

# Thermique du bâtiment

- si les matériaux sont en série (sandwich), on additionne les résistance thermique de chacun.  $R_{th\ paroi} = \sum R_{th\ éléments}$

- si les matériaux sont en parallèles (fenêtres et portes par rapport aux murs), l'inverse de la résistance thermique totale est obtenue en additionnant les inverses de résistance thermique de chacun.

$$1 / R_{th\ paroi} = \sum (1 / R_{th\ éléments})$$

On peut ajouter les résistance conducto-convectives qui traduisent les phénomènes de conduction et convection dans la couche limite. On a alors

$$R_{th\ totale} = R_{si} + R_{se} + R_{th\ paroi}$$

Pour une pièce en contact avec un local non chauffé (à une température différente de l'extérieur), on peut appliquer un coefficient de réduction en température "tau"

$$\tau = (T_i - T_u) / \Delta T$$

où  $T_u$  est la température moyenne du local non chauffé.

## Puissance perdue par renouvellement d'air

$$\varphi_{air} = 0,34 \cdot Q \cdot \Delta T$$

$\varphi_{air}$  est la puissance perdue (ou gagnée) par renouvellement d'air en W

$0,34 = m_v \cdot c_p / 3600$

avec  $m_v$  - masse volumique de l'air (à 20°C et à 10% humidité) = 1,21 g/l  
 $c_p$  - capacité thermique (à volume constant) massique = 1000 J / (K.kg)  
 3600 provenant de la conversion des secondes en heures

$Q = S \cdot v$  : débit volumique d'air en  $m^3/h$   
 $S$  : surface d'échange  
 $v$  : vitesse de l'air

attention à bien respecter les unités des grandeurs

cette formule n'est valable qu'en régime permanent ( $dT/dt = 0$ ) sinon on utilise (en supposant que  $\lambda$  ne dépend pas de  $T$  ni de la position)

$$\lambda \cdot \Delta T = m_v \cdot c_p \cdot (dT/dt)$$

(avec  $\Delta$  qui signifie ici Laplacien et non "différence de")

formule fondamentale  $\varphi = \Delta T / R_{th} = G_{th} \cdot \Delta T$

avec  $G_{th} = 1 / R_{th}$

qui découle de la loi de Fourier  $j = -\lambda \cdot \nabla T$

les caractères gras désignant des vecteurs

$\varphi$  est la puissance perdue (ou gagnée) en W

$R_{th}$  est la résistance thermique de la paroi considérée en K / W

$G_{th}$  est la conductance thermique de la paroi considérée en W / K

$\Delta T$  est la différence de température de part et d'autre du matériau en K (ou en °C) en général on estime ce  $\Delta T$  entre une température de confort interne ( $T_i = 19^\circ C$ ) et la température extérieure moyenne de la zone considérée  $T_e$ .

écriture de  $R_{th}$  dans le cas d'un mur parallélépipédique (constitué d'un seul matériau)

$$R_{th} = e / (\lambda \cdot S)$$

$\lambda$  est la conductivité thermique du matériau en W / (K.m)

$e$  est l'épaisseur du matériau en m

$S$  est la surface d'échange en  $m^2$

On peut définir l (résistance thermique surfacique) par la relation  $l = R_{th} \cdot S = e / \lambda$

on utilise en généralité, car l ne dépend pas de S

écriture de  $R_{th}$  dans le cas d'une conduite cylindrique (constitué d'un seul matériau)

$$R_{th} = \ln(R_2 / R_1) / (2\pi \lambda \cdot L)$$

$\lambda$  est la conductivité thermique du matériau en W / (K.m)

$L$  est la longueur de la conduite en m

$R_1$  et  $R_2$  sont, respect, les rayons intérieur et extérieur de la conduite en m

On peut définir l (résistance thermique linéique) par la relation  $l = R_{th} \cdot L = \ln(R_2 / R_1) / (2\pi \lambda)$

on utilise en généralité, car l ne dépend pas de L

Prise en compte des ponts thermiques

$$\varphi_{ponts} = \varphi_p \cdot \Delta T$$

$\varphi_p$  est le coefficient de transmission thermique en W / (K.m) (dans  $\lambda$  et la longueur des ponts thermiques en m)

Echelle de température :

$T (^{\circ}C) = T (K) - 273$

$T (^{\circ}F) = 1,8 \cdot T (^{\circ}C) + 32$