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

Numéro de référence
ISO 13370:2017(F)

© ISO 2017



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

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

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**

Introduction ..... **vi**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes et définitions **2**

4 Symboles et indices **3**
4.1 Symboles 3
4.2 Indices 3

5 Description de la méthode **4**
5.1 Données de sortie 4
5.2 Description générale 4
5.3 Coefficients périodiques 5

6 Calcul du transfert thermique par le sol **5**
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

7 Calcul des coefficients de transmission thermique **12**
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

Annexe A (normative) **Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Modèle** **21**

Annexe B (informative) **Données d'entrée et fiche technique pour la sélection de la méthode — Choix par défaut** **25**

Annexe C (normative) **Calcul du flux thermique à travers le sol** **28**

Annexe D (normative) **Plancher sur terre-plein avec isolation périphérique** **34**

© ISO 2017 – Tous droits réservés

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

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

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).

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).

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

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 2017 – Tous droits réservés

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.

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

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 2017 – Tous droits réservés

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

	Cadre		Bâtiment (en tant que tel)		Systèmes techniques du bâtiment									
Sous-module	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	Humidification	Déshumidification	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									

© ISO 2017 – Tous droits réservés

Tableau 1 *(suite)*

	Cadre		Bâtiment (en tant que tel)		Systèmes techniques du bâtiment									
Sous-module	**Descriptions**		**Descriptions**		**Descriptions**	**Chauffage**	**Refroidissement**	**Ventilation**	**Humidification**	**Déshumidification**	**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													

[a] Les modules grisés ne sont pas applicables.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

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 2017 – Tous droits réservés

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

© ISO 2017 – Tous droits réservés

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^2
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	m2·K/W
U	coefficient de transmission thermique entre les ambiances intérieure et extérieure	W/(m2·K)
z	profondeur du sous-sol en dessous du niveau du sol	m
Φ	flux thermique	W
λ	conductivité thermique	W/(m·K)
δ	profondeur de pénétration périodique	m
θ	température	°C
Ψ	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 2017 – Tous droits réservés