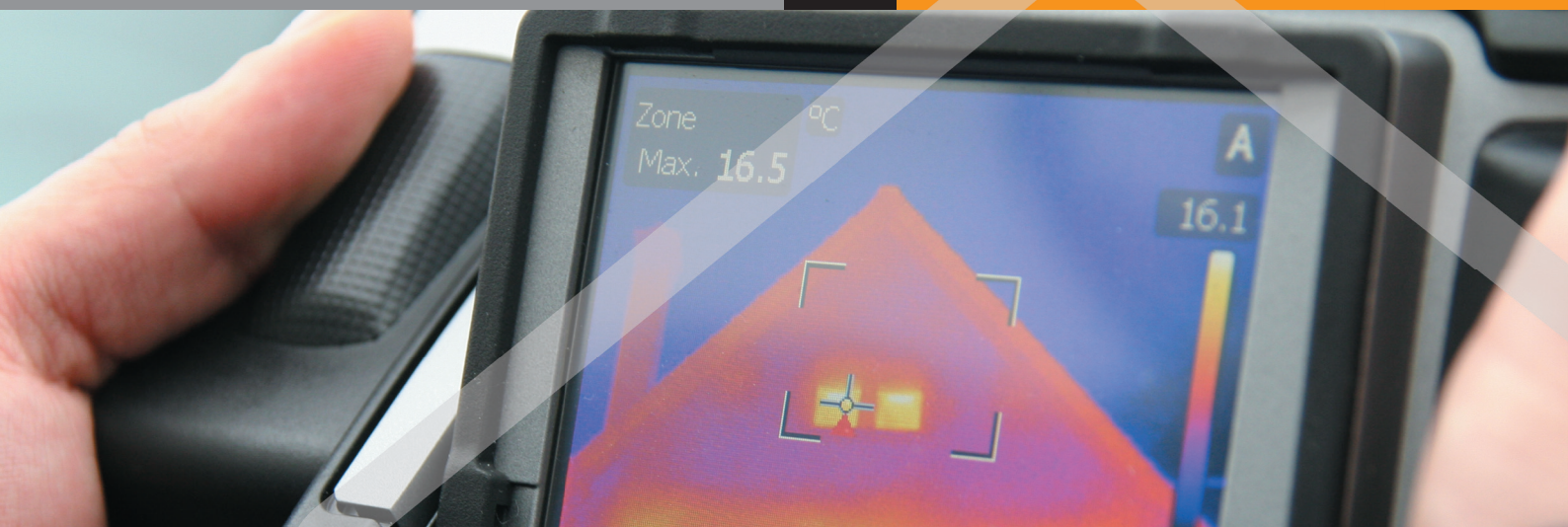




Introduction à la thermique du bâtiment

ÉDITION 2016

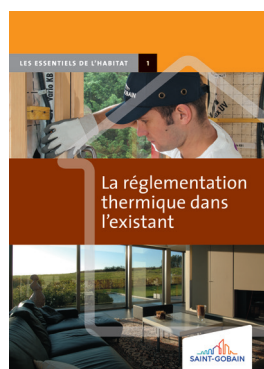


Le confort des bâtiments, l'efficacité énergétique, les bâtiments à énergie positive, autant de sujets d'actualité qui nécessitent de connaître les principes de base de la thermique pour mener à bien une démarche de développement durable dans le bâtiment.

Comprendre les valeurs hygrothermiques qui caractérisent les matériaux et les systèmes est aujourd'hui indispensable pour choisir judicieusement ses produits à la fois d'un point de vue technique et économique.

Cet **ESSENTIEL DE L'HABITAT** vous accompagne au quotidien en vous apportant les définitions illustrées des principales caractéristiques thermiques utilisées pour les produits et systèmes de construction des parois opaques et vitrées.

Retrouvez les niveaux d'exigences thermiques demandés dans les **ESSENTIELS DE L'HABITAT** dédiés aux réglementations thermiques :



La Réglementation Thermique

appliquée à la rénovation de maisons individuelles



La Réglementation Thermique 2012

appliquée à la construction de maisons individuelles

SOMMAIRE

Les transferts de chaleur	Page 3
Caractériser un matériau	Page 4
Caractériser les parois opaques	Page 6
Caractériser les ponts thermiques	Page 8
Caractériser les vitrages	Page 10
Caractériser les menuiseries	Page 12
Synthèse	Page 14

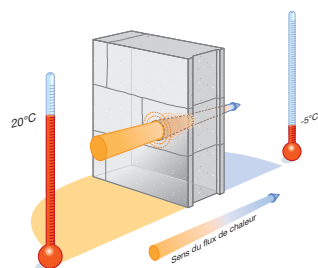
Les transferts de chaleur

► Les phénomènes de conduction, convection et rayonnement

Lorsque deux éléments sont à des températures différentes, un échange de chaleur s'établit jusqu'à ce que les températures des deux éléments soient identiques. La chaleur va toujours du corps chaud vers le corps froid.

Il est impossible d'empêcher ce phénomène d'échange, le but de l'isolation est donc de le freiner fortement.

Dans le domaine du bâtiment, les échanges de chaleur se font principalement selon 3 modes de transmission : la conduction (majoritaire), la convection et le rayonnement.



• La conduction :

C'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau.

La chaleur se propage avec plus ou moins de facilité suivant la nature, les caractéristiques (résistances thermiques...) et la géométrie du matériau.

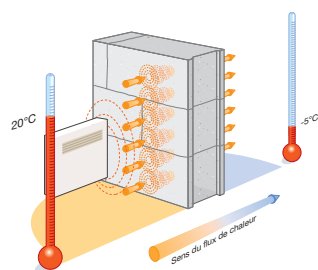
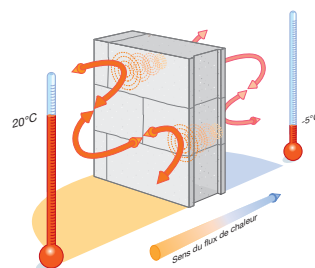
Plus le matériau est isolant moins il y a de conduction.

• La convection :

Ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide).

Au contact d'un élément chaud le fluide, de l'air par exemple, se met en mouvement et se déplace vers l'élément froid au contact duquel il perd sa chaleur créant ainsi un mouvement vertical qui accélère les échanges thermiques entre les 2 éléments

Plus l'air est immobile moins il y a de convection.

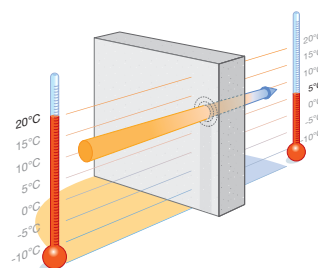


• Le rayonnement :

C'est le transfert de chaleur d'un élément à un autre par onde électromagnétique sans contact direct. Ce type de transfert ne nécessite pas de support matériel il peut se produire même dans le vide.

Plus l'émissivité du matériau est faible moins il y aura de transfert par rayonnement.

► La fuite de la chaleur – le flux thermique : φ



Définition :

Le flux de chaleur φ (phi) est la quantité d'énergie ou de chaleur passant au travers de 1m^2 de paroi pendant une seconde lorsqu'il existe un écart de température entre ses 2 faces. Il s'exprime en W/m^2 .

$$\varphi = \lambda \times \frac{\Delta T}{e}$$

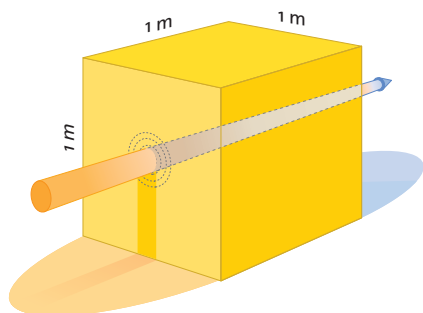
Avec λ la conductivité thermique ; ΔT l'écart de température et e l'épaisseur de la paroi.

La quantité de chaleur s'échappant d'une paroi simple diminue : lorsque la conductivité thermique décroît, lorsque l'écart de température entre les 2 faces de la paroi diminue et lorsque l'épaisseur de la paroi augmente.

Dans le domaine du bâtiment, les leviers pour limiter la fuite de chaleur sont la diminution de la valeur de la conductivité thermique et l'optimisation de l'épaisseur des parois.

Caractériser un matériau

► La conductivité thermique : λ



Définition :

La conductivité thermique est la quantité d'énergie traversant 1 m^2 de matériau d'un mètre d'épaisseur et, pour une différence de 1 degré de température.

Elle s'exprime en $\text{W}/(\text{m.K})^1$.

Elle représente l'aptitude du matériau à se laisser traverser par la chaleur.

C'est une caractéristique constante intrinsèque aux matériaux homogènes.

Attention : dans une même famille d'isolants on peut trouver des produits avec des performances variables (exemples : pour les laines minérales ou le polystyrène

expansé la conductivité thermique λ varie de 0,04 à 0,03 $\text{W}/(\text{m.K})$.

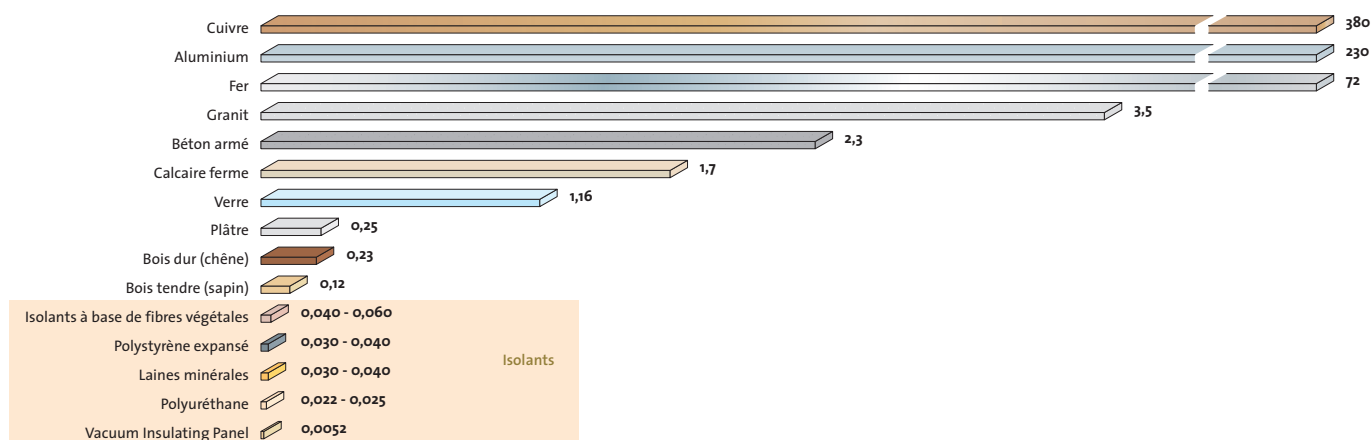
Plus la conductivité est faible plus un matériau est isolant.

Dans la pratique

La conductivité thermique est mesurée en laboratoire. Dans le cadre du marquage CE, les fabricants d'isolants thermiques sont tenus d'indiquer sa valeur sur leurs produits. De plus, pour garantir la fiabilité de l'information fournie au consommateur, la caractéristique peut faire l'objet d'une certification volontaire.

On peut trouver des valeurs par défaut pour les principaux matériaux dans les règles Th en vigueur. Dans le cadre de la réglementation thermique, les valeurs utilisées pour les calculs thermiques sont déterminées comme il suit : si la valeur de conductivité thermique est certifiée la valeur est utilisée telle quelle, si la valeur est déclarée, la valeur utilisée est minorée selon $\lambda_{\text{utilisée}} = 1,15 \times \lambda_{\text{déclarée}}$ et en l'absence de valeur on utilise les valeurs par défaut des règles Th en vigueur.

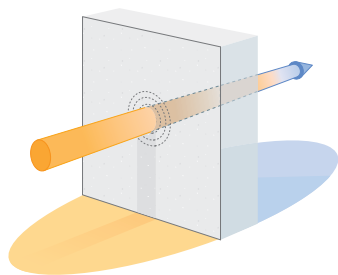
Illustration de la différence de conductivité thermique de quelques matériaux usuels



¹ Avec W : Watt ; m : mètre et K : Kelvin



► La résistance thermique d'un matériau : R



Définition :

La résistance thermique d'un matériau caractérise sa capacité à ralentir le transfert de chaleur réalisé par conduction. Elle s'exprime en $m^2.K/W$

Elle est calculée avec la formule suivante :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Avec

R : résistance thermique en $m^2.K/W$ e : épaisseur du matériau en mètre λ : conductivité thermique du matériau en $W/(m.K)$

Plus la résistance thermique est élevée plus le matériau est isolant.

Dans la pratique

La résistance thermique des isolants thermiques, doit dans le cadre du marquage CE, être indiquée sur les produits par le fabricant. Pour garantir la fiabilité de l'information fournie au consommateur, la caractéristique peut faire l'objet d'une certification volontaire. Il est aussi possible d'estimer la résistance thermique par le calcul.

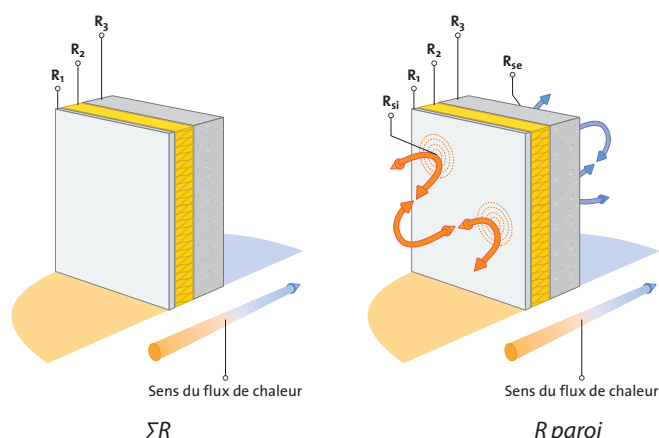
Dans le cadre de la réglementation thermique, les valeurs utilisées pour les calculs thermiques sont déterminées comme il suit : si la valeur de résistance thermique est certifiée la valeur est utilisée telle quelle, si la valeur est déclarée, la valeur utilisée est minorée selon $R_{utilisée} = 1,15 / R_{déclarée}$ et en l'absence de valeur on utilise les valeurs par défaut des règles Th en vigueur.

Epaisseur équivalente pour obtenir avec différents matériaux une résistance thermique de $R = 2,5 m^2.K/W$

	1,3 cm - VIP Vacuum Insulating Panel - $\lambda = 0,0052 W/(m.K)$
	5,5 cm - Polyuréthane - $\lambda = 0,022 W/(m.K)$
	8 cm - Polystyrène expansé - $\lambda = 0,032 W/(m.K)$
	8 cm - Laine minérale - $\lambda = 0,032 W/(m.K)$
	12,5 cm - Isolants à base de fibres naturelles - $\lambda = 0,05 W/(m.K)$
	30 cm - Béton cellulaire - $\lambda = 0,12 W/(m.K)$
	55 cm - Bois - $\lambda = 0,22 W/(m.K)$
	437 cm - Béton - $\lambda = 1,75 W/(m.K)$
	450 cm - Granit - $\lambda = 3,5 W/(m.K)$

Caractériser les parois opaques

► La résistance thermique d'une paroi homogène¹ : R_{paroi}



Définition :

La résistance thermique totale d'une paroi homogène caractérise la somme des transferts de chaleur réalisés par conduction au sein des matériaux et des échanges thermiques superficiels réalisés par convection et rayonnement. Elle se calcule en additionnant les résistances thermiques des différents constituants de la paroi et les résistances superficielles correspondantes et s'exprime en $m^2.K/W$.

$$R_{paroi} = \sum R + R_{si} + R_{se}$$

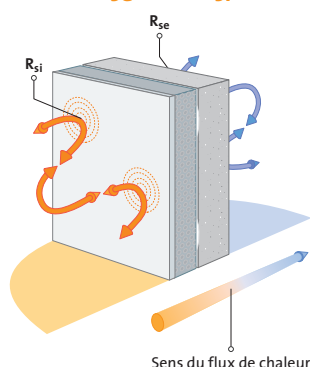
Plus la résistance thermique de la paroi est élevée plus la paroi est isolante.

Dans la pratique

Le calcul de cette valeur est un préalable au calcul du coefficient de transmission thermique d'une paroi. Elle est calculée au cas par cas en fonction de la configuration considérée.

Il est à noter que seules les résistances thermiques s'ajoutent, les conductivités thermiques ne s'ajoutent pas.

► La résistance superficielle d'une paroi : R_{se} et R_{si}



Définition :

La résistance superficielle d'une paroi caractérise la part des échanges thermiques qui se réalisent à la surface des parois par convection et rayonnement. Elle dépend du sens du flux de chaleur et de l'orientation de la paroi ; R_{si} pour les échanges sur la surface de paroi interne et R_{se} pour les échanges sur la surface de paroi externe. Elle s'exprime en $m^2.K/W$.

Dans la pratique

Pour des parois planes, les valeurs de résistances thermiques superficielles sont données dans les règles Th² de la réglementation thermique en vigueur.

Parois opaques	R_{si}	R_{se}	$\sum R_s$
Paroi verticale	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale (flux descendant)	0,17	0,04	0,21

Parois vitrées	R_{si}	R_{se}	$\sum R_s$
Paroi verticale (flux horizontal)	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14

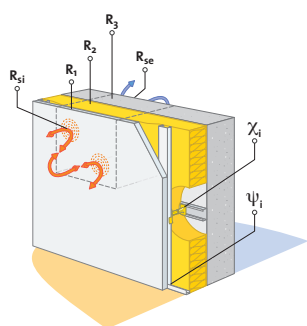
Valeurs de résistances superficielles des parois opaques en $m^2.K/W$ selon les règles Th-U - Fascicule 4 : Parois opaques et Fascicule 3 : Parois vitrées

1. On appelle une paroi homogène toute paroi dont les interfaces sont continues (sans lame d'air ventilée) et ne sont traversées par aucun accessoire, appui ou ossature métallique.

2. Règles Th-Bât, règles de détermination de paramètres d'entrée du bâti à utiliser pour le calcul réglementaire.



► La déperdition thermique dans une paroi : U_p



Définition :

Le coefficient de transmission thermique U_p traduit la quantité de chaleur s'échappant au travers d'une paroi, incluant des ponts thermiques intégrés¹, de 1m^2 pour un différentiel de 1°C . Il s'exprime en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi U_p se calcule de la façon suivante :

$$U_p = \frac{1}{\sum R_{\text{paroi}} + \sum R_s} + \frac{\sum \text{ponts thermiques ponctuels} + \sum \text{ponts thermiques linéiques}}{\text{Aire de la paroi}}$$

Soit

$$U_p = U_c + \frac{\sum \psi_i L_i + \sum \chi_j}{A}$$

Avec :

ψ_i : coefficient linéique du pont thermique structurel i , en $\text{W}/(\text{m}.\text{K})$.

L_i : longueur du pont thermique intégré i , en m.

χ_j : coefficient ponctuel du pont thermique intégré j , en W/K .

A : surface² totale de la paroi, en m^2 .

Plus le coefficient U_p est faible, moins il y a de déperdition ; plus la paroi est performante thermiquement.

Dans la pratique

Les fabricants peuvent indiquer cette valeur dans leurs documentations pour des configurations types de leurs systèmes. En fonction de la configuration du projet, le calcul du U_p est réalisé au cas par cas, principalement par des bureaux d'études thermiques.

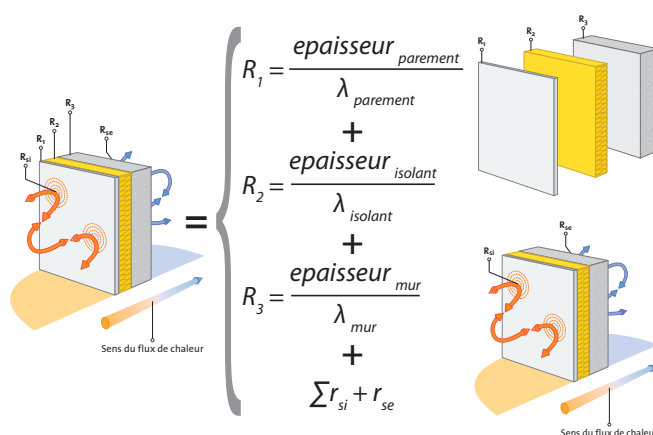
Dans le cadre de la réglementation thermique, les valeurs utilisées pour les calculs thermiques sont déterminées comme il suit : s'il existe une valeur U_p certifiée du système, la valeur est utilisée telle quelle, si la valeur est déclarée, la valeur utilisée est minorée selon $U_{p \text{ utilisé}} = 1,15 \times U_{p \text{ déclaré}}$. En l'absence de valeur de U_p , le calcul est réalisé par un bureau d'étude, en utilisant les données fabricants (en l'absence de données fabricants en utilisant les valeurs par défaut des règles Th en vigueur).

1. Voir encart p. 8 pour la définition des ponts thermiques intégrés

2. Pour des commodités de calcul on utilise souvent comme aire de paroi une aire de référence dite « Aire de paroi reproductible »

► La déperdition d'une paroi en partie courante : U_c

Exemple de calcul d'un U_c pour un doublage sur paroi maçonnée.



Définition :

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi homogène U_c traduit la quantité de chaleur s'échappant au travers d'une paroi homogène de 1m^2 pour un différentiel de 1°C . Il s'obtient par le calcul, c'est l'inverse de la résistance thermique totale d'une paroi homogène³ et s'exprime en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Il sert à caractériser les déperditions thermiques d'une paroi homogène composée d'un matériau simple ou de plusieurs matériaux.

$$U_c = \frac{1}{\sum R + R_{si} + R_{se}}$$

Avec :

R : Les résistances thermiques des éléments de la paroi homogène en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.

R_{si} et R_{se} : Les résistances thermiques superficielles de la paroi en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.

Plus le coefficient U_c est faible moins il y a de déperdition ; plus la paroi est performante thermiquement.

Dans la pratique

Les fabricants de matériaux isolants peuvent indiquer des valeurs de U_c pour des configurations types dans leurs documentations. On peut faire une estimation avec les valeurs par défaut des règles Th, le calculer avec les informations transmises par les fabricants de chaque matériau constituant la paroi ou faire réaliser le calcul par un bureau d'étude.

3. Il s'agit de caractériser une paroi continue et homogène (sans pont thermique intégré)

Caractériser les ponts thermiques

Les ponts thermiques désignent les parties de l'enveloppe d'un bâtiment qui induisent d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieur. Une absence ou une dégradation de l'isolation est généralement à l'origine de ces fuites.

Avant que l'on ne commence à isoler, les ponts thermiques représentaient environ 10 à 20 % des déperditions totales d'un bâtiment. Maintenant que l'on isole, le pourcentage des déperditions dues aux parois a fortement baissé, et celui des ponts thermiques a augmenté.

Cependant aujourd'hui, avec la mise en vigueur au niveau européen de la directive sur la performance énergétique des bâtiments, des solutions sont mises en place pour réduire au minimum les ponts thermiques à l'aide notamment de rupteur de pont thermique et de l'isolation par l'extérieur.

Sont distingués :

- Les ponts thermiques intégrés, générés par l'interruption ou la dégradation de l'isolant au sein de la paroi ;
- Les ponts thermiques de liaison, dus à l'interruption de l'isolation à l'intersection des parois du bâtiment.

► Les ponts thermiques intégrés

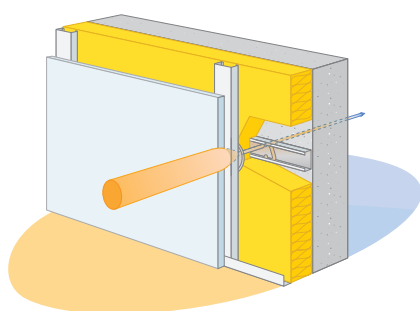
Définition :

Les ponts thermiques intégrés rassemblent les ponts thermiques créés dans la paroi par des éléments tels que les ossatures métalliques, appuis et autres accessoires.

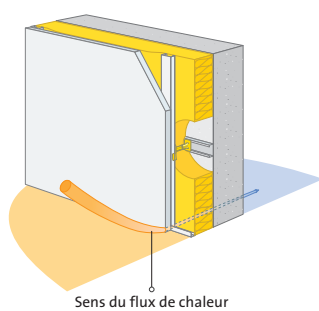
Les ponts thermiques intégrés peuvent être :

- Ponctuels - notés K_{hi} . Exemple : appui métallique dans un doublage sur ossature ;
- Linéiques – notés Ψ . Exemple : fourrure métallique dans un doublage sur ossature.

Ils s'expriment en $W/(m.K)$.

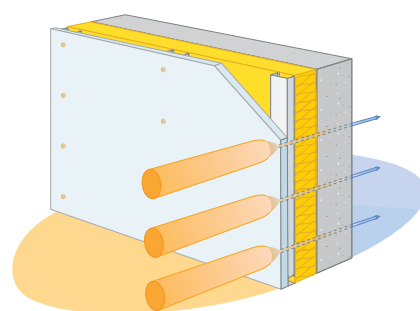


Appui métallique



Sens du flux de chaleur

Rail métallique



Fixations



► Les Ponts thermiques de liaison structurels

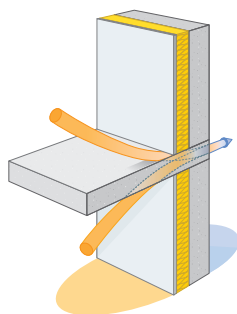
Définition :

Les ponts thermiques se localisent principalement là où il y a changement de la géométrie de l'enveloppe. Ils se situent donc au niveau des planchers, des murs de refends, des angles, de la liaison menuiserie-paroi, etc.

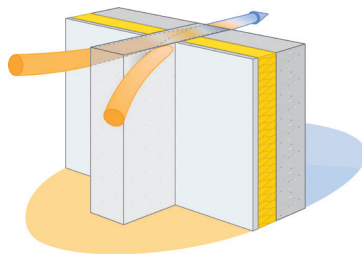
Leurs valeurs sont données dans les règles ThU ou par calcul.

Le pont thermique de liaison est un coefficient linéique : ψ , exprimé en $W/(m.K)$.

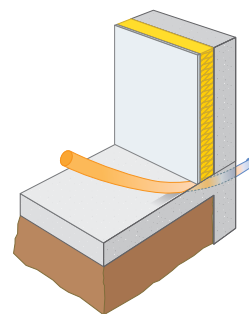
Les déperditions dues aux liaisons structurelles contribuent au calcul des déperditions surfaciques au stade de la définition du calcul du total des déperditions du bâtiment: $U_{bât}^1$.



Plancher intermédiaire

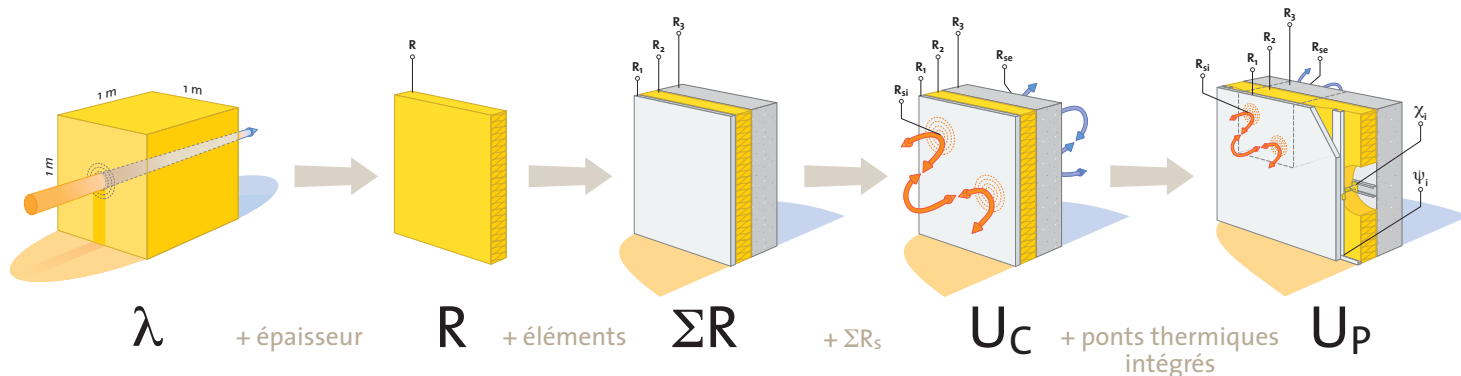


Mur de refend



Plancher bas

Résumé des principales valeurs qui permettent de caractériser les performances thermiques d'une paroi opaque :



LES FORMATIONS SAINT-GOBAIN

Découvrez notre stage sur la thermique du bâtiment et les solutions Isover et Placo®. Ref: **REGTH**

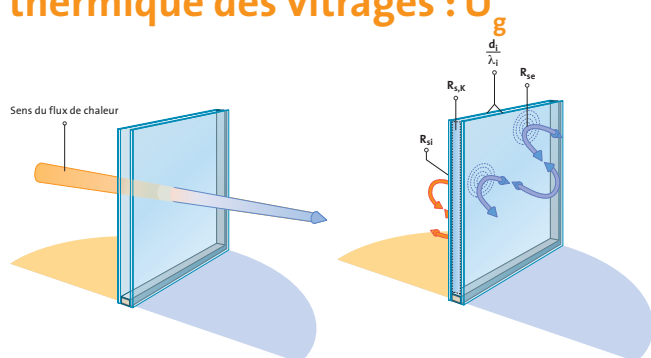
Ainsi que notre stage sur les exigences réglementaires thermique et acoustique pour les chantiers de rénovation. Ref: **RENO**

Inscriptions sur : www.seformeravecsaint-gobain.com

¹. Le $U_{bât}$ permet d'exprimer de façon synthétique la performance globale d'un bâtiment pour 1 m² de paroi.

Caractériser les vitrages

► Le coefficient de transmission thermique des vitrages : U_g



Définition :

Le coefficient de transmission thermique U_g caractérise la quantité de chaleur transmise par un vitrage (g pour glass/vitrage) de 1m^2 pour un différentiel de 1 degré.

Il s'exprime en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Le coefficient de transmission thermique U_g d'un vitrage isolant se calcule en fonction des résistances thermiques :

- des différentes couches constituant le vitrage (dont les verres à couche de faible émissivité),
- de la lame d'air ou de gaz (Argon...),
- des résistances superficielles.

$$U_g = \frac{1}{\sum \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum R_{s,k} + R_{se} + R_{si}}$$

Avec :

d_j : épaisseur du verre ou de la couche du matériau j (à l'exception de l'air ou du gaz), en m.

λ_j : conductivité thermique du verre ou de la couche de matériau j, en $\text{W}/(\text{m}.\text{K})$.

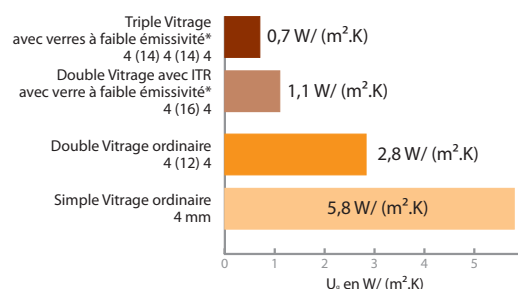
$R_{s,k}$: résistance thermique de la lame d'air ou du gaz, en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$

R_{si} et R_{se} : résistances thermiques superficielles en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.

Plus le coefficient U_g est faible moins il y a de déperdition ; plus le vitrage est performant thermiquement.

Dans la pratique

La valeur U_g est indiquée sur les produits par le fournisseur. Pour garantir la fiabilité de l'information fournie, la caractéristique peut faire l'objet d'une certification volontaire.



Exemple de valeurs de U_g en fonction du type de vitrage
Avec 4(16)4 = verre de 4 mm / 16 mm de gaz argon / verre de 4 mm
*remplissage argon.

► L'émissivité des vitrages : ϵ

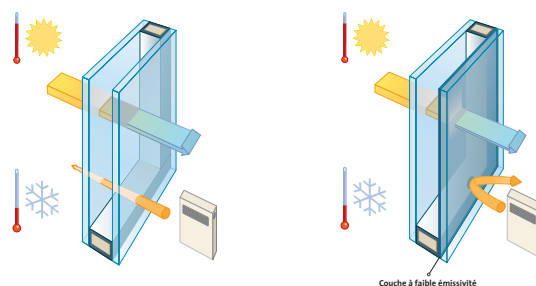


Illustration de la différence de transfert par rayonnement entre 2 doubles vitrages d'émissivités différentes : un double vitrage ordinaire et un double vitrage à couche à faible émissivité

Définition :

L'émissivité ϵ (epsilon) caractérise la capacité des surfaces d'un verre à absorber puis à réémettre de la chaleur par rayonnement. L'émissivité varie entre 0 et 1 et s'exprime sans unité.

Plus l'émissivité du verre est faible, plus les pertes d'énergie/transfert de chaleur par rayonnement sont réduites, plus la performance thermique du vitrage isolant est élevée et moins il existe une sensation de paroi froide aux abords des vitrages.

Une faible émissivité est une caractéristique essentielle pour améliorer la performance thermique des vitrages isolants doubles ou triples.

Ces vitrages isolants à « isolation thermique renforcée » (ITR) intègrent un verre à faible émissivité. Ce produit verrier est un verre sur lequel a été déposée une couche mince transparente composée de matériaux d'origine métallique. L'émissivité d'un verre clair ordinaire (sans couche à faible émissivité) est de 0,89, l'émissivité d'un verre à couche faiblement émissive peut atteindre des valeurs de 0,01.



► Le facteur solaire : g

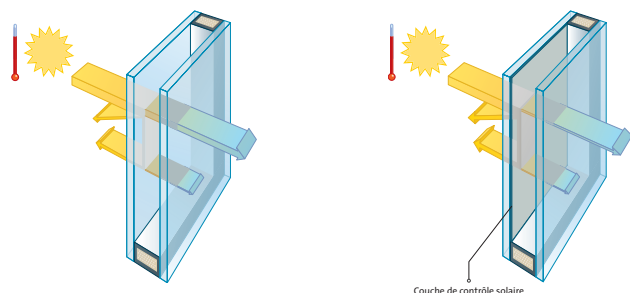


Illustration de la différence du facteur solaire entre 2 doubles vitrages : un double vitrage ordinaire et un double vitrage à couche de contrôle solaire

Définition :

Le facteur solaire g est le rapport entre le flux solaire reçu par le vitrage et la somme des énergies solaires transmises (par transmission directe et absorption/réémission). Pour un vitrage de fenêtre, il représente le pourcentage total de l'énergie solaire entrant par la fenêtre dans le bâtiment. Le facteur solaire varie entre 0 et 1 et s'exprime sans unité.

Plus le facteur solaire tend vers zéro, plus l'énergie solaire entrante sera faible

Le facteur solaire d'un double vitrage standard à isolation thermique renforcée (VIR ou ITR) est de l'ordre de 0,63 : cela signifie que 63% de l'énergie solaire entre dans la pièce.

Les vitrages isolants qui ont un facteur solaire inférieur ou égal à 0,40, sont appelés vitrage de « contrôle solaire » : ils limitent les entrées de la chaleur du rayonnement solaire.

Dans la pratique

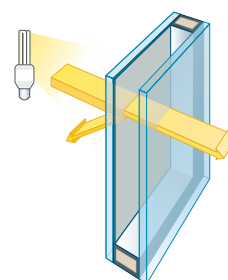
Issue d'un calcul basé sur des mesures réalisées sur tous les constituants du vitrage, la valeur du facteur solaire d'un vitrage est indiquée par le fabricant dans sa documentation.

► La transmission lumineuse T_l

Définition :

La transmission lumineuse T_l caractérise le pourcentage de la lumière incidente qui est transmise par le verre. La transmission lumineuse caractérise uniquement la

transmission du rayonnement solaire visible (la lumière). La transmission lumineuse T_l s'exprime en pourcentage.



Plus la transmission lumineuse T_l est élevée plus le vitrage laisse passer la lumière.

La transmission lumineuse d'un double Vitrage standard à Isolation thermique Renforcée (VIR ou ITR) est de l'ordre de 80% : cela signifie que 80% de la lumière entre dans la pièce. Les vitrages isolants qui ont une transmission lumineuse plus faible (inférieure à 70%), sont des vitrages de « contrôle solaire » : ils peuvent limiter les entrées de lumière tout en diminuant fortement les entrées de chaleur du rayonnement solaire.

Dans la pratique

Issue d'un calcul basé sur des mesures réalisées sur tous les constituants du vitrage, la valeur de transmission lumineuse d'un vitrage est indiquée par le fabricant dans sa documentation.

► La sélectivité : T_l/g

Définition :

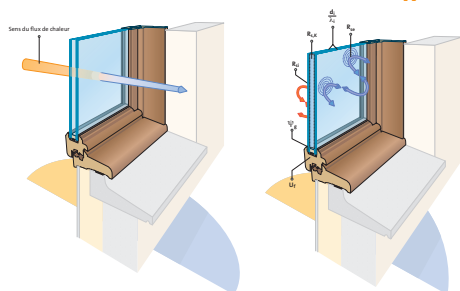
Il existe une limite physique entre la transmission maximale de lumière et la transmission minimale d'énergie d'un vitrage.

La valeur limite de ce ratio, rapport de la transmission lumineuse (T_l) sur le facteur solaire (g), également appelée « sélectivité » est un peu supérieure à 2.

Ainsi, un vitrage dont la sélectivité est proche de cette valeur limite $T_l/g = 2$, présente une caractéristique optimale de sélectivité : il laisse entrer un maximum de lumière et réfléchit un maximum d'énergie solaire.

Caractériser les menuiseries

► Le coefficient de transmission thermique des fenêtres : U_w



Définition :

Le coefficient de transmission thermique d'une fenêtre U_w caractérise la déperdition énergétique d'une fenêtre (w pour window/fenêtre). Il s'exprime en $W/(m^2.K)$

$$U_w = \frac{U_g \times \text{surface vitrage} + U_f \times \text{surface cadre} + \psi_g \times \text{périmètre vitrage}}{\text{Surface totale fenêtre}}$$

Avec

U_w : coefficient de transmission thermique de la fenêtre (w pour window) en $W/(m^2.K)$.

U_g : coefficient de transmission thermique au centre du vitrage (g pour glass) en $W/(m^2.K)$.

U_f : coefficient de transmission thermique moyen du cadre de la fenêtre (f pour frame) en $W/(m^2.K)$.

ψ_g : coefficient de transmission thermique linéique de liaison vitrage/cadre de la fenêtre qui combine les déperditions de l'intercalaire à la périphérie du vitrage l'isolant et du profilé.

Plus le coefficient U_w est faible moins il y a de déperdition ; plus la fenêtre est performante thermiquement.

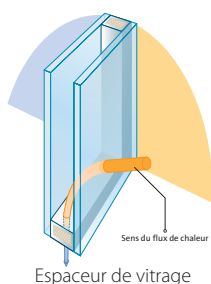
Dans la pratique

Le coefficient de transmission thermique d'une fenêtre U_w est indiqué par le fabricant de menuiserie. Pour garantir la fiabilité de l'information fournie au consommateur, la caractéristique peut faire l'objet d'une certification volontaire.

Il est aussi possible de réaliser le calcul de la valeur U_w au moyen du logiciel de calcul Caluwin que SWISSPACER met gracieusement à la disposition de ses partenaires (téléchargeable sur www.swisspacer.com).

► Le pont thermique intégré de l'espaceur : ψ_g

Le pont thermique de l'espaceur ψ_g en $W/m.k$. dépend à la fois du type de châssis, du vitrage et de l'intercalaire en lui-même.



► Le coefficient surfacique moyen de la menuiserie : U_f

Définition :

Le coefficient de transmission thermique moyen de la menuiserie U_f caractérise la déperdition énergétique d'un cadre de menuiserie (f pour frame/ cadre). Il s'exprime en $W/(m^2.K)$.

Dans la pratique

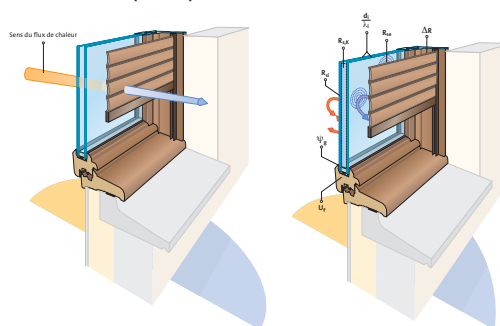
Ce coefficient est utilisé pour le calcul de la performance des fenêtres.

► Le coefficient des fenêtres équipées d'une fermeture extérieure : U_{wf}

Définition :

Le coefficient de transmission thermique U_{wf} caractérise la déperdition énergétique d'une fenêtre équipée d'une fermeture extérieure mobile.

Il s'exprime en $W/(m^2.K)$



U_{wf} se calcule à partir du coefficient de transmission thermique de la fenêtre U_w et de la valeur de résistance thermique additionnelle ΔR apportée par la fermeture.

$$U_{wf} = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_w} + \Delta R\right)}$$

Plus le coefficient U_{wf} est faible, plus l'ensemble fenêtre et fermeture est performant.

Dans la pratique

Le coefficient de transmission thermique d'une fenêtre U_{wf} peut être calculé au moyen de logiciels adaptés. Les fabricants peuvent indiquer sa valeur sur des produits type blocs-baies.



► La résistance thermique additionnelle des fermetures : ΔR

Définition :

La résistance thermique additionnelle d'une fermeture caractérise l'opposition au transfert de chaleur apportée par l'ensemble fermeture - lame d'air ventilée. Elle s'exprime en $m^2.K/W$.

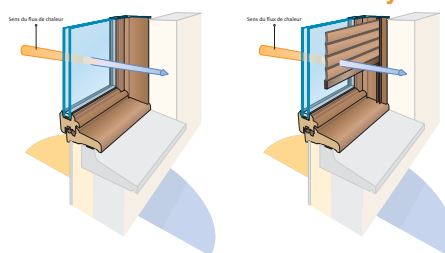
Dans la pratique

Les valeurs de résistances thermiques additionnelles sont données par le fabricant de la fermeture, à défaut on utilise les valeurs suivantes données par les règles Th.

Fermetures	Type	ΔR en $m^2.K/W$
Jalousie accordéon, fermeture à lames orientables y compris les vénitiens extérieurs tout métal, volets battants ou persiennes avec ajours fixes	A	0,08
Fermeture sans ajours en position déployée, volets roulants Alu	B	0,14
Volet roulant PVC ($e \leq 12mm$), persienne coulissante ou volet battant PVC, volet battant bois ($e \leq 22 mm$)	C	0,19
Persienne coulissante PVC et volet battant bois $e > 22mm$, volet roulant PVC $e > 12 mm$)	D	0,25

Valeurs par défaut issues des règles Th-U - Fascicule 3 : Parois vitrées

► Le coefficient de transmission thermique moyen jour-nuit d'une fenêtre avec fermeture : U_{jn}



Définition :

Le coefficient de transmission thermique moyen U_{jn} caractérise la déperdition énergétique d'une fenêtre combinée à une fermeture au cours d'une journée (jour/nuit). Il s'exprime en $W/(m^2.K)$

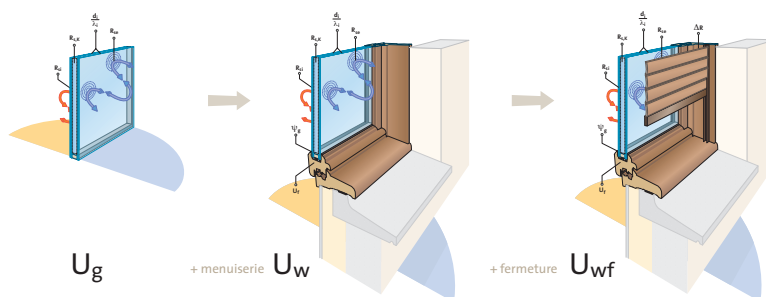
$$U_{jn} = \frac{U_w + U_{wf}}{2}$$

Plus le coefficient U_{jn} est faible, plus l'ensemble fenêtre et fermeture est performant thermiquement.

Dans la pratique

Le coefficient de transmission thermique d'une fenêtre U_{jn} est calculé au moyen des valeurs transmises par le fabricant ou évalué avec des valeurs par défaut issues des règles Th.

Résumé des principaux coefficients qui permettent de caractériser les performances thermiques d'une paroi vitrée et de sa fermeture :



LES FORMATIONS SAINT-GOBAIN

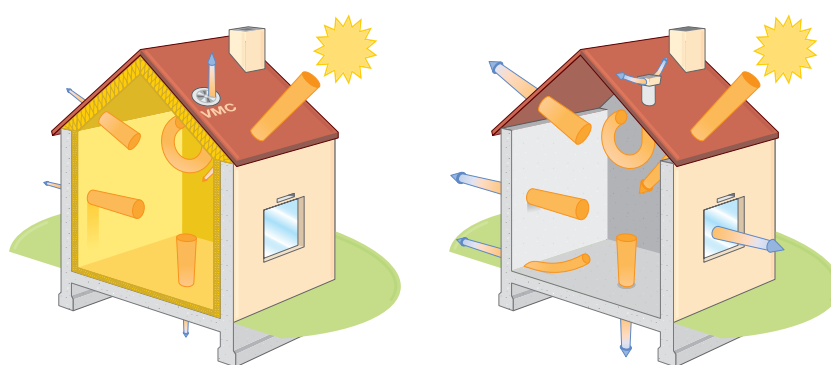
Découvrez notre stage sur la mise en œuvre des menuiseries extérieures. Ref : **BMP03**

Inscriptions sur : www.seformeravecsaint-gobain.com

Synthèse

► Pour conclure

De manière à assurer le confort et la performance énergétique, il est essentiel d'isoler thermiquement et d'inscrire ce traitement de l'enveloppe dans une démarche globale intégrant la maîtrise de l'étanchéité à l'air et la ventilation.



Par ailleurs, c'est à partir de ces trois principes indissociables que les problèmes de condensation et de pathologie seront écartés, garantissant la pérennité du bâtiment.



LES FORMATIONS SAINT-GOBAIN

Découvrez notre stage sur les solutions Isover et Placo® pour traiter l'étanchéité à l'air en maisons individuelles. Ref : **RESEAM**
Ainsi que notre stage sur le revêtement technique pour l'étanchéité à l'air Aéroblue®. Ref : **AEROBLUE**
Découvrez aussi dans la collection des Essentiels : *La perméabilité à l'air des bâtiments* et *La qualité de l'air intérieur*.
Inscriptions et téléchargements sur : www.seformeravecsaint-gobain.com

► Pour aller plus loin

Découvrez aussi dans la collection des Essentiels de l'Habitat :



La perméabilité à l'air des bâtiments



La qualité de l'air intérieur

Un premier pas vers la formation ...



Pour vous initier
aux grandes thématiques de l'habitat
et découvrir les solutions des marques
du groupe Saint-Gobain.

Placoplatre • Isover • Weber • Saint-Gobain Building Glass Europe • Adfors • Ecophon • Eurocoustic • Norton • PAM • Sevax • Solar Gard • Vetrotech • Clipper • Coramine • Eurobeton industrie • GIMM • Les Menuiseries Françaises • Plafometal • Sageglass • Sheerfill • Swisspacer • * Saint-Gobain



SAINT-GOBAIN - BP 161 - 354, rue de Meaux - 93410 Vaujours

service-formation@saint-gobain.com | www.construireavecsaint-gobain.fr |

 **0 810 440 440**
PRIX APPEL LOCAL

disponible sur www.seformeravecsaint-gobain.com

