
**Performance thermique des composants
de bâtiment — Caractéristiques
thermiques dynamiques — Méthodes de
calcul**

*Thermal performance of building components — Dynamic thermal
characteristics — Calculation methods*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13786:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007>



PDF – Exonération de responsabilité

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

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13786:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2007

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

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

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions, symboles et unités	2
3.1 Termes et définitions	2
3.2 Symboles et unités	5
3.3 Indices	6
3.4 Autres symboles	6
4 Période des variations thermiques	6
5 Données nécessaires	6
6 Matrice de transfert thermique d'un composant multicouche	7
6.1 Généralités	7
6.2 Mode opératoire	7
6.3 Matrice de transfert thermique d'une couche homogène	7
6.4 Matrice de transfert thermique de lames d'air planes	8
6.5 Matrice de transfert thermique d'un composant de bâtiment	8
7 Caractéristiques thermiques dynamiques	8
7.1 Caractéristiques valables pour tout composant	8
7.2 Caractéristiques de composants formés de couches planes et homogènes	8
8 Rapport	10
8.1 Rapport de calcul	10
8.2 Récapitulatif des résultats	10
Annexe A (normative) Calcul simplifié de la capacité thermique	11
Annexe B (informative) Principe de la méthode et exemples d'application	13
Annexe C (informative) Informations supplémentaires pour la programmation	17
Annexe D (informative) Exemples	20
Bibliographie	23

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 13786 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 163, *Performance thermique et utilisation de l'énergie en environnement bâti*, sous-comité SC 2, *Méthodes de calcul*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 13786:1999), qui a fait l'objet d'une révision technique.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6e4ed97715db/iso-13786-2007)

Les principales modifications suivantes ont été apportées à la première édition:

- toutes les équations de l'Article 3 ont été revues et corrigées, autant que de besoin; la définition de la capacité thermique (3.1.1.5) a été modifiée;
- toutes les équations de 7.2.1 et 7.2.2 ont été revues et corrigées, autant que besoin;
- le paragraphe 7.2.4 contient une nouvelle équation pour le coefficient de transmission thermique périodique, et une nouvelle note;
- l'Équation (A.4) a été corrigée;
- l'Article B.2 a fait l'objet de modifications mineures;
- le Tableau C.1 a été ajouté;
- les exemples de l'Annexe D ont été modifiés pour s'aligner sur les changements des formules dans le corps du texte.

Introduction

La présente Norme internationale fournit les moyens (en partie) pour évaluer la contribution des produits et installations de service de bâtiment aux économies d'énergie et à la performance énergétique globale des bâtiments.

Les caractéristiques thermiques dynamiques d'un composant de bâtiment décrivent son comportement thermique lorsqu'il est soumis à des conditions aux limites variables, à savoir flux thermique variable ou température variable sur l'une de ses faces ou sur les deux. Dans la présente Norme internationale, les conditions aux limites harmoniques sont seules considérées: les faces du composant sont supposées soumises à des températures ou des flux thermiques variant de façon sinusoïdale.

Les propriétés considérées sont les admittances thermiques et les propriétés dynamiques de transfert thermique, liant les flux thermiques périodiques aux variations périodiques de température. L'admittance thermique relie le flux thermique aux variations de température du même côté du composant. Les propriétés dynamiques de transfert thermique relient les grandeurs physiques sur une face du composant à celles présentes sur l'autre face. À partir des propriétés susmentionnées, la capacité thermique d'un composant peut être définie, ce qui permet de quantifier la propriété de stockage thermique de ce composant.

Les caractéristiques thermiques dynamiques définies dans la présente Norme internationale peuvent être utilisées dans les spécifications de produits des composants de bâtiment complets.

Ces caractéristiques sont également utilisables pour calculer:

- la température intérieure d'une pièce; [ISO 13786:2007](#)
- les besoins journaliers en puissance de pointe et en énergie pour le chauffage ou le refroidissement; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007>
- les effets de l'intermittence du chauffage ou du refroidissement; etc.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13786:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007>

Performance thermique des composants de bâtiment — Caractéristiques thermiques dynamiques — Méthodes de calcul

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques relatives au comportement thermique dynamique d'un composant de bâtiment à l'état fini et fournit des méthodes pour le calcul de ces caractéristiques. Elle spécifie également l'information requise sur les matériaux de construction, pour l'utilisation du composant de bâtiment. Les caractéristiques étant dépendantes de la façon dont les matériaux sont combinés pour constituer des composants de bâtiment, la présente Norme internationale ne s'applique pas à des matériaux de bâtiment ou à des composants de bâtiment inachevés.

Les définitions données dans la présente Norme internationale sont applicables à tout composant de bâtiment. Une méthode de calcul simplifiée est donnée pour des composants plans constitués de couches planes homogènes ou quasi homogènes.

L'Annexe A spécifie des méthodes simplifiées pour l'estimation de la capacité thermique dans certains cas limités. En particulier, ces méthodes conviennent pour calculer les propriétés thermiques dynamiques nécessaires à l'estimation des besoins en énergie. Cependant, ces approximations ne conviennent pas pour caractériser des produits.

L'Annexe B donne les principes de base et des exemples d'application des caractéristiques thermiques dynamiques définies dans la présente Norme internationale.

L'Annexe C fournit des informations pour la programmation de la méthode de calcul.

L'Annexe D donne des exemples de calcul pour un composant de bâtiment.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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

3 Termes, définitions, symboles et unités

3.1 Termes et définitions

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

3.1.1 Définitions valables pour tout composant

3.1.1.1

composant

paroi d'un bâtiment, telle qu'un mur, un plancher ou une toiture, ou une partie de celle-ci

3.1.1.2

zone thermique d'un bâtiment

partie d'un bâtiment dans laquelle la température intérieure présente est supposée présenter des variations spatiales négligeables

NOTE 1 Un composant sépare deux zones, désignées dans la présente Norme internationale par m et n .

NOTE 2 L'espace extérieur peut aussi être considéré comme une zone.

3.1.1.3

conditions harmoniques

conditions dans lesquelles les variations de la température et des flux thermiques autour de leurs moyennes, à long terme, sont décrites par des fonctions sinusoïdales du temps

NOTE En utilisant la notation en nombres complexes, la température de la zone n peut être décrite par l'Équation (1) et le flux thermique par l'Équation (2):

$$\theta_n(t) = \bar{\theta}_n + |\hat{\theta}_n| \cos(\omega t + \psi) = \bar{\theta}_n + \frac{1}{2} [\hat{\theta}_{+n} e^{j\omega t} + \hat{\theta}_{-n} e^{-j\omega t}] \quad (1)$$

$$\Phi_n(t) = \bar{\Phi}_n + |\hat{\Phi}_n| \cos(\omega t + \varphi) = \bar{\Phi}_n + \frac{1}{2} [\hat{\Phi}_{+n} e^{j\omega t} + \hat{\Phi}_{-n} e^{-j\omega t}] \quad (2)$$

où

$\bar{\theta}_n$ et $\bar{\Phi}_n$ sont les valeurs moyennes de la température et du flux thermique;

$|\hat{\theta}_n|$ et $|\hat{\Phi}_n|$ sont les amplitudes des variations de la température et du flux thermique;

$\hat{\theta}_{\pm n}$ et $\hat{\Phi}_{\pm n}$ sont des amplitudes complexes définies par:

$$\hat{\theta}_{\pm n} = |\hat{\theta}_n| e^{\pm j\psi} \text{ et } \hat{\Phi}_{\pm n} = |\hat{\Phi}_n| e^{\pm j\varphi} \quad (3)$$

ω est la fréquence angulaire des variations.

3.1.1.4

conductance thermique périodique

L_{mn}

nombre complexe reliant le flux thermique périodique pénétrant dans le composant aux températures périodiques sur chaque face du composant dans des conditions harmoniques

Une autre représentation du concept:

$$\hat{\Phi}_m = L_{mm} \hat{\theta}_m - L_{mn} \hat{\theta}_n \quad (4)$$

NOTE 1 L_{mn} relie le flux thermique périodique sur la face m à la température périodique sur cette même face, lorsque l'amplitude thermique sur la face n est égale à zéro.

NOTE 2 Par convention dans la présente Norme internationale, le flux thermique est compté positivement pour un flux entrant dans le composant.

3.1.1.5

capacité thermique

module de la conductance thermique périodique nette divisé par la fréquence angulaire

Une autre représentation du concept:

$$C_m = \frac{1}{\omega} |L_{mm} - L_{mn}| \quad (5)$$

3.1.1.6

décalage temporel

Δt

durée séparant l'amplitude maximale d'une cause et l'amplitude maximale de son effet

3.1.2 Définitions valables uniquement en flux thermique monodimensionnel

3.1.2.1

composant plan

composant dont le plus petit rayon de courbure est au moins égal à cinq fois son épaisseur

3.1.2.2

couche homogène

couche de matériau dans laquelle la plus grande taille des inhomogénéités n'excède pas le cinquième de l'épaisseur de la couche

[ISO 13786:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007>

3.1.2.3

admittance thermique

grandeur complexe définie comme étant le rapport de l'amplitude complexe de la densité de flux thermique à travers la surface du composant adjacent à la zone m à l'amplitude complexe de la température dans la même zone, lorsque la température de l'autre côté est maintenue constante

Une autre représentation du concept:

$$Y_{mm} = \frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_m} \quad (6)$$

3.1.2.4

coefficient de transmission thermique périodique

grandeur complexe définie comme étant le rapport de l'amplitude complexe de la densité de flux thermique à travers la surface du composant adjacent à la zone m à l'amplitude complexe de la température dans la zone n , lorsque la température de la zone m est maintenue constante

Une autre représentation du concept:

$$Y_{mn} = -\frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_n} \quad (7)$$

3.1.2.5

capacité thermique surfacique

capacité thermique divisée par l'aire de l'élément:

Une autre représentation du concept:

$$\kappa_m = \frac{C_m}{A} = \frac{1}{\omega} |Y_{mm} - Y_{mn}| \tag{8}$$

NOTE 1 À partir de l'Équation (8), les capacités thermiques sont alors:

$$C_m = A \kappa_m \tag{9}$$

NOTE 2 Il existe deux admittances thermiques et deux capacités thermiques pour un composant séparant deux zones, toutes deux dépendant de la période des variations thermiques.

3.1.2.6

facteur d'amortissement

rapport du module du coefficient de transmission thermique périodique au coefficient de transmission thermique en régime stationnaire U

Une autre représentation du concept:

$$f = \frac{|\hat{q}_m|}{|\hat{\theta}_n| U} = \frac{|Y_{mn}|}{U} \tag{10}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

où $m \neq n$

3.1.2.7

profondeur de pénétration périodique

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2c85b91-b3ce-4606-b49e-6a4cd97715db/iso-13786-2007>

δ profondeur à laquelle l'amplitude des variations de température est réduite dans le rapport «e» dans un matériau homogène d'épaisseur infinie, soumis en surface à une variation de température harmonique

Une autre représentation du concept:

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}} \tag{11}$$

NOTE e est la base des logarithmes naturels; e = 2,718....

3.1.2.8

matrice de transfert thermique

Z

matrice liant les amplitudes complexes de la température et de la densité de flux thermique d'un côté du composant aux amplitudes complexes de la température et de la densité de flux thermique de l'autre côté

Une autre représentation du concept:

$$Z = \begin{pmatrix} \hat{\theta}_2 \\ \hat{q}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \hat{\theta}_1 \\ \hat{q}_1 \end{pmatrix} \tag{12}$$

3.2 Symboles et unités

Pour les besoins du présent document, les termes, symboles et unités du Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles, grandeurs et unités

Symbole	Grandeur	Unité
A	aire	m ²
C	capacité thermique	J/K
L_{mn}	conductance thermique périodique	W/K
R	résistance thermique	m ² ·K/W
T	période des variations	s
U	coefficient de transmission thermique en régime stationnaire	W/(m ² ·K)
Y_{mm}	admittance thermique	W/(m ² ·K)
Y_{mn}	coefficient de transmission thermique périodique	W/(m ² ·K)
Z	matrice de transfert thermique d'ambiance à ambiance	—
Z_{mn}	élément de la matrice de transfert thermique	—
a	diffusivité thermique	m ² /s
c	capacité thermique massique	J/(kg·K)
d	épaisseur d'une couche de matériau	m
f	facteur d'amortissement	—
j	unité sur l'axe imaginaire pour un nombre complexe; $j = \sqrt{-1}$	—
q	densité de flux thermique	W/m ²
t	temps	s ou h
x	distance à l'intérieur du composant	m
Δt	décalage temporel: avance s'il est positif, retard dans le cas contraire	s ou h
δ	profondeur de pénétration périodique d'une onde thermique dans un matériau	m
Φ	flux thermique	W
ξ	rapport de l'épaisseur de la couche à la profondeur de pénétration	—
κ	capacité thermique surfacique	J/(m ² ·K)
λ	conductivité thermique utile	W/(m·K)
ρ	masse volumique	kg/m ³
θ	température	°C
ω	fréquence angulaire; $\omega = \frac{2\pi}{T}$	rad/s
φ, ψ	déphasages	rad

3.3 Indices

Indice	Définition
a	pour une lame d'air
e	extérieur
i	intérieur
<i>m, n</i>	pour les zones thermiques
s	relatif à la surface
ee	d'ambiance à ambiance

3.4 Autres symboles

Symbole	Définition
\wedge	amplitude complexe
–	moyenne
$ $	module d'un nombre complexe
arg	argument d'un nombre complexe

iteh STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)

4 Période des variations thermiques

La définition des caractéristiques thermiques dynamiques et les formules permettant de les calculer sont valables quelle que soit la période de variations thermiques.

Les valeurs des caractéristiques thermiques dynamiques dépendent de la période. Si plusieurs périodes sont considérées, un suffixe doit être ajouté à toutes les caractéristiques de manière à distinguer les valeurs relatives aux différentes périodes.

Les périodes d'intérêt pratique sont:

- une heure (3 600 s), correspondant à des variations rapides, telles que celles résultant des systèmes de régulation de température;
- un jour (86 400 s), correspondant aux variations climatiques quotidiennes et aux réductions de température de consigne;
- une semaine (604 800 s), correspondant à l'amortissement sur une plus longue période par le bâtiment;
- une année (31 536 000 s), utile à l'étude du transfert de chaleur à travers le sol.

5 Données nécessaires

Les données à fournir pour permettre le calcul des caractéristiques thermiques dynamiques sont:

- a) les plans détaillés du produit, avec les dimensions;
- b) pour chaque matériau utilisé dans le produit:
 - la conductivité thermique, λ ;