

# Exercices sur les résistances thermiques

## I. Résistance thermique d'une façade

La température intérieure d'une maison est  $T_i = 20^{\circ}C$  et la température extérieure est  $T_e = 0^{\circ}C$ . On étudie les pertes thermiques en régime stationnaire pour une façade de surface  $S = 30 \text{ m}^2$  de la maison à travers de laquelle est percée une fenêtre de surface  $s = 6 \text{ m}^2$ . La façade est constituée d'une épaisseur  $e_b = 20 \text{ cm}$  de béton et d'une épaisseur  $e_p = 10 \text{ cm}$  de polystyrène expansé.

Cas 1: La fenêtre est en simple vitrage d'épaisseur  $e_v = 0,5 \text{ cm}$ .

Cas 2: La fenêtre est en double vitrage constitué de deux vitres d'épaisseur  $e = 0,5 \text{ cm}$  et d'une tranche d'air de même épaisseur  $e$ .

Données:

Matériau	béton	polystyrène	verre	air
Conductivité thermique ( $W.K^{-1}.m^{-1}$ )	1	$4.10^{-3}$	$3.10^{-2}$	1

Utiliser un modèle électrique pour calculer les pertes thermiques à travers la façade dans les deux cas.

Réponses: Cas 1:  $P = 734 \text{ W}$  Cas 2:  $P = 371 \text{ W}$

## II. Chauffage d'une pièce

On souhaite maintenir constante la température d'une pièce à  $T_i = 20^{\circ}C$ . La résistance thermique des 4 murs et du sol est  $R_1 = 10.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ . La résistance thermique du plafond et des tuiles est  $R_2 = 2.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ . La température de l'extérieur (sol et air) est  $T_e = 10^{\circ}C$ . On se place en régime stationnaire.

- Calculer la puissance thermique  $P$  à apporter à la pièce pour maintenir constante la température.
- On améliore l'isolation thermique en rajoutant une plaque de matériau isolant entre le plafond et les tuiles. Calculer la résistance thermique  $R'_2$  de ce matériau afin de réaliser une économie de 50 % sur la puissance thermique  $P$ .

Réponses: 1-  $P = 6 \text{ kW}$  2-  $R'_2 = 3.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$

## III. Double vitrage

Une fenêtre de surface  $S = 10 \text{ m}^2$  est composée de deux vitres de même épaisseur  $e$  et de conductivité thermique  $\lambda$ , séparées par une même épaisseur  $e$  d'air, de conductivité thermique  $\lambda'$ . En plus de la conduction thermique, on tient compte des échanges thermiques convectifs entre le verre de température de surface  $T_s$  et l'air de la pièce de température  $T_a$ . Ces échanges suivent la loi de Newton donnée par  $j = h(T_s - T_a)$ .

- Calculer la résistance thermique  $R_1$  liée au phénomène de conduction dans le double vitrage.
- Montrer que les échanges convectifs introduisent une résistance thermique  $R_c$ . Calculer  $R_{ce}$  et  $R_{ci}$ , les résistances thermiques associées à l'intérieur et à l'extérieur de la maison. Calculer  $R_{ce}$  et  $R_{ci}$ .
- Faire un schéma électrique équivalent de cette fenêtre et calculer les pertes thermiques.

Données:  $e = 3 \text{ mm}$ ,  $\lambda = 1,2 \text{ SI}$ ,  $\lambda' = 0,025 \text{ SI}$ ,  $h_i = 10 \text{ SI}$  (coefficient de transfert pour l'air intérieur) et  $h_e = 20 \text{ SI}$  (coefficient de transfert pour l'air extérieur),  $T_e = -5^{\circ}C$  et  $T_i = 20^{\circ}C$  (températures respectives de l'air extérieur et de l'air intérieur).

Réponses: 1-  $R_1 = 1,25.10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$  2-  $R_{ci} = 0,01 \text{ K.W}^{-1}$  et  $R_{ce} = 5.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$  3-  $P = 910 \text{ W}$