



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL

SESSION 2009

U32 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet est composé de 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction
interviendront dans l'appréciation des copies.*

CODE ÉPREUVE : 0906ADE3SC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL	
SESSION : 2009	SUJET	ÉPREUVE : U32 - SCIENCES PHYSIQUES	
Durée : 2 h	Coefficient : 2	SUJET N°26ED09	Page : 1/6

Devant la hausse conjointe des prix de l'immobilier et de l'énergie, beaucoup de particuliers procèdent à des travaux dans leur habitation dans un souci de confort (augmentation du volume habitable) et d'économie.

Monsieur et Madame L. ont décidé d'aménager leurs combles, avec notamment une chambre pour leur fils, tout en restant attentifs à leur facture énergétique. Ils envisagent ensuite d'installer un chauffage au sol au rez-de-chaussée. Enfin ils songent à modifier quelques unes de leurs sources d'éclairage.

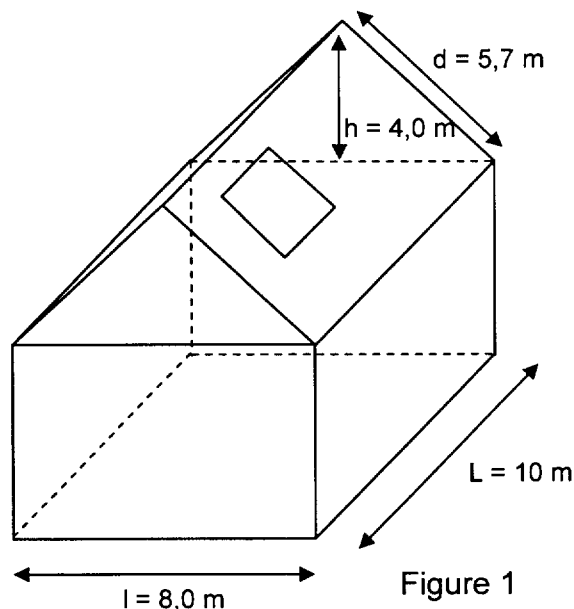


Figure 1

Données numériques :

Les températures intervenant dans ce problème sont : $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ et $\theta_e = 5,0^\circ\text{C}$.
 Les pans de toiture sont symétriques et la surface du velux est : $S_v = 1,0 \text{ m}^2$.
 Les caractéristiques thermiques des matériaux sont données dans l'annexe 1.

A. Étude Thermique (13 points)

1. Avant la création des combles

L'isolation entre le rez-de-chaussée et le grenier, lui-même non isolé de l'extérieur, était réalisée de la façon indiquée par les schémas suivants :

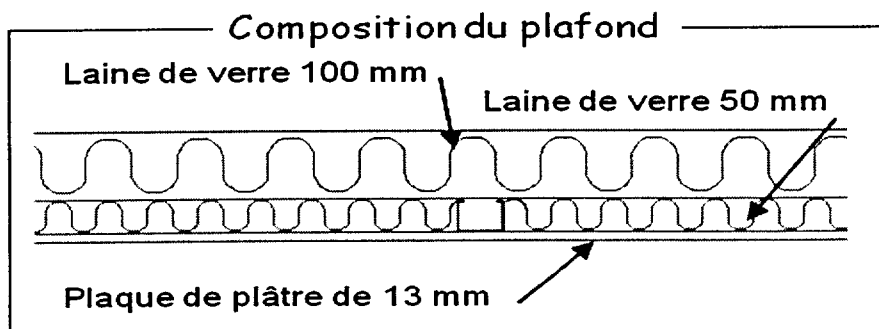


Figure 2

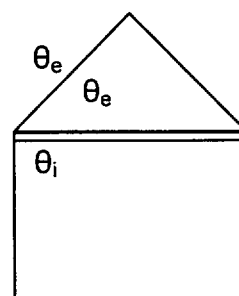


Figure 3

- 1.1. Exprimer la valeur littérale du coefficient de transmission thermique U_1 du plafond présenté ci-dessus, en fonction de l'épaisseur e_{LV} de laine de verre, de l'épaisseur e_p de la plaque de plâtre, des conductivités thermiques λ_{LV} et λ_p associées et des résistances superficielles proposées en Annexe 1.
- 1.2. Calculer la valeur numérique de U_1 .
- 1.3. Considérant la surface de plafond S_p , calculer le flux thermique P_1 entre le rez-de-chaussée et le grenier.
- 1.4. En vous aidant de la figure 3, pourquoi est-il inutile de considérer le flux thermique au travers du toit ?

2. De la nécessité d'isoler

On considère des combles de volume V initialement à la température θ_e . La masse volumique et la capacité thermique de l'air sont : $\rho_{AIR} = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$ et $c_{AIR} = 1,01 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

- 2.1. Quelle est l'expression littérale de l'énergie Q_{ch} que le chauffage doit apporter pour amener la température des combles à sa valeur finale θ_i ?
- 2.2. Effectuer l'application numérique, en donnant le résultat en Joule puis en wattheure.

3. Aménagement et isolation des combles

Une fois la toiture modifiée par l'installation d'un velux, celle-ci est isolée. Les deux figures suivantes précisent la nouvelle situation étudiée.

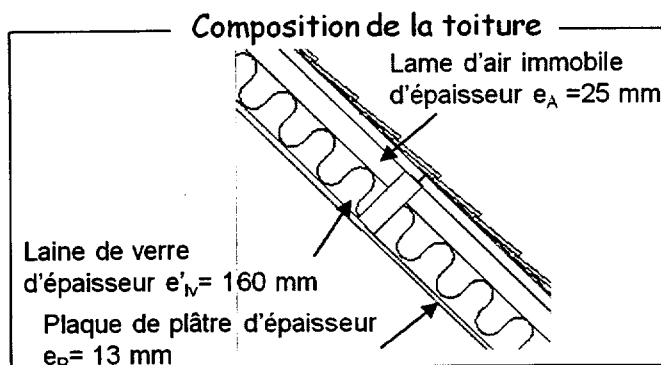


Figure 4

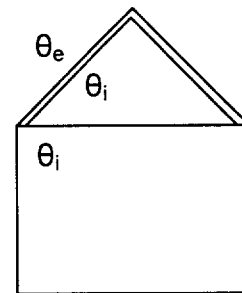


Figure 5

Le flux thermique P_V au travers du velux est égal à 20 W.

- 3.1. Le coefficient de transmission thermique U_T de la toiture isolée est égal à : $0,16 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Calculer le flux thermique P_T dissipé par la toiture.
- 3.2. En déduire le flux thermique total P_2 au travers du toit.

4. Bilan énergétique

Sachant que les pertes thermiques par pignon sont de 45 W, quel effet l'agrandissement de la maison a-t-il eu sur la facture de chauffage ?

5. Chauffage au sol

On modélise le système de chauffage par une couche maintenue à la température de 40°C . Des échanges thermiques existent avec la pièce et le sol.

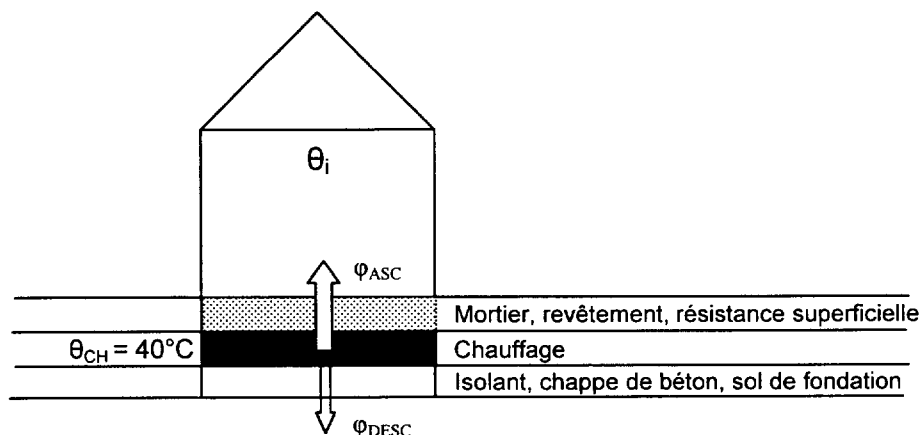


Figure 6

- 5.1. Calculer le flux thermique surfacique ascendant ϕ_{ASC} entre le système de chauffage et la pièce, sachant que le coefficient de transmission thermique est $U_{sup} = 6,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ (mortier, revêtement et résistance superficielle).
- 5.2. Le flux thermique surfacique descendant ϕ_{DESC} entre le système de chauffage et le sol est égal à $30 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.
 - 5.2.1. Calculer la puissance de chauffage perdue.
 - 5.2.2. Déterminer la puissance totale du système de chauffage.
 - 5.2.3. Comparer et commenter ces valeurs.
- 5.3. Sachant que le système de chauffage au sol consomme en moyenne 2 kW d'électricité pendant 120 jours, calculer le montant de la facture de chauffage (le prix d'un kilowattheure électrique est $0,12 \text{ €}$).

B. Étude acoustique d'une salle de musique (4,5 points)

Le fils de la famille est passionné de musique, et aime l'écouter à un volume élevé. Le niveau de puissance acoustique L_W est donné par la relation suivante :

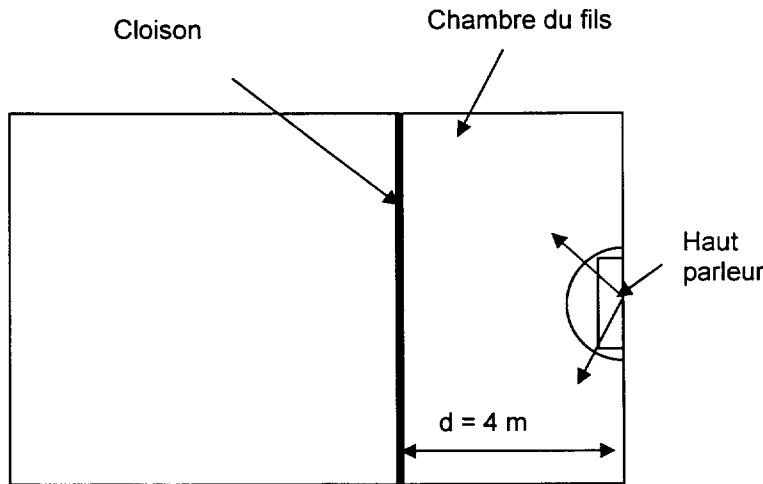
$$L_W = 10 \log \frac{P}{P_0} .$$

Le niveau d'intensité sonore L_I est donné par la relation suivante : $L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} .$

1. Le haut parleur de la chaîne Hi-Fi délivre une puissance acoustique $P_{HP} = 0,05 \text{ W}$. Calculer le niveau de puissance ainsi engendré. On rappelle que la puissance acoustique de référence vaut $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$.
2. La cloison qui sépare la pièce du reste des combles se situe à une distance $d = 4 \text{ m}$ du haut parleur, lui-même situé contre un mur, comme l'indique le

schéma de la figure 7. On rappelle l'expression de la surface d'une sphère de rayon R : $S = 4 \pi R^2$.

En négligeant les réverbérations et en considérant que toute la puissance est émise dans un demi-espace, calculer le niveau de l'intensité sonore reçue au centre de la cloison, face au haut parleur, à l'intérieur de la chambre. On rappelle que l'intensité acoustique de référence vaut : $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.



C.R.D.P.
75, cours Alsace et Lorraine
33075 BORDEAUX CEDEX
Tél. : 05 56 01 56 70

Figure 7

- On cherche à isoler la chambre du fils du reste de l'étage. On propose l'utilisation d'une cloison à haute performance acoustique dont les caractéristiques sont données en annexe 2.
Calculer le niveau d'intensité sonore de l'autre côté de la cloison.
- En réalité, il existe des réverbérations. Quel phénomène peuvent-elles créer ?
Que dire du niveau sonore réel par rapport à celui calculé à la question 2 ?

C. Étude de l'éclairage (2,5 points)

La famille se doit de faire attention à sa facture d'électricité. Cela commence par son abonnement électrique. La lecture de la facture EDF révèle qu'il s'agit d'un abonnement pour une puissance de 6 kW.

- Quelle est la valeur efficace de la tension délivrée par EDF à cette installation domestique monophasée ?
- En supposant que l'ensemble de l'installation électrique se comporte comme une résistance, quelle est la valeur efficace maximale de l'intensité délivrée par EDF ?
- La famille souhaite une salle de bain aménagée. Un plafonnier au dessus de la vasque contient des lampes halogènes 12 V. Quel appareil permet d'abaisser la tension d'alimentation à 12 V ?
- Monsieur souhaite pouvoir faire varier l'éclairage des lampes halogènes du salon. Quel dispositif électronique joue le rôle de variateur de tension ?

Annexe 1

Conductivités thermiques :

- du plâtre : $\lambda_P = 0,48 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- de la laine de verre : $\lambda_{LV} = 0,042 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Les résistances superficielles données ci-dessous sont exprimées en $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$:

Résistances superficielles	Paroi en contact avec :			Paroi en contact avec :		
	R_{SI}	R_{SE}	$R_{SI}+R_{SE}$	R_{SI}	R_{SE}	$R_{SI}+R_{SE}$
Paroi verticale	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
Paroi horizontale ou faisant avec l'horizontale un angle inférieur à 60° (toiture)	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20

Annexe 2

PLAQUES DE PLÂTRE PREGYPLAC™ dB BA13

DESCRIPTION



CARACTERISTIQUES

Épaisseur : 12,5 mm
 Dimensions : 120 x 260 cm
 120 x 270 cm
 Poids : 12 kg/m²
 Couleur du carton : bleue
 Réaction au feu : A2-s1, d0



PERFORMANCE ACOUSTIQUE

Rapport d'essais CSTB
 N° AC07-26010799/3 (2007).

- Cloison de distribution D72-48 constituée de 2 parements PREGYPLAC dB BA13 vissés sur ossature métallique M48, avec isolant laine de verre d'épaisseur 45mm.

- Isolation acoustique obtenue : $R_A = 43 \text{ dB}$

Soit

+4dB par rapport à une cloison standard D72-48 ($R_A = 39 \text{ dB}$)

- La plaque de plâtre PREGYPLAC™ dB BA13 est composée d'un cœur en plâtre de haute densité compris entre 2 parements cartonnés.
- C'est une plaque d'épaisseur 12,5 mm à bords amincis (BA).
- Elle est destinée principalement à la réalisation de cloisons et contre-cloisons à hautes performances acoustiques.

Pour mémoire, l'indice R_A ou $R_{w,C}$ est l'indice d'affaiblissement acoustique en dB d'une paroi mesuré en laboratoire, exprimé en dB. Plus cet indice est élevé, plus la paroi est performante.