
**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 13786:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63b6b573-e3d3-47f4-a74f-8e480af7765c/iso-13786-1999>



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 13786:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63b6b573-e3d3-47f4-a74f-8e480af7765c/iso-13786-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63b6b573-e3d3-47f4-a74f-8e480af7765c/iso-13786-1999>

© ISO 1999

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 22 734 10 79
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

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 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 13786 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 163, *Isolation thermique*, sous comité SC 2, *Méthodes de calcul*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte de la présente norme, lire «...la présente norme européenne...» avec le sens de «...la présente Norme internationale...».

[ISO 13786:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63bcb573-e3d3-47f1-a745-8e480af7765c/iso-13786-1999)

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes B à D sont données uniquement à titre d'information.

Sommaire

Avant-propos	v
Introduction	v
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives	1
3 Définitions, symboles et unités	2
3.1 Définitions valables pour tout composant.....	2
3.2 Définitions valables uniquement en flux thermique monodimensionnel.....	3
3.3 Symboles et unités.....	4
4 Période des variations thermiques.....	5
5 Données nécessaires	5
6 Matrice de transfert d'un composant multicouche.....	5
6.1 Généralités.....	5
6.2 Procédure.....	5
6.3 Matrice de transfert d'une couche homogène	6
6.4 Matrice de transfert de lames d'air planes	6
6.5 Matrice de transfert d'un composant de bâtiment.....	6
7 Caractéristiques thermiques dynamiques	7
7.1 Caractéristiques valables pour tout composant	7
7.2 Caractéristiques de composants formés de couches planes et homogènes.	7
8 Rapport	8
8.1 Rapport de calcul.....	8
8.2 Résumé des résultats.....	8
Annexe A (normative) Calcul simplifié de la capacité thermique.....	9
Annexe B (informative) Principe de la méthode et exemples d'application	11
Annexe C (informative) Informations supplémentaires pour la programmation.....	14
Annexe D (informative) Exemple	16

Avant-propos

Le texte de l'EN ISO 13786:1999 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 89 "Performance thermique des bâtiments et des composants du bâtiment" dont le secrétariat est tenu par le SIS, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 163 "Isolation thermique".

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en février 2000, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en février 2000.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

La présente norme fait partie d'une série de normes sur les méthodes de calcul pour la conception et l'évaluation de la performance thermique des bâtiments et des composants de bâtiments.

Introduction

iTeh STANDARD PREVIEW

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 ou température variable sur l'une de ses faces ou sur les deux. Dans la présente norme 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 quantifie les propriétés d'accumulation de chaleur du composant. Elle relie le flux thermique aux variations de température du même côté du composant. Les propriétés dynamiques de transfert thermique relient les variables physiques sur une face du composant à celles présentes sur l'autre face.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13786:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63b6b573-e3d3-47f4-a74f-8e480af7765c/iso-13786-1999>

1 Domaine d'application

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

Les définitions données dans la présente norme 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.

Les caractéristiques thermiques dynamiques définies dans la présente norme peuvent être utilisées en tant que spécifications de produits pour des composants de bâtiments finis.

Ces caractéristiques sont aussi utilisables pour calculer:

- la température intérieure d'une pièce;
- les besoins journaliers en puissance de pointe et en énergie pour le chauffage ou le refroidissement;
- les effets de l'intermittence du chauffage ou du refroidissement; etc.

L'annexe A donne des méthodes simplifiées pour l'estimation de la capacité thermique dans certains cas limités. En particulier, les méthodes décrites dans l'annexe A 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.

L'annexe C fournit des informations pour la mise sur ordinateur de la méthode de calcul.

L'annexe D donne un exemple de calcul pour un composant de bâtiment.

2 Références normatives

Cette norme comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN ISO 6946, Composants et parois de bâtiments - Résistance thermique et coefficient de transmission thermique - Méthode de calcul (ISO 6946)

EN ISO 7345, Isolation thermique - Grandeurs physiques et définitions (ISO 7345)

EN ISO 10211-1, Ponts thermiques dans le bâtiment - Calcul des températures superficielles et des flux thermiques- Partie 1: Méthodes de calcul générales (ISO 10211-1)

3 Définitions, symboles et unités

Pour les besoins de la présente norme, les définitions de l'EN ISO 7345 et celles données ci-dessous s'appliquent.

3.1 Définitions valables pour tout composant

3.1.1 composant: Paroi d'un bâtiment (mur, plancher ou toiture), ou partie d'une telle paroi.

3.1.2 zone thermique d'un bâtiment: Partie d'un bâtiment dans laquelle la température intérieure présente ou est supposée présenter des variations spatiales négligeables.

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

3.1.3 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. En utilisant la notation en nombres complexes, la température de la zone n est décrite par:

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

et le flux thermique par:

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

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:
 $\hat{\theta}_{\pm n} = |\hat{\theta}_n| e^{\pm j\psi}$ et $\hat{\Phi}_{\pm n} = |\hat{\Phi}_n| e^{\pm j\varphi}$
 ω est la fréquence angulaire des variations.

3.1.4 conductance thermique périodique (L_{mn}): Nombre complexe défini en conditions harmoniques par:

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

Les zones m et n peuvent être distinctes ou non.

3.1.5 capacité thermique: Inverse de la partie imaginaire de la conductance thermique périodique relatives à un côté de l'élément, divisé par la fréquence angulaire:

$$C_m = \frac{1}{\omega \Im \left(\frac{1}{L_{mm}} \right)} = \frac{T}{2\pi \Im \left(\frac{\hat{\theta}_m}{\hat{\Phi}_m} \right)} \quad (5)$$

3.1.6 décalage temporel (Δt): Durée séparant l'amplitude maximale d'une cause et l'amplitude maximale de son effet.

3.2 Définitions valables uniquement en flux thermique monodimensionnel

3.2.1 composant plan: Composant dont le plus petit rayon de courbure est au moins cinq fois son épaisseur.

3.2.2 couche homogène: Couche de matériau dans laquelle la plus grande taille des inhomogénéités n'excède pas le cinquième de l'épaisseur de la couche.

3.2.3 admittance thermique, coefficient de transmission thermique harmonique:

Quantités complexes définies comme 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 . Le flux thermique est compté positivement pour un flux entrant dans le composant.

$$Y_{mn} = \frac{L_{mn}}{A} = -\frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_n} \quad (6)$$

Y_{mm} sont les admittances thermiques, Y_{mn} ($m \neq n$) sont les coefficients de transmission thermique harmoniques.

3.2.4 capacité thermique surfacique: Capacité thermique divisée par l'aire de l'élément:

$$\chi_m = \frac{C_m}{A} = \frac{1}{\omega \Im\left(\frac{1}{Y_{mm}}\right)} = \frac{T}{2\pi \Im\left(\frac{\hat{\theta}_m}{\hat{q}_m}\right)} \quad (7)$$

Les capacités thermiques sont alors:

$$C_m = A \chi_m \quad (8)$$

NOTE Il existe deux admittances thermiques et deux capacités thermiques pour un composant séparant deux zones. Toutes dépendent de la période des variations thermiques.

3.2.5 facteur d'amortissement (f): Rapport du coefficient de transmission thermique dynamique au coefficient de transmission thermique en régime stationnaire U .

$$f = \frac{|\hat{q}_m|}{|\hat{\theta}_n| U} = \frac{|L_{mn}|}{AU} \quad \text{avec } m \neq n \quad (9)$$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63b6b573-e3d3-47f4-a74f-8e480af7765c/iso-13786-1999>

3.2.6 profondeur de pénétration périodique: Profondeur à laquelle l'amplitude des variations de température est réduite dans le rapport e (base des logarithmes naturels, $e = 2,718\dots$), dans un matériau homogène d'épaisseur infinie soumis en surface à une variation de température harmonique:

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}} \quad (10)$$

3.2.7 matrice de transfert: 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:

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

3.3 Symboles et unités

Pour les besoins de la présente norme, les termes et symboles du tableau 1 s'appliquent:

Tableau 1 - Termes, symboles et unités

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

Indices:	Autres symboles		
<i>a</i>	pour une lame d'air	\wedge	amplitude complexe
<i>e</i>	extérieur	$_$	moyenne
<i>i</i>	intérieur	$ $	module d'un nombre complexe
<i>m, n</i>	pour les zones thermiques	<i>arg</i>	argument d'un nombre complexe
<i>s</i>	relatif à la surface		
<i>ss</i>	de surface à surface		

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.

Des périodes d'intérêt pratique sont:

- une heure (3600 s), correspondant à des variations rapides, telles 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 (31 556 926 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 ,
- la capacité thermique massique c ;
- la masse volumique ρ .

Ces valeurs doivent être les valeurs utiles des matériaux utilisés.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/63b6b573-e3d3-47f4-a74f-1501437861999>

6 Matrice de transfert d'un composant multicouche

6.1 Généralités

Le calcul des caractéristiques thermiques dynamiques de composants non plans et de composants contenant des ponts thermiques importants doit être effectuée par résolution de l'équation de la chaleur, avec des conditions aux limites périodiques. A cet effet, les règles de modélisation du composant données dans EN ISO 10211-1 doivent être utilisées en combinaison avec des méthodes numériques telles que les techniques à différences finies et à éléments finis.

L'article 6 s'applique aux composants constitués de couches planes homogènes. Les ponts thermiques généralement tolérés dans les composants de bâtiments n'affectent pas les caractéristiques thermiques dynamiques de façon significative. Ils peuvent donc être négligés.

6.2 Procédure

La procédure est la suivante:

- 1) identifier les matériaux constitutifs des couches du composant de bâtiment et l'épaisseur de ces couches, et déterminer les caractéristiques thermiques de ces matériaux;
- 2) spécifier la période des variations sur les surfaces;
- 3) calculer la profondeur de pénétration pour le matériau de chaque couche;
- 4) déterminer les éléments de la matrice de transfert pour chaque couche;
- 5) multiplier les matrices de transfert des différentes couches, non compris celles des couches limites, dans l'ordre où elles se trouvent pour obtenir la matrice de transfert du composant.