

PHYSIQUE DU BATIMENT

1. Notions de masse thermique

- grands principes et exemples

2. Notions d'isolation

- grands principes et exemples

2.1 Différence entre résistance thermique et capacité thermique

3. Notions de déphasage

- définition et exemples

3.1 Notion de constante

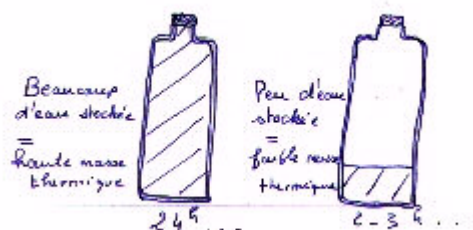
4. Etude des matériaux (voir tableau)

5. Application à l'habitat bioclimatique

- architecture et habitat solaire

1. Notions de masse thermique

Comparaison avec la bouteille thermos :



✓ Plus la quantité d'eau chaude stockée est importante, plus celle-ci reste chaude longtemps. Inversement, lorsqu'il y a peu d'eau chaude stockée, la déperdition est très rapide

✓ La masse thermique est fonction du poids du matériau : plus le poids est élevé, plus elle est importante. Par exemple, la brique de terre comprimée stabilisée ayant une masse de $2\,000\text{ kg/m}^3$ possède une bonne masse thermique

✓ En théorie, plus on va vers le sud, plus on a besoin de masse thermique (et un peu moins d'isolation). Par contre, une maison de week-end nécessitera tout de même de limiter cette masse pour éviter une diffusion à retardement. Enfin, dans les climats tropicaux et humides, cette masse thermique ne sert pas à grand chose : nécessité d'une bonne ventilation

2. Notions d'isolation

L'isolation est fonction du poids spécifique d'un matériau. Plus il est lourd, moins il est isolant.

L'isolant le plus important : L'AIR SEC IMMOBILE

Inversement donc, plus un matériau contient de l'air, plus il est léger et plus il est isolant.

Le coefficient d'isolation (ou de conductivité thermique) est le lambda (λ): il mesure la propriété d'un matériau à conduire la chaleur de part et d'autre de son épaisseur.

Plus ce coefficient est faible, plus le matériau est isolant.

Quelques exemples de bons isolants :

Lame d'air sec immobile	0.023
Laine de verre	0.028 à 0.029
Polystyrène expansé	0.037 à 0.046
Paille	0.12

Quelques matériaux naturels d'isolation :

Laine de mouton
Laine de chanvre
Ouate de cellulose (moins cher)

A retenir : une maison trop isolée se réchauffe et se refroidit très vite. L'isolation est surtout importante en face nord (paille, terre-paille, canaux de roseau extérieur) et en toiture.

2.1 Différence entre résistance thermique et capacité thermique

a) **La résistance thermique** est le rapport entre l'épaisseur d'un mur et son coefficient d'isolation (λ)

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

Exemple : comparaison entre 20 cm de laine de verre et 50 cm de pisé :

$$R \text{ laine de verre} = \frac{0.20 \text{ m}}{0.032} = 6.25$$

$$R \text{ pisé} = \frac{0.50 \text{ m}}{1 \text{ à } 1.7} = 0.5 \text{ à } 0.3$$

Donc la résistance thermique de la laine de verre est 12 à 20 fois supérieure à celle du pisé !

b) **La capacité thermique** est le produit de l'épaisseur du mur par la masse thermique (en kg/m^3) par la chaleur spécifique (en joules/kg) :

$$C = e \times \rho \times c$$

Pour le pisé, cela donnerait : $0.50 \times 1800 \times 1000$

3. Notions de déphasage

Combien de temps met une température x à passer un mur ? 6 heures étant un temps optimum.

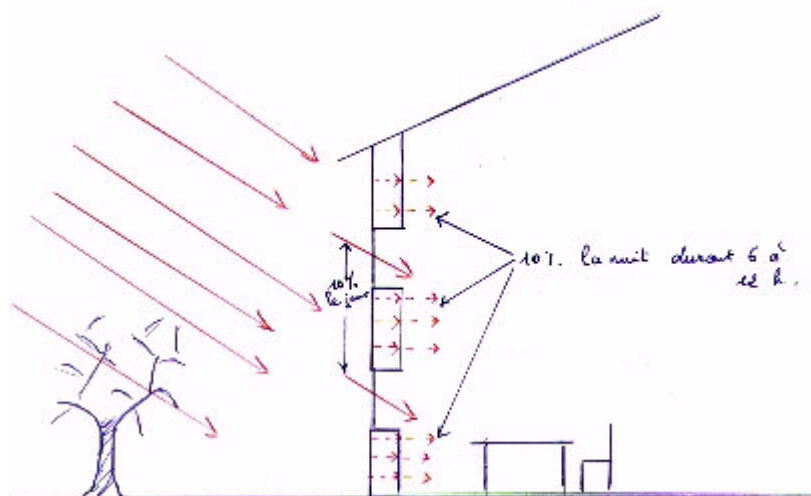
Cette notion dépend bien sûr de la masse thermique et de l'isolation. Elle est donc le reflet de la conductivité thermique.

Exemple : le mur capteur mis au point par l'ingénieur Trombe permet de stocker et de restituer avec un déphasage calculé la chaleur de la journée.

Mur plus épais = déphasage plus long = diffusion plus longue de la chaleur

3.1 Notion de constante

a) Dans un mur où les échanges thermiques sont corrects on considère que 10 % de la chaleur produite dans la journée est emmagasinée et restituée dans les 6 à 12 heures (la nuit)



b) Dans la journée, une partie de cette chaleur pénètre directement par les fenêtres (10 % également).

Donc, en fonction de ces deux données les ouvertures ne doivent pas dépasser 10 % de la surface du mur (ce qui était réalisé empiriquement par les anciens)

La nuit = 10 % restitués sur 12 heures
Le jour = 10 % diffusés par les fenêtres

4. Etude des matériaux (sommaire)

Voir plan et études particulières

a) Torchis : 1 400 kg/m³

Plutôt matériau de masse donc cloison intérieure. Utilisé en rénovation mais problème d'épaisseur insuffisant qui réduit la masse.

b) Terre paille : 500 à 900 kg/m³

Matériau intermédiaire mais utilisation en extérieur avec séchage soigné. Mise en oeuvre difficile.

c) Terre copeaux bois : 600 à 900 kg/m³

Idem terre paille mais plus facile à mettre en oeuvre (coffrage perdu).

d) Adobe : 1 200 à 1 600 kg/m³

Matériau intermédiaire mais plutôt effet masse :

- ☞ bien en cloison intérieure
- ☞ bien en extérieur au sud
- ☞ son prix acheté tout fini peut être un problème

e) Brique de terre comprimée : 2 000 kg/m³

Idem adobe mais essentiellement effet masse.

f) Paille :

Matériau léger bien en isolation nord et nord-est.

g) Ossature bois :

Matériau intermédiaire. Nécessité de rajouter une isolation en face nord et de la masse en face sud.

h) Pisé :

Idem BTC. Matériau lourd mais porteur (étude à part).