

---

---

**Ponts thermiques dans les  
bâtiments — Coefficient linéique de  
transmission thermique — Méthodes  
simplifiées et valeurs par défaut**

*Thermal bridges in building construction — Linear thermal  
transmittance — Simplified methods and default values*

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

[ISO 14683:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c941f011-7bad-469d-b9b8-8486de61e91a/iso-14683-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c941f011-7bad-469d-b9b8-8486de61e91a/iso-14683-2017>



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

ISO 14683:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c941f011-7bad-469d-b9b8-8486de61e91a/iso-14683-2017>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<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 et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles et indices</b> .....	<b>2</b>
4.1    Symboles.....	2
4.2    Indices.....	3
<b>5</b> <b>Description de la méthode</b> .....	<b>3</b>
5.1    Résultat.....	3
5.2    Description générale.....	3
5.3    Influence des ponts thermiques sur les déperditions totales.....	4
5.3.1    Coefficient de déperdition par transmission.....	4
5.3.2    Coefficient linéique de transmission thermique.....	4
5.3.3    Dimensions intérieures et extérieures.....	5
<b>6</b> <b>Méthodes de détermination du coefficient linéique de transmission thermique</b> .....	<b>5</b>
6.1    Données de sortie.....	5
6.2    Intervalles utilisés pour les calculs.....	5
6.3    Données d'entrée.....	5
6.4    Méthodes disponibles et exactitude attendue.....	6
6.5    Calculs numériques.....	7
6.6    Catalogues de ponts thermiques.....	7
6.7    Méthodes manuelles de calcul.....	7
<b>7</b> <b>Valeurs par défaut du coefficient linéique de transmission thermique</b> .....	<b>8</b>
<b>Annexe A (normative) Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Modèle</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe B (informative) Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Choix par défaut</b> .....	<b>11</b>
<b>Annexe C (normative) Valeurs par défaut du coefficient linéique de transmission thermique</b> .....	<b>13</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>26</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 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. 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.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la signification de la nature volontaire des normes, 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 le lien suivant: <http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html>.

L'ISO 14683 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*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 14683:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les modifications dans cette troisième édition sont essentiellement éditoriales. La rédaction de ce document a été reprise en tenant compte de la CEN/TS 16629:2014.

## Introduction

Le présent document fait partie d'une série de normes visant à l'harmonisation internationale de la méthodologie d'évaluation de la performance énergétique des bâtiments. Cette série est appelée «ensemble de normes PEB».

Toutes les normes PEB respectent des règles spécifiques afin d'assurer leur cohérence, leur clarté et leur transparence.

Toutes les normes PEB offrent une certaine flexibilité par rapport aux méthodes, aux données d'entrée requises et aux références faites aux autres normes PEB, par l'introduction d'un modèle à l'[Annexe A](#) et de choix par défaut à l'[Annexe B](#).

Pour permettre une utilisation appropriée du présent document, un modèle normatif est donné dans l'[Annexe A](#) pour spécifier ces choix. Des choix par défaut sont donnés à titre d'information dans l'[Annexe B](#).

Les principaux groupes cibles du présent document sont les architectes, les ingénieurs et les autorités de réglementation.

Utilisation par ou pour les autorités de réglementation: si le document est utilisé dans le contexte d'exigences légales nationales ou régionales, des choix obligatoires peuvent être spécifiés au niveau national ou régional pour de telles applications spécifiques. Ces choix (qu'il s'agisse des choix par défaut donnés à titre informatif dans l'[Annexe B](#) ou des choix adaptés aux besoins nationaux/régionaux, mais respectant dans tous les cas le modèle de l'[Annexe A](#)) peuvent être disponibles sous forme d'une annexe nationale ou d'un document (par exemple, juridique) distinct (fiche technique nationale).

NOTE 1 Par conséquent dans ce cas:

- les autorités de réglementation spécifieront les choix;
- l'utilisateur individuel appliquera le document afin d'évaluer la performance énergétique d'un bâtiment, et utilisera par conséquent les choix retenus par les autorités de réglementation.

Les sujets abordés dans le présent document peuvent être soumis à une réglementation publique. La réglementation publique portant sur les mêmes sujets peut remplacer les valeurs par défaut présentées à l'[Annexe B](#). La réglementation publique portant sur les mêmes sujets peut même, pour certaines applications, remplacer l'utilisation du présent document. Les exigences légales et les choix ne sont généralement pas publiés sous forme de normes mais plutôt sous forme de documents juridiques. Afin d'éviter des doubles publications et une mise à jour difficile des documents en double, une annexe nationale peut se référer aux textes juridiques lorsque des choix nationaux ont été faits par les autorités publiques. Différentes annexes nationales ou fiches techniques nationales sont possibles, pour différentes applications.

Il est prévu, si les valeurs par défaut, les choix et les références à d'autres normes PEB à l'[Annexe B](#) ne sont pas respectés en raison de réglementations, de politiques ou de traditions nationales, que:

- les autorités nationales ou régionales préparent des fiches techniques contenant les choix et les valeurs nationales ou régionales, conformément au modèle de l'[Annexe A](#). Dans ce cas, une annexe nationale (par exemple AN) est recommandée, se référant à ces fiches techniques;
- ou, par défaut, l'organisme national de normalisation examinera la possibilité d'ajouter ou d'inclure une annexe nationale en accord avec le modèle de l'[Annexe A](#), conformément aux documents juridiques qui donnent les valeurs et les choix nationaux ou régionaux.

D'autres groupes cibles correspondent aux parties souhaitant motiver leurs hypothèses en classant la performance énergétique des bâtiments d'un parc immobilier dédié.

Plus d'informations sont disponibles dans le Rapport technique accompagnant le présent document (ISO/TR 52019-2).

Le sous-ensemble de normes PEB préparées sous la responsabilité de l'ISO/TC 163/SC 2 couvrent entre autres:

- les méthodes de calcul relatives à l'utilisation globale de l'énergie et à la performance énergétique des bâtiments;
- les méthodes de calcul relatives à la température intérieure des bâtiments (par exemple en l'absence de chauffage ou de refroidissement des locaux);
- les indicateurs pour les exigences de PEB partielle liées au bilan énergétique thermique et aux éléments de l'enveloppe;
- les méthodes de calcul couvrant la performance et les caractéristiques thermiques, hygrothermiques, solaires et visuelles des parties spécifiques du bâtiment et des éléments et composants spécifiques du bâtiment, tels que les éléments opaques de l'enveloppe, le plancher sur-terre, les fenêtres et les façades.

L'ISO/TC 163/SC 2 coopère avec d'autres TC pour les détails concernant par exemple les appareils, les systèmes techniques des bâtiments et l'environnement intérieur.

Le présent document indique (en partie) comment évaluer la contribution des produits et services du bâtiment aux économies d'énergie et à la performance énergétique globale des bâtiments.

Le présent document traite des méthodes pour évaluer les ponts thermiques qui provoquent une modification des flux thermiques et des températures de surface par rapport à ceux correspondant à une structure sans ponts thermiques. Ces flux thermiques et températures peuvent être déterminés avec une bonne précision par des calculs numériques selon l'ISO 10211. Toutefois, pour les ponts thermiques linéaires, il est souvent commode d'utiliser des méthodes simplifiées ou des valeurs tabulées pour avoir une estimation de leur coefficient linéique de transmission thermique.

Il est nécessaire d'inclure l'effet des ponts thermiques répétitifs faisant partie d'une paroi de bâtiment par ailleurs uniforme, comme les attaches pénétrant dans une couche d'isolation thermique ou les joints de mortier d'une maçonnerie légère, dans le calcul du coefficient de transmission thermique de la paroi de bâtiment considérée, conformément à l'ISO 6946.

Bien que cela ne soit pas traité par le présent document, les ponts thermiques peuvent également faire chuter les températures superficielles internes, ce qui crée un risque de condensation superficielle ou de développement de moisissures.

Le [Tableau 1](#) indique la position relative du présent document dans l'ensemble de normes PEB dans le cadre de la structure modulaire donnée dans l'ISO 52000-1.

NOTE 1 L'ISO/TR 52000-2 fournit le même tableau avec, pour chaque module, le numéro des normes PEB pertinentes et les rapports techniques associés qui sont publiés ou en cours d'élaboration.

NOTE 2 Les modules représentent des normes PEB, bien qu'une norme PEB puisse couvrir plusieurs modules et qu'un module puisse être couvert par plusieurs normes PEB, par exemple une méthode simplifiée et une méthode détaillée, respectivement. Voir aussi l'[Article 2](#) et les [Tableaux A.1](#) et [B.1](#).

**Tableau 1 — Position du présent document (en l'occurrence M2-5) dans la structure modulaire de l'ensemble de normes PEB**

Sous-module	Général		Bâtiment (en tant que tel)		Systèmes techniques du bâtiment									
	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Chauf-fage	Re-froidi-se-ment	Ven-tila-tion	Humi-difica-tion	Dés-humi-difica-tion	Eau chaude sanitaire	Éclairage	Automati-sation et régulation du bâtiment	PV, éco-lien, ...
subdiv. 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Généralités		Généralités		Généralités									
2	Termes et définitions courants; symboles, unités et indices		Besoins énergétiques du bâtiment		Besoins								a	
3	Applica-tions		Condi-tions à l'intérieur (libres) sans sys-tèmes		Charge et puis-sance maxi-males									
4	Manières d'exprimer la perfor-mance éner-gétique		Manières d'exprimer la perfor-mance éner-gétique		Manières d'exprimer la perfor-mance éner-gétique									
5	Catégories de bâti-ments et limites du bâtiment		Déperdi-tions par trans-mission	ISO 14683	Émission et régulation									
6	Occupation du bâtiment et conditions d'exploita-tion		Déperdi-tions par infiltra-tion et ventila-tion		Distribu-tion et régula-tion									
7	Agréga-tion des services éner-gétiques et vecteurs éner-gétiques		Apports de chaleur internes		Stockage et régula-tion									
8	Zonage du bâtiment		Apports solaires		Généra-tion et régula-tion									
9	Perfor-mance éner-gétique calculée		Dyna-mique du bâtiment (inertie thermique)		Réparti-tion de la charge et condi-tions d'exploita-tion									
10	Perfor-mance éner-gétique mesurée		Perfor-mance éner-gétique mesurée		Perfor-mance éner-gétique mesurée									

<sup>a</sup> Les modules en grisé ne sont pas applicables.

Tableau 1 (suite)

Sous-mo- dule	Général		Bâtiment (en tant que tel)		Systèmes techniques du bâtiment									
	Descrip- tions		Descrip- tions		Descrip- tions	Chauf- fage	Re- fro- dis- se- ment	Ven- tila- tion	Humi- difica- tion	Dés- humi- difica- tion	Eau chaude sani- taire	Éclai- rage	Automati- sation et régulation du bâtiment	PV, éolien, ...
subdiv. 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
11	Inspection		Inspection		Inspection									
12	Manières d'exprimer le confort intérieur				GTB									
13	Conditions de l'envi- ronnement extérieur													
14	Calcul éco- nomique													

<sup>a</sup> Les modules en grisé ne sont pas applicables.

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

ISO 14683:2017  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c941f011-7bad-469d-b9b8-8486de61e91a/iso-14683-2017>



# Ponts thermiques dans les bâtiments — Coefficient linéique de transmission thermique — Méthodes simplifiées et valeurs par défaut

## 1 Domaine d'application

Le présent document traite des méthodes simplifiées pour la détermination des flux thermiques à travers les ponts thermiques linéaires qui se produisent aux jonctions de parois de bâtiments.

Le présent document spécifie des exigences concernant les catalogues de ponts thermiques et les méthodes manuelles de calcul.

Les valeurs par défaut du coefficient linéique de transmission thermique sont indiquées dans l'[Annexe C](#).

NOTE Le [Tableau 1](#) de l'Introduction indique la position relative du présent document dans la série de normes PEB dans le contexte de la structure modulaire définie dans l'ISO 52000-1.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 7345, *Performance thermique des bâtiments et des matériaux pour le bâtiment — Grandeurs physiques et définitions*

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

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

ISO 13789, *Performance thermique des bâtiments — Coefficients de transfert thermique par transmission et par renouvellement d'air — Méthode de calcul*

ISO 52000-1, *Performance énergétique des bâtiments — Évaluation cadre PEB — Partie 1: Cadre général et modes opératoires*

NOTE 1 Les références par défaut à des normes PEB différentes de l'ISO 52000-1 sont identifiées par le numéro de code du module PEB et données à l'Annexe A (modèle normatif dans le Tableau A.1) et l'Annexe B (choix par défaut indiqué à titre informatif dans le Tableau B.1).

EXEMPLE Numéro de code de module PEB: M5-5 ou M5-5.1 (si le module M5-5 est subdivisé) ou M5-5/1 (s'il est fait référence à un article spécifique des documents traitant de M5-5).

NOTE 2 Dans le présent document il n'y a pas le choix de faire référence à d'autres normes PEB. La phrase et la note ci-dessus sont gardées pour maintenir une uniformité entre toutes les normes PEB.

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 7345 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:

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

**3.1**  
**pont thermique linéaire**

pont thermique dont une coupe transversale est uniforme selon l'un des trois axes orthogonaux

**3.2**  
**pont thermique ponctuel**

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

**3.3**  
**coefficient linéique de transmission thermique**

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

Note 1 à l'article: Le coefficient linéique de transmission thermique est une grandeur décrivant l'influence d'un pont thermique linéaire sur le flux thermique total à travers l'enveloppe du bâtiment.

**3.4**  
**coefficient ponctuel de transmission thermique**

flux thermique en régime stationnaire divisé par la différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre d'un pont thermique

Note 1 à l'article: Le coefficient ponctuel de transmission thermique est une grandeur décrivant l'influence d'un pont thermique ponctuel sur le flux thermique total à travers l'enveloppe du bâtiment.

**3.5**  
**coefficient de déperdition par transmission**

flux thermique dû à la transmission thermique à travers les matériaux d'un bâtiment, divisé par la différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de l'élément de construction

**3.6**  
**norme PEB**

norme satisfaisant aux exigences spécifiées dans l'ISO 52000-1, la CEN/TS 16628[4] et la CEN/TS 16629[5]

Note 1 à l'article: Ces trois documents PEB de base ont été élaborés dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange et viennent à l'appui des exigences essentielles de la Directive UE 2010/31/CE sur la performance énergétique des bâtiments. Plusieurs normes PEB et des documents connexes sont développés ou révisés dans le cadre du même mandat.

[SOURCE: ISO 52000-1:2017, 3.5.14]

## 4 Symboles et indices

### 4.1 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles indiqués dans l'ISO 52000-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

Symbole	Grandeur physique	Unité
<i>A</i>	aire	m <sup>2</sup>
<i>b</i>	largeur	m
<i>d</i>	épaisseur	m

Symbole	Grandeur physique	Unité
$H$	coefficient de déperdition	W/K
$l$	longueur	m
$R$	résistance thermique	$m^2 \cdot K/W$
$U$	coefficient de transmission thermique	$W/(m^2 \cdot K)$
$\theta$	température	$^{\circ}C$
$\lambda$	conductivité thermique utile	$W/(m \cdot K)$
$\Phi$	flux thermique	W
$\Psi$	coefficient linéique de transmission thermique	$W/(m \cdot K)$
$\chi$	coefficient ponctuel de transmission thermique	W/K

## 4.2 Indices

Pour les besoins du présent document, les indices indiqués dans l'ISO 52000-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

Indice	Définition
a	adjacent
d	directe
e	extérieur
g	sol
int	intérieur
oi	intérieur global
se	surface extérieure
si	surface intérieure
tr	transmission
u	espaces non conditionnés

## 5 Description de la méthode

### 5.1 Résultat

Les résultats obtenus avec le présent document sont le coefficient linéique et le coefficient ponctuel de transmission thermique des ponts thermiques.

### 5.2 Description générale

Le présent document décrit la méthode de calcul du coefficient linéique et du coefficient ponctuel de transmission thermique et fournit les valeurs par défaut.

### 5.3 Influence des ponts thermiques sur les déperditions totales

#### 5.3.1 Coefficient de déperdition par transmission

Entre des ambiances intérieure et extérieure ayant pour températures respectives  $\theta_{\text{int}}$  et  $\theta_e$ , le flux thermique par transmission à travers l'enveloppe du bâtiment,  $\Phi$ , est calculé à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

$$\Phi = H_{\text{tr}} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) \quad (1)$$

Le coefficient de déperdition par transmission,  $H_{\text{tr}}$ , est calculé à l'aide de la [Formule \(2\)](#):

$$H_{\text{tr}} = H_{\text{d}} + H_{\text{g}} + H_{\text{u}} + H_{\text{a}} \quad (2)$$

où

$H_{\text{d}}$  est le coefficient de déperdition par transmission directe à travers l'enveloppe du bâtiment défini par la [Formule \(3\)](#);

$H_{\text{g}}$  est le coefficient de déperdition par transmission à travers le sol calculé selon l'ISO 13370;

$H_{\text{u}}$  est le coefficient de déperdition à travers les espaces non conditionnés calculé selon l'ISO 13789;

$H_{\text{a}}$  est le coefficient de déperdition vers les bâtiments adjacents calculé selon l'ISO 13789.

#### 5.3.2 Coefficient linéique de transmission thermique

Le calcul du coefficient de déperdition par transmission inclut la contribution des ponts thermiques, conformément à la [Formule \(3\)](#):

$$H_{\text{d}} = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j \chi_j \quad (3)$$

où

$H_{\text{d}}$  est le coefficient de déperdition par transmission directe, en W/K;

$A_i$  est l'aire de l'élément  $i$  de l'enveloppe du bâtiment, en m<sup>2</sup>;

$U_i$  est le coefficient de transmission thermique de l'élément  $i$  de l'enveloppe du bâtiment, en W/(m<sup>2</sup>·K);

$l_k$  est la longueur du pont thermique linéaire  $k$ , en m;

$\Psi_k$  est le coefficient linéique de transmission thermique du pont thermique linéaire  $k$ , en W/(m·K);

$\chi_j$  est le coefficient ponctuel de transmission thermique du pont thermique ponctuel  $j$ , en W/K.

L'influence des ponts thermiques ponctuels (dans la mesure où ils résultent de l'intersection de ponts thermiques linéaires) peut souvent être négligée et le terme correctif correspondant peut être omis dans la [Formule \(3\)](#). Si, toutefois, il existe des ponts thermiques ponctuels significatifs, il convient alors de calculer les coefficients ponctuels de transmission thermique selon l'ISO 10211.

Les ponts thermiques linéaires sont généralement présents aux endroits suivants de l'enveloppe d'un bâtiment:

- aux jonctions de deux éléments extérieurs (coins des murs, mur au toit, mur au sol);
- aux jonctions de murs intérieurs avec les murs extérieurs et les toits;