

TD part 2 – Chapitres 4 à 6

1. Vitrage contre vitrage

- Un fenêtre en verre, de surface S soit 0.8 m de haut et de 1.5 m de large et de 8mm l'épaisseur (e) a une conductivité de $k = 0.78\text{W/mK}$, on donne $h_i = 10\text{W/m}^2\text{K}$ et $h_e = 40\text{W/m}^2\text{K}$ les facteurs d'échange intérieurs et extérieurs. On se donne -10°C de température extérieure et $T_1 = +20^\circ\text{C}$ dans la pièce. Déterminer la température T_i de la surface intérieur de la vitre.

- Cette fois, on met deux plaques de verre d'épaisseur 4mm (l'épaisseur totale de verre $e=8\text{mm}$ est conservée). On sépare les deux plaques d'une lame d'air d'épaisseur 4mm ($k_a = 0.026\text{W/mK}$). On se donne toujours les mêmes $h_i = 10\text{W/m}^2\text{K}$ et $h_e = 40\text{W/m}^2\text{K}$ facteurs d'échange intérieurs et extérieurs. Déterminer la température T_i de la surface intérieur de la vitre.

2. Isolation

Un cylindre de rayon r_1 est à la température T_1 . On place sur ce cylindre une gaine isolante de conductivité k jusqu'au rayon r (la gaine a donc une épaisseur $e=r-r_1$). Le système est placé dans l'air à la température T_a et échange de la chaleur par convection. Etudier l'évolution de la résistance thermique du système en fonction de r .

3. Profondeur d'isothermie

On considère un mur soumis à des variations de températures journalières.

1) On cherche à résoudre l'équation de la chaleur dans ce mur. Quelle relation doit on avoir sur K pour que les solutions soient de la forme :

$$T = \Delta T e^{i(\omega t - kx)} + T_0$$

2) Montrer dans ce cas que les solutions s'écrivent sous la forme :

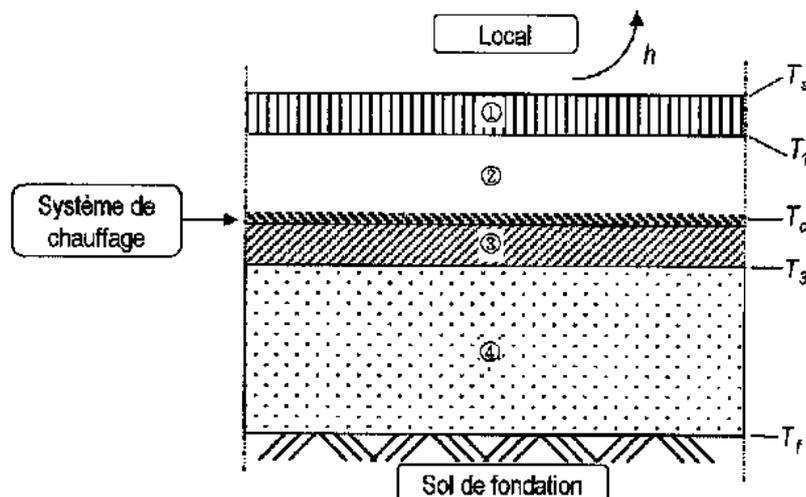
$$T = T_0 + \Delta T e^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}} \cos\left(\omega t - x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}\right)$$

3) On désire construire un mur permettant d'amortir les variations journalières de température d'un facteur 100. Quelle doit être l'épaisseur de ce mur (on prendra $\rho=400\text{kg/m}^3$, $c_p=0.28\text{Wh/kg.K}$, $\lambda=0.13\text{W/m.K}$)

4) Même question avec cette fois, le sol et les variations annuelles. ($a=2.8 \cdot 10^{-7}\text{m}^2/\text{s}$)

4. Plancher chauffant

La figure ci-dessous représente la coupe d'un système de chauffage par le sol. Ce système consiste à faire circuler de l'eau à $T_c=40^\circ\text{C}$ dans une plaque. La température du local est $T_a=20^\circ\text{C}$ et celle du sol est $T_f=7^\circ\text{C}$. L'échange convectif entre T_a et T_s se fait avec un coefficient $h=10\text{ W/m}^2/\text{K}$.



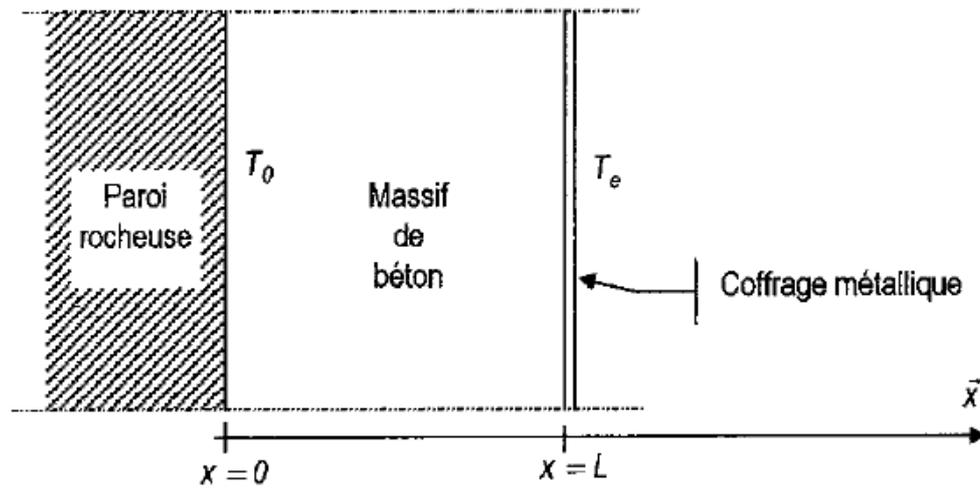
Les caractéristiques des matériaux constituant le plancher sont les suivantes :

Désignations	Indices	Conductivités thermiques en $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	Épaisseurs en cm
Revêtement	①	2,50	1
Mortier	②	1,15	5
Isolant	③	0,02	2
Béton	④	1,40	10

- 1) On considère le système de chauffage (la plaque). Calculer la puissance surfacique délivrée par le système.
- 2) Calculer T_s , T_1 et T_3
- 3) Calculer le pourcentage de puissance perdu par le sol.
- 4) On souhaite ajouter une épaisseur d'isolant sur le sol de fondation pour que les pertes ne dépassent pas 10%. Trouver l'épaisseur minimale à utiliser.
- 5) Calculer la puissance reçue par un local de 12 m^2 .

5. Béton exothermique

Un massif de béton d'épaisseur L est coulé contre une paroi rocheuse dont la surface est supposée isotherme à la température T_0 . La prise du béton est assimilée à une réaction chimique exothermique libérant une puissance volumique moyenne P (en $\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$ source volumique). Le béton est maintenu grâce à un coffrage métallique de température constante T_e . On négligera la résistance thermique de ce coffrage.



- 1) Ecrire l'équation de la chaleur 1D en régime permanent dans le massif de béton.
- 2) En déduire que l'évolution de la température dans le massif peut s'écrire sous la forme : $T(x) = (Ax + B)x + C$ et déterminer les constantes A, B et C.
- 3) Quelle est la signification physique de ce type de solutions ? Expliquez