>
9.1 <b>Calcul du coefficient de couplage thermique.....</b>	<b>23</b>
9.2 <b>Calcul des coefficients linéique et ponctuel de transmission thermique.....</b>	<b>23</b>
<b>10</b> <b>Détermination du coefficient de couplage thermique, du flux thermique et du coefficient linéique de transmission thermique à partir de calculs 2-D.....</b>	<b>24</b>
10.1 <b>Deux températures aux limites.....</b>	<b>24</b>
10.2 <b>Plus de deux températures aux limites.....</b>	<b>24</b>
10.3 <b>Détermination du coefficient linéique de transmission thermique.....</b>	<b>24</b>
10.4 <b>Détermination du coefficient linéique de transmission thermique pour les jonctions paroi- plancher.....</b>	<b>25</b>
10.5 <b>Détermination du coefficient de transfert thermique périodique extérieur pour les rez-de-chaussée.....</b>	<b>27</b>
<b>11</b> <b>Détermination de la température à la surface intérieure.....</b>	<b>28</b>
11.1 <b>Détermination de la température à la surface intérieure à partir de calculs 3-D.....</b>	<b>28</b>
11.2 <b>Détermination de la température à la surface intérieure à partir de calculs 2-D.....</b>	<b>29</b>
<b>12</b> <b>Données d'entrée et de sortie.....</b>	<b>29</b>

12.1	Données d'entrée .....	29
12.2	Données de sortie .....	30
Annexe A (normative) Validation des méthodes de calcul .....		32
Annexe B (informative) Exemples de détermination des coefficients linéiques et ponctuels de transmission thermique .....		39
Annexe C (informative) Détermination des valeurs du coefficient de couplage thermique et du facteur de pondération de la température pour plus de deux températures aux limites .....		42
Bibliographie .....		47

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

[ISO 10211:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>

## 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 10211 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*.

Cette première édition annule et remplace l'ISO 10211-1:1995 et l'ISO 10211-2:2001, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications suivantes ont été apportées:

- le titre et les généralités de l'ISO 10211-1 et de l'ISO 10211-2 ont été réunis en un seul document;
- l'Article 3 précise que l'ISO 10211 n'utilise plus que le facteur de température, et non le rapport de différence de température;
- le paragraphe 5.2.2 spécifie que les plans de coupe sont à localiser à 1 m ou à trois fois l'épaisseur de l'élément latéral, la valeur la plus grande étant retenue;
- le paragraphe 5.2.4 contient une version révisée du Tableau 1 pour corriger l'erreur relative aux calculs tridimensionnels et pour clarifier les objectifs;
- le paragraphe 5.2.7 spécifie que le critère acceptable porte soit sur le flux thermique, soit sur la température superficielle; le critère de flux thermique passe de 2 % à 1 %.
- le paragraphe 6.3 spécifie que les valeurs de résistance superficielle doivent provenir de l'ISO 6946 pour les calculs de flux thermique, et de l'ISO 13788 pour les calculs de condensation; les anciennes Annexes E et G de l'ISO 10211-1:1995 ont été supprimées et remplacées par des références à l'ISO 13788;
- le paragraphe 6.6 spécifie que les données relatives aux cavités proviennent de l'ISO 6946, de l'EN 673 ou de l'ISO 10077-2; l'ancienne Annexe B de l'ISO 10211-1:1995 a été supprimée et remplacée par ces références;

## ISO 10211:2007(F)

- le paragraphe 10.4 contient du texte qui se trouvait dans l'ISO 13370, révisé afin de spécifier que les valeurs du coefficient linéique de transmission thermique pour les jonctions paroi/plancher correspondent à la différence entre le résultat numérique et le résultat obtenu en utilisant l'ISO 13370 (définition plus cohérente).
- l'Annexe A contient des corrections pour les résultats du cas n° 3; le critère de conformité du cas n° 3 passe de 2 % du flux thermique à 1 %; un nouveau cas n° 4 a été ajouté;
- l'Annexe C contient une procédure corrigée;
- les annexes restantes de l'ISO 10211-1:1995 et de l'ISO 10211-2:2001 ont été supprimées.

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

ISO 10211:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>

## Introduction

Les ponts thermiques, qui surviennent en général à toute jonction entre des composants de bâtiment ou lorsque la composition de la structure du bâtiment change, ont deux conséquences par rapport à ceux d'une structure dépourvue de pont thermique:

- a) une modification du flux thermique, et
- b) une modification de la température superficielle intérieure.

Bien que des procédures de calcul similaires soient utilisées, celles-ci ne sont pas identiques pour le calcul des flux de chaleur et pour le calcul des températures superficielles.

En général, un pont thermique occasionne des flux thermiques tridimensionnels ou bidimensionnels, qui peuvent être déterminés avec précision en utilisant les méthodes détaillées de calcul numérique décrites dans la présente Norme internationale.

Dans beaucoup d'applications, les calculs numériques, qui sont basés sur une représentation bidimensionnelle des flux thermiques, donnent des résultats de précision satisfaisante, particulièrement lorsque la paroi de bâtiment est uniforme dans une direction.

Pour une discussion sur d'autres méthodes permettant d'évaluer l'effet des ponts thermiques, voir l'ISO 14683.

L'ISO 10211 était initialement divisée en deux parties, traitant respectivement des calculs tridimensionnels et bidimensionnels.

[ISO 10211:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>

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

ISO 10211:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>



# Ponts thermiques dans les bâtiments — Flux thermiques et températures superficielles — Calculs détaillés

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit les spécifications sur les modèles géométriques tridimensionnels et bidimensionnels d'un pont thermique, pour le calcul numérique

- des flux thermiques, afin d'évaluer la déperdition thermique globale d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment,
- des températures superficielles minimales, afin d'évaluer le risque de condensation superficielle.

Ces spécifications incluent les limites du modèle géométrique et ses subdivisions, les conditions aux limites et les valeurs thermiques qui lui sont liées à utiliser.

La présente Norme internationale est basée sur les suppositions suivantes:

- toutes les propriétés physiques sont indépendantes de la température;
- absence de source de chaleur à l'intérieur de l'élément de construction.

La présente Norme internationale peut aussi être utilisée pour la détermination des coefficients linéiques ou ponctuels de transmission thermique, ainsi que pour les facteurs de température superficielle.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 6946, *Composants et parois de bâtiments — Résistance thermique et coefficient de transmission thermique — Méthode de calcul*

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

ISO 13370, *Performance thermique des bâtiments — Transfert de chaleur par le sol — Méthodes de calcul*

ISO 13788, *Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments — Température de surface permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse — Méthodes de calcul*

### 3 Termes, définitions, symboles, unités et indices

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 7345 ainsi que les suivants s'appliquent.

##### 3.1.1

###### **pont thermique**

partie de l'enveloppe d'un bâtiment où la résistance thermique, par ailleurs uniforme, est modifiée de façon sensible par la pénétration totale ou partielle de l'enveloppe du bâtiment par des matériaux ayant une conductivité thermique différente, et/ou par un changement dans l'épaisseur de la structure, et/ou par une différence entre les surfaces intérieure et extérieure, comme il s'en produit aux jonctions parois/plancher/plafond

##### 3.1.2

###### **pont thermique linéique**

pont thermique ayant une coupe uniforme le long d'un des trois axes orthogonaux

##### 3.1.3

###### **pont thermique ponctuel**

pont thermique localisé dont l'influence peut être représentée par un coefficient ponctuel de transmission thermique

##### 3.1.4

###### **modèle géométrique tridimensionnel**

###### **modèle géométrique 3-D**

modèle géométrique, déduit des plans d'architecture, tel que pour chacun des axes orthogonaux, la coupe perpendiculaire à cet axe change d'une limite à l'autre du modèle

[ISO 10211:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007)

Voir Figure 1.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02a973e1-b9b7-4b0f-a3c4-b1da4cbc80af/iso-10211-2007>

##### 3.1.5

###### **élément latéral tridimensionnel**

###### **élément latéral 3-D**

partie du modèle géométrique 3-D qui, considérée séparément, peut être représentée par un modèle géométrique 2-D

Voir Figures 1 et 2.

##### 3.1.6

###### **élément central tridimensionnel**

###### **élément central 3-D**

partie d'un modèle géométrique 3-D qui n'est pas un élément latéral 3-D

Voir Figure 1.

NOTE Un élément central est représenté par un modèle géométrique 3-D.

##### 3.1.7

###### **modèle géométrique bidimensionnel**

###### **modèle géométrique 2-D**

modèle géométrique déduit des plans d'architecture, tel que pour un des axes orthogonaux, la coupe perpendiculaire à cet axe ne change pas dans les limites du modèle

Voir Figure 2.

NOTE Un modèle géométrique 2-D est utilisé pour les calculs bidimensionnels.

**3.1.8****élément latéral bidimensionnel****élément latéral 2-D**

partie d'un modèle géométrique 2-D qui, considérée séparément, est constituée de couches de matériaux planes et parallèles

**3.1.9****élément central bidimensionnel****élément central 2-D**

partie d'un modèle géométrique 2-D qui n'est pas un élément latéral 2-D

**3.1.10****plan de construction**

plan dans le modèle géométrique 3-D ou 2-D qui sépare différents matériaux, et/ou le modèle géométrique du reste de la construction, et/ou les éléments latéraux de l'élément central

Voir Figure 3.

**3.1.11****plan de coupe**

plan de construction qui est une limite du modèle géométrique 3-D ou 2-D, en séparant le modèle du reste de la construction

Voir Figure 3.

**3.1.12****plan auxiliaire**

plan qui, en plus des plans de construction, divise le modèle géométrique en un certain nombre de cellules

**3.1.13****couche quasi homogène**

couche qui consiste en deux matériaux ou plus ayant des conductivités thermiques différentes, mais qui peut être considérée comme une couche homogène avec une conductivité thermique équivalente

Voir Figure 4.

**3.1.14****facteur de température à la surface intérieure**

différence entre la température de la face intérieure et la température de l'air extérieur, divisée par la différence entre la température de l'air intérieur et la température de l'air extérieur, calculée avec une résistance superficielle intérieure,  $R_{si}$

**3.1.15****facteur de pondération de la température**

facteur de pondération qui fixe l'influence relative des températures d'air des ambiances thermiques adjacentes sur la température superficielle au point étudié

**3.1.16****température aux limites extérieure**

température de l'air extérieur, en supposant que la température de l'air est égale à la température radiante, vu par la surface

**3.1.17****température aux limites intérieure**

température opérative, choisie pour les besoins de la présente Norme internationale, comme valeur arithmétique moyenne de la température de l'air intérieur et de la température radiante moyenne de toutes les surfaces entourant l'ambiance intérieure

**3.1.18****coefficient de couplage thermique**

flux thermique par écart de température entre deux ambiances qui sont thermiquement reliées par l'ouvrage considéré

**3.1.19**

**coefficient linéique de transmission thermique**

flux thermique en régime stationnaire divisé par la longueur et par la différence de température entre les ambiances de chaque côté d'un pont thermique

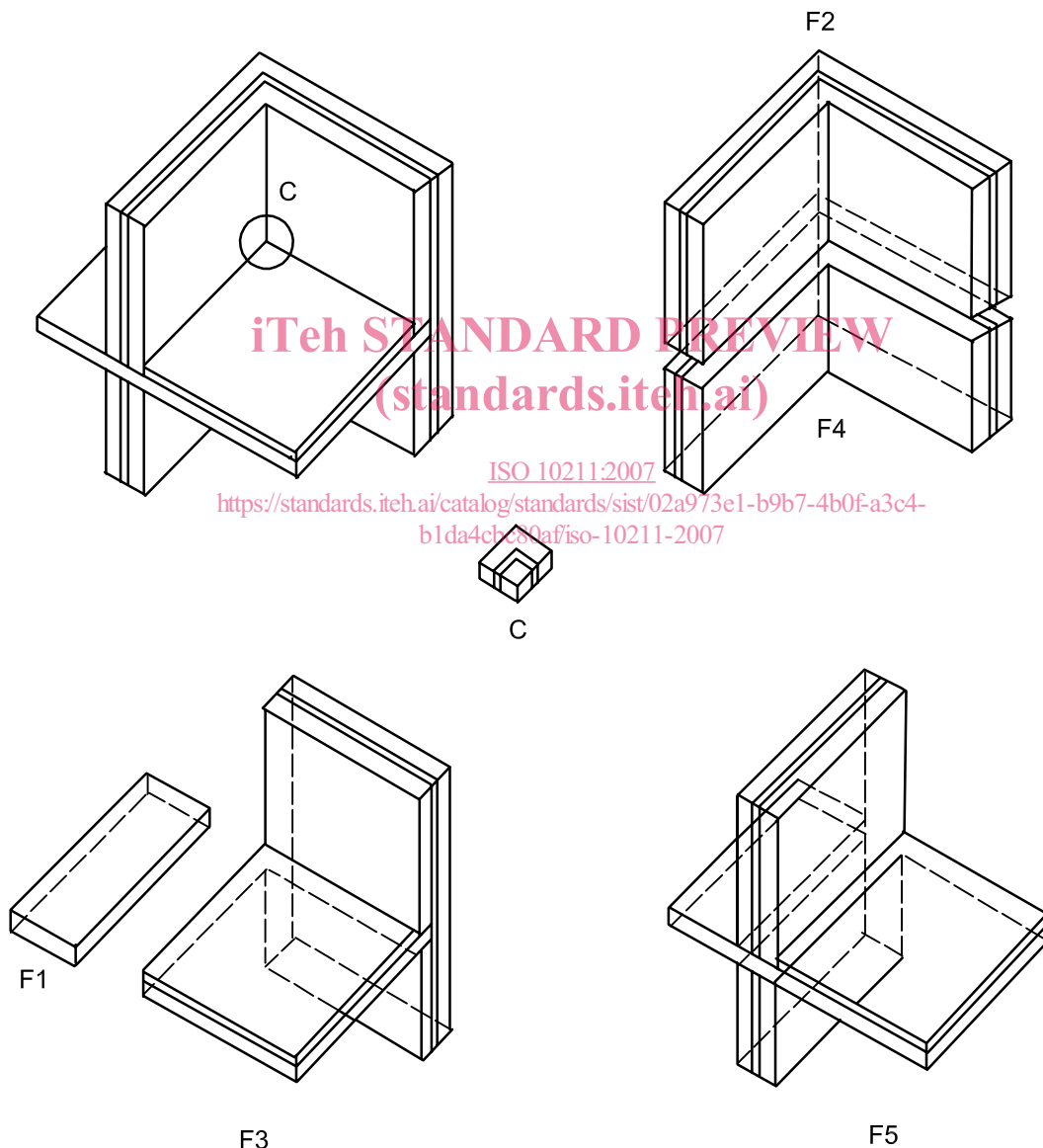
NOTE Le coefficient linéique de transmission thermique est la quantité exprimant l'influence d'un pont thermique linéique sur le flux thermique total.

**3.1.20**

**coefficient ponctuel de transmission thermique**

flux thermique en régime stationnaire divisé par la différence de température entre les ambiances de chaque côté d'un pont thermique

NOTE Le coefficient linéique de transmission thermique est la quantité exprimant l'influence d'un pont thermique ponctuel sur le flux thermique total.

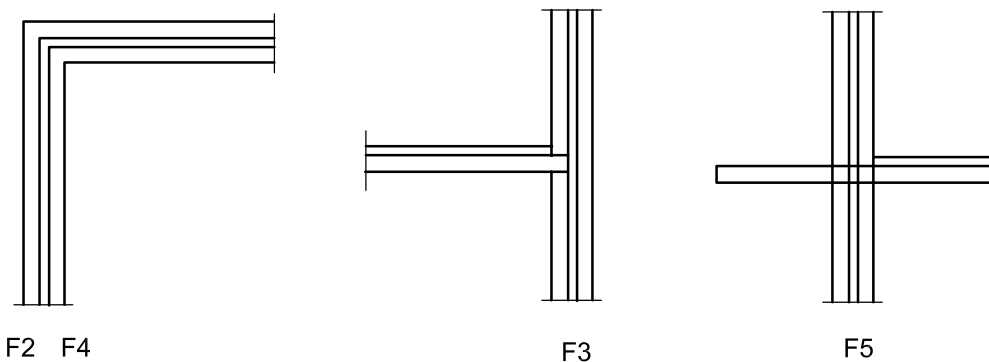


**Légende**

F1, F2, F3, F4, F5 éléments latéraux 3-D C élément central 3-D

NOTE Les éléments latéraux 3-D ont des coupes transversales constantes perpendiculaires à au moins un axe. L'élément central 3-D est la partie restante.

**Figure 1 — Modèle géométrique 3-D avec cinq éléments latéraux 3-D et un élément central 3-D**

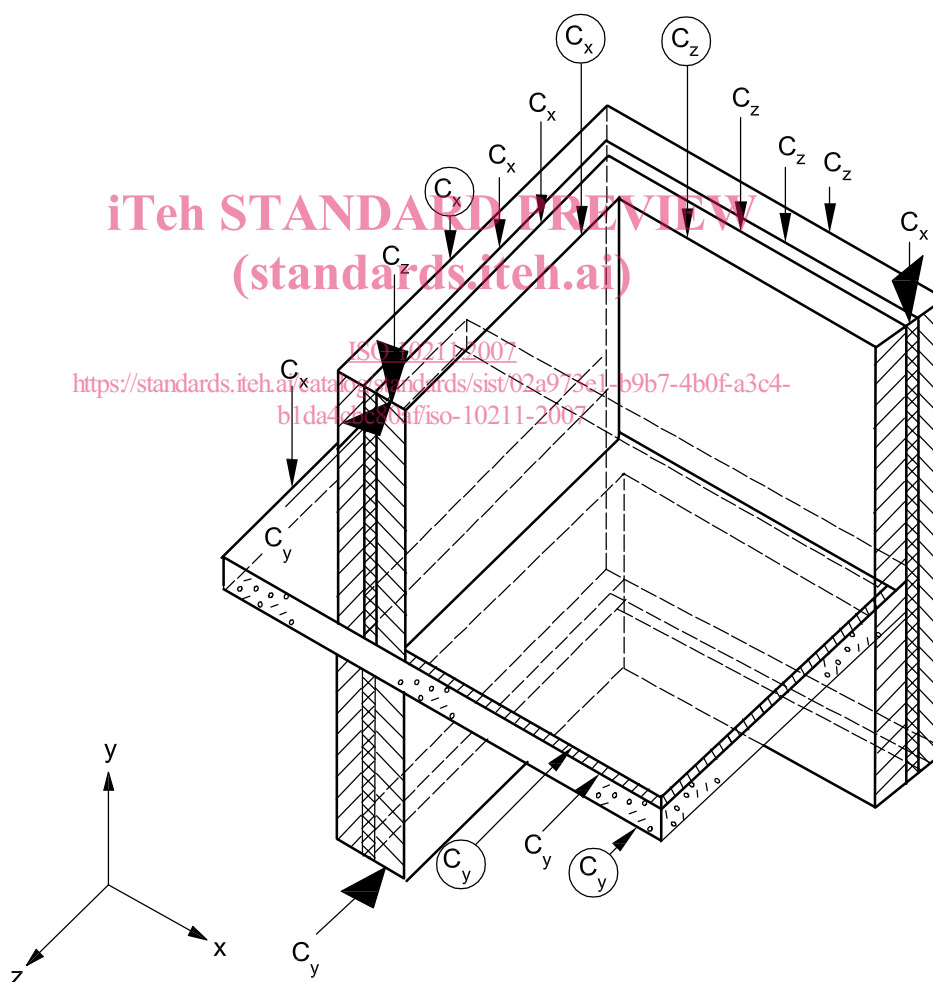


**Légende**

F2, F3, F4, F5 éléments latéraux 3-D

NOTE F2 à F5 font référence à la Figure 1.

**Figure 2 — Coupes transversales aux éléments latéraux 3-D d'un modèle géométrique 3-D traitées comme des modèles géométriques 2-D**



**Légende**

$C_x$  plans de construction perpendiculaires à l'axe x

$C_y$  plans de construction perpendiculaires à l'axe y

$C_z$  plans de construction perpendiculaires à l'axe z

NOTE Les plans de coupe sont indiqués par des flèches agrandies; les plans séparant les éléments latéraux de l'élément central sont entourés.

**Figure 3 — Exemple de modèle géométrique 3-D montrant les plans de construction**

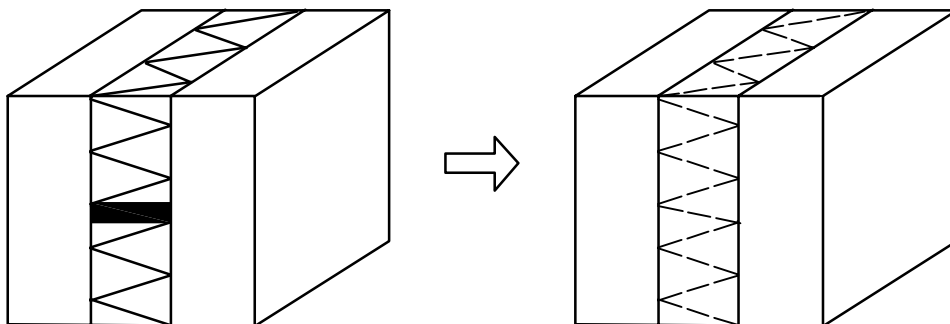


Figure 4 — Exemple de pont thermique ponctuel mineur provoquant une augmentation du flux de chaleur tridimensionnel et qui est incorporé dans une couche quasi homogène

### 3.2 Symboles et unités

Symbole	Grandeur	Unité
$A$	surface	$m^2$
$B'$	dimension caractéristique du plancher	$m$
$b$	largeur	$m$
$d$	épaisseur	$m$
$f_{Rsi}$	facteur de température à la surface intérieure	—
$g$	facteur de pondération de la température	—
$h$	hauteur	$m$
$L_{2D}$	coefficient de couplage thermique du calcul bidimensionnel	$W/(m \cdot K)$
$L_{3D}$	coefficient de couplage thermique du calcul tridimensionnel	$W/K$
$l$	longueur	$m$
$q$	densité du flux thermique	$W/m^2$
$R$	résistance thermique	$m^2 \cdot K/W$
$R_{se}$	résistance superficielle extérieure	$m^2 \cdot K/W$
$R_{si}$	résistance superficielle intérieure	$m^2 \cdot K/W$
$T$	température thermodynamique	$K$
$U$	coefficient de transmission thermique	$W/(m^2 \cdot K)$
$V$	volume	$m^3$
$w$	épaisseur de la paroi	$m$
$\Phi$	flux thermique	$W$
$\lambda$	conductivité thermique	$W/(m \cdot K)$
$\theta$	température en degrés Celsius	$^{\circ}C$
$\Delta\theta$	différence de température	$K$
$\chi$	coefficient ponctuel de transmission thermique	$W/K$
$\psi$	coefficient linéique de transmission thermique	$W/(m \cdot K)$

### 3.3 Indices

Indice	Définition
e	extérieur
i	intérieur
min	minimal
s	superficiel

## 4 Principes

La répartition de la température dans une construction et le flux thermique qui la traverse peuvent être calculés si les conditions aux limites et les dispositions constructives sont connues. À cet effet, le modèle géométrique est divisé en un certain nombre de cellules de matériau adjacentes, chacune ayant une conductivité thermique homogène. Les critères qui doivent être respectés lors de la préparation du modèle sont donnés dans l'Article 5.

Dans l'Article 6, des instructions sont données pour déterminer les valeurs de conductivité thermique et les conditions aux limites.

La répartition de la température est déterminée soit au moyen d'un calcul itératif, soit par une technique de résolution directe, après quoi la répartition de la température dans les cellules du matériau est déterminée par interpolation. Les règles de calcul et la méthode de détermination de la répartition de température sont exposées dans l'Article 7.

Les résultats des calculs peuvent être utilisés pour déterminer les coefficients linéique et ponctuel de transmission thermique et les températures superficielles intérieures. Les équations prévues à cet effet figurent dans les Articles 9, 10 et 11.

Les procédures spécifiques aux encadrements de fenêtre sont indiquées dans l'ISO 10077-2.

## 5 Modélisation de la construction

### 5.1 Systèmes de dimension

Les longueurs peuvent être mesurées en utilisant soit les dimensions intérieures, soit les dimensions extérieures, à condition que le même système soit effectivement utilisé pour toutes les parties du bâtiment.

NOTE Pour plus d'informations sur les systèmes de dimension, voir l'ISO 13789.

### 5.2 Règles de modélisation

#### 5.2.1 Généralités

Il n'est généralement pas réalisable de modéliser un bâtiment complet en utilisant un seul modèle géométrique. Dans la plupart des cas, le bâtiment peut être divisé en plusieurs parties (y compris le sol des fondations, le cas échéant) à l'aide des plans de coupe. Cette partition doit être effectuée de telle manière qu'aucune différence n'existe entre le résultat du calcul sur les parties séparées du bâtiment et le bâtiment traité dans son ensemble. Cette partition en plusieurs modèles géométriques est obtenue en choisissant des plans de coupe appropriés.