

## Final 2015 ER61

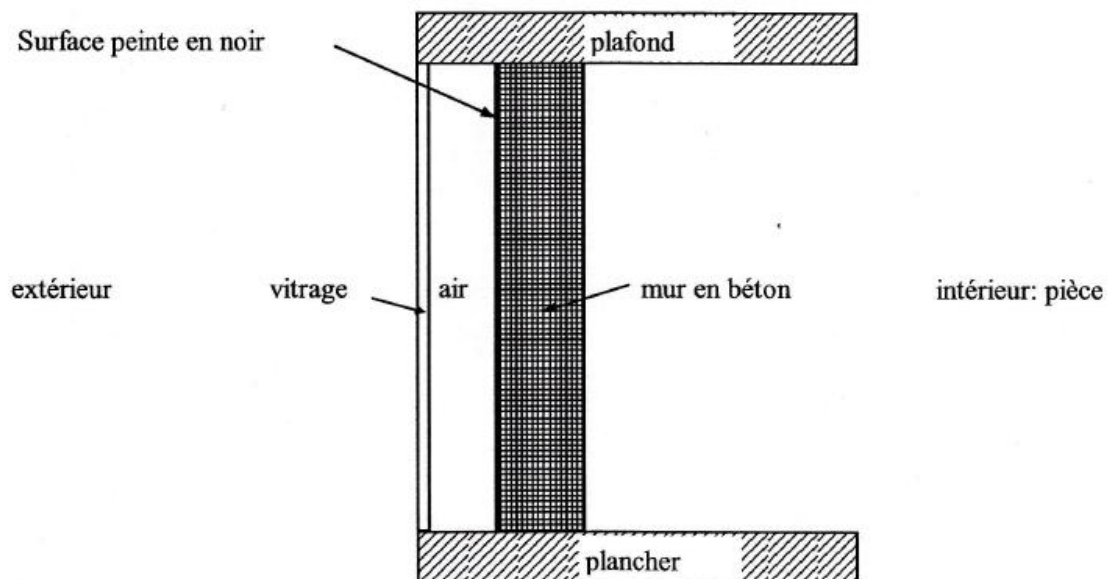
### I. Questions de cours : 2pts

- Quel est le coefficient Cep Max pour une maison RT2012, quel niveau d'étanchéité à l'air maximale faut-il obtenir pour atteindre la RT 2012 en MI ?
- A quel type de bâtiment la RT2012 s'applique-t-elle ? Quel est le type de VMC autorisée en RT2012 en MI ?

### Exercice 1 : Les murs capteur et Trombe (6pts)

Ce dispositif est constitué d'une baie vitrée située à quelques centimètres à l'extérieur du mur en béton exposé au sud. La face extérieure du mur en béton est peinte en noir. Le mur Trombe est un mur capteur qui possède en plus des ouvertures horizontales hautes et basses qui permettent à l'air de la pièce de se réchauffer en circulant dans la zone « chaude » située entre le mur en béton et le vitrage.

La coupe latérale d'un mur capteur a l'allure suivante :



Par construction, le simple vitrage, la lame d'air emprisonnée entre le vitrage et le mur en béton ainsi que le mur en béton ont des dimensions communes: longueur L : 3,00 m et de hauteur h : 2,50 m. Seule l'épaisseur des diverses couches varie.

- Le simple vitrage a pour épaisseur  $e_{\text{verre}} = 4 \text{ mm}$
- Le mur en béton a pour épaisseur  $e_{\text{béton}} = 30 \text{ cm}$
- La lame d'air emprisonnée a pour épaisseur  $e_{\text{lame d'air}} = 10 \text{ cm}$

- Thermique :

I-1. Pour comprendre l'intérêt de la couche d'air, on suppose pour le début de la première question qu'elle n'existe pas.

I-1.1. Exprimer littéralement la résistance thermique surfacique notée  $R_r$  de l'ensemble (mur + vitrage) (on suppose ici que l'épaisseur de la lame d'air emprisonnée est nulle).

On notera les conductivités thermiques ainsi que les résistances thermiques surfaciques superficielles avec les notations introduites ci-dessous,

I-1.2. Calculer la valeur de la résistance thermique surfacique  $R_1$ .

On donne les valeurs des conductivités thermiques :

$$\lambda_{\text{verre}} = 1.15 \text{ W/mK}$$

$$\lambda_{\text{béton}} = 1.75 \text{ W/mK}$$

Les valeurs des résistances thermiques surfaciques superficielles sont

$$r_{se} = 0.0600 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ entre l'air extérieur et la vitre}$$

$$r_{si} = 0.110 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ entre le mur en béton et l'air intérieur de la pièce}$$

I-1.3. Calculer maintenant la valeur de la résistance thermique surfacique notée  $R_2$  de l'ensemble (mur + air emprisonné + vitrage).

On donne :

$$\lambda_{\text{air}} = 0.0260 \text{ W/mK}$$

$$r_{si2} = 0.0500 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ entre la vitre et l'air emprisonné}$$

$$r_{s3i} = 0.100 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ entre l'air emprisonné et le mur en béton}$$

I-1.4. En comparant les valeurs de  $R_1$  et  $R_2$ , conclure quant à l'intérêt de la couche d'air emprisonné.

I-2. On suppose, qu'un jour d'hiver, la température extérieure est de  $5,00^\circ\text{C}$  et la température intérieure est de  $19,0^\circ\text{C}$ .

I-2.1. Calculer la valeur  $S$  de l'aire de la surface du vitrage (qui est aussi celle du mur en béton et de la couche d'air emprisonné).

I-2.2. Donner la formule littérale qui permet de calculer le flux  $\varphi$  des pertes de puissance occasionnée par ce dispositif capteur.

I-2.3. Calculer la valeur de ce flux  $\varphi$ .

I-3. Ce dispositif n'empêche donc pas les pertes mais il les réduit. D'autre part, il permet de capter une partie de l'énergie solaire qui aurait été renvoyée vers l'extérieur par un mur classique: c'est l'origine de son nom « mur capteur ».

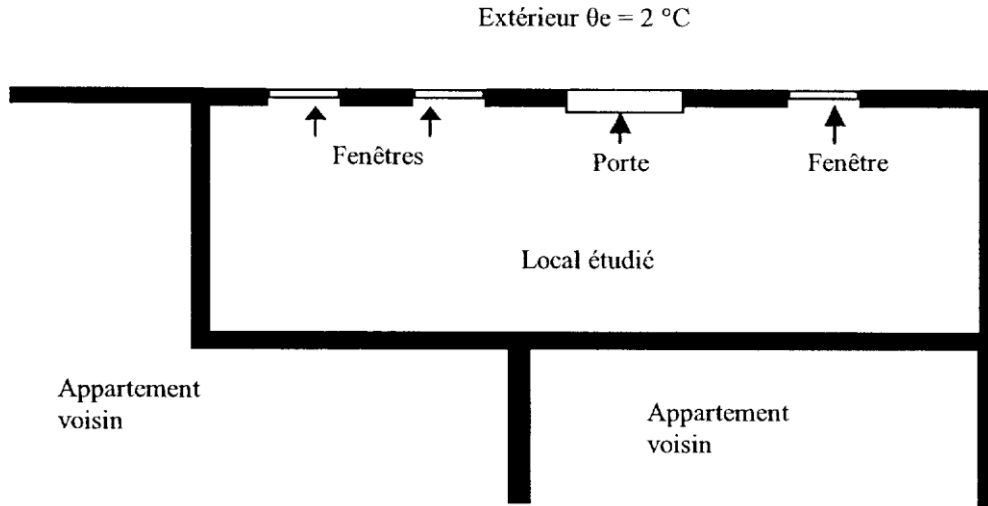
I-3.1. Rappeler les valeurs extrêmes de longueur d'onde ou de fréquence des radiations dites « visibles ».

I-3.2. Placer sur un axe orienté, en longueur d'onde ou en fréquence le domaine du « visible » et celui des « infra rouges » (notés IR)

I-3.3. Donner le nom de l'effet qui prend place entre le vitrage et la face du mur peint en noir?

Exercice 2 : 6pts

Le futur propriétaire d'un local à usage commercial, situé au rez-de-chaussée d'un immeuble, cf schémas souhaite évaluer le coût annuel du chauffage du local.



On négligera dans tout le problème les transferts thermiques par le sol :

- La température des appartements voisins (au RdeC et à l'étage supérieur) est  $\theta_i = 20\text{ °C}$
- La température de l'air extérieure est  $\theta_e = 2\text{ °C}$
- Les dimensions du local étudié sont Longueur  $L=12.0\text{m}$ , largeur  $l=6.00\text{m}$  et hauteur  $h=3.20\text{m}$
- Le local possède :
  - Trois baies vitrées rectangulaires de dimensions largeur  $l_v=2.10\text{m}$  ; hauteur  $h_v=1.50\text{m}$ , le coefficient de transmission thermique des baies vitrées est  $U_g=5.6\text{W/m}^2\text{K}$
  - Une porte de largeur  $l_p=1.10\text{m}$ , hauteur  $h_p=2.10\text{m}$ , le coefficient de transmission thermique de la porte est  $U_p = 2.0\text{W/m}^2\text{K}$
- La constitution des murs extérieurs est donnée dans le tableau suivant :

	Epaisseur	Conductivité thermique
Plâtre	$e_1 = 13\text{ mm}$	$\lambda_1 = 0,46\text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Isolant	$e_2 = 10\text{ cm}$	$\lambda_2 = 0,044\text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Béton	$e_3 = 16\text{ cm}$	$\lambda_3 = 1,75\text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Enduit	$e_4 = 2,0\text{ cm}$	$\lambda_4 = 1,15\text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Quelle que soit la nature de la paroi, les résistances superficielles interne et externe sont respectivement :  $r_{si} = 0,13\text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$  et  $r_{se} = 0,040\text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$ .

1) Présenter brièvement les trois modes possibles de transfert thermique

- 2) Exprimer puis calculer la résistance surfacique  $R_m$  des murs extérieurs du local. En déduire le coefficient de transmission thermique  $U_m$  des murs extérieurs.
- 3) La température maintenue à l'intérieur du local est  $\theta_i=20^\circ\text{C}$ 
  - a. Evaluer les pertes thermiques à travers les parois séparant le local étudié et les appartements voisins.
  - b. Calculer la puissance totale perdue ou flux de chaleur
- 4) Un système de chauffage dont le rendement est de 90% compense cette perte de puissance thermique durant 5 mois par an en moyenne (on compte 30 jours par mois)
  - a. Calculer l'énergie nécessaire pour maintenir la température  $\theta_i=20^\circ\text{C}$  à l'intérieur du local pendant 5 mois. Exprimer le résultat en kWh.
  - b. En déduire l'énergie consommée par le système de chauffage chaque année. Exprimer le résultat en kWh puis en kJ.
- 5) Le prix total du kWh est de 0.105€. Calculer le montant annuel de la facture de chauffage.

Exercice 3 : (6pts)

1. Calculer le bilan thermique d'une pièce située au milieu de la façade sud d'un immeuble. La paroi de 5 m sur 3 a un coefficient de transmission thermique de 0,4  $\text{W/m}^2\text{K}$  dans sa partie opaque et comporte deux vitrages isolants doubles sélectifs avec un cadre en bois de 1.5 m sur 2. La pièce est un bureau occupé par une personne pendant 8 h par jour. Cette personne utilise un ordinateur consommant 300 W. La saison de chauffage dure 203 jours, à une température extérieure moyenne de  $3.9^\circ\text{C}$ . La façade sud reçoit, pendant cette saison,  $1630 \text{ MJ/m}^2$ . Caractéristique du vitrage isolant double sélectif:  $U = 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g = 0,6$ . Pourcentage de cadre: 20 %, transmission thermique du cadre:  $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Faire une hypothèse raisonnable pour le taux de renouvellement d'air.
2. Vous questionnez les propriétaires d'un bâtiment de 2 étages sur rez (300  $\text{m}^2$  de surface habitable brute) qui vous donne les indications suivantes: "Il restait 1000 litres de mazout avant l'hiver précédent, j'ai acheté 9000 litres et il me restait 3000 l à la fin de la saison de chauffage". Sa facture d'électricité pour une année se monte à 1000€.-. Le gestionnaire vous indique qu'elle pratique un tarif binôme comprenant une taxe fixe de 200€ et un prix du kWh de 12 centimes. En ce qui concerne la consommation d'énergie, que pouvez-vous déduire de ces informations et que proposez-vous au propriétaire?