

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR BÂTIMENT

SESSION 2008

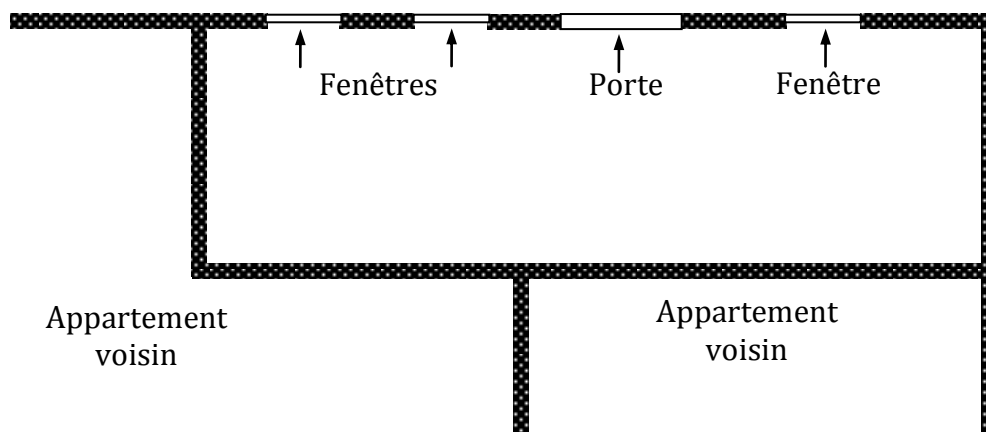
SCIENCES PHYSIQUES

DURÉE : 2 H 00

PROBLÈME 1 : THERMIQUE (8 POINTS)

Le futur propriétaire d'un local à usage commercial, situé au rez-de-chaussée d'un immeuble, (schéma ci- dessous) souhaite évaluer le coût annuel du chauffage du local.

Extérieur $\theta_e = 2^\circ\text{C}$



- On négligera dans tout le problème les transferts thermiques par le sol.
- La température des appartements voisins (au rez-de-chaussée et à l'étage supérieur) est $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.
- La température de l'air extérieur est $\theta_e = 2^\circ\text{C}$.
- Les dimensions du local étudié sont : longueur $L = 12,0\text{ m}$; largeur $l = 6,00\text{ m}$; 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 $U_v = 5,6\text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
 - Une porte : largeur $l_p = 1,10\text{ m}$; hauteur $h_p = 2,10\text{ m}$.
Le coefficient de transmission thermique de la porte est $U_p = 2,0\text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
- La constitution des murs extérieurs est donnée dans le tableau suivant :

	Épaisseur	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 : $r_{si} = 0,13\text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$ et $r_{se} = 0,04\text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$

1. Présenter brièvement les trois modes possibles de transfert thermique.
2. Exprimer puis calculer la résistance thermique surfacique R_m des murs extérieurs du local. En déduire le coefficient de transmission thermique surfacique U_m des murs extérieurs.
3. La température maintenue à l'intérieur du local est $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.
 - a) Évaluer les pertes thermiques à travers les parois séparant le local étudié et les appartements voisins.
 - b) Calculer la puissance thermique 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 comptera 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.

PROBLÈME 2 : CHIMIE (6 POINTS)

Soucieux de sa contribution au réchauffement climatique, le futur propriétaire du local étudié précédemment souhaite calculer la quantité de dioxyde carbone que le système de chauffage va rejeter dans l'atmosphère chaque année.

Pour ce faire, il a recueilli les renseignements suivants :

- la chaudière collective de l'immeuble brûle du propane, composé de formule brute C_3H_8 ;
 - le pouvoir calorifique du propane est égal à $13,7 \text{ kWh.kg}^{-1}$;
 - la consommation annuelle d'énergie pour le chauffage du local est égale à 5600 kWh ;
 - les masses molaires atomiques: $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$;
 - le volume molaire dans les conditions normales de température et de pression = $22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.
1. Quel phénomène physique est à l'origine du réchauffement climatique ?
 2. Le propane appartient à la même famille d'hydrocarbure que le butane. Donner le nom de cette famille ainsi que la formule semi-développée du butane.
 3. Écrire et équilibrer l'équation de la réaction de combustion complète du propane.
 4. Pour satisfaire les besoins de chauffage du local étudié en une année, calculer :
 - a) la quantité de matière de propane brûlé dans la chaudière.
 - b) la masse de dioxyde carbone dégagé dans l'atmosphère.
 - c) le volume de dioxyde de carbone mesuré dans les conditions normales de température et de pression.
 5. Pour assurer une bonne combustion, le local où se situe la chaudière doit être suffisamment ventilé et aéré. Dans le cas contraire, la combustion devient incomplète. Quel gaz toxique inodore et incolore peut alors se former ?

PROBLÈME 3 : CORRECTION ACOUSTIQUE (6 POINTS)

Avant de s'installer dans le local, le futur propriétaire désire évaluer l'importance du phénomène de réverbération.

- Les dimensions du local étudié sont : longueur $L = 12,0$ m ; largeur $l = 6,00$ m ; hauteur $h = 3,20$ m.
- Le local possède :
 - Trois baies vitrées rectangulaires de dimensions : largeur $l_v = 2,10$ m ; hauteur $h_v = 1,50$ m.
 - Une porte en bois : largeur $l_p = 1,10$ m ; hauteur $h_p = 2,10$ m.
- Les murs et le plafond sont en plâtre.
- Le sol est un parquet sur lambourde.

Le propriétaire recueille dans une revue spécialisée les coefficients d'absorption de plusieurs matériaux :

	fréquences f en hertz			
	250	500	1000	2000
MURS ET PLAFONDS	coefficients d'absorption α			
marbre	0,01	0,01	0,01	0,01
plâtre	0,02	0,03	0,04	0,04
enduit ciment lissé	0,01	0,02	0,02	0,02
brique nue	0,02	0,03	0,04	0,05
vitrages	0,25	0,18	0,12	0,07
porte bois traditionnelle	0,11	0,10	0,09	0,08
SOLS	coefficients d'absorption α			
parquet sur lambourde	0,11	0,10	0,07	0,08
parquet collé ciré	0,04	0,06	0,06	0,06
carrelage	0,01	0,02	0,03	0,04
linoléum sur feutre	0,08	0,09	0,10	0,12
moquette sur béton	0,08	0,21	0,26	0,27

La fréquence de référence choisie pour l'étude est égale à 1000 Hz.

1. Calculer l'aire équivalente d'absorption initiale A_0 du local. Pour cela recopier sur votre copie puis compléter le tableau suivant :

Nature de la paroi	Aire S_i (m ²)	Coefficient α_i	Aire d'absorption A_i (m ²)
Plafond			
Sol			
Porte			
Vitrages			
Murs			
Aire équivalente d'absorption $A_0 =$			

2. Définir en quelques mots, puis calculer la durée de réverbération T_0 .

3. Cette durée de réverbération est jugée excessive. Le propriétaire désire la ramener à une valeur égale à $T = 0,70$ s. La solution retenue est la suivante : le plafond sera revêtu de dalles acoustiques.

- Calculer la nouvelle aire équivalente d'absorption A .
- Calculer le coefficient d'absorption α' du matériau à coller sur toute la surface du plafond pour effectuer cette correction acoustique.
- Après avoir consulté le tableau ci-dessous, quel matériau doit acheter le propriétaire pour obtenir la correction acoustique requise ?

Valeurs données pour une fréquence $f = 1000$ Hz

Matériau	Coefficient α
SOUNDALLE	0,54
DALL'MATT	0,59
SPANGLAS	0,62
PERMACOUSTIC	0,75
SONEX	0,80
DIAPASON P.	0,88
DIAPASON T.	1,00

4. Les meubles n'ont pas été pris en compte pour la détermination de la durée de réverbération. La présence de mobilier modifiera-t-elle la valeur de T ? Justifier votre réponse.

On rappelle la loi de Sabine : $T = 0,16 \frac{V}{A}$