Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Brevet de technicien supérieur

Bâtiment

Épreuve E32

Sciences physiques appliquées

Session 2018

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Important
Ce sujet comporte 9 pages.
Le document réponse, page 9 sera à agrafer avec la copie.

Une maison éco-construite

Définition et contexte de la construction durable

On appelle construction durable, toute construction ou rénovation qui, tout en assurant la qualité de vie des occupants, maîtrise ses impacts sur l'environnement et assure une performance énergétique optimale, en utilisant autant que possible les énergies renouvelables et les ressources naturelles et locales. On parle aussi d'éco-construction.

À l'heure où les citoyens ont de plus en plus conscience de leur environnement et de sa nécessaire préservation, il est impératif que l'habitat prenne en compte ces dimensions. Loin de constituer un effet de mode, les enjeux sont considérables. Réaliser et promouvoir un habitat différent, économe en énergie et respectueux de l'environnement, est une préoccupation majeure que les entreprises de bâtiment intègrent de plus en plus dans leurs pratiques.

D'après le site http://www.ffbatiment.fr/

Dans ce sujet, on étudie les caractéristiques thermiques d'une maison éco-construite, puis on en vérifie le confort acoustique. On s'interroge également sur l'influence du mode de chauffage sur l'émission de dioxyde de carbone, gaz en partie responsable de l'effet de serre.

Le sujet comporte trois parties indépendantes.

A. Étude thermique d'une maison éco-construite (7,5 points)

B. Étude acoustique (6,5 points)

C. Chauffage et émission de dioxyde de carbone (6 points)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

A. Étude thermique d'une maison éco-construite (7,5 points)

Document 1 : Définition d'une maison passive

On dit d'une maison qu'elle est passive lorsque ses besoins en chauffage sont inférieurs à 15 kWh par m² habitable et par an contre 250 à 300 kWh par m² habitable et par an en moyenne pour les besoins en chauffage d'un bâtiment classique.

D'après le site http://fr.ekopédia.org

- Une maison, sans étage et de surface habitable 68 m² est construite dans une région où la température de l'air extérieur durant la période hivernale est en moyenne de θ_{air} = 4,0 °C et celle du sol θ_{sol} = 10,0 °C. Un poêle à bois maintient la température intérieure de la maison à θ_i = 19,0 °C.
- Les données concernant l'isolation des murs extérieurs, du sol, des combles, des vitrages et de la porte sont fournies dans le tableau ci-dessous.

	Surface (m²)	Matériaux	Épaisseur (cm)	Conductivité thermique λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Résistance thermique surfacique totale ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)	Flux thermique (W)
Murs extérieurs		enduit plâtre	1,5	0,50	2,1	
		briques plâtrières	5,0	0,80		
		panneaux liège expansé	6,0	0,040		
		briques creuses standard	20,0	0,60		
		enduit sable/chaux	2,5	1,1		
Sol	70,0	mortier chaux	25,0	0,17	1,6	$3,9 \times 10^2$
Combles	77,0	gypse/cellulose	1,3	0,35	4,2	$2,7 \times 10^2$
		granulé de chanvre	20,0	0,050		
Vitrages	15,0	triple vitrage verre/air	4/12/4/12/4		1,7	$1,3 \times 10^2$
Porte	1,9	bois	4,0	0,20	0,37	77

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Les résistances thermiques surfaciques d'échange superficiel interne et externe valent respectivement r_{si} = 0,11 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ et r_{se} = 0,060 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

- Les dimensions de la maison sont :
  - longueur L = 10,0 m ;
  - largeur l = 7,0 m ;
  - hauteur h = 2,5 m.

  La maison possède :
  - deux baies vitrées rectangulaires de dimensions : largeur l_b = 2,5 m ; hauteur h_b = 1,5 m ;
  - deux portes-fenêtres : largeur l_{pf} = 1,8 m ; hauteur h_{pf} = 2,1 m ;
  - une porte pleine : largeur l_{po} = 0,90 m ; de hauteur h_{po} = 2,1 m.

A.1. Donner l'expression de la résistance thermique surfacique totale d'une paroi simple en fonction de son épaisseur e, de sa conductivité thermique λ et des résistances thermiques surfaciques r_{si} et r_{se}.

A.2. Dans quel sens doivent évoluer ces caractéristiques afin d'augmenter l'isolation de la maison ?

A.3. Donner l'expression de la résistance thermique surfacique R_m des murs extérieurs de la maison et vérifier que sa valeur est de 2,1 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

A.4. Exprimer le flux thermique surfacique φ_m à travers les murs. Calculer sa valeur.

A.5. Calculer la surface S_m des murs.

A.6. Calculer le flux thermique Φ_m à travers les murs.

A.7. Montrer que le flux thermique à travers le sol est $\Phi_{sol} = 3{,}9 \times 10^2$ W.

A.8. Montrer que le flux thermique total qui sort de la maison est Φ = 1,3 kW.

A.9. La période de chauffage en hiver dure 100 jours. Peut-on considérer cette maison éco-construite comme passive ?

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

B. Étude acoustique (6,5 points)

B.1. Isolement brut D_b

On mesure les niveaux d'intensité acoustique des bruits extérieurs L_{ext} et les niveaux d'intensité acoustique à l'intérieur de la maison L_{int}, pour différentes bandes d'octaves.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Fréquence centrale (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'émission extérieur L_{ext} (dB)	75,8	73,0	77,5	74,3	70,2	68,4
Niveau de réception à l'intérieur L_{int} (dB)	45,6	42,3	41,6	44,2	39,8	37,1

Données :

- l'isolement acoustique brut est une mesure expérimentale de l'affaiblissement acoustique. Il correspond à la différence entre le niveau d'intensité acoustique global extérieur et le niveau acoustique global dans le local ;
- niveau d'intensité acoustique : $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$;
- intensité acoustique au seuil d'audibilité : $I_0 = 10^{-12}$ W·m^{-2} ;
- loi de composition des niveaux d'intensité acoustique : $L_T = 10 \log (\sum 10^{\frac{L_i}{10}})$;
- formule de Sabine : $T_R = 0{,}16 \times \frac{V}{A}$ avec $A = \sum \alpha_i S_i$.

B.1.1. Quel appareil permet de mesurer un niveau d'intensité acoustique ?

B.1.2. Montrer que le niveau d'intensité acoustique global des bruits extérieurs vaut $L_{g\,ext}$ = 82,0 dB.

B.1.3. Sachant que le niveau d'intensité acoustique global à l'intérieur vaut $L_{g\,int}$ = 50,4 dB, calculer l'isolement brut D_b.

B.2. Temps de réverbération T_r dans le salon

- Le salon a pour dimensions : longueur L_s = 6,00 m, largeur l_s = 5,00 m et hauteur h_s = 2,50 m. Il possède une porte-fenêtre, une baie vitrée et une porte donnant sur la cuisine.
- Un faible temps de réverbération, inférieur à 0,5 s, permet de réduire la fatigue et le stress.

B.2.1. Donner la définition du temps de réverbération.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

B.2.2. Compléter **le tableau 1 du DOCUMENT RÉPONSE page 9** à rendre avec la copie et montrer que l'aire d'absorption équivalente A du salon est égale à 24 m^2.

B.2.3. Calculer le temps de réverbération T_R.

B.2.4. Le calcul du temps de réverbération est réalisé pour le salon vide (c'est-à-dire sans personne dans la pièce, ni mobilier, ni tapis). Comment évolue ce temps lorsque le salon est occupé ? Conclure.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

C. Chauffage et émission de dioxyde de carbone (6 points)

Document 2 : Moins d'émission de CO_2 avec le bois !

Lors de sa combustion, le bois ne fait que libérer dans l'air le dioxyde de carbone qu'il a absorbé durant sa croissance. Son impact est donc neutre sur l'effet de serre, sous réserve que l'équilibre entre le développement et le prélèvement sur la ressource globale soit respecté. Selon les études de l'ADEME, en comptabilisant l'énergie consommée du « puits » à la chaleur produite y compris les étapes de transport et raffinage, le chauffage au gaz, au fioul et à l'électricité émet respectivement 222, 480 et environ 180 kg de CO_2 par MWh. *Le chauffage au bois n'en émet que 40*. Ainsi l'utilisation du bois permet de diviser les émissions de CO_2 par 12 par rapport au fioul et par 6 par rapport au gaz.

D'après le guide de l'Agence De l'Environnement Et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) : « Se chauffer au bois » - Mars 2014

Le chauffage de la maison est assuré par un poêle à bois. Le propriétaire a préféré ce mode de chauffage à une chaudière au fioul.

Le bois est constitué principalement de cellulose $C_6H_{10}O_5$ et le fioul de molécules $C_{18}H_{38}$.

Données :

	Fioul	Bois
Pouvoir calorifique inférieur (PCI)	10 kWh·L^{-1}	4,0 kWh·kg^{-1}
Masse volumique	0,84 kg.L^{-1}	

- 1 MWh = 10^6 Wh ;
- masses molaires atomiques :
  $M(C)$ = 12,0 g·mol^{-1} ; $M(H)$ = 1,0 g·mol^{-1} ; $M(O)$ = 16,0 g·mol^{-1}.

C.1. Qu'est-ce que l'effet de serre ?

C.2. Le raffinage est l'ensemble des opérations de traitement du pétrole brut. Citer une des étapes du raffinage.

C.3. À quelle famille organique appartient le constituant principal du fioul de formule $C_{18}H_{38}$? Justifier. Donner le nom et la formule brute d'un autre composé de cette famille.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

La combustion complète du fioul dans le dioxygène de l'air produit du dioxyde de carbone et de l'eau.

C.4. Réécrire et compléter l'équation de la réaction de combustion du fioul :

$$C_{18}H_{38} + \ldots O_2 = 18\ CO_2 + 19\ H_2O$$

C.5. Calculer la masse de fioul nécessaire pour produire 1 MWh d'énergie.

C.6. En déduire la quantité de matière n_{fioul} correspondante.

C.7. Vérifier que la quantité de matière de dioxyde de carbone alors produite est $n_{CO2} = 6{,}0.10^3$ mol.

C.8. En déduire la masse de dioxyde de carbone correspondante.

C.9. Comparer avec la valeur du document 2 (page 7) et proposer une explication.

C.10. Un calcul analogue réalisé pour le chauffage au bois nous indique que lors de la production d'1 MWh d'énergie, $4{,}1\times10^2$ kg de CO_2 sont émis. Expliquer alors la phrase en italique du document 2.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document réponse
à rendre avec la copie

Tableau 1 : coefficients d'absorption α_i des différents matériaux à l'intérieur du salon :

	Surface S_i en m^2	Coefficient d'absorption α_i	Aire équivalente A_i en m^2
Murs et plafond	75,6	0,25	
Sol	30,0	0,12	
Porte	1,90	0,10	
Baie vitrée et porte-fenêtre	7,50	0,18	
Aire équivalente totale A :			

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel