

# COMMENT CALCULER ET PREVOIR LES PERTES THERMIQUES D'UN LOCAL ?

Un problème important dans le bâtiment est celui de l'isolation thermique. De nombreuses déperditions ayant lieu, il est important de les limiter et pour cela de répertorier ces différentes pertes :

## I. LES DIFFERENTES DEPERDITIONS THERMIQUES

### 1. À TRAVERS LES PAROIS (MURS, PLAFONDS, SOLS...)

C'est le cas général étudié précédemment avec les trois modes de propagation de la chaleur.

La qualité thermique d'une paroi est donc définie par le coefficient global de transmission thermique.

Quelques valeurs.

murs isolés :  $K = 0,5$  à  $0,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  non isolés :  $2,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

vitres doubles :  $3,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

vitres simples :  $5,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

plafond isolé :  $0,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  non isolé :  $2,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

sol isolé :  $0,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  non isolé :  $1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

On peut remarquer que l'économie réalisée en mettant un double-vitrage est en pourcentage, d'environ 40 % (pour la surface vitrée considérée).

### 2. A TRAVERS CERTAINS POINTS PARTICULIERS

Ce sont les parties d'une habitation où l'isolation est interrompue et donne lieu à des fuites thermiques : angles de murs, liaisons sol-murs. Ces points sont appelés **points thermiques**.

### 3. PAR RENOUVELLEMENT DE L'AIR

L'air doit être renouvelé périodiquement dans une habitation par mesure d'hygiène, pour éliminer les odeurs de cuisine, diminuer l'humidité... Cette opération entraîne une dépense d'énergie supplémentaire car de l'air froid pénètre dans les locaux, il doit donc être réchauffé. Chaque mètre cube d'air introduit nécessite environ 0,35 Wh pour être réchauffé de 1 K (ou 1 °C).

L'isolation thermique dans les bâtiments permet de réaliser une économie d'énergie et donc financière.

### Principaux matériaux isolants :

- air sec, au repos :  $\lambda$  le plus petit connu pour un matériau homogène (il faut simplement éviter les courants de convection).

On ne peut obtenir de valeur plus faible à moins de recourir au vide, seul milieu où ne se produisent ni conduction, ni convection. Seuls les échanges par rayonnement ont encore lieu, on les annule pratiquement en recouvrant les surfaces d'un métal à fort pouvoir réflecteur ; le meilleur isolement thermique est obtenu avec le vase de Dewar : bouteille à 2 parois argentées, entre lesquelles on fait le vide (principe des bouteilles thermos),

- liège : la nature fournit de nombreux matériaux isolants (fourrure, paille, écorce...) mais ils sont souvent putrescibles, inflammables et absorbent l'humidité. Le liège peut être traité pour éliminer ces inconvénients.

$\lambda = 0,04 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  pour le liège expansé, sinon  $\lambda = 0,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- fibres minérales (laine de verre et de roches) la rétention de l'air entre ces fibres donne une faible valeur pour  $\lambda$ .

- les matières plastiques expansées soit sous l'effet de la chaleur (polystyrène) soit par diffusion d'un gaz, donnent de très bon résultats.

## II. TRANSMISSION DE CHALEUR PAR CONDUCTION :

### 1. LE FLUX THERMIQUE $\Phi$ :

Le flux thermique correspond à la puissance thermique moyenne. Il est défini par la relation :

$$\Phi = (\lambda / e) \cdot S \cdot (t_{\text{chaude}} - t_{\text{froide}})$$

Avec :

$\Phi$  : flux thermique à travers une paroi en W

$\lambda$  : conductivité thermique du matériau en Watt par mètre et par Kelvin ( ou °C)

e : épaisseur du mur en m

S : surface de la paroi en m<sup>2</sup>

t chaude : température la plus haute en Kelvin ou °C ( identique quand il s'agit de différence de température)

t froide : température la plus basse en Kelvin ou °C

**Le flux thermique surfacique** correspond à la puissance thermique par unité de surface cad par mètre-carré.

$$\Phi = \lambda / e \cdot (t_{\text{chaude}} - t_{\text{froide}}) \text{ avec } S = 1 \text{ m}^2$$

$\Phi$  : flux thermique surfacique à travers une paroi en  $\text{W.m}^{-2}$  (W)

K : coefficient de transmission surfacique  $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

t chaude : température la plus haute en Kelvin ou °C

t froide : température la plus basse en Kelvin ou °C

---

## 2. LA CONDUCTIVITE THERMIQUE :

**La conductivité thermique  $\lambda$**  d'un matériau homogène est la puissance dissipée à travers une surface de ce matériau d'aire  $1 \text{ m}^2$  lorsque ses deux faces sont soumises à une différence de température de un degré Celcius ( °C) et que son épaisseur est de 1m.

Elle s'exprime en Watts par mètre et par degré Celcius ( ou Kelvin).

Plus  **$\lambda$  est petit, plus le flux transmis est faible et plus l'isolation thermique est bonne.**

---

## 3. LA CONDUCTANCE THERMIQUE K

La conductance thermique de la paroi K ou coefficient thermique de transmission a pour expression :

$$K = \lambda / e$$

Unité :  $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Ainsi le flux thermique a pour expression

$$\Phi = K \cdot S \cdot (t_{\text{chaude}} - t_{\text{froide}})$$

**Plus K est faible plus le flux thermique est faible et l'isolation de la paroi est bonne.**

**K caractérise l'importance des déperditions thermiques à travers la paroi.**

---

## 4. LA RESISTANCE THERMIQUE R

Elle mesure la qualité d'isolation d'un matériau d'épaisseur e et de conductivité  $\lambda$  ; c-a-d la capacité du matériau à s'opposer au passage de la chaleur.

**Information** : En France, la réglementation impose  $1 < R < 5$

$$R = e / \lambda$$

avec R en  $\text{m}^2.\text{°C.W}^{-1}$

e en m

$\lambda$  en  $\text{W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

**Remarques :**

a)  $\lambda$  est grand pour les bons conducteurs thermiques comme les métaux, et petit pour les mauvais conducteurs thermiques ( les gaz par exemple)

b) Un mur est rarement composé d'un seul matériau, mais le plus souvent de matériaux différents. Comment calculer la résistance thermique totale ?

la résistance thermique d'un mur composé est (simplement) égale à la somme des résistances thermiques des différents constituants.

$$R (\text{mur}) = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

## II. TRANSMISSION DE CHALEUR PAR CONVECTION ET RAYONNEMENT :

La transmission de chaleur à l'intérieur d'une paroi s'effectue par conduction, mais l'échange de chaleur entre la surface chaude d'une paroi à la température  $\theta$  et le fluide à la température  $T$  dans lequel elle se trouve ( l'air) se fait par convection et rayonnement.

### 1. EXPRESSION DU FLUX THERMIQUE

Le flux thermique a pour expression :

$$\Phi = h . S . (\theta - T)$$

Le coefficient  $h$  joue le même rôle que  $\lambda / e$  dans la conduction, il est appelé coefficient de transmission par convection et ou rayonnement ou coefficient d'échange thermique de surface.

Unité :  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

### 2. RESISTANCE THERMIQUE SUPERFICIELLE :

Elle a pour expression  **$1 / h$**

Unité :  $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

## III. CAS GENERAL : TRANSMISSION DE CHALEUR PAR CONDUCTION, CONVECTION ET RAYONNEMENT :

Dans ce type de cas on utilise la résistance thermique globale par  $\text{m}^2$  de la paroi et **K le coefficient de transmission thermique global** de la paroi,

$$K = 1 / R$$

$$R = 1 / h_i + 1 / h_e + \Sigma e / \lambda$$