Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 113 (1987)

Heft: 19

Artikel: Transmission énergétique globale des vitrages

Autor: Sagelsdorff, Ralph / Bruggmann, Peter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76420

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Transmission énergétique globale des vitrages

par Ralph Sagelsdorff, Dübendorf, et Peter Bruggmann, Zurich

Les gains solaires au travers des vitrages constituent un apport important au chauffage des bâtiments, ainsi qu'une charge en cas de climatisation. De ce fait, il est essentiel de connaître les caractéristiques optiques et thermiques des vitrages. La définition de la transmission énergétique globale des vitrages g, selon la norme DIN 67507, répond à ce besoin. Nous présentons ci-dessous les méthodes de mesure et de calcul nécessaires à la détermination de cette grandeur.

Zusammenfassung

Der Sonnenenergiegewinn durch Glasflächen stellt einen wichtigen Beitrag bei der Ermittlung der Heiz- oder Kühllast eines Gebäudes dar. Es müssen deshalb Kennwerte der Verglasung definiert werden, die einerseits einen Produktevergleich ermöglichen und andererseits als Grundwert für die Berechnung eingesetzt werden können. Der Gesamtenergiedurchlassgrad g nach DIN 67507 erfüllt diese Anforderung. Seine Definition wird im folgenden vorgestellt. Die messtechnische rechnerische und Ermittlung des g-Wertes einer Verglasung wird anhand eines Fallbeispieles illustriert.

1. Introduction

L'énergie solaire qui pénètre dans un bâtiment au travers des fenêtres constitue un élément important du bilan énergétique. Durant la saison froide, ces apports sont une contribution gratuite au chauffage, par temps clair ils peuvent même conduire à des surchauffes. Dans des bâtiments climatisés, en revanche, les apports solaires ne sont plus des gains, mais une charge pour la climatisation. Le planificateur et l'ingénieur doivent donc disposer de données précises sur les vitrages, d'une part afin de pouvoir comparer les différents produits offerts sur le marché, d'autre part afin de disposer des grandeurs fondamentales qui interviennent dans les calculs.

Une des données importantes (mais pas la seule) est la transmission énergétique globale (valeur g). Dans la littérature, cette valeur est souvent définie, ou utilisée, de différentes manières. De plus, il existe plusieurs méthodes non équivalentes de mesure.

A titre d'exemple, nous donnons le procédé de mesure de la valeur *g* selon la norme DIN 67507. C'est cette valeur qui est utilisée dans la nouvelle norme SIA 180 «Isolation thermique dans le bâtiment».

Par rapport aux conditions de mesure de la norme, les conditions réelles sont toutefois différentes, comme le montre le tableau 1.

Selon le niveau de précision désiré, on peut tenir compte de ces différences soit à l'aide de facteurs correctifs estimés (comme dans la recommandation SIA V 380/1), soit au travers de calculs détaillés se rapportant à l'objet étudié.

2. Commentaires sur la valeur g

Pour calculer la transmission énergétique globale (facteur solaire), on ajoute à la valeur du facteur de transmission énergétique (τ_E) la fraction, relative au rayonnement incident, de l'énergie solaire absorbée par le vitrage qui est convectée et irradiée vers l'intérieur (fig. 1).

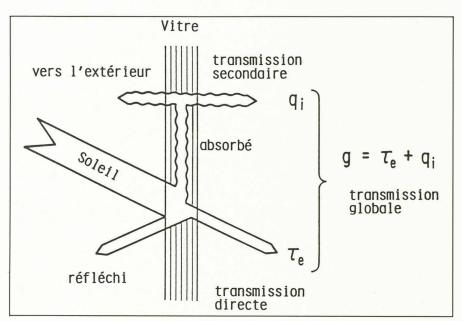


Fig. 1. - Transmission du rayonnement au travers d'une vitre.

TABLEAU 1. – Mesure de la valeur g.

Conditions de mesure selon DIN 67507	Conditions rencontrées dans la pratique			
Spectre solaire normé	Spectre solaire réel			
Coefficients de transfert normés	Coefficients de transfert réels			
Rayonnement à incidence normale	Rayonnement direct et diffus			
Pas de protection solaire	Protection solaire existante			

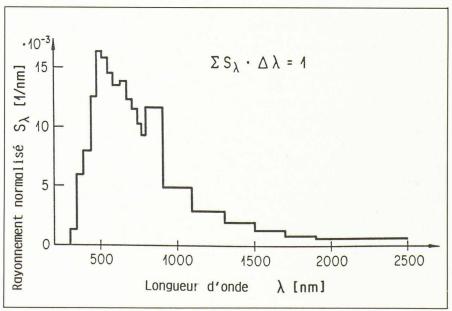


Fig. 2. – Spectre solaire normalisé selon la CIE.

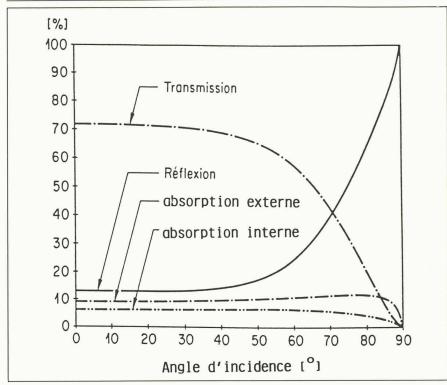


Fig. 3. — Influence de l'angle d'incidence sur la transmission du rayonnement au travers d'un vitrage clair double.

La valeur g d'un vitrage n'est toutefois pas une grandeur fixe, elle dépend des facteurs suivants:

2.1 Source de rayonnement

Le rayonnement solaire qui atteint le vitrage se compose de *rayonnement direct* (I_{dir}) et de *rayonnement diffus* (I_{dirfl}) (rayonnement du ciel et réflexion sur l'environnement).

2.2 Spectre de la source

Les propriétés de transmission, de réflexion et d'absorption d'un vitrage dépendent de la longueur d'onde du rayonnement incident (fig. 2).

L'efficacité de certains verres spéciaux (verres athermiques) repose sur ces propriétés sélectives.

La détermination des propriétés optiques et thermiques des verres est obtenue après pondération avec un spectre solaire normalisé (selon la Commission internationale de l'éclairage CIE).

2.3 Angle d'incidence du rayonnement

Les propriétés de transmission et de réflexion d'un vitrage dépendent encore très fortement de l'angle d'incidence du rayonnement. L'absorption quant à elle est à peu près constante quelle que soit l'incidence (fig. 3).

2.4 Transfert de chaleur à la surface des verres

Les propriétés d'absorption des verres, ainsi que les divers coefficients de transfert de chaleur (avec l'intérieur, l'extérieur et entre les verres), ont un effet déterminant sur la transmission énergétique secondaire (q_i) . Aussi est-il indis-

pensable de définir des conditions aux limites normalisées, si l'on veut pouvoir procéder à une comparaison objective de différents produits. Une utilisation dans des calculs pratiques (gains solaires passifs), évaluation des charges de climatisation, etc.) de cette valeur g normalisée doit être faite avec précaution: selon le problème posé et la précision souhaitée, il y aura lieu de tenir compte des conditions aux limites fixées.

3. Normalisation selon DIN 67507

Les grandeurs caractéristiques relatives aux propriétés optiques d'un vitrage (transmission lumineuse et énergétique), de même que les conditions aux limites, sont définies dans la norme DIN 67507.

3.1 Domaine de validité

La norme est valable pour des vitrages simples, doubles ou triples comprenant des verres clairs, absorbants ou réfléchissants. Dans ce sens, elle est applicable à tous les matériaux transparents, à l'exception de ceux qui sont transparents à l'infrarouge (de 5 à 50 μ m) et des vitrages isolants contenant des gaz absorbant l'infrarouge.

3.2 Grandeurs utilisées

Les grandeurs qui caractérisent les propriétés radiatives d'un vitrage sont les suivantes:

- transmission lumineuse
- τ_{F} transmission énergétique
- of réflexion énergétique
- α_E absorption du rayonnement
- $\tau(\lambda)$ transmission relative à une longueur d'onde (λ)
- $\varrho(\lambda)$ réflexion relative à une longueur d'onde (λ)
- q transmission énergétique indirecte vers l'intérieur
- q_e transmission énergétique indirecte vers l'extérieur
- g transmission énergétique globale

3.3 Bases du calcul

Les formules de calcul en vue de la détermination des caractéristiques optiques des vitrages, à partir des distributions spectrales mesurées – pour la transmission $\tau(\lambda)$ et la réflexion $\varrho(\lambda)$ – sont données dans la norme DIN 67507. Pour la transmission lumineuse τ , il y a lieu de considérer en plus la sensibilité de l'œil à la lumière naturelle.

3.4 Conditions aux limites

Les conditions suivantes sont admises pour les calculs:

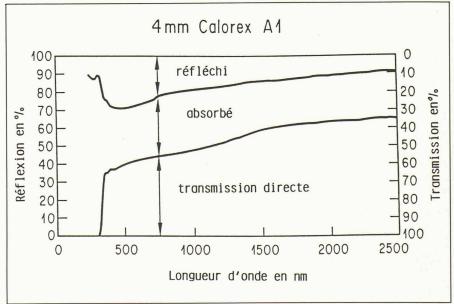


Fig. 4. – Caractéristiques spectrales d'un verre Calorex A l de 4 mm d'épaisseur.

- rayonnement quasi parallèle (donc direct) perpendiculaire au vitrage
- répartition du spectre solaire selon CIE 20 (1972)
- même température de l'air à l'intérieur et à l'extérieur
- coefficients de transfert thermique normalisés
 - $(\alpha_i = 8 \text{ [W/m^2K]}, \ \alpha_e = 23 \text{ [W/m^2K]}.$

4. Exemple

L'exemple suivant illustre la procédure de détermination de la valeur g d'un vitrage. La procédure suit le déroulement habituel au LFEM, la réalisation de l'échantillon étant faite par le groupe de physique du bâtiment du LFEM (à Dübendorf) et les mesures spectrales par le département de physique du LFEM (à Saint-Gall).

Exemple

Vitrage réfléchissant 4/12/4 mm Verre extérieur Calorex A1 4 mm Espace d'air intermédiaire 12 mm Verre intérieur clair 4 mm

1re étape: Echantillonnage

A partir du vitrage isolant, de dimensions 60 × 100 cm², on prépare des échantillons de 6 × 6 cm². Dans ce but, on retire le profil d'écartement et cinq échantillons sont pris sur chacun des verres. Ce travail est délicat, les verres ne pouvant être ni rayés ni salis.

2º étape: Spectroscopie

Les mesures spectrales suivantes sont effectuées sur chaque échantillon, digitalisées, puis stockées sur disque:

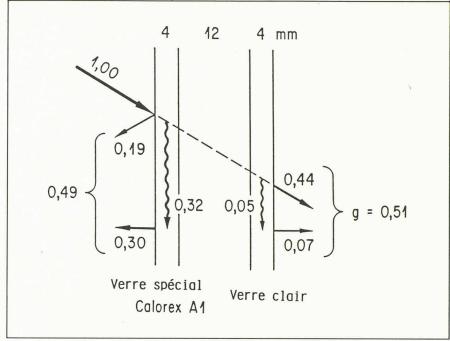


Fig. 5. – Répartition du rayonnement incident dans un vitrage athermique.

- transmission normale en fonction de la longueur d'onde
- réflexion normale en fonction de la longueur d'onde (sur une face)
- réflexion normale en fonction de la longueur d'onde (sur l'autre face).

La figure 4 donne les distributions relatives au verre Calorex.

3º étape:

Détermination des propriétés thermiques Les grandeurs caractéristiques thermiques k, Λ , α_i et α_e du vitrage doivent être calculées, mesurées, ou données par le fabricant.

Dans le cas particulier, les valeurs suivantes ont été utilisées:

 $k = 3.0 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

 $\Lambda = 6.07 \, [W/m^2 K]$

 $\alpha_i = 8 [W/m^2K]$

 $\alpha_e = 23 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

4º étape: Calcul des caractéristiques radiatives selon DIN 67507

Le fichier des mesures est alors traité comme suit sur ordinateur:

- calcul des valeurs moyennes par types de verre
- calcul de $\tau(\lambda)$ et de $f(\lambda)$
- calcul de τ , τ_E et ϱ_E
- calcul de q_i et g.

La figure 5 donne les résultats relatifs au vitrage considéré.

5. Présentation de résultats de mesure

Dans le cadre d'un mandat de la Société suisse des fabricants de fenêtres et de façades (SZFF), une série de vitrages, utilisés couramment en Suisse, ont été mesurés selon la procédure détaillée cidessus.

Le tableau 2 présente l'ensemble des résultats; ceux-ci sont comparés avec les données des fabricants. Les résultats relatifs à différents échantillons d'un même vitrage sont très voisins, les valeurs calculées varient quelque peu selon les fabricants.

Tableau 2. – Caractéristiques optiques et thermiques selon DIN 67507 (* = données des fabricants).

Type de vitrage	Valeur k (W/m ² K)	τ (en %)	τ _E (en %)	<i>QE</i> (en %)	a_{E1} (en %)	α_{E2} (en %)	g (en %)	q _i (en %)
Verre isolant normal (4/12/4 mm)		81	71	14	9	6	76	5
(4/12/4 mm)	3,0*	81*					77*	
Infrastop auresin (5/12/5 mm)		39	20	32	47	1	24	4
(5/12/5 mm)	1,4*	39*					28*	
Calorex A 1 (4/12/4 mm)		38	39	24	34	4	46	7
(6/12/6 mm)	-3,0*	38*					42*	
Heglas 11023 (4/15/4 mm)		78	50	21	10	19	67	17
(4/15/4 mm)	1,3*	79*					67*	
Comfort (4/15/4 mm)		68	47	16	9	27	70	23
(4/15/4 mm)	1,6*	68*					71*	
Stopsol bronze (6/15/6 mm)		23	29	22	46	3	37	8
(6/15/6 mm)	3,0*	18*					31*	
Soltrans argent (4/12/4 mm)	1,5*	52	39	17	41	3	44	5

Adresses des auteurs:

Ralph Sagelsdorff, ing. dipl. EPF LFEM - Groupe de physique du bâtiment

8600 Dübendorf

Peter Bruggmann Hans Schmidlin AG Schaffhauserstr. 315 8050 Zurich