

# NORME INTERNATIONALE

# ISO 13370

Troisième édition  
2017-06

---

---

## Performance thermique des bâtiments — Transfert de chaleur par le sol — Méthodes de calcul

*Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground —  
Calculation methods*



Please share your feedback about  
the standard. Scan the QR code  
with your phone or click the link  
[Customer Feedback Form](#)



Numéro de référence  
ISO 13370:2017(F)

© ISO 2017

## ISO 13370:2017(F)



### **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>v</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</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>2</b>
<b>4</b> <b>Symboles et indices</b> .....	<b>3</b>
4.1    Symboles.....	3
4.2    Indices.....	3
<b>5</b> <b>Description de la méthode</b> .....	<b>4</b>
5.1    Données de sortie.....	4
5.2    Description générale.....	4
5.3    Coefficients périodiques.....	5
<b>6</b> <b>Calcul du transfert thermique par le sol</b> .....	<b>5</b>
6.1    Données de sortie.....	5
6.2    Intervalles de calcul.....	6
6.3    Données d'entrée.....	7
6.4    Propriétés thermiques.....	8
6.4.1    Propriétés thermiques du sol.....	8
6.4.2    Propriétés thermiques des matériaux de construction.....	8
6.4.3    Résistances superficielles.....	8
6.5    Température intérieure et données climatiques.....	8
6.5.1    Température intérieure.....	8
6.5.2    Données climatiques.....	9
6.6    Coefficient de transmission thermique et flux thermique.....	9
6.6.1    Coefficient de transmission thermique.....	9
6.6.2    Ponts thermiques au bord du plancher.....	9
6.6.3    Calcul du flux thermique.....	10
6.6.4    Effet de la nappe phréatique.....	10
6.6.5    Cas particuliers.....	10
6.7    Paramètres utilisés dans les calculs.....	11
6.7.1    Dimension caractéristique du plancher.....	11
6.7.2    Épaisseur équivalente.....	11
<b>7</b> <b>Calcul des coefficients de transmission thermique</b> .....	<b>12</b>
7.1    Plancher sur terre-plein.....	12
7.2    Plancher sur vide sanitaire.....	13
7.3    Sous-sol chauffé.....	16
7.3.1    Généralités.....	16
7.3.2    Plancher de sous-sol.....	17
7.3.3    Murs du sous-sol.....	18
7.3.4    Transfert de chaleur à partir de l'ensemble du sous-sol.....	18
7.4    Sous-sol non chauffé.....	19
7.5    Sous-sol partiellement chauffé.....	19
7.6    Résistance thermique effective de la construction de plancher.....	20
<b>Annexe A (normative) Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Modèle</b> .....	<b>21</b>
<b>Annexe B (informative) Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Choix par défaut</b> .....	<b>25</b>
<b>Annexe C (normative) Calcul du flux thermique à travers le sol</b> .....	<b>28</b>
<b>Annexe D (normative) Plancher sur terre-plein avec isolation périphérique</b> .....	<b>34</b>

## **ISO 13370:2017(F)**

<b>Annexe E (informative) Flux thermique pour les zones périphérique et centrale d'un bâtiment</b> .....	<b>39</b>
<b>Annexe F (normative) Application aux programmes de calcul dynamique</b> .....	<b>40</b>
<b>Annexe G (normative) Ventilation des vides sanitaires</b> .....	<b>42</b>
<b>Annexe H (normative) Coefficients de transfert thermique périodique</b> .....	<b>45</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>51</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.

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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html)

Le présent document a été élaboré l'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 européen de normalisation (CEN) Comité technique CEN/TC 89, *Performances thermiques des bâtiments et composants pour le bâtiment*, 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 13370:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les modifications apportées dans cette troisième édition sont principalement rédactionnelles. Le présent document a été reformulé conformément à la CEN/TS 16629:2014. Des variables de sortie supplémentaires ont été introduites pour simplifier les liaisons entre le présent document et l'ISO 52016-1.

## ISO 13370:2017(F)

### Introduction

Le présent document fait partie d'une série 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 suivent des règles spécifiques pour assurer leur cohérence globale, leur univocité et leur transparence.

Toutes les normes PEB offrent une certaine souplesse en ce qui concerne les méthodes, les données d'entrée nécessaires et des références à d'autres normes PEB, par l'introduction d'un modèle normatif à l'[Annexe A](#) et à l'[Annexe B](#) avec des choix par défaut indiqués à titre informatif.

Pour l'utilisation correcte du présent document, un modèle normatif est donné à l'[Annexe A](#) afin de préciser ces choix. Les choix par défaut indiqués à titre informatif sont fournis à l'[Annexe B](#).

Le principal groupe cible du présent document sont les architectes, les ingénieurs et les autorités de réglementation).

Utilisation par ou pour les autorités de réglementation: Dans le cas où le document est utilisé dans le cadre des exigences légales nationales ou régionales, des choix obligatoires peuvent être donnés au niveau national ou régional pour ces applications spécifiques. Ces choix (les choix par défaut indiqués à titre informatif issus de l'[Annexe B](#) ou des choix adaptés aux besoins nationaux/régionaux, mais en tout cas suivant le modèle de l'[Annexe A](#)) peuvent être mis à la disposition comme annexe nationale ou comme document séparé (par exemple légal) (fiche de données nationale).

NOTE 1 Par conséquent dans ce cas:

- les autorités de réglementation spécifieront les choix;
- l'utilisateur individuel appliquera le document pour évaluer la performance énergétique d'un bâtiment et ainsi utiliser les choix effectués par les autorités de réglementation.

Les sujets abordés dans le présent document peuvent être soumis à une réglementation publique. La réglementation publique sur les mêmes sujets peut remplacer les valeurs par défaut fournies à l'[Annexe B](#). La réglementation publique 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, l'annexe nationale peut se référer aux textes juridiques lorsque des choix nationaux ont été faits par les autorités publiques. Des annexes nationales ou des fiches de données nationales différentes sont possibles pour des applications différentes.

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 politique ou de traditions nationales, que:

- les autorités nationales ou régionales préparent des fiches de données contenant les choix et les valeurs nationales ou régionales, selon le modèle de l'[Annexe A](#). Dans ce cas, une annexe nationale (par exemple NA) est recommandée, contenant une référence à ces feuilles de données;
- 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 des valeurs et des 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.

Des informations supplémentaires sont fournies dans le Rapport technique (ISO/TR 52019-2) qui accompagne le présent document.

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 est destiné aux spécialistes pour leur permettre de développer des méthodes de calcul horaire ou subhoraire pour les températures intérieures et/ou la charge calorifique et frigorifique et/ou la charge d'humidification d'une zone thermique d'un bâtiment.

Le présent document permet (en partie) d'évaluer la contribution des produits et services des bâtiments à la conservation de l'énergie et à la performance énergétique globale des bâtiments.

À la différence de l'ISO 6946, qui fournit la méthode de calcul du coefficient de transmission thermique des parois de bâtiments en contact avec l'air extérieur, le présent document traite des parois en contact thermique avec le sol. La frontière entre ces deux Normes internationales se situe au niveau de la surface du plancher intérieur, quand il s'agit de planchers sur terre-plein, de planchers sur vide sanitaire et de sous-sols non chauffés, et au niveau de la surface du sol extérieur, pour les sous-sols chauffés. En général, un terme tenant compte d'un pont thermique associé à une jonction mur/plancher est ajouté lorsqu'on calcule les déperditions totales d'un bâtiment suivant des méthodes comme celle de l'ISO 13789.

Le transfert thermique à travers le sol peut être déterminé au moyen de calculs numériques, qui permettent également d'analyser les ponts thermiques, y compris les jonctions mur/plancher, afin d'évaluer les températures superficielles intérieures minimales.

Le présent document fournit des méthodes qui tiennent compte de la nature tridimensionnelle du flux thermique dans le sol situé sous le bâtiment.

Les valeurs des coefficients de transmission thermique des planchers donnent des indications utiles pour comparer les propriétés isolantes des différents types de plancher; elles sont employées dans les réglementations sur le bâtiment de certains pays pour limiter les déperditions thermiques à travers les planchers.

Le coefficient de transmission thermique, bien qu'il soit défini pour un régime stationnaire, relie également le flux thermique moyen à l'écart moyen de température. Dans le cas des murs et des toitures qui sont exposés à l'air extérieur, il se produit quotidiennement des stockages et des déstockages de chaleur périodiques, en relation avec les variations journalières de température, mais, en moyenne, cela s'équilibre, et la déperdition de chaleur moyenne journalière peut être déterminée à partir de la valeur du coefficient de transmission thermique et de la moyenne journalière de l'écart entre les températures intérieure et extérieure. Pour les planchers et les murs de sous-sol en contact avec le sol, l'importante inertie thermique du sol occasionne cependant des flux thermiques périodiques en relation avec le cycle annuel des températures intérieure et extérieure. Le flux thermique en régime stationnaire est souvent une bonne approximation du flux thermique moyen pendant la période de chauffage.

Pour une évaluation détaillée des déperditions du plancher, on utilise, outre les valeurs en régime stationnaire, des coefficients de transfert thermique périodique annuel, qui sont des fonctions de la

## ISO 13370:2017(F)

capacité thermique du sol et de sa conductivité thermique, ainsi que l'amplitude des variations annuelles de la température mensuelle moyenne.

L'Annexe F fournit une méthode permettant de prendre en compte les transferts thermiques, vers et à partir du sol, dans les calculs effectués à de courts intervalles de temps (par exemple 1 h).

L'ISO/TR 52019-2 fournit des informations sur:

- les propriétés thermiques du sol;
- l'influence de l'écoulement de la nappe phréatique;
- les planchers au sol avec un système de chauffage ou de refroidissement intégré; et
- les planchers au sol des entrepôts frigorifiques;

ainsi que des exemples d'application illustrant l'utilisation des modes opératoires du présent document.

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 2 Le même tableau figure dans l'ISO/TR 52000-2 avec, pour chaque module, le numéro des normes PEB correspondantes et les rapports techniques associés qui sont publiés ou en cours d'élaboration.

NOTE 3 Les modules représentent des normes PEB, bien qu'une norme PEB puisse couvrir plus d'un module et qu'un module puisse être couvert par plusieurs normes PEB, par exemple une méthode simplifiée et détaillée respectivement. Voir également les Tableaux A.1 et B.1

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

Sous-module	Cadre		Bâtiment (en tant que tel)		Systèmes techniques du bâtiment									
	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	Humidification	Dés-humidification	Eau chaude sanitaire	Éclairage	Automatisation et régulation du bâtiment	Énergie photovoltaïque, éolienne, etc.
sous1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Généralités		Généralités		Généralités									
2	Termes et définitions, symboles, unités et indices communs		Besoins énergétiques du bâtiment		Besoins								a	
3	Applications		Conditions intérieures (libres) sans système		Charge et puissance maximales									
4	Manières d'exprimer la performance énergétique		Manières d'exprimer la performance énergétique		Manières d'exprimer la performance énergétique									
5	Catégories de bâtiments et limites des bâtiments		Transfert thermique par transmission	ISO 13370	Émission et régulation									

Tableau 1 (suite)

Sous-module	Cadre		Bâtiment (en tant que tel)		Systèmes techniques du bâtiment									
	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	Humidification	Dés-humidification	Eau chaude sanitaire	Éclairage	Automatisation et régulation du bâtiment	Énergie photovoltaïque, éolienne, etc.
sous1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
6	Occupation du bâtiment et conditions de fonctionnement		Transfert thermique par infiltration et ventilation		Distribution et régulation									
7	Agrégation de services énergétiques et vecteurs énergétiques		Apports de chaleur internes		Stockage et régulation									
8	Zonage du bâtiment		Apports solaires		Génération et régulation									
9	Performance énergétique calculée		Dynamique du bâtiment (masse thermique)		Répartition de la charge et conditions de fonctionnement									
10	Performance énergétique mesurée		Performance énergétique mesurée		Performance énergétique mesurée									
11	Inspection		Inspection		Inspection									
12	Manières d'exprimer le confort intérieur				Systèmes de gestion technique du bâtiment (GTB)									
13	Conditions de l'environnement extérieur													
14	Calculs économiques													

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



# Performance thermique des bâtiments — Transfert de chaleur par le sol — Méthodes de calcul

## 1 Domaine d'application

Le présent document décrit des méthodes de calcul des coefficients de transfert thermique et des flux thermiques des parois de bâtiments en contact avec le sol, comprenant les planchers sur terre-plein, les planchers sur vide sanitaire et les sous-sols. Il s'applique aux parois, ou portions de parois, se trouvant en dessous d'un plan horizontal dans l'enveloppe extérieure du bâtiment, qui est situé:

- au niveau de la surface du plancher intérieur, dans le cas de planchers sur terre-plein, de planchers sur vide sanitaire et de sous-sols non chauffés;

NOTE Pour certains cas, les dimensions extérieures définissent la limite à la surface inférieure de la dalle de plancher.

- au niveau de la surface du sol extérieur, dans le cas de sous-sols chauffés.

Le présent document comprend le calcul de la partie du transfert thermique correspondant au régime stationnaire (flux thermique moyen annuel), ainsi que de la partie du transfert thermique résultant des variations périodiques annuelles de la température (variations saisonnières du flux thermique autour de la moyenne annuelle). Ces variations saisonnières sont déterminées sur une base mensuelle. Le présent document n'est pas applicable à des périodes de temps plus courtes, sauf pour l'application aux programmes de simulation dynamique de l'[Annexe D](#).

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

ISO 14683, *Ponts thermiques dans les bâtiments — Coefficient linéique de transmission thermique — Méthodes simplifiées et valeurs par défaut*

ISO 52000-1:2017, *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).

## ISO 13370:2017(F)

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 de l'ISO 7345 et de l'ISO 52000-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

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

#### 3.1 plancher sur terre-plein

plancher dont la totalité de la surface repose directement sur le sol

#### 3.2 plancher sur vide sanitaire

plancher maintenu au-dessus du sol de façon à ménager un vide d'air entre le plancher et le sol

Note 1 à l'article: Ce vide d'air, également appelé espace sous plancher ou vide sanitaire, peut être ventilé ou non et ne fait pas partie du volume habitable.

#### 3.3 sous-sol

partie utilisable d'un bâtiment, située en tout ou partie sous le niveau du sol

Note 1 à l'article: Cet espace peut être chauffé ou non.

#### 3.4 épaisseur équivalente

<résistance thermique> épaisseur de sol (ayant la conductivité thermique du sol concerné) qui a la même résistance thermique que l'élément considéré

#### 3.5 coefficient de transfert thermique en régime stationnaire

flux thermique en régime stationnaire divisé par la différence de température entre les ambiances intérieure et extérieure

#### 3.6 coefficient de transfert thermique périodique intérieur

amplitude du flux thermique périodique divisée par l'amplitude de la température intérieure au cours d'un cycle annuel

#### 3.7 coefficient de transfert thermique périodique extérieur

amplitude du flux thermique périodique divisée par l'amplitude de la température extérieure au cours d'un cycle annuel

#### 3.8 dimension caractéristique du plancher

aire du plancher divisée par son demi-périmètre

#### 3.9 différence de phase

période de temps entre le maximum ou le minimum d'un cycle de température et le flux thermique maximal ou minimal correspondant

### 3.10 norme PEB

norme satisfaisant aux exigences spécifiées dans l'ISO 52000-1, le CEN/TS 16628[6] et le CEN/TS 16629[7]

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/UE sur la performance énergétique des bâtiments (DPEB). Plusieurs normes PEB ainsi que des documents associés 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

Symbole	Grandeur	Unité
$A$	aire du plancher	m <sup>2</sup>
$B$	dimension caractéristique du plancher	m
$d$	épaisseur équivalente totale	m
$z$	profondeur	m
$H$	coefficient de transfert thermique en régime stationnaire	W/K
$h$	hauteur de la surface du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur	m
$m$	numéro du mois (compris entre $m = 1$ pour janvier et $m = 12$ pour décembre)	—
$P$	périmètre exposé	m
$R$	résistance thermique	m <sup>2</sup> ·K/W
$U$	coefficient de transmission thermique entre les ambiances intérieure et extérieure	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$z$	profondeur du sous-sol en dessous du niveau du sol	m
$\Phi$	flux thermique	W
$\lambda$	conductivité thermique	W/(m·K)
$\delta$	profondeur de pénétration périodique	m
$\theta$	température	°C
$\Psi$	coefficient linéique de transmission thermique	W/(m·K)

### 4.2 Indices

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

adj	ajusté
an	annuel
b	sous-sol, sous le niveau du sol
bg	fondation, sous le niveau du sol; largeur
bsf	sous le plancher sur vide sanitaire
C	refroidissement
e	extérieur
ed	périphérie
eff	Effectif(ve) incluant l'effet de sol et/ou sous-sol)
f	plancher
fg	plancher sans isolation périphérique

## ISO 13370:2017(F)

g	sol
H	chauffage
ins	isolation
int	interne
m	mois; milieu (du bâtiment)
p	pression constante
pe	périodique extérieur
pi	périodique intérieur
sog	plancher sur terre-plein
si	surface intérieure
se	surface extérieure
sus	suspendu
ub	sous-sol non chauffé, incluant l'effet de plancher
ve	ventilation
vi	virtuel
w	paroi, mur
wf	jonction paroi/plancher
wg	mur, incluant l'effet de plancher
x	combiné (à travers les murs de l'espace sous plancher et par la ventilation de l'espace sous plancher)

## 5 Description de la méthode

### 5.1 Données de sortie

Les données de sortie du présent document sont la résistance thermique et le coefficient de transmission thermique des planchers à proximité du sol et des sous-sols, ainsi que les coefficients qui permettent de calculer les flux thermiques sur une base mensuelle.

### 5.2 Description générale

Le transfert de chaleur par le sol est caractérisé par:

- le flux thermique relatif à l'aire du plancher, dépendant de la construction du plancher;
- le flux thermique relatif au périmètre du plancher, dépendant des ponts thermiques en périphérie du plancher; et
- le flux thermique périodique annuel, également relatif au périmètre du plancher et résultant de l'inertie thermique du sol.

La partie en régime stationnaire, ou la moyenne annuelle, du transfert thermique doit être évaluée d'après l'une des méthodes suivantes:

- a) un calcul numérique tridimensionnel, donnant directement le résultat pour le plancher concerné: les calculs doivent être effectués conformément à l'ISO 10211. Le résultat s'applique uniquement aux dimensions du plancher modélisées;
- b) un calcul numérique bidimensionnel, avec un plancher de longueur infinie et dont la largeur est égale à la dimension caractéristique du plancher (aire du plancher divisée par son demi-périmètre, (voir [6.7.1](#)); les calculs doivent être effectués conformément à l'ISO 10211. Le résultat s'applique aux planchers dont la dimension caractéristique a été modélisée;

NOTE 1 En règle générale, les flux thermiques les plus importants se produisent près de la périphérie du plancher, et, dans la plupart des cas, la conversion du problème tridimensionnel en problème bidimensionnel — où la largeur du bâtiment est prise comme dimension caractéristique du plancher — n'engendre que des erreurs négligeables.

- c) le transfert thermique relatif à l'aire du plancher, calculé à l'aide des formules indiquées dans le présent document (voir [Article 7](#)), ainsi que les coefficients relatifs à la périphérie, obtenus, par exemple, à partir des coefficients linéiques de transmission thermique qui sont conformes à l'une des méthodes de l'ISO 14683 (méthode numérique, catalogues de ponts thermiques, calcul manuel ou valeurs par défaut).

NOTE 2 Le coefficient linéique de transmission thermique est calculé conformément à l'ISO 10211 ou obtenu à partir des tableaux. L'[Annexe A](#) de l'ISO 13789:2017 comprend un modèle permettant d'identifier les sources des valeurs tabulées de coefficient linéique de transmission thermique, fournissant des données pour les bâtiments existants, et d'identifier les ponts thermiques qui peuvent être ignorés, avec un choix par défaut fourni à titre informatif à l'[Annexe B](#).

Pour c), la partie du transfert thermique en régime stationnaire s'obtient à partir de la [Formule \(1\)](#):

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_{wf} \quad (1)$$

où

$H_g$  est le coefficient de transfert thermique en régime stationnaire par le sol, en W/K;

$A$  est l'aire du plancher, en m<sup>2</sup>;

$U$  est le coefficient de transmission thermique entre les ambiances intérieure et extérieure ( $U_{fg,sog}$ ,  $U_{fg,sus}$ ,  $U_{bg,eff}$  ou  $U_{ub}$ , selon le type de plancher; voir [Tableau 4](#)), en W/(m<sup>2</sup> K);

$P$  est le périmètre exposé, en m;

$\Psi_{wf}$  est le coefficient linéique de transmission thermique de la jonction paroi/plancher, en W/(m·K).

La méthode c) est applicable à un plancher de n'importe quelle taille ou forme.  $U$  dépend de la taille du plancher, mais  $\Psi_{wf}$  est indépendant des dimensions du plancher. La [Formule \(1\)](#) est modifiée dans le cas d'un sous-sol chauffé (voir [7.3.4](#)) et en cas d'application de l'[Annexe D](#) (voir [D.1](#)).

Un modèle permettant de définir si la méthode c) est autorisée est donné dans le [Tableau A.2](#), avec un choix par défaut donné à titre informatif dans le [Tableau B.2](#). Un modèle des valeurs  $U$  tabulées au [Tableau A.2](#), tandis qu'une liste par défaut est donnée à titre d'information dans le [Tableau B.2](#).

### 5.3 Coefficients périodiques

Le document prévoit différentes méthodes pour permettre de réaliser des différences de phase entre le cycle annuel de variation de la température et le flux thermique (voir [C.1](#)).

Un modèle permettant de définir la méthode à utiliser est donné dans le [Tableau A.3](#) tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.3](#).

## 6 Calcul du transfert thermique par le sol

### 6.1 Données de sortie

Les données de sortie sont répertoriées dans le [Tableau 2](#).

**ISO 13370:2017(F)**

**Tableau 2 — Données de sortie**

Description	Symbole	Unité	Module de destination ( <a href="#">Tableau 1</a> )	Intervalle de validité	Variable
Coefficient de transmission thermique du plancher sur terre-plein, effet du sol compris	$U_{fg;sog}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transmission thermique du plancher sur vide sanitaire, effet du sol compris	$U_{fg;sus}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transmission thermique des murs du sous-sol chauffé, effet du sol compris	$U_{wg;b}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transmission thermique des planchers du sous-sol chauffé, effet du sol compris	$U_{fg;b}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transmission thermique de l'ensemble du sous-sol chauffé, effet du sol compris	$U_{bg;eff}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transmission thermique du sous-sol non chauffé, effet du sol compris	$U_{ub}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique du plancher sur terre-plein	$R_{f;sog}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique du plancher sur vide sanitaire	$R_{f;sus}$	m <sup>2</sup> ·K/W	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique des murs du sous-sol	$R_{w;b}$	m <sup>2</sup> ·K/W	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique du plancher du sous-sol	$R_{f;b}$	m <sup>2</sup> ·K/W	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique effective de la construction de plancher (effet du sol compris)	$R_{f;eff}$	m <sup>2</sup> ·K/W	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transfert thermique du sol pour chaque mois	$H_{g;an,m}$	W/K	M2-5	> 0	Oui
Coefficient de transfert thermique du sol pour la saison de chauffage	$H_{g;H;adj}$	W/K	M2-5	> 0	Non
Coefficient de transfert thermique du sol pour la saison de refroidissement	$H_{g;C;adj}$	W/K	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique de 0,5 m de sol (pour les calculs dynamiques conformément à l' <a href="#">Annexe F</a> )	$R_g$	m <sup>2</sup> ·K/W	M2-5	> 0	Non
Capacité thermique de 0,5 m de sol (pour les calculs dynamiques conformément à l' <a href="#">Annexe F</a> )	$\kappa_g$	J/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-5	> 0	Non
Résistance thermique d'une couche virtuelle (pour les calculs dynamiques conformément à l' <a href="#">Annexe F</a> )	$R_{vi}$	m <sup>2</sup> ·K/W	M2-5	> 0	Non
Température virtuelle dans le sol pour chaque mois (pour les calculs dynamiques conformément à l' <a href="#">Annexe F</a> )	$\theta_{vi}$	°C	M2-5	—	Oui

**6.2 Intervalles de calcul**

Le calcul des coefficients périodiques et des flux thermiques s'applique à un intervalle de temps d'un mois. Pour d'autres grandeurs, les données d'entrée, la méthode et les données de sortie concernent un

régime stationnaire et sont supposées indépendantes des conditions réelles, telles que la température intérieure ou l'effet du vent ou du rayonnement solaire, il n'est donc pas nécessaire de considérer un intervalle de temps spécifique.

### 6.3 Données d'entrée

Les [Tableaux 3, 4, 5](#) et [6](#) répertorient les identifiants pour les données d'entrée requises pour le calcul.

**Tableau 3 — Identifiants des caractéristiques géométriques du bâtiment**

Nom	Symbole	Unité	Valeur	Plage	Source	Variable
Aire du plancher	$A$	m <sup>2</sup>	—	≥ 0	—	Non
Périmètre exposé	$P$	m	—	≥ 0	—	Non
Longueur des ponts thermiques linéiques $k$	$l_k$	m	—	≥ 0	—	Non
Épaisseur des murs de l'habitation	$d_{w,e}$	m	—	≥ 0	—	Non
Hauteur de la surface du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur	$h$	m	—	≥ 0	—	Non
Profondeur du sous-sol en dessous du niveau du sol	$z$	m	—	≥ 0	—	Non

**Tableau 4 — Identifiants des conditions aux limites du bâtiment**

Nom	Symbole	Unité	Valeur	Plage	Source	Variable
Température ambiante intérieure dans le bâtiment considéré	$\theta_{int}$	°C	—	0 à 50	—	Oui
Température de l'air extérieur	$\theta_e$	°C	—	-50 à 50	—	Oui
Température virtuelle du sol	$\theta_{vi,m}$	°C	—	0...∞	—	Oui

**Tableau 5 — Identifiants des caractéristiques thermiques de la structure du bâtiment**

Nom	Symbole	Unité	Valeur	Plage	Source	Variable
Coefficient de transmission thermique de l'élément $i$	$U_i$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	—	0 à 10	ISO 6946	Non
Coefficient linéique de transmission thermique associé à la jonction mur/plancher	$\Psi_k$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	—	0 à 10	ISO 14683 ou ISO 10211	Non

Le [Tableau 8](#) répertorie les identifiants des constantes.

**Tableau 6 — Identifiants des constantes**

Nom	Symbole	Unité	Valeur	Plage	Source	Variable
Capacité thermique massique de l'air à pression constante	$c_p$	Wh/(kg·K)	1 008	—	—	Non
Masse volumique de l'air (à 10 °C et une pression de 100 kPa)	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1,23	—	—	Non

## ISO 13370:2017(F)

### 6.4 Propriétés thermiques

#### 6.4.1 Propriétés thermiques du sol

Les valeurs par défaut sont données dans le [Tableau 7](#). Si le type de sol est inconnu, il convient d'utiliser la catégorie 2.

NOTE L'ISO/TR 52019-2 donne des informations sur la plage de valeurs des propriétés du sol.

**Tableau 7 — Propriétés thermiques du sol**

Catégorie	Description	Conductivité thermique $\lambda_g$ W/(m·K)	Capacité thermique volumique $\rho c$ J/(m <sup>3</sup> ·K)
1	argile ou limon	1,5	$3,0 \times 10^6$
2	sable ou gravier	2,0	$2,0 \times 10^6$
3	roche homogène	3,5	$2,0 \times 10^6$

Un modèle permettant de fournir les propriétés du sol est donné dans le [Tableau A.4](#), tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.4](#).

#### 6.4.2 Propriétés thermiques des matériaux de construction

Les valeurs de résistance thermique doivent être conformes à l'ISO 6946. Il convient que la résistance thermique des matériaux utilisés en dessous du niveau du sol tienne compte des conditions d'humidité et de température de l'application.

NOTE La capacité thermique des matériaux de construction utilisés dans les différents types de planchers est faible par rapport à celle du sol et elle n'est donc pas prise en compte.

#### 6.4.3 Résistances superficielles

Les valeurs de résistance superficielle doivent être conformes à l'ISO 6946.

La valeur de  $R_{si}$  s'applique aussi bien en haut qu'en bas d'un espace sous plancher.

### 6.5 Température intérieure et données climatiques

#### 6.5.1 Température intérieure

S'il existe des écarts de température entre les différents locaux ou les espaces immédiatement au-dessus du plancher, utiliser une moyenne spatiale. Pour calculer cette moyenne, il faut pondérer la température de chaque espace par l'aire de l'espace en contact avec le sol.

Le calcul des flux thermiques selon le présent document nécessite de connaître:

- a) la température intérieure moyenne annuelle; et
- b) si les variations de la température intérieure sont prises en compte, l'amplitude de la variation de la température intérieure par rapport à la moyenne annuelle; cette amplitude est définie comme étant la demi-différence entre les valeurs maximale et minimale de la température moyenne de chaque mois.

### 6.5.2 Données climatiques

Le calcul des flux thermiques selon le présent document nécessite de connaître:

- a) la température moyenne annuelle de l'air extérieur;
- b) si les variations de la température extérieure sont prises en compte, l'amplitude de la variation de la température de l'air extérieur par rapport à la moyenne annuelle; cette amplitude est définie comme étant la demi-différence entre les valeurs maximale et minimale de la température moyenne de chaque mois; et
- c) pour les planchers sur vide sanitaire à ventilation naturelle, la vitesse moyenne du vent mesurée à une hauteur de 10 m au-dessus du niveau du sol extérieur.

Si la température superficielle du sol est connue, elle peut être utilisée à la place de la température de l'air extérieur, afin de tenir compte des effets de la couverture de neige, des apports solaires à la surface du sol et/ou du rayonnement de grande longueur d'onde vers le ciel dégagé. Dans ce cas, il convient d'exclure  $R_{se}$  de toutes les formules.

Un modèle permettant de fournir les températures superficielles du sol est donné dans le [Tableau A.5](#), tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.5](#).

## 6.6 Coefficient de transmission thermique et flux thermique

### 6.6.1 Coefficient de transmission thermique

Les coefficients de transmission thermique des planchers et des sous-sols sont liés à la composante du transfert thermique en régime stationnaire. Des méthodes de calcul sont données dans [l'Article 7](#) pour les différents types de plancher et de sous-sol. Les formules utilisent la dimension caractéristique du plancher et l'épaisseur équivalente de l'isolation de plancher (voir [6.7](#)).

Si le coefficient des déperditions par transmission est requis pour le sol, il doit correspondre au coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire,  $H_g$ , calculé à l'aide de la [Formule \(1\)](#).

### 6.6.2 Ponts thermiques au bord du plancher

Les formules du présent document sont valables pour un plancher isolé, considéré indépendamment de toute interaction entre mur et plancher. De plus il est supposé que les propriétés thermiques du sol sont uniformes (exception faite des seuls effets de l'isolation périphérique).

En pratique, les jonctions mur/plancher pour les planchers sur terre-plein ne correspondent pas à cette situation idéale et donnent lieu à des effets de pont thermique. Il doit en être tenu compte dans les calculs des déperditions thermiques totales d'un bâtiment, en utilisant un coefficient linéique de transmission thermique,  $\Psi_{wf}$ .

NOTE Le coefficient linéique de transmission thermique dépend du système choisi pour la définition des dimensions du bâtiment (voir l'ISO 13789).

## ISO 13370:2017(F)

Les déperditions thermiques totales du bâtiment sont ensuite calculées à partir d'un plan de séparation qui se trouve

- au niveau de la face interne du plancher, pour les planchers sur terre-plein, planchers sur vide sanitaire et sous-sols non chauffés; ou
- au niveau de la surface du sol extérieur, dans le cas de sous-sols chauffés.

NOTE Pour certains cas, les dimensions extérieures définissent la limite à la surface inférieure de la dalle de plancher.

Il convient que le coefficient de transmission thermique des parois situées au-dessus du plan de séparation soit évalué selon des normes appropriées, telles que l'ISO 6946.

### 6.6.3 Calcul du flux thermique

Le flux thermique à travers le sol peut être calculé pour une période annuelle en utilisant uniquement le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire ou, pour une période saisonnière ou mensuelle, en utilisant des coefficients périodiques complémentaires, qui tiennent compte de l'inertie thermique du sol (voir [5.2](#)). Les formules pertinentes pour les coefficients périodiques sont données dans l'[Annexe C](#).

### 6.6.4 Effet de la nappe phréatique

L'effet de la nappe phréatique sur le transfert thermique est négligeable, sauf si elle est peu profonde avec un débit élevé. Ces conditions sont rarement réunies et le plus souvent il n'y a pas lieu de tenir compte de l'effet de la nappe phréatique.

Un modèle permettant de fournir les températures superficielles du sol est donné dans le [Tableau A.5](#), tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.5](#).

Lorsque la profondeur de la nappe d'eau en dessous du niveau du sol et le débit de la nappe phréatique sont connus, le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire,  $H_g$ , peut être multiplié par un facteur,  $G_w$ .

NOTE L'ISO/TR 52019-2 contient des valeurs indicatives de  $G_w$ .

Un modèle permettant de définir quand inclure l'effet de l'écoulement de la nappe phréatique est donné dans le [Tableau A.6](#) tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.6](#).

### 6.6.5 Cas particuliers

Les méthodes indiquées dans le présent document sont également applicables dans les situations suivantes, avec les modifications décrites dans les annexes correspondantes:

- le flux thermique pour les zones périphérique et centrale d'un plancher (voir [Annexe E](#));
- l'application à des programmes de simulation dynamique (voir [Annexe F](#)).

NOTE Pour les planchers des entrepôts frigorifiques et les planchers sur terre-plein avec système de chauffage intégré, voir l'ISO/TR 52019-2.

## 6.7 Paramètres utilisés dans les calculs

### 6.7.1 Dimension caractéristique du plancher

Étant donné le caractère tridimensionnel du flux thermique dans le sol, les formules du présent document sont exprimées en fonction de la «dimension caractéristique» du plancher,  $B$ , définie comme l'aire du plancher divisée par son demi-périmètre:

$$B = \frac{A}{0,5 \times P} \quad (2)$$

où

$B$  est la dimension caractéristique du plancher, en m;

$A$  est l'aire du plancher, en m<sup>2</sup>;

$P$  est le périmètre exposé, en m.

NOTE Pour un plancher de longueur infinie,  $B$  est la largeur du plancher; pour un plancher carré,  $B$  est la demi-longueur d'un côté.

Des détails de fondation particuliers, tels que l'isolation périphérique du plancher, sont considérés comme modifiant le flux thermique périphérique.

Dans le cas des sous-sols,  $B$  est calculée à partir de l'aire et du périmètre du plancher du sous-sol; le transfert de chaleur depuis le sous-sol contient un terme supplémentaire, fonction du périmètre et de la profondeur du plancher du sous-sol en dessous du niveau du sol.

Dans le présent document,  $P$  est la longueur totale du mur extérieur qui sépare le bâtiment chauffé de l'extérieur ou d'un espace non chauffé à l'extérieur du bâti isolé. Ainsi,

- pour un bâtiment entier,  $P$  désigne le périmètre total du bâtiment, et  $A$  l'aire totale du plancher au sol;
- pour calculer la déperdition de chaleur d'une partie d'un bâtiment (par exemple pour chaque habitation individuelle d'une rangée de maisons en bande),  $P$  comprend les longueurs des murs extérieurs qui séparent l'espace chauffé de l'extérieur, mais ne comprend pas les longueurs des murs qui séparent la partie considérée des autres parties chauffées du bâtiment, tandis que  $A$  représente l'aire au sol du plancher considéré; et
- il n'est pas tenu compte des espaces non chauffés en dehors du bâti isolé du bâtiment (comme les porches, les garages attenants ou les aires de stockage), pour déterminer  $P$  et  $A$  (mais la longueur du mur entre le bâtiment chauffé et l'espace non chauffé est comprise dans le périmètre; les déperditions par le sol sont évaluées comme s'il n'y avait pas d'espaces non chauffés).

### 6.7.2 Épaisseur équivalente

L'introduction du concept d'«épaisseur équivalente» permet de simplifier l'expression des coefficients de transmission thermique.

Une résistance thermique est représentée par son épaisseur équivalente, c'est-à-dire par l'épaisseur de sol ayant la même résistance thermique. Dans le présent document,

- $d_f$  désigne l'épaisseur équivalente des planchers; et
- $d_{w;b}$  désigne l'épaisseur équivalente des murs des sous-sols en dessous du niveau du sol.

Les coefficients de transfert thermique du sol en régime stationnaire sont fonction du rapport de l'épaisseur équivalente à la dimension caractéristique du plancher; les coefficients de transfert thermique périodique sont fonction du rapport de l'épaisseur équivalente à la profondeur de pénétration périodique.

## ISO 13370:2017(F)

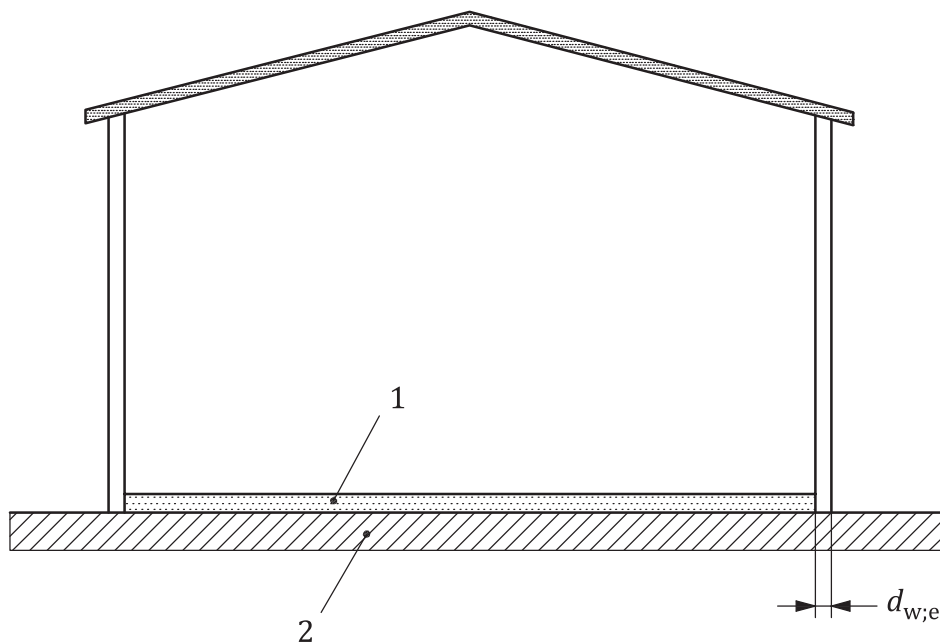
### 7 Calcul des coefficients de transmission thermique

#### 7.1 Plancher sur terre-plein

Tout plancher sur terre-plein est constitué d'une dalle en contact avec le sol sur la totalité de sa surface, qu'elle soit ou non supportée par le sol sur toute sa surface, et qui est située au niveau ou à proximité de la surface du sol extérieur (voir [Figure 1](#)). Cette dalle de plancher peut être:

- non isolée; ou
- uniformément isolée (au-dessus, en dessous ou à l'intérieur de la dalle) sur toute sa surface.

Si le plancher sur terre-plein est doté d'une isolation périphérique placée horizontalement et/ou verticalement, le coefficient de transmission thermique doit être corrigé au moyen des modes opératoires de l'[Annexe D](#).



#### Légende

- 1 dalle de plancher  
2 sol  
 $d_{w,e}$  épaisseur des murs extérieurs

**Figure 1 — Représentation schématique d'un plancher sur terre-plein**

Le coefficient de transmission thermique dépend de la dimension caractéristique du plancher,  $B$  [voir [6.7.1](#) et la [Formule \(2\)](#)], et de l'épaisseur équivalente totale,  $d_f$  (voir [6.7.2](#)), définie par la [Formule \(3\)](#):

$$d_f = d_{w,e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,sog} + R_{se}) \quad (3)$$

où

- $d_f$  est l'épaisseur équivalente totale, en m;  
 $d_{w,e}$  est l'épaisseur totale du mur, toutes les couches comprises, en m;  
 $\lambda_g$  est la conductivité thermique du sol, en  $W/(m \cdot K)$ ;

$R_{f;sog}$  est la résistance thermique de la dalle de plancher, qui comprend la résistance thermique de toutes les couches d'isolation continues situées au-dessus, en dessous ou à l'intérieur de la dalle de plancher, et celle de tout revêtement de sol, en  $m^2 K/W$ ;

$R_{si}$  est la résistance thermique superficielle intérieure, en  $m^2 K/W$ ;

$R_{se}$  est la résistance thermique superficielle extérieure, en  $m^2 K/W$ .

La résistance thermique des dalles en béton lourd et des revêtements de sol peu épais peut être négligée. Il est supposé que le blocage situé en dessous de la dalle a la même conductivité thermique que le sol et qu'il n'y a pas lieu de tenir compte de sa résistance thermique.

Pour calculer le coefficient de transmission thermique, on utilise la [Formule \(4\)](#) ou la [Formule \(5\)](#), selon l'isolation thermique du plancher.

Si  $d_f < B$  (planchers non isolés et modérément isolés),

$$U_{fg;sog} = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot B + d_f} \cdot \ln \left( \frac{\pi \cdot B}{d_f} + 1 \right) \quad (4)$$

Si  $d_f \geq B$  (planchers bien isolés),

$$U_{fg;sog} = \frac{\lambda_g}{0,457 \times B + d_f} \quad (5)$$

Pour les planchers bien isolés, la [Formule \(5\)](#) peut aussi avoir la forme:

$$U_{fg;sog} = \frac{1}{\left( R_{si} + R_f + R_{se} + d_{w;e} / \lambda_g \right) + R_{g;eff}} \quad (6)$$

où

$R_{g;eff}$  est la résistance thermique effective du sol, en  $m^2 K/W$ , obtenue par:

$$R_{g;eff} = \frac{0,457 \times B}{\lambda_g} \quad (7)$$

Le coefficient de transmission thermique doit être arrondi à deux chiffres significatifs, s'il est présenté comme résultat final. Les calculs intermédiaires doivent être effectués avec au moins trois chiffres significatifs.

NOTE Le coefficient de transmission thermique peut être faible pour les planchers de surface importante, nécessitant ainsi un nombre de décimales plus important.

Le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire entre les ambiances intérieure et extérieure s'obtient à partir de la [Formule \(1\)](#).

## 7.2 Plancher sur vide sanitaire

Un plancher sur vide sanitaire désigne n'importe quel type de plancher, par exemple sur solives ou à poutrelles et hourdis, maintenu au-dessus du sol (voir [Figure 2](#)). Le présent article traite du modèle de plancher sur vide sanitaire classique, dans lequel l'espace sous plancher est ventilé naturellement par l'air extérieur. En cas de ventilation mécanique du vide sanitaire, ou si le taux de renouvellement d'air est spécifié, voir l'[Annexe G](#).

## ISO 13370:2017(F)

Le coefficient de transmission thermique s'obtient par la [Formule \(8\)](#):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad (8)$$

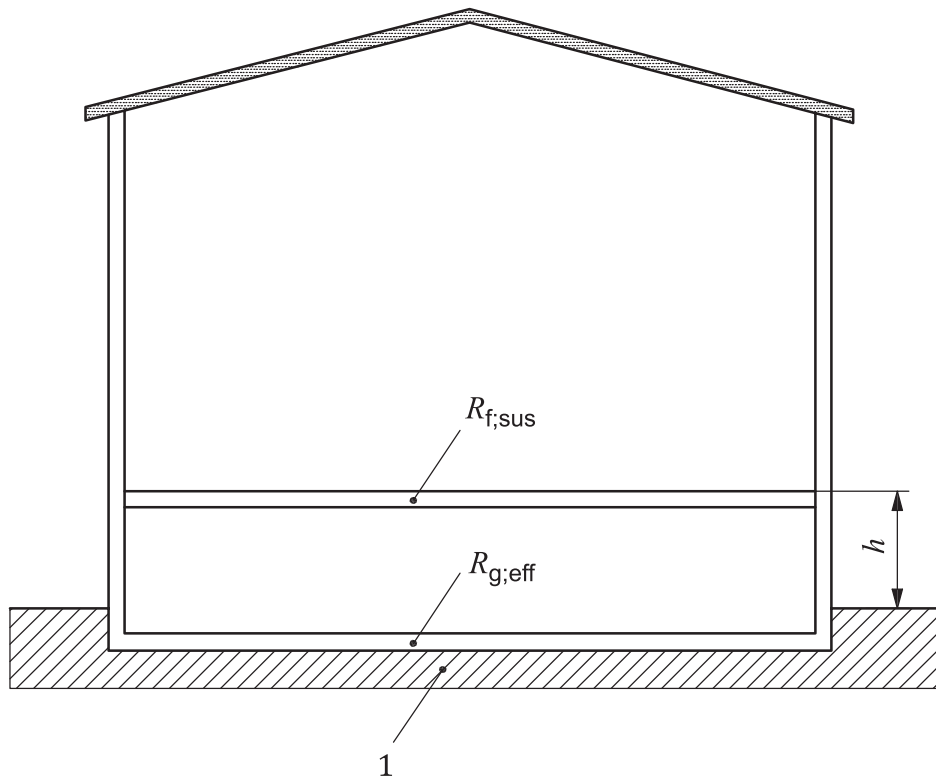
où

$U_{f;sus} = \frac{1}{R_{f;sus}}$  est le coefficient de transmission thermique de la partie du plancher sur vide sanitaire (entre l'ambiance intérieure et l'espace sous plancher), en  $W/(m^2 \cdot K)$ ;

$R_{f;sus}$  est la résistance thermique totale de la partie du plancher sur vide sanitaire, en  $m^2 \cdot K/W$ , calculée conformément à l'ISO 6946, incluant l'effet des ponts thermiques présents dans les différentes couches du plancher et tenant compte des résistances superficielles conformément à [6.4.3](#);

$U_g = \frac{1}{R_{g;eff}}$  est le coefficient de transmission thermique correspondant au flux thermique à travers le sol, en  $W/(m^2 \cdot K)$ ;

$U_x$  est un coefficient de transmission thermique équivalent entre l'espace sous plancher et l'extérieur, qui correspond au flux thermique à travers les murs du vide sanitaire et à celui résultant de la ventilation du vide sanitaire, en  $W/(m^2 \cdot K)$ .



### Légende

- 1 sol
- $h$  hauteur de la surface du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur
- $R_{f;sus}$  résistance thermique de la construction de plancher
- $R_{g;eff}$  résistance thermique effective du sol

Figure 2 — Représentation schématique d'un plancher sur vide sanitaire

Le calcul de  $U_{f,sus}$  doit prendre en compte l'effet de tout pont thermique. Ce calcul peut être effectué conformément à l'ISO 6946 ou par une méthode numérique. Dans le cas d'une surface à basse émissivité du côté inférieur du plancher, la résistance superficielle peut être modifiée en utilisant le mode opératoire indiqué dans l'ISO 6946. Les résistances superficielles pour un flux thermique descendant s'appliquent pour le cas d'un bâtiment chauffé, et les résistances superficielles pour un flux thermique ascendant s'appliquent dans le cas d'un bâtiment refroidi.

Calculer  $U_g$  à partir des [Formules \(2\), \(9\) et \(10\)](#):

$$d_g = d_{w,e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,ins} + R_{se}) \quad (9)$$

$$U_g = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot B + d_f} \cdot \ln \left( \frac{\pi \cdot B}{d_f} + 1 \right) \quad (10)$$

où

$R_{f,ins}$  est la résistance thermique de toute isolation disposée sur le sol du vide sanitaire, en  $m^2 \cdot K/W$ ;

$d_g$  est l'épaisseur équivalente du sol sous le plancher suspendu, en  $m^2 \cdot K/W$ .

Si le vide sanitaire atteint une profondeur moyenne de plus de 0,5 m en dessous du niveau du sol, calculer  $U_g$  en utilisant la [Formule \(G.2\)](#).

Si l'isolation périphérique est appliquée autour du sol du vide sanitaire, modifier  $U_g$  selon la [Formule \(D.3\)](#).

Obtenir  $U_x$  de la [Formule \(11\)](#):

$$U_x = 2 \times \frac{h \cdot U_w}{B} + 1450 \times \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B} \quad (11)$$

où

$h$  est la hauteur de la surface du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur, en m;

$U_w$  est le coefficient de transmission thermique des murs du vide sanitaire situés au-dessus du niveau du sol, en  $W/(m^2 \cdot K)$ , calculé conformément à l'ISO 6946;

$\varepsilon$  est l'aire des ouvertures de ventilation divisée par le périmètre du vide sanitaire, en  $m^2/m$ ;

$v$  est la vitesse moyenne du vent à 10 m de hauteur, en m/s;

$f_w$  est le facteur de protection contre le vent.

Si  $h$  varie le long du périmètre du plancher, sa valeur moyenne est utilisée dans la [Formule \(11\)](#).

L'[Annexe G](#) fournit des formules pour le calcul de la température moyenne du vide sanitaire.

Le facteur de protection contre le vent établit une relation entre la vitesse du vent à 10 m de hauteur (en l'absence d'obstacle) et celle près du sol, en tenant compte de la protection assurée par les bâtiments adjacents, etc. Des valeurs représentatives sont fournies au [Tableau 8](#).

## ISO 13370:2017(F)

**Tableau 8 — Valeurs du facteur de protection contre le vent**

Catégorie	Emplacement	Exemple	Facteur de protection contre le vent $f_w$
1	Abrité	Centre-ville	0,02
2	Moyen	Banlieue	0,05
3	Exposé	Milieu rural	0,10

Le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire entre les ambiances intérieure et extérieure s'obtient à partir de la [Formule \(1\)](#).

Un modèle permettant de définir les facteurs de protection contre le vent est donné dans le [Tableau A.7](#), tandis que des choix par défaut sont donnés à titre d'information dans le [Tableau B.7](#).

### 7.3 Sous-sol chauffé

#### 7.3.1 Généralités

Les modes opératoires indiqués pour les sous-sols s'appliquent aux bâtiments dans lesquels une partie de l'espace habitable se trouve en dessous du niveau du sol (voir [Figure 3](#)). Les formules données en [7.3.2](#) à [7.3.4](#) s'appliquent au transfert thermique entre l'ambiance intérieure d'un sous-sol chauffé et l'ambiance extérieure. La base du calcul est la même que pour les planchers sur terre-plein, mais en tenant compte

- de la profondeur,  $z$ , du plancher du sous-sol en dessous du niveau du sol; et
- de la différence éventuelle des niveaux d'isolation des murs du sous-sol et de son plancher.

Si  $z$  varie le long du périmètre du bâtiment, sa valeur moyenne est utilisée dans les calculs.

NOTE 1 Si  $z = 0$ , les formules se réduisent à celles indiquées en [7.1](#), paragraphe relatif aux planchers sur terre-plein.

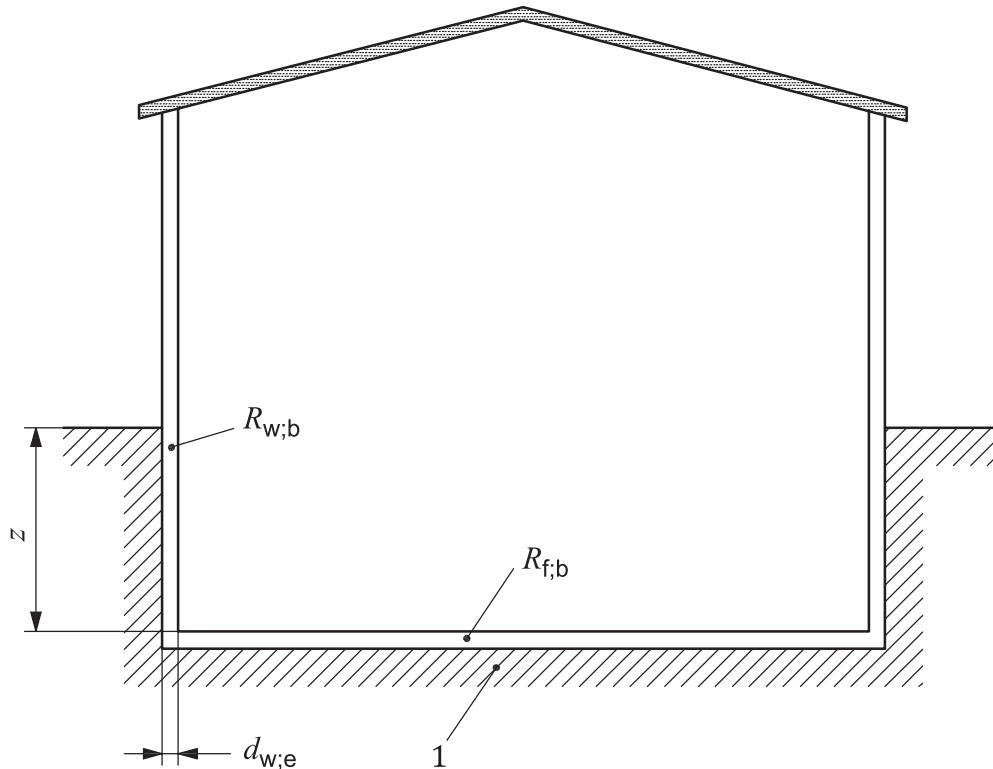
Le présent document ne couvre pas directement le cas d'un bâtiment possédant en partie un plancher sur terre-plein et en partie un sous-sol. Toutefois, il est possible d'évaluer approximativement les déperditions totales par le sol d'un tel bâtiment, en considérant que le sous-sol couvre la totalité de la surface du bâtiment, mais avec une profondeur égale à la moitié de la profondeur réelle de la partie en sous-sol.

Un modèle permettant de définir si cette approximation est autorisée est donné dans le [Tableau A.8](#), tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.8](#).

NOTE 2 Les sous-sols partiellement chauffés sont traités en [7.5](#).

Les modes opératoires décrits donnent la totalité du flux thermique à travers le sol, c'est-à-dire celui passant à travers le plancher du sous-sol et à travers les murs du sous-sol sous le niveau du sol.

NOTE 3 Les parties de murs situées au-dessus du niveau du sol sont évaluées par leur coefficient de transmission thermique, calculé conformément à l'ISO 6946.



### Légende

- 1 sol
- $R_{f;b}$  résistance thermique de la construction de plancher
- $R_{w;b}$  résistance thermique des murs du sous-sol, toutes couches comprises
- $d_{w;e}$  épaisseur des murs extérieurs
- $z$  profondeur du sous-sol en dessous du niveau du sol

Figure 3 — Représentation schématique d'un sous-sol chauffé

### 7.3.2 Plancher de sous-sol

Pour déterminer  $U_{f;b}$ , calculer la dimension caractéristique du plancher du sous-sol en utilisant la [Formule \(2\)](#) et inclure toute isolation du plancher du sous-sol dans l'épaisseur équivalente totale,  $d_{w;e}$ , donnée par la [Formule \(12\)](#):

$$d_f = d_{w;e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f;b} + R_{se}) \quad (12)$$

où

$d_f$  est l'épaisseur équivalente totale, en m;

$d_{w;e}$  est l'épaisseur totale des murs du bâtiment au niveau du sol, toutes les couches comprises, en m;

$R_{f;b}$  est la résistance thermique de la dalle de plancher, qui comprend la résistance thermique de toutes les couches d'isolation continues situées au-dessus, en dessous ou à l'intérieur de la dalle de plancher, et celle de tout revêtement de sol, en  $m^2 \cdot K/W$ ;

## ISO 13370:2017(F)

$R_{si}$  est la résistance thermique superficielle intérieure, en  $m^2 \cdot K/W$ ;

$R_{se}$  est la résistance thermique superficielle extérieure, en  $m^2 \cdot K/W$ ;

$\lambda_g$  est la conductivité thermique du sol, en  $W/(m \cdot K)$ .

La résistance thermique des dalles en béton lourd et des revêtements de sol peu épais peut être négligée. Il est supposé que le blocage situé en dessous de la dalle a la même conductivité thermique que le sol et qu'il y a lieu de négliger sa résistance thermique.

La [Formule \(13\)](#) ou la [Formule \(14\)](#) est utilisée, selon l'isolation thermique du plancher du sous-sol.

Si  $(d_f + 0,5 \times z) < B$  (planchers de sous-sol non isolés et modérément isolés),

$$U_{fg;b} = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot B + d_f + 0,5 \times z} \cdot \ln \left( \frac{\pi \cdot B}{d_f + 0,5 \times z} + 1 \right) \quad (13)$$

Si  $(d_f + 0,5 \times z) \geq B$  (planchers de sous-sol bien isolés),

$$U_{fg;b} = \frac{\lambda_g}{0,457 \times B + d_f + 0,5 \times z} \quad (14)$$

### 7.3.3 Murs du sous-sol

$U_{wg;b}$  dépend de l'épaisseur équivalente totale des murs du sous-sol,  $d_{w;b}$ , donnée par la [Formule \(15\)](#):

$$d_{w;b} = \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{w;b} + R_{se}) \quad (15)$$

où  $R_{w;b}$  est la résistance thermique des murs du sous-sol, toutes les couches comprises, et les autres symboles sont définis à [l'Article 4](#).

Obtenir  $U_{wg;b}$  à partir de la [Formule \(16\)](#):

$$U_{wg;b} = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot z} \cdot \left( 1 + \frac{0,5 \times d_f}{d_f + z} \right) \cdot \ln \left( \frac{z}{d_{w;b}} + 1 \right) \quad (16)$$

La formule de calcul de  $U_{wg;b}$  utilise à la fois  $d_{w;b}$  et  $d_f$ . Elle n'est valable que si  $d_{w;b} \geq d_f$ , ce qui est généralement le cas. Néanmoins, si  $d_{w;b} < d_f$ , il convient alors de remplacer  $d_f$  par  $d_{w;b}$  dans la [Formule \(16\)](#).

### 7.3.4 Transfert de chaleur à partir de l'ensemble du sous-sol

Le coefficient de transmission thermique effectif qui caractérise l'ensemble du sous-sol en contact avec le sol est

$$U_{bg;eff} = \frac{A \cdot U_{fg;b} + z \cdot P \cdot U_{wg;b}}{A + z \cdot P} \quad (17)$$

La [Formule \(1\)](#) pour le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire entre les ambiances intérieure et extérieure est modifiée pour inclure le sous-sol et  $H_g$  est donné par la [Formule \(18\)](#).

$$H_g = A \cdot U_{fg;b} + z \cdot P \cdot U_{wg;b} + P \cdot \Psi_{w;f} \quad (18)$$

NOTE La [Formule \(18\)](#) permet d'obtenir le flux thermique provenant de l'ensemble du sous-sol. Les transferts de chaleur à travers le plancher et les murs du sous-sol sont liés et, par conséquent, les deux premiers termes de la [Formule \(18\)](#), du flux thermique respectivement à travers le plancher et les murs, sont des approximations.

## 7.4 Sous-sol non chauffé

Les formules données dans le présent paragraphe s'appliquent au transfert thermique entre l'ambiance intérieure et l'ambiance extérieure à travers un sous-sol non chauffé ventilé depuis l'extérieur.

Le coefficient de transmission thermique entre les ambiances intérieure et extérieure,  $U_{ub}$ , est donné par la [Formule \(19\)](#):

$$\frac{1}{U_{ub}} = \frac{1}{U_{f,sus}} + \frac{A}{(A \cdot U_{fg;b}) + (z \cdot P \cdot U_{wg;b}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (c_p \cdot \rho \cdot n \cdot V)} \quad (19)$$

où

$U_{f,sus}$  est le coefficient de transmission thermique du plancher (entre l'ambiance intérieure et le sous-sol), en  $W/(m^2 \cdot K)$ ;

$U_w$  est le coefficient de transmission thermique des murs du sous-sol au-dessus du niveau du sol, en  $W/(m^2 \cdot K)$ ;

$h$  est la hauteur des murs du sous-sol au-dessus du niveau du sol, en m;

$c_p$  est la capacité thermique massique de l'air à pression constante, en  $Wh/(kg \cdot K)$ ;

$\rho$  est la masse volumique de l'air, en  $kg/m^3$ ;

$n$  est le taux de renouvellement d'air du sous-sol, en volumes d'air par heure;

$V$  est le volume d'air du sous-sol, en  $m^3$ .

En l'absence d'informations spécifiques, il est possible d'utiliser une valeur de  $n = 0,3$  volume d'air par heure.

Calculer  $U_{f,sus}$  et  $U_w$  conformément à l'ISO 6946.

Calculer  $U_{fg;b}$  et  $U_{wg;b}$  conformément à [7.3](#).

NOTE La température moyenne dans le sous-sol peut être calculée au moyen de la méthode décrite à l'[Annexe G](#).

Le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire entre les ambiances intérieure et extérieure s'obtient à partir de la [Formule \(1\)](#).

## 7.5 Sous-sol partiellement chauffé

Pour les sous-sols partiellement chauffés, les flux thermiques sont calculés par le mode opératoire suivant:

- calculer le flux thermique pour un sous-sol entièrement chauffé;
- calculer le flux thermique pour un sous-sol non chauffé;
- pour déterminer le flux thermique pour un sous-sol partiellement chauffé, appliquer les flux thermiques obtenus en a) et b) proportionnellement aux aires respectivement en contact avec le sol des parties chauffées et non chauffées du sous-sol.

## ISO 13370:2017(F)

### 7.6 Résistance thermique effective de la construction de plancher

Dans les méthodes de calcul en régime transitoire, des flux thermiques ou des températures dans les bâtiments, utilisant un intervalle de temps d'une heure au maximum, la résistance thermique effective de la construction de plancher (effet du sol compris) est calculée comme suit:

$$R_{f,eff} = \frac{1}{U} - R_{si} \quad (20)$$

où

$R_{f,eff}$  est la résistance thermique effective de la construction de plancher (effet du sol compris), en  $m^2 \cdot K/W$ ;

$U$  est le coefficient de transmission thermique du plancher tel que calculé en [7.1](#), [7.2](#), [7.3](#) ou [7.4](#), en  $W/(m^2 \cdot K)$ .

NOTE  $U$  comprend l'effet moyen annuel du sol.

## Annexe A (normative)

### Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Modèle

#### A.1 Généralités

Le modèle de l'[Annexe A](#) du présent document doit être utilisé pour spécifier les choix entre les méthodes, les données d'entrée requises et les références à d'autres documents.

NOTE 1 Le respect du présent modèle ne suffit pas à garantir la cohérence des données.

NOTE 2 Des choix par défaut sont indiqués à titre informatif à l'[Annexe B](#). D'autres valeurs et d'autres choix peuvent être imposés par des réglementations nationales/régionales. Si les valeurs et les choix par défaut de l'[Annexe B](#) ne sont pas adoptés en raison des réglementations, des politiques ou des traditions nationales, il est prévu que:

- les autorités nationales ou régionales préparent des fiches de données contenant les choix et les valeurs nationales ou régionales, conformément au modèle de l'[Annexe A](#); ou
- par défaut, l'organisme national de normalisation ajoutera ou inclura une annexe nationale (Annexe NA) au présent document, conformément au modèle de l'[Annexe A](#), qui fournit les choix et les valeurs nationales ou régionales, conformément à leurs aux documents juridiques.

NOTE 3 Le modèle de l'[Annexe A](#) convient à différentes applications (conception d'un nouveau bâtiment, certification d'un bâtiment neuf, rénovation ou certification d'un bâtiment existant, par exemple) et à différents types de bâtiments (petits ou grands, simples ou complexes, etc.). Une distinction peut être établie entre les valeurs et les choix pour les différentes applications ou différents types de bâtiment:

- en ajoutant des colonnes ou des lignes (une par application), si le modèle le permet;
- en incluant plusieurs versions d'un tableau (une par application) et en les numérotant en séquence a, b, c, etc. Par exemple: Tableau NA.3a, Tableau NA.3b;
- en élaborant des fiches techniques nationales ou régionales différentes pour la même norme. Si plusieurs annexes nationales sont ajoutées à la norme, elles seront numérotées en séquence (Annexe NA, Annexe NB, Annexe NC...).

NOTE 4 Il est possible d'ajouter, dans la section «Introduction» d'une fiche technique nationale ou régionale, des informations sur les réglementations nationales/régionales en vigueur, par exemple.

NOTE 5 Pour certaines données d'entrée qui doivent être acquises par l'utilisateur, une fiche technique conforme au modèle de l'Annexe A peut contenir une référence aux modes opératoires nationaux d'évaluation des données nécessaires. Par exemple à un protocole d'évaluation national comprenant des arbres de décision, des tableaux et des pré-calculs.

Les champs grisés des tableaux font partie du modèle et ne sont par conséquent pas destinés à accueillir des données d'entrée.

#### A.2 Références

Les références, identifiées par le numéro de code du module, sont données dans le [Tableau A.1](#).

## ISO 13370:2017(F)

**Tableau A.1 — Références**

Référence	Document de référence <sup>a</sup>	
	Numéro	Titre
Mx-y <sup>b</sup>	...	...
	...	...

<sup>a</sup> Si une référence couvre plus d'un document, les références peuvent être différenciées.  
<sup>b</sup> Dans le présent document, aucune référence n'est faite à d'autres normes PEB. Le tableau est conservé pour assurer l'uniformité entre l'ensemble des normes PEB.

### A.3 Sélection des méthodes

**Tableau A.2 — Choix des méthodes de calcul (voir 5.2)**

Élément	Choix
Méthode c) en 5.2 autorisée?	Oui/Non.
Si oui, méthode pour les ponts thermiques.	Calcul numérique. Catalogue de ponts thermiques. Calcul manuel. Valeurs par défaut.
Si oui, valeurs <i>U</i> -tabulées (en entrée de la Formule (1) autorisées pour les bâtiments existants?	Si oui, fournir une liste avec les types de construction et les valeurs <i>U</i> correspondantes, par exemple en fonction de l'année de construction.

**Tableau A.3 — Prise en compte du déphasage (voir 5.3 et C.1)**

Élément	Choix
Méthode de calcul du flux thermique par le sol.	Une parmi: a) calcul du flux thermique au sol séparément pour chaque mois; b) calcul du flux thermique au sol moyen pendant la saison de chauffage; c) calcul du flux thermique annuel au sol.

### A.4 Données d'entrée et sélections

**Tableau A.4 — Propriétés thermiques du sol (voir 6.4.1)**

Élément	Choix
Différenciation des catégories de sol.	Oui/Non.  Si oui, préciser le mode opératoire utilisé pour classer la catégorie de sol (texte libre).  Si non, indiquer la catégorie de sol (1, 2 ou 3; voir Tableau 9).
Propriétés thermiques du sol.	Soit: a) des valeurs spécifiques, qui peuvent être données pour différents emplacements; soit b) se reporter au Tableau 9.

**Tableau A.5 — Températures superficielles du sol (voir 6.5.2)**

Élément	Choix
Température superficielle du sol.	Soit: a) des valeurs spécifiques, qui peuvent être données pour différents emplacements; soit b) utiliser la température de l'air extérieur.

**Tableau A.6 — Écoulement de la nappe phréatique (voir 6.6.4)**

Élément	Choix
Écoulement de la nappe phréatique.	Soit: a) non autorisé pour l'écoulement de la nappe phréatique; soit b) prendre en compte les détails des emplacements de l'écoulement de la nappe phréatique ainsi que la profondeur de la nappe d'eau, la vitesse moyenne d'écoulement de la nappe phréatique et une référence à l'ISO/TR 52019-2 ou à une autre méthode de calcul.

**Tableau A.7 — Facteurs de protection contre le vent (voir 7.2)**

Élément	Choix
Différenciation de la catégorie d'emplacement (pour les facteurs de protection contre le vent).	Oui/Non. Si oui, préciser le mode opératoire utilisé pour classer la catégorie d'emplacement (texte libre). Si non, indiquer la catégorie d'emplacement (1, 2 ou 3; voir Tableau 10).
Facteurs de protection contre le vent.	Soit: a) des valeurs spécifiques, qui peuvent être données pour différents emplacements; soit b) se reporter au Tableau 10.

**Tableau A.8 — Sous-sols partiels (voir 7.3.1)**

Élément	Choix
Approximation pour les sous-sols partiels en 7.3.1 autorisée?	Oui/Non.

**Tableau A.9 — Numéro des mois (voir C.2)**

Élément	Choix
Numéro du mois avec la température extérieure minimale.	Valeur (mois entier ou fraction de mois). Peut être indiquée pour différents emplacements.

## ISO 13370:2017(F)

**Tableau A.10 — Isolation périphérique (voir [D.1](#))**

Élément	Choix
Modes opératoires de l' <a href="#">Annexe D</a> autorisés pour l'isolation périphérique de la dalle de plancher?	Oui/Non.

## Annexe B (informative)

### Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Choix par défaut

#### B.1 Généralités

Le modèle de l'[Annexe A](#) du présent document doit être utilisé pour spécifier les choix entre les méthodes, les données d'entrée requises et les références à d'autres documents.

NOTE 1 Il n'est pas suffisant de suivre ce modèle pour garantir la cohérence des données.

NOTE 2 Des choix par défaut sont indiqués à titre informatif à l'[Annexe B](#). D'autres valeurs et choix peuvent être imposés par des réglementations nationales/régionales. Si les valeurs et les choix par défaut de l'[Annexe B](#) ne sont pas adoptés en raison des réglementations nationales/régionales, des politiques ou des traditions nationales, il est prévu que:

- les autorités nationales ou régionales préparent des fiches de données contenant les choix et les valeurs nationales ou régionales, conformément au modèle de l'[Annexe A](#); ou
- par défaut, l'organisme national de normalisation ajoutera ou inclura une annexe nationale (Annexe NA) au présent document, conformément au modèle de l'[Annexe A](#), qui fournit les choix et les valeurs nationales ou régionales, conformément à leurs autres documents juridiques.

NOTE 3 Le modèle de l'[Annexe A](#) est applicable à différentes applications (par exemple la conception d'un bâtiment neuf, la certification d'un bâtiment neuf, la rénovation d'un bâtiment existant, la certification d'un bâtiment existant) et pour différents types de bâtiments (par exemple de petits bâtiments simples et de grands bâtiments complexes). Une distinction entre les valeurs et les choix pour différents types d'applications ou de bâtiment pourrait être faite:

- en ajoutant des colonnes ou des lignes (une pour chaque application), si le modèle le permet;
- en incluant plusieurs versions d'un tableau (une pour chaque application), numérotées consécutivement a, b, c... Par exemple: Tableau NA.3a, Tableau NA.3b;
- en établissant des fiches de données nationales/régionales différentes pour la même norme. Dans le cas d'une annexe nationale à la norme, elles seront numérotées consécutivement (Annexe NA, Annexe NB, Annexe NC...).

NOTE 4 Il est possible d'ajouter des informations dans la section «Introduction» d'une fiche de données nationale/régionale, par exemple sur les réglementations nationales/régionales applicables.

NOTE 5 Pour certaines valeurs d'entrée devant être acquises par l'utilisateur, une fiche technique suivant le modèle de l'[Annexe A](#) pourrait contenir une référence aux modes opératoires nationaux d'évaluation des données d'entrée nécessaires. Par exemple, la référence à un protocole d'évaluation national comprenant des arbres de décision, des tableaux et des pré-calculs.

Les champs grisés dans les tableaux font partie du modèle et ne peuvent par conséquent pas être renseignés.

#### B.2 Références

Les références, identifiées par le numéro de code du module, sont données dans le Tableau B.1.

## ISO 13370:2017(F)

**Tableau B.1 — Références**

Référence	Document de référence <sup>a</sup>	
	Numéro	Titre
M <sub>x</sub> -y <sup>b</sup>	...	...
	...	...

<sup>a</sup> Si une référence couvre plus d'un document, la référence peut être différenciée.  
<sup>b</sup> Dans le présent document, il n'y a pas de sélection d'autres normes PEB. Le tableau est gardé pour maintenir une uniformité entre toutes les normes PEB.

### B.3 Sélection des méthodes

**Tableau B.2 — Choix des méthodes de calcul (voir 5.2)**

Élément	Choix
Méthode c) en 5.2 autorisée?	Oui.
Si oui, méthode pour les ponts thermiques?	Valeurs par défaut (ISO 14683).
Si oui, valeurs <i>U</i> -tabulées (en entrée de la <a href="#">Formule (1)</a> autorisées pour les bâtiments existants?	Une liste avec les types de construction et les valeurs <i>U</i> correspondantes, par exemple en fonction de l'année de construction, dépend des traditions de construction et des exigences en matière de performance thermique ou énergétique nationales/régionales en vigueur l'année de la construction.

**Tableau B.3 — Prise en compte du déphasage (voir 5.3 et C.1)**

Élément	Choix
Méthode de calcul du flux thermique à travers le sol.	Calcul du flux thermique annuel moyen.

### B.4 Données d'entrée et choix par défaut

**Tableau B.4 — Propriétés thermiques du sol (voir 6.4.1)**

Élément	Choix
Différenciation des catégories de sol.	Non. Utiliser la catégorie 2 dans le Tableau 9.
Propriétés thermiques du sol	Utiliser le Tableau 9

**Tableau B.5 — Températures superficielles du sol (voir 6.5.2)**

Élément	Choix
Température superficielle du sol.	Utiliser la température de l'air extérieur.

**Tableau B.6 — Écoulement de la nappe phréatique (voir 6.6.4)**

Élément	Choix
Écoulement de la nappe phréatique.	Non autorisé pour l'écoulement de la nappe phréatique.

**Tableau B.7 — Facteurs de protection contre le vent (voir 7.2)**

Élément	Choix
Différenciation de la catégorie d'emplacement (pour les facteurs de protection contre le vent).	Non Utiliser la catégorie 2 dans le Tableau 10.
Facteurs de protection contre le vent.	Utiliser le Tableau 10.

**Tableau B.8 — Sous-sols partiels (voir 7.3.1)**

Élément	Choix
Approximation pour les sous-sols partiels en 7.3.1 autorisée?	Oui.

**Tableau B.9 — Numéro des mois (voir C.2)**

Élément	Choix
Numéro du mois avec la température extérieure minimale.	$\tau = 1$ dans l'hémisphère nord et $\tau = 7$ dans l'hémisphère sud.
NOTE $\tau = 1$ suppose que la température minimale soit enregistrée à la mi-janvier et la température maximale à la mi-juillet, et $\tau = 7$ suppose l'opposé, ce qui est une bonne approximation pour de nombreux climats.	

**Tableau B.10 — Isolation périphérique (voir D.1)**

Élément	Choix
Modes opératoires de l'Annexe D autorisés pour l'isolation périphérique de la dalle de plancher?	Oui.

## Annexe C (normative)

### Calcul du flux thermique à travers le sol

#### C.1 Méthodes de calcul

Trois méthodes de calcul du flux thermique,  $\Phi$ , sont disponibles:

- calcul du flux thermique au sol séparément pour chaque mois (voir [C.2](#) et [C.3](#));
- calcul du flux thermique au sol moyen pendant la saison de chauffage ou de la saison de refroidissement (voir [C.4](#));
- calcul du flux thermique au sol moyen annuel (voir [C.5](#)).

Un modèle permettant de définir la méthode à utiliser est donné dans le [Tableau A.3](#) tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.3](#).

NOTE La méthode peut dépendre de l'objet du calcul et de la précision avec laquelle il est nécessaire ou pertinent d'évaluer le flux thermique au sol.

#### C.2 Flux thermique mensuel en utilisant des variations sinusoïdales de température

Pour tenir compte de l'effet de l'importante inertie thermique du sol, le transfert de chaleur est représenté par une composante en régime stationnaire (ou composante moyenne) et par une composante périodique annuelle. La composante en régime stationnaire est liée à la différence entre la température intérieure moyenne annuelle et la température extérieure moyenne annuelle. La composante périodique est liée à l'amplitude de la variation des températures intérieure et extérieure autour de leurs valeurs moyennes respectives.

La variation des températures intérieure et extérieure autour de leurs valeurs moyennes annuelles est sinusoïdale, comme cela est indiqué ci-dessous:

$$\theta_{\text{int},m} = \bar{\theta}_{\text{int}} - \hat{\theta}_{\text{int}} \cdot \cos \left[ 2\pi \cdot \left( \frac{m - \tau}{12} \right) \right] \quad (\text{C.1})$$

$$\theta_{\text{e},m} = \bar{\theta}_{\text{e}} - \hat{\theta}_{\text{e}} \cdot \cos \left[ 2\pi \cdot \left( \frac{m - \tau}{12} \right) \right] \quad (\text{C.2})$$

où

$\theta_{\text{int},m}$  est la température intérieure moyenne mensuelle pour le mois  $m$ , en °C;

$\bar{\theta}_{\text{int}}$  est la température intérieure moyenne annuelle, en °C;

$\hat{\theta}_{\text{int}}$  est l'amplitude des variations de la température intérieure moyenne mensuelle, en K (définie en [6.5.1](#));

$\theta_{\text{e},m}$  est la température extérieure moyenne mensuelle pour le mois  $m$ , en °C;

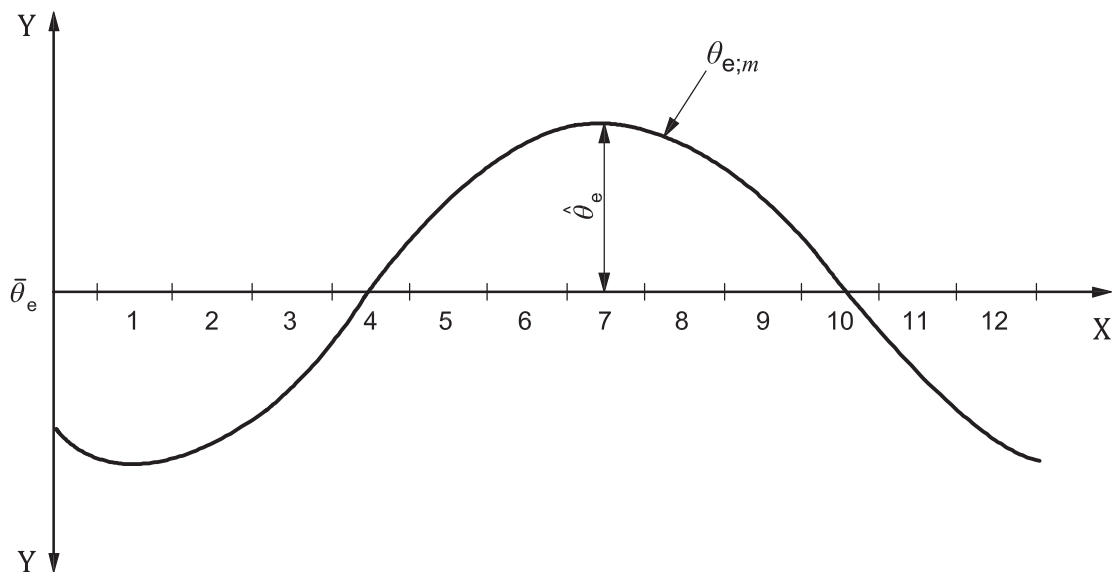
- $\bar{\theta}_e$  est la température extérieure moyenne annuelle, en °C;
- $\hat{\theta}_e$  est l'amplitude des variations de la température extérieure moyenne mensuelle, en K (définie en 6.5.2);
- $m$  est le numéro du mois (compris entre  $m = 1$  pour janvier et  $m = 12$  pour décembre);
- $\tau$  est le numéro du mois pendant lequel la température extérieure minimale a lieu (le cas échéant,  $\tau$  peut être exprimé en nombre décimal).

Il convient d'évaluer  $\tau$  sur la base de la température extérieure moyenne de chaque mois, en négligeant les fluctuations à plus court terme. On peut utiliser les informations climatologiques du pays ou de la région concernée, exprimées en mois entiers ou en fraction de mois selon l'information disponible.

Un modèle permettant de définir les facteurs de protection contre le vent est donné dans le [Tableau A.7](#), tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.7](#).

NOTE 1 Seules la température moyenne annuelle et l'amplitude annuelle sont nécessaires pour effectuer les calculs. Ces grandeurs peuvent être obtenues à partir des valeurs mensuelles.

Les définitions de  $\bar{\theta}_e$  et  $\hat{\theta}_e$  sont illustrées à la [Figure C.1](#). On procède de la même façon pour la température intérieure.



**Légende**

- X numéro du mois,  $m$  (compris entre  $m = 1$  pour janvier et  $m = 12$  pour décembre)
- Y température,  $\theta$
- $\bar{\theta}_e$  température extérieure moyenne annuelle
- $\hat{\theta}_e$  amplitude des variations de la température extérieure moyenne mensuelle
- $\theta_{e,m}$  température extérieure moyenne mensuelle pour le mois  $m$

**Figure C.1 — Illustration de la variation de la température extérieure au cours de l'année (dans l'hémisphère nord)**

## ISO 13370:2017(F)

Le flux thermique moyen au cours du mois  $m$  est alors donné par

$$\Phi_m = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) - H_{\text{pi}} \cdot \hat{\theta}_{\text{int}} \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{m - \tau + \alpha}{12}\right) + H_{\text{pe}} \cdot \hat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{m - \tau - \beta}{12}\right) \quad (\text{C.3})$$

où

- $\Phi_m$  est le flux thermique moyen au cours du mois  $m$ , en W;
- $H_g$  est le coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire, en W/K;
- $H_{\text{pi}}$  est le coefficient de transfert thermique périodique intérieur, en W/K;
- $H_{\text{pe}}$  est le coefficient de transfert thermique périodique extérieur, en W/K;
- $\bar{\theta}_{\text{int}}$  est la température intérieure moyenne annuelle, en °C;
- $\hat{\theta}_{\text{int}}$  est l'amplitude des variations de température intérieure moyenne mensuelle, en K;
- $\bar{\theta}_e$  est la température extérieure moyenne annuelle, en °C;
- $\hat{\theta}_e$  est l'amplitude des variations de température extérieure moyenne mensuelle, en K;
- $\alpha$  est l'avance du cycle du flux thermique par rapport à celui de la température intérieure, en mois;
- $\beta$  est le retard du cycle du flux thermique par rapport à celui de la température extérieure, en mois;
- $\tau$  est le numéro du mois pendant lequel la température extérieure minimale a lieu.

$H_{\text{pi}}$  et  $H_{\text{pe}}$  prennent en compte l'effet des ponts thermiques en périphérie du plancher. S'ils sont calculés sans l'effet du transfert thermique relatif à la périphérie, le terme  $P\Psi_g$  doit être ajouté à chacun d'eux (voir [5.2](#)).

NOTE 2 Le cycle périodique du flux thermique est en avance sur la variation de température intérieure et en retard sur la variation de température extérieure. Dans le présent document,  $\alpha$  et  $\beta$  sont tous deux des nombres positifs; l'avance et le retard sont pris en compte dans l'écriture de la [Formule \(C.3\)](#).

Pour les calculs détaillés de  $H_{\text{pe}}$ , voir l'ISO 10211.

L'[Annexe H](#) donne les formules pratiques pour calculer les coefficients  $H_{\text{pi}}$  et  $H_{\text{pe}}$  et les différences de phase  $\alpha$  et  $\beta$ .

La [Formule \(C.3\)](#) suppose que la variation annuelle de la température intérieure est telle que  $\theta_{\text{int}}$  est plus basse en hiver qu'en été. Dans le cas contraire, il convient de considérer que le signe de  $\theta_{\text{int}}$  est négatif.

NOTE 3 Pour les calculs basés sur l'hypothèse d'une température intérieure constante,  $\theta_{\text{int}} = 0$  et  $H_{\text{pi}}$  n'a pas à être pris en compte.

### C.3 Flux thermique mensuel en utilisant les températures mensuelles moyennes

Le flux thermique mensuel est fourni par

$$\Phi_m = U \cdot A \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) + P \cdot \Psi_{\text{wf}} \cdot (\theta_{\text{int},m} - \theta_{e,m}) - H_{\text{pi}} \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \theta_{\text{int},m}) + H_{\text{pe}} \cdot (\bar{\theta}_e - \theta_{e,m}) \quad (\text{C.4})$$

où il est supposé que les différences de phase,  $\alpha$  et  $\beta$  (voir [C.2](#)), sont égales à zéro et où  $U$  et  $A$  font référence aux constructions en contact avec le sol.

## C.4 Flux thermique moyen au cours de la saison de chauffage ou de la saison de refroidissement

Pour les calculs des déperditions de chaleur saisonnières, il est généralement possible de ne pas tenir compte de l'effet du déphasage entre le flux thermique et les variations de température. Le flux thermique moyen au sol pendant la saison de chauffage est alors déterminé à partir de la moyenne des termes en cosinus dans la [Formule \(C.3\)](#) pendant la saison de chauffage:

$$\bar{\Phi} = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) - \gamma \cdot H_{\text{pi}} \cdot \hat{\theta}_{\text{int}} + \gamma \cdot H_{\text{pe}} \cdot \hat{\theta}_e \quad (\text{C.5})$$

où la valeur de  $\gamma$ , qui dépend de la durée de la saison de chauffage, est fournie par la [Formule \(C.6\)](#):

$$\gamma = \frac{12}{n \cdot \pi} \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi}{12}\right) \quad (\text{C.6})$$

où  $n$  est le nombre de mois de la saison de chauffage.

La [Formule \(C.5\)](#) suppose que la variation annuelle de la température intérieure est telle que  $\theta_i$  est plus basse en hiver qu'en été. Dans le cas contraire, il convient de considérer que le signe de  $\hat{\theta}_{\text{int}}$  est négatif.

NOTE Pour les calculs basés sur l'hypothèse d'une température intérieure constante,  $\hat{\theta}_i = 0$  et  $H_{\text{pi}}$  n'a pas à être pris en compte.

La [Formule \(C.5\)](#) convient pour le calcul des déperditions sur une base saisonnière plutôt que mensuelle.

La [Formule \(C.5\)](#) peut également être utilisée pour les calculs de déperditions effectués sur une base mensuelle, dans le cas où il n'est pas nécessaire de connaître la variation mensuelle des déperditions par le sol. On considère alors les déperditions par le sol comme un terme constant, ce qui conduit à surestimer ces déperditions aux extrémités de la saison de chauffage et à les sous-estimer au milieu de la saison de chauffage.

Le flux thermique moyen pendant la saison de refroidissement est calculé de la même façon:

$$\bar{\Phi} = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) + \gamma \cdot H_{\text{pi}} \cdot \hat{\theta}_{\text{int}} - \gamma \cdot H_{\text{pe}} \cdot \hat{\theta}_e \quad (\text{C.7})$$

avec  $\gamma$  obtenu à partir de la [Formule \(C.6\)](#), en utilisant les numéros de mois de la saison de refroidissement pour  $n$ .

## C.5 Flux thermique moyen annuel

Si  $\hat{\theta}_{\text{int}}$ ,  $\hat{\theta}_e$  ou la durée de la saison de chauffage ne sont pas connus, ou s'il suffit de connaître approximativement les pertes par le sol, on peut considérer que le flux thermique au sol est un terme constant égal à la composante en régime stationnaire:

$$\bar{\Phi} = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) \quad (\text{C.8})$$

Cette approximation est souvent suffisante, surtout si la saison de chauffage est longue ou si  $\hat{\theta}_i$  et  $\hat{\theta}_e$  produisent des effets inverses sur le flux thermique.

## ISO 13370:2017(F)

### C.6 Flux thermique mensuel maximal

Le flux thermique mensuel maximal est fourni par:

$$\Phi_{\max} = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) + H_{pe} \cdot \hat{\theta}_e \quad (\text{C.9})$$

NOTE Cette expression correspond à une température intérieure constante et à une contribution maximale de la variation de la température extérieure.

### C.7 Coefficient de transfert thermique du sol mensuel comme donnée d'entrée des calculs mensuels de la balance thermique dans un bâtiment

NOTE 1 Les grandeurs du présent paragraphe sont destinées à être utilisées dans la méthode de calcul mensuelle de l'ISO 52016-1. Voir l'[Annexe F](#) pour les quantités de données d'entrée de la méthode de calculs toutes les heures de l'ISO 52016-1.

Le coefficient de transfert thermique du sol au mois  $m$ ,  $H_{g;\text{an};m}$ , est donné par:

$$H_{g;\text{an};m} = \frac{\Phi_m}{\theta_{\text{int}} - \theta_e} \quad (\text{C.10})$$

NOTE 2 La différence moyenne annuelle de température est utilisée dans la [Formule \(C.10\)](#), car la différence entre les températures intérieure et extérieure peut être égale à zéro. Il est prévu que  $H_{g;\text{an};m}$  soit utilisé avec la différence entre la température intérieure au mois  $m$  et la température moyenne annuelle extérieure.

Des valeurs saisonnières ajustées à la différence moyenne de température sur la saison de chauffage sont données par la [Formule \(C.11\)](#).

$$H_{g;H;\text{adj}} = \frac{\sum H_{g;\text{an};m}}{6} \times \frac{\sum (\theta_{\text{int};m;H} - \theta_{e;m;H})}{6 \cdot (\theta_{\text{int};\text{an}} - \theta_{e;\text{an}})} \quad (\text{C.11})$$

où  $mH$  représente la somme d'octobre à mars (hémisphère nord), ou d'avril à septembre (hémisphère sud).

Les valeurs saisonnières ajustées à la différence de température moyenne tout au long de la saison de refroidissement sont données par la [Formule \(C.12\)](#):

$$H_{g;C;\text{adj}} = \frac{\sum H_{g;\text{an};m}}{6} \times \frac{\sum (\theta_{\text{int};m;C} - \theta_{e;m;C})}{6 \cdot (\theta_{\text{int};\text{an}} - \theta_{e;\text{an}})} \quad (\text{C.12})$$

où  $mC$  représente la somme d'avril à septembre (hémisphère nord), ou d'octobre à mars (hémisphère sud).

NOTE 3  $H_{g;H;\text{adj}}$  et  $H_{g;C;\text{adj}}$  sont destinés au calcul de la constante de temps du bâtiment ou de la zone climatisée.

## C.8 Transfert thermique total au cours de la saison de chauffage ou la saison de refroidissement

Le transfert thermique total par le sol est l'intégrale du flux thermique, qui peut être représentée par une somme des valeurs mensuelles:

$$Q = \sum_{m=m_1}^{m_2} Q_m \quad (\text{C.13})$$

$$Q_m = 86\,400 \times N_m \cdot \Phi_m \quad (\text{C.14})$$

où

$Q$  est le transfert thermique total, en J;

$Q_m$  est le transfert thermique au cours du mois  $m$ , en J;

$N_m$  est le nombre de jours du mois  $m$ ;

$\Phi_m$  est le flux thermique au cours du mois  $m$ , en W;

$m_1$  est le premier mois de la saison de chauffage ou de refroidissement;

$m_2$  est le dernier mois de la saison de chauffage ou de refroidissement;

86 400 est le nombre de secondes dans un jour.

Dans le cas d'un flux thermique moyen calculé à partir de la [Formule \(C.4\)](#) ou de la [Formule \(C.7\)](#):

$$Q = 86\,400 \times N \cdot \Phi \quad (\text{C.15})$$

où  $N$  est le nombre total de jours de la saison de chauffage.

## Annexe D (normative)

### Plancher sur terre-plein avec isolation périphérique

#### D.1 Généralités

Un plancher sur terre-plein peut être doté d'une isolation périphérique placée horizontalement ou verticalement le long de son périmètre. Les formules données dans la présente annexe s'appliquent lorsque la largeur ou la profondeur de l'isolation périphérique,  $D$ , est petite comparée à la largeur du bâtiment.

Des méthodes numériques peuvent être utilisées comme alternative. Si les calculs numériques du coefficient linéique de transmission thermique prennent en compte l'effet de toute isolation périphérique, les calculs effectués conformément à la présente annexe ne doivent pas être cumulés.

Un modèle pour des restrictions sur l'utilisation de la méthode dans cette annexe est présenté dans le [Tableau A.10](#), un choix par défaut étant donné à titre d'information dans le [Tableau B.10](#).

L'effet de l'isolation périphérique est assimilé au coefficient linéique de transmission thermique,  $\Psi_{g,ed}$ , obtenu conformément à [D.2](#) pour l'isolation périphérique horizontale ou conformément à [D.3](#) pour l'isolation périphérique verticale. Les fondations de faible masse volumique, dont la conductivité thermique est inférieure à celle du sol, sont assimilées à une isolation périphérique verticale. La valeur de  $\Psi_{g,ed}$  est négative.

Si les fondations comportent plusieurs éléments d'isolation périphérique (verticaux ou horizontaux, intérieurs ou extérieurs),  $\Psi_{g,ed}$  est calculé au moyen des modes opératoires indiqués ci-après pour chaque type d'isolation, et le résultat donnant la déperdition de chaleur la plus faible est retenu.

NOTE 1 Les formules indiquées dans la présente annexe permettent d'obtenir de bonnes estimations de l'effet de l'adjonction d'une isolation périphérique à des planchers non isolés. Elles sous-estiment l'effet de l'adjonction d'une isolation périphérique à un plancher déjà isolé, mais elles peuvent néanmoins être utilisées: l'effet de l'isolation périphérique sera au moins égal à l'effet prévu.

Les [Formules \(D.5\)](#) et [\(D.6\)](#) font intervenir l'épaisseur équivalente supplémentaire résultant de cette isolation,  $d'$ , définie par:

$$d' = R' \lambda \quad (D.1)$$

où  $R'$  est la résistance thermique supplémentaire introduite par l'isolation périphérique (ou les fondations), c'est-à-dire la différence entre la résistance thermique de cette isolation et la résistance thermique du sol (ou de la dalle) qu'il remplace:

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda} \quad (D.2)$$

où

$R_n$  est la résistance thermique de l'isolation périphérique horizontale ou verticale (ou des fondations), en  $m^2 \cdot K/W$ ;

$d_n$  est l'épaisseur de cette isolation (ou des fondations), en m.

Lorsque  $\Psi_{g,ed}$  est pris en compte dans le calcul, la [Formule \(1\)](#) est remplacée par:

$$H_g = (A \cdot U) + P \cdot (\Psi_{wf} + \Psi_{g,ed}) \quad (D.3)$$

Pour les calculs en régime stationnaire, l'effet de l'isolation périphérique peut être pris en compte dans le coefficient de transmission thermique du plancher, en utilisant la [Formule \(D.4\)](#).

$$U_{fg;sog} = U_{fg;sog;0} + \frac{2 \cdot \Psi_{g,ed}}{B} \quad (D.4)$$

où  $U_{fg;sog;0}$  est le coefficient de transmission thermique du plancher sans isolation périphérique; auquel cas la [Formule \(1\)](#) s'applique pour le calcul du coefficient de transfert thermique du sol en régime stationnaire.

NOTE 2 Toute isolation continue de la dalle de plancher est prise en compte dans les calculs de  $U_0$ .

NOTE 3  $\Psi_g$  et  $\Psi_{g,ed}$  sont tous deux compris dans  $H_{pi}$  et  $H_{pe}$  (voir [Annexe C](#)).

## D.2 Isolation périphérique horizontale

La [Formule \(D.5\)](#) s'applique à une isolation placée horizontalement autour du périmètre du plancher (voir [Figure D.1](#)):

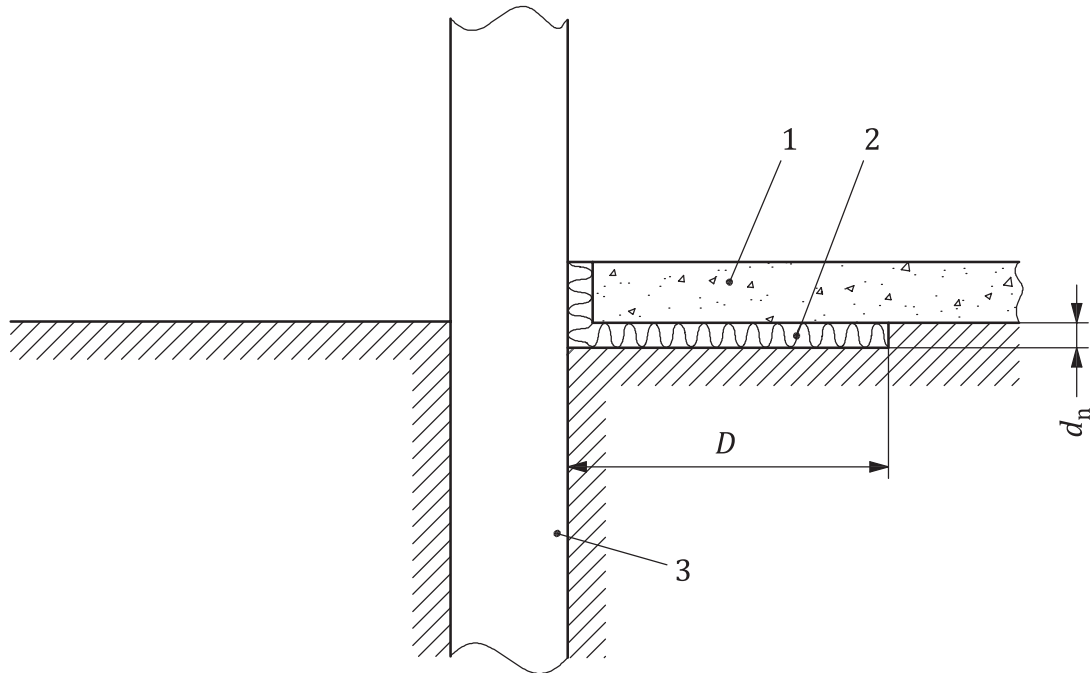
$$\Psi_{g,ed} = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{D}{d_{f;sog}} + 1 \right) - \ln \left( \frac{D}{d_{f;sog} + d'} + 1 \right) \right] \quad (D.5)$$

où

$D$  est la largeur de l'isolation périphérique horizontale, en m;

$d'$  est tel que défini dans la [Formule \(D.1\)](#).

## ISO 13370:2017(F)



### Légende

- 1 dalle de plancher
- 2 isolation périphérique horizontale
- 3 mur de fondation
- $d_n$  épaisseur de l'isolation périphérique (ou des fondations)
- $D$  largeur de l'isolation périphérique horizontale

**Figure D.1 — Représentation schématique de l'isolation périphérique horizontale**

La [Figure D.1](#) montre une isolation périphérique placée sous la dalle. La [Formule \(D.5\)](#) s'applique également à une isolation périphérique horizontale, placée au-dessus de la dalle ou à l'extérieur du bâtiment.

### D.3 Isolation périphérique verticale

La [Formule \(D.6\)](#) s'applique à une isolation placée verticalement en dessous du sol, le long du périmètre du plancher (voir [Figure D.2](#)), et aux fondations constituées de matériaux dont la conductivité thermique est inférieure à celle du sol (voir [Figure D.3](#)):

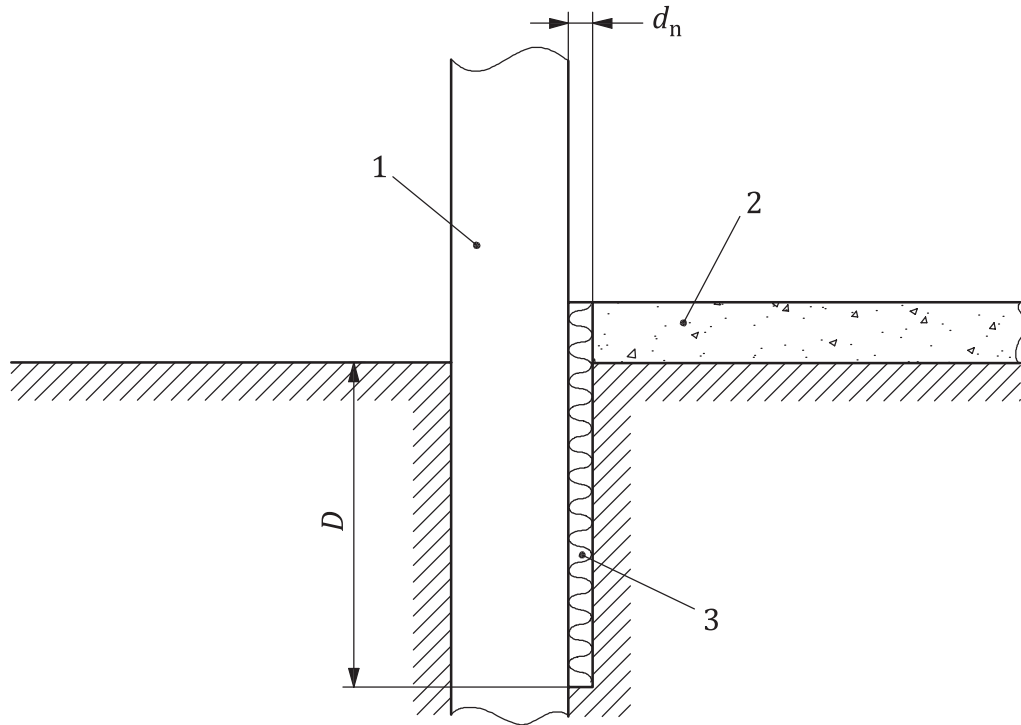
$$\Psi_{w;f} = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot D}{d_{f;sog}} + 1 \right) - \ln \left( \frac{2 \cdot D}{d_{f;sog} + d'} + 1 \right) \right] \quad (D.6)$$

où

$D$  est la profondeur de l'isolation périphérique verticale (ou des fondations) en dessous du niveau du sol, en m;

$d'$  est tel que défini dans la [Formule \(D.1\)](#).

La [Figure D.2](#) illustre l'isolation des faces à l'intérieur du mur de fondation. La [Formule \(D.6\)](#) s'applique également à une isolation périphérique verticale à l'extérieur ou à l'intérieur du mur de fondation.

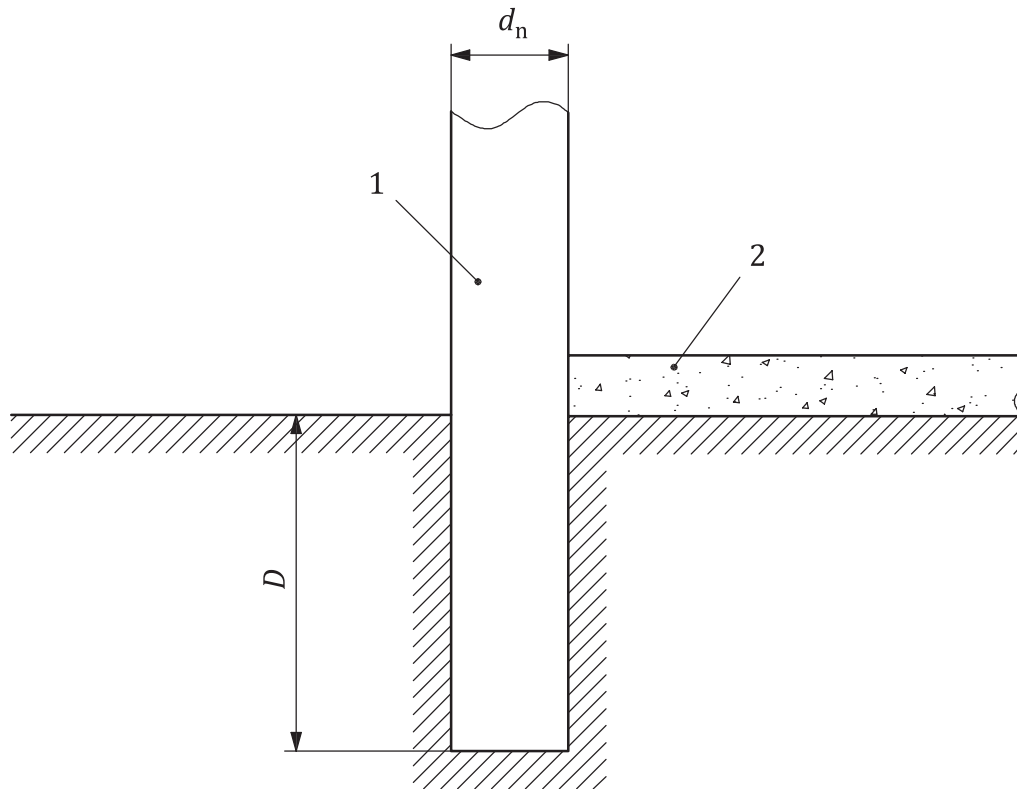


**Légende**

- 1 mur de fondation
- 2 dalle de plancher
- 3 isolation périphérique verticale
- $d_n$  épaisseur de l'isolation périphérique (ou des fondations)
- $D$  profondeur de l'isolation périphérique verticale (ou des fondations) en dessous du niveau du sol

**Figure D.2 — Isolation périphérique verticale (couche isolante)**

**ISO 13370:2017(F)**



**Légende**

- 1 mur de fondation de faible masse volumique avec  $\lambda_n < \lambda$
- 2 dalle de plancher
- $d_n$  épaisseur de l'isolation périphérique (ou des fondations)
- $D$  profondeur de l'isolation périphérique verticale (ou des fondations) en dessous du niveau du sol

**Figure D.3 — Isolation périphérique verticale (fondations de faible masse volumique)**

## Annexe E (informative)

### Flux thermique pour les zones périphérique et centrale d'un bâtiment

Les formules du présent document donnent le flux thermique total à travers le plancher dans son ensemble. Lorsque le flux thermique doit être connu local par local dans un bâtiment, dont certains locaux comportent des murs extérieurs et d'autres non, le flux thermique à travers le plancher peut être divisé en deux parties relatives, respectivement, aux locaux avec murs extérieurs (zone périphérique) et à ceux sans murs extérieurs (zone centrale). Pour obtenir le flux thermique total pour chaque région, ajouter la contribution des parois et des autres éléments.

Le flux thermique en régime stationnaire est d'abord calculé pour le plancher total,  $\Phi_t$ . Il est ensuite réparti comme suit entre flux thermique pour la zone périphérique,  $\Phi_e$ , et pour la zone intérieure,  $\Phi_m$ :

$$\Phi_e = \Phi_t \cdot \frac{A_e}{A_m \left( \frac{b + d_{f,tot}}{0,5 \times B + d_{f,tot}} \right) + A_e} \quad (E.1)$$

$$\Phi_m = \Phi_t - \Phi_e \quad (E.2)$$

$$q_e = \frac{\Phi_e}{A_e} \quad (E.3)$$

$$q_m = \frac{\Phi_m}{A_m} \quad (E.4)$$

où

$q_e$  est la densité du flux thermique pour les locaux périphériques;

$q_m$  est la densité du flux thermique pour les locaux en position centrale;

$A_e$  est l'aire totale de plancher des locaux périphériques;

$A_m$  est l'aire totale de plancher des locaux en position centrale;

$b$  est la largeur moyenne des locaux à la périphérie du bâtiment, égale à  $A_e$  divisé par le périmètre total exposé;

$d_{f,tot}$  est l'épaisseur équivalente totale,  $d_f$ , calculée selon l'[Article 7](#), pour le plancher du bâtiment entier;

$B$  est la dimension caractéristique du plancher complet, telle que définie en [6.7.1](#).

Il n'y a lieu d'appliquer le transfert de chaleur périodique lié à la variation annuelle de la température extérieure qu'aux locaux situés à la périphérie du bâtiment.

## Annexe F (normative)

### Application aux programmes de calcul dynamique

NOTE 1 Les grandeurs du présent paragraphe sont destinées à être utilisées dans la méthode de calcul toutes les heures de l'ISO 52016-1. Voir [C.7](#) pour les quantités de données d'entrée de la méthode de calculs mensuelle de l'ISO 52016-1.

La présente annexe donne une méthode pour prendre en compte les transferts thermiques à travers le sol, dans le cadre de méthodes de calcul, en régime varié, des flux thermiques ou des températures dans les bâtiments, utilisant un intervalle de temps maximal d'une heure.

La construction du plancher et le sol sont modélisés comme un seul composant, constitué de chaque couche de la construction de plancher plus 0,5 m de profondeur de sol, plus une couche virtuelle.

Le Tableau 9 indique différents choix pour les propriétés de la couche de sol de 0,5 m. Un modèle de choix est donné dans le [Tableau A.4](#), tandis qu'un choix par défaut est donné à titre d'information dans le [Tableau B.4](#).

Dans la présente annexe,  $U$  est  $U_{fg;sog}$ ,  $U_{fg;sus}$ ,  $U_{bg;eff}$  ou  $U_{ub}$ , selon le type de plancher.

La couche virtuelle est incluse de manière que le flux thermique annuel moyen soit correct. Elle possède une résistance thermique,  $R_{vi}$  et sa capacité thermique est négligeable.  $R_{vi}$  est calculée à partir de la [Formule \(F.1\)](#):

$$R_{ve} = \frac{1}{U} - R_{si} - R_f - R_g \quad (F.1)$$

où

$U$  est le coefficient de transmission thermique en régime stationnaire du plancher, tenant compte des effets du sol, calculé selon les méthodes du présent document ou par méthode numérique, en utilisant les conditions aux limites et les hypothèses applicables au calcul de  $U$  dans le présent document;

$R_{si}$  est la résistance superficielle intérieure du plancher;

$R_f$  est la résistance thermique totale de l'ensemble des couches de la construction de plancher;

$R_g$  est la résistance thermique de 0,5 m de sol;  $R_g = 0,5 / \lambda_g$  (voir Tableau 9).

Pour les besoins du modèle thermique, il est possible d'attribuer à la couche virtuelle une épaisseur de 0,1 m, pour que sa conductivité thermique soit de  $0,1/R_{vi}$ . Il convient que sa masse volumique et sa capacité thermique massique soient égales à zéro ou à de très faibles valeurs [respectivement de  $1 \text{ kg/m}^3$  et  $1 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ].

La condition aux limites à la base de la couche virtuelle est une température virtuelle,  $\theta_{vi}$ .

$\theta_{vi}$  peut être assigné pour chaque mois de l'année selon:

$$\theta_{ve,m} = \theta_{int,m} - \frac{\Phi_m - P \cdot \Psi_{wf} \cdot (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_e)}{A \cdot U} \quad (F.2)$$

où  $\Phi_m$  est calculé conformément à la [Formule \(C.4\)](#) et les autres entrées de la formule sont expliquées dans la [Formule \(1\)](#) et/ou la [Formule \(C.3\)](#).

NOTE Comme l'indique la formule de la température virtuelle, tout transfert thermique périphérique est explicitement soustrait du flux thermique mensuel. Dans les calculs dynamiques, le transfert thermique périphérique est un élément de flux thermique linéique sans inertie, comme tous les autres éléments de pont thermique linéique.

La [Formule \(F.2\)](#) est généralement une approximation adéquate. Une autre solution consiste à calculer  $\theta_{vi}$  par méthode numérique pour différents intervalles de temps:

$$\theta_{ve,t} = \theta_{int,t} - \frac{\Phi_t}{A \cdot U} \quad (F.3)$$

où  $\Phi_t$  est calculé à l'instant t, à l'aide d'une méthode numérique et en excluant le transfert thermique périphérique.

## Annexe G (normative)

### Ventilation des vides sanitaires

#### G.1 Expressions générales pour la température moyenne et le coefficient de transmission thermique

La chaleur passant à travers le plancher vers le vide sanitaire est transmise du vide sanitaire à l'environnement extérieur de trois façons:

- à travers le sol;
- à travers le mur (au-dessus du niveau du sol) du vide sanitaire;
- par ventilation du vide sanitaire.

Un bilan thermique en régime stationnaire de ces flux thermiques aboutit à l'expression suivante de la température moyenne du vide sanitaire:

$$\bar{\theta}_{\text{us}} = \frac{A \cdot U_{\text{f,sus}} \cdot \bar{\theta}_{\text{int}} + V \cdot c_p \cdot \rho \cdot \bar{\theta}_{\text{ve}} + (A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w) \cdot \bar{\theta}_e}{A \cdot U_{\text{f,sus}} + V \cdot c_p \cdot \rho + A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w} \quad (\text{G.1})$$

où

$\theta_{\text{us}}$  est la température moyenne annuelle dans le vide sanitaire, en °C;

$\theta_{\text{int}}$  est la température intérieure moyenne annuelle, en °C;

$\theta_e$  est la température extérieure moyenne annuelle, en °C;

$\theta_{\text{ve}}$  est la température moyenne annuelle de l'air de ventilation, en °C;

$U_{\text{f,sus}}$  est le coefficient de transmission thermique de la partie du plancher sur vide sanitaire, en  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$U_g$  est le coefficient de transmission thermique du sol, en  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$U_w$  est le coefficient de transmission thermique des murs du vide sanitaire (au-dessus du niveau du sol), en  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$\dot{V}$  est le débit volumique de renouvellement d'air, en  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$h$  est la hauteur du plancher sur vide sanitaire au-dessus du niveau du sol, en m;

$c_p$  est la capacité thermique massique de l'air à pression constante, en  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;

$\rho$  est la masse volumique de l'air, en  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Il convient d'obtenir  $U_g$  par la méthode 7.2 si la profondeur du bas du vide sanitaire en dessous du niveau du sol,  $z$ , ne dépasse pas 0,5 m. Si  $z > 0,5$  m, des méthodes analogues à celles décrites en 7.3 peuvent être utilisées, conduisant à:

$$U_g = U_{fg;b} + \frac{z \cdot P \cdot U_{wg;b}}{A} \quad (G.2)$$

où  $U_{fg;b}$  et  $U_{wg;b}$  sont obtenus tel que spécifié en 7.3.

Le coefficient de transmission thermique du plancher (entre les ambiances intérieure et extérieure) est donné par la Formule (G.3):

$$U_{fg;sus} = U_{f;sus} \cdot \left[ \frac{A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho \cdot (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_{ve}) / (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_e)}{A \cdot U_{f;sus} + A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho} \right] \quad (G.3)$$

Les Formules (G.2) et (G.3) peuvent également être utilisées pour les sous-sols non chauffés.

## G.2 Débit de renouvellement d'air

$\dot{V}$  est spécifié pour les planchers ventilés mécaniquement. Pour les planchers ventilés naturellement,

$$\dot{V} = 0,59 \times \varepsilon \times v \times f_w \times P \quad (G.4)$$

où

$\dot{V}$  est le débit de renouvellement d'air, en m<sup>3</sup>/s;

$\varepsilon$  est l'aire d'ouverture de ventilation divisée par le périmètre, en m<sup>2</sup>/m;

$v$  est la vitesse nominale du vent à 10 m de hauteur, en m/s;

$f_w$  est le facteur de protection contre le vent, défini en 7.2;

$P$  est le périmètre, en m.

## G.3 Ventilation naturelle

Dans ce cas,  $\bar{\theta}_{ve} = \bar{\theta}_e$  et le réarrangement des Formules (G.3) et (G.4) donnent les Formules (8) à (11).

## G.4 Ventilation mécanique depuis l'intérieur

Dans ce cas,  $\bar{\theta}_{ve} = \bar{\theta}_{int}$  et de la Formule (G.3):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1 + (\dot{V} \cdot c_p \cdot \rho) / (A \cdot U_{f;sus})}{U_g + 2 \cdot h \cdot U_w / B} \quad (G.5)$$

## G.5 Ventilation mécanique depuis l'extérieur

Dans ce cas,  $\bar{\theta}_{ve} = \bar{\theta}_e$  et de la Formule (G.3):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{U_g + 2 \cdot h \cdot U_w / B + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho / A} \quad (G.6)$$

## ISO 13370:2017(F)

### G.6 Espace sous plancher non ventilé

Dans ce cas,  $\dot{V} = 0$  et de la [Formule \(G.3\)](#):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{U_g + 2 \cdot h \cdot U_w / B} \quad (G.7)$$

### G.7 Sous-sols non chauffés

La [Formule \(G.6\)](#) s'applique avec  $\dot{V} \times c_p \times \rho = 0,34 \times n \times V$ .

## Annexe H (normative)

### Coefficients de transfert thermique périodique

#### H.1 Généralités

La présente annexe fournit les formules relatives aux coefficients de transfert thermique périodique  $H_{pi}$  et  $H_{pe}$  définis à l'[Annexe C](#). Les formules relatives à  $H_{pi}$  supposent que la construction de plancher est uniforme sur toute la surface. Les formules pour  $H_{pe}$  sont basées sur des jonctions paroi/plancher idéales et peuvent représenter une sous-estimation du transfert thermique périodique dans certains cas mais sont applicables aux calculs selon le présent document.

NOTE Pour plus d'informations, voir l'ISO/TR 52019-2. Une future édition du présent document peut fournir une base améliorée.

#### H.2 Profondeur de pénétration périodique

Les coefficients de transfert thermique périodique sont liés à la profondeur de pénétration périodique,  $\delta$ , c'est-à-dire la profondeur dans le sol à laquelle (pour un flux thermique unidimensionnel) l'amplitude de la température est réduite au produit par  $1/e$  de l'amplitude à la surface,  $e$  ( $= 2,718$ ) étant la base des logarithmes naturels. Pour un cycle de température annuel,  $\delta$  est donnée par:

$$\delta = \sqrt{\frac{3,15 \times 10^7 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot \rho \cdot c}} \quad (\text{H.1})$$

où

$\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;

$\lambda_g$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);

$\rho$  est la densité, en kg/m<sup>3</sup>;

$c$  est la capacité thermique, en J/(kg·K).

NOTE 3,15 x 10<sup>7</sup> est le nombre de secondes dans une année.

Le [Tableau H.1](#) donne des valeurs approximatives de  $\delta$ , utilisables pour les calculs du présent document.

Tableau H.1 — Profondeur de pénétration périodique

Catégorie	Description	$\delta$ m
1	argile ou limon	2,2
2	sable ou gravier	3,2
3	roche homogène	4,2

## ISO 13370:2017(F)

### H.3 Différences de phase

La valeur précise du décalage dans le temps (avance ou retard) entre le flux thermique et les variations de température n'influe pas beaucoup sur le résultat des calculs d'énergie. Pour les calculs selon le présent document, les valeurs du [Tableau H.2](#) s'appliquent.

L'isolation périphérique d'un plancher sur terre-plein augmente le retard de phase par rapport à la variation de température extérieure, surtout si cette isolation est placée verticalement ou à l'extérieur du bâtiment. Pour les planchers sur vide sanitaire, les effets sont moindres, car le flux thermique par ventilation n'est pas déphasé.

**Tableau H.2 — Différences de phase (en mois)**

Type de plancher	$\alpha$	$\beta$
Plancher sur terre-plein, pas d'isolation périphérique	0	1
Plancher sur terre-plein avec isolation périphérique horizontale intérieure	0	1
Plancher sur terre-plein avec isolation périphérique verticale ou extérieure	0	2
Plancher sur vide sanitaire	0	0
Sous-sol (chauffé ou non chauffé)	0	1

### H.4 Plancher sur terre-plein: pas d'isolation ou avec isolation continue

#### H.4.1 Variation de la température intérieure

Le coefficient de transfert thermique périodique lié aux variations de la température intérieure pendant un cycle annuel est le suivant:

$$H_{pi} = A \cdot \frac{\lambda_g}{d_f} \cdot \frac{2}{\sqrt{\left(1 + \frac{\delta}{d_f}\right)^2 + 1}} \quad (\text{H.2})$$

où

$H_{pi}$  est le coefficient de transfert thermique périodique intérieur, en W/K;

$A$  est l'aire du plancher, en m<sup>2</sup>;

$\lambda$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);

$\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;

$d_f$  est l'épaisseur équivalente totale, en m.

## H.4.2 Variation de la température extérieure

Le coefficient de transfert thermique périodique lié aux variations de la température extérieure au cours d'un cycle annuel est le suivant:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_f} + 1 \right) \quad (\text{H.3})$$

où

$H_{pe}$  est le coefficient de transfert thermique périodique extérieur, en W/K;

$P$  est le périmètre, en m;

$\lambda$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);

$\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;

$d_f$  est l'épaisseur équivalente totale, en m.

## H.5 Plancher sur terre-plein avec isolation périphérique

### H.5.1 Variation de la température intérieure

Ne pas tenir compte de l'isolation périphérique et calculer  $H_{pi}$  conformément à [H.4.1](#).

### H.5.2 Variation de la température extérieure

$H_{pe}$  comporte deux termes; le premier concerne le bord du plancher et le second le milieu du plancher.

Pour les planchers avec isolation périphérique horizontale:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left[ \left( 1 - e^{-\frac{D}{\delta}} \right) \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_f + d'} + 1 \right) + e^{-\frac{D}{\delta}} \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_f} + 1 \right) \right] \quad (\text{H.4})$$

où  $D$  est la largeur de l'isolation périphérique horizontale (en m),  $d_f$ ;  $d'$  est tel que défini en [7.1](#) et  $d'$  est tel que défini à l'[Annexe D](#).

Pour les planchers avec isolation périphérique verticale:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left[ \left( 1 - e^{-\frac{2 \cdot D}{\delta}} \right) \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_f + d'} + 1 \right) + e^{-\frac{2 \cdot D}{\delta}} \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_f} + 1 \right) \right] \quad (\text{H.5})$$

où  $D$  est la profondeur de l'isolation périphérique verticale (ou des fondations) en dessous du niveau du sol (en m).

Si les fondations comportent plusieurs éléments d'isolation périphérique (verticale ou horizontale, intérieure ou extérieure), calculer  $H_{pe}$  au moyen des modes opératoires indiqués plus haut pour chaque type d'isolation et utiliser la valeur la plus petite.

## H.6 Plancher sur vide sanitaire

### H.6.1 Généralités

Dans le calcul des coefficients périodiques, utiliser  $U_f$ ,  $U_x$  et  $d_g$  tel que défini en [7.2](#).

## ISO 13370:2017(F)

### H.6.2 Variation de la température intérieure

$$H_{pi} = A \cdot \left[ \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{\lambda_g / \delta + U_x} \right] \quad (H.6)$$

### H.6.3 Variation de la température extérieure

$$H_{pe} = U_f \cdot \frac{0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_g} + 1 \right) + U_x \cdot A}{\lambda_g / \delta + U_x + U_f} \quad (H.7)$$

## H.7 Sous-sol chauffé

### H.7.1 Variation de la température intérieure

Le coefficient de transfert thermique périodique lié aux variations de la température intérieure pendant un cycle annuel comporte deux termes, le premier relatif au plancher du sous-sol et le second aux murs du sous-sol:

$$H_{pi} = A \cdot \frac{\lambda_g}{d_{f;sog}} \cdot \frac{2}{\sqrt{\left(1 + \frac{\delta}{d_{f;sog}}\right)^2 + 1}} + z \cdot P \cdot \frac{\lambda_g}{d_w} \cdot \frac{2}{\sqrt{\left(1 + \frac{\delta}{d_{w;b}}\right)^2 + 1}} \quad (H.8)$$

où

- $H_{pi}$  est le coefficient de transfert thermique périodique intérieur, en W/K;
- $A$  est l'aire du plancher, en m<sup>2</sup>;
- $\lambda_g$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);
- $d_f$  est l'épaisseur équivalente totale pour le plancher du sous-sol, en m;
- $\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;
- $z$  est la profondeur du plancher du sous-sol en dessous du niveau du sol, en m;
- $P$  est le périmètre exposé, en m;
- $d_{w;b}$  est l'épaisseur équivalente totale pour les murs du sous-sol, en m.

### H.7.3 Variation de la température extérieure

Le coefficient de transfert thermique périodique lié aux variations de la température extérieure pendant un cycle annuel comporte deux termes, le premier relatif au plancher du sous-sol et le second aux murs du sous-sol:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left[ e^{-\frac{z}{\delta}} \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_f} + 1 \right) + 2 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{z}{\delta}} \right) \cdot \ln \left( \frac{\delta}{d_{w;b}} + 1 \right) \right] \quad (\text{H.9})$$

où

$H_{pe}$  est le coefficient de transfert thermique périodique extérieur, en W/K;

$P$  est le périmètre exposé, en m;

$\lambda_g$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);

$z$  est la profondeur du plancher du sous-sol en dessous du niveau du sol, en m;

$\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;

$d_f$  est l'épaisseur équivalente totale pour le plancher du sous-sol, en m;

$d_{w;b}$  est l'épaisseur équivalente totale pour les murs du sous-sol, en m.

## H.8 Sous-sol non chauffé

### H.8.1 Variation de la température intérieure

$$H_{pi} = \left[ \frac{1}{A \cdot U_{f;s}} + \frac{1}{(A + z \cdot P) \cdot \frac{\lambda_g}{\delta} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \times n \cdot V} \right]^{-1} \quad (\text{H.10})$$

où

$H_{pi}$  est le coefficient de transfert thermique périodique intérieur, en W/K;

$A$  est l'aire du plancher, en m<sup>2</sup>;

$U_{f;s}$  est le coefficient de transmission thermique du plancher (entre l'ambiance intérieure et le sous-sol), en W/(m<sup>2</sup>·K);

$U_w$  est le coefficient de transmission thermique des murs du vide sanitaire situés au-dessus du niveau du sol, en W/(m<sup>2</sup>·K), calculé conformément à l'ISO 6946;

0,33 est la valeur de la capacité thermique de l'air, en Wh/(m<sup>3</sup>·K);

$z$  est la profondeur du plancher du sous-sol en dessous du niveau du sol, en m;

$P$  est le périmètre exposé, en m;

$\lambda_g$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);

$\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;

## ISO 13370:2017(F)

- $h$  est la hauteur de la surface du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur, en m;  
 $n$  est le taux de renouvellement d'air du sous-sol, en volumes d'air par heure;  
 $V$  est le volume d'air du sous-sol, en m<sup>3</sup>.

### H.8.2 Variation de la température extérieure

$$H_{pe} = A \cdot U_{f;s} \left[ \frac{0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left( 2 - e^{-\frac{z}{\delta}} \right) \times \ln \left( \frac{\delta}{d_f} + 1 \right) + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \times n \cdot V}{(A + z \cdot P) \cdot \frac{\lambda_g}{\delta} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \times n \cdot V + A \cdot U_{f;sus}} \right] \quad (\text{H.11})$$

où

- $H_{pe}$  est le coefficient de transfert thermique périodique extérieur, en W/K;  
 $A$  est l'aire du plancher, en m<sup>2</sup>;  
 $U_{f;sus}$  est le coefficient de transmission thermique du plancher (entre l'ambiance intérieure et le sous-sol), en W/(m<sup>2</sup>·K);  
 $U_w$  est le coefficient de transmission thermique des murs du vide sanitaire situés au-dessus du niveau du sol, en W/(m<sup>2</sup>·K), calculé conformément à l'ISO 6946;  
 0,33 est la valeur de la capacité thermique de l'air, en Wh/(m<sup>3</sup>·K);  
 $P$  est le périmètre exposé, en m;  
 $\lambda_g$  est la conductivité thermique, en W/(m·K);  
 $z$  est la profondeur du plancher du sous-sol en dessous du niveau du sol, en m;  
 $\delta$  est la profondeur de pénétration périodique, en m;  
 $d_f$  est l'épaisseur équivalente totale pour le plancher du sous-sol, en m;  
 $h$  est la hauteur de la surface du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur, en m;  
 $n$  est le taux de renouvellement d'air du sous-sol, en volumes d'air par heure;  
 $V$  est le volume d'air du sous-sol, en m<sup>3</sup>.

## **Bibliographie**

- [1] ISO 10456, *Matériaux et produits pour le bâtiment — Propriétés hygrothermiques — Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles*
- [2] ISO 13789:2017, *Performance thermique des bâtiments — Coefficients de transfert de chaleur par transmission et par renouvellement d'air— Méthode de calcul*
- [3] ISO/TR 52000-2, *Performance énergétique des bâtiments — Évaluation globale de la PEB — Partie 2: Explication et justification de l'ISO 52000-1*
- [4] ISO 52016-1, *Performance énergétiques des bâtiments — Besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement, les températures intérieures et les chaleurs sensible et latente — Partie 1: Méthodes de calcul*
- [5] ISO/TR 52019-2, *Performance énergétique des bâtiments — Performances hygrothermiques des composants et parois de bâtiments — Partie 2: Explication et justification*
- [6] CEN/TS 16628, *Performance énergétique des bâtiments — Principes fondamentaux pour la série de normes sur la performance énergétique des bâtiments*
- [7] CEN/TS 16629, *Performance énergétique des bâtiments — Règles techniques détaillées pour la série de normes sur la performance énergétique des bâtiments*

## **ISO 13370:2017(F)**

---

---

**ICS 91.120.10**

Prix basé sur 49 pages

© ISO 2017 – Tous droits réservés