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 2017

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

La calculatrice conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99 est autorisée.

Tout autre matériel est interdit.

Important
Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1 à 8.

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

La maison isolée

Une famille décide de s'installer à la montagne dans un chalet isolé, qui ne possède qu'un poêle à bois pour le chauffage et un groupe électrogène pour l'alimentation électrique.

Ces nouveaux propriétaires décident d'installer un chauffage par le sol, alimenté en eau chaude par un chauffe-eau solaire, et des panneaux photovoltaïques, couplés à une pile à combustible.

La pile à combustible est financée par un groupe industriel, spécialisé dans le stockage de l'énergie électrique, qui désire adapter son concept industriel à des installations de taille domestique.

Par ailleurs, les propriétaires souhaitent conserver le groupe électrogène pour une production complémentaire éventuelle en électricité, mais en améliorant l'isolation acoustique du local dans lequel il est entreposé.

Il s'agit au cours de cette épreuve d'étudier le système de chauffage par le sol, le fonctionnement de la pile à combustible et l'isolation acoustique du local contenant le groupe électrogène.

Ce sujet est constitué de trois parties indépendantes :

A. Chauffage par le sol (7 points)

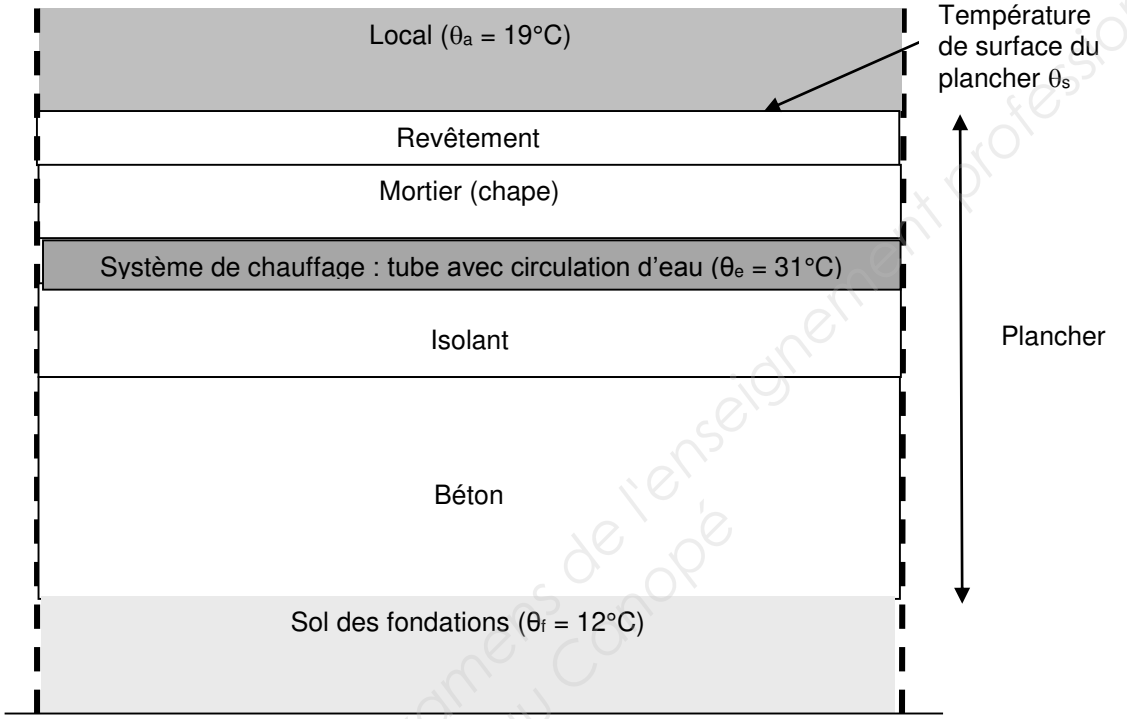
B. Pile à combustible (6 points)

C. Isolation acoustique (7 points)

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

A. Chauffage par le sol (7 points)

Pour chauffer le sol du rez-de-chaussée du chalet, on utilise un plancher chauffant constitué d'un tube dans lequel circule de l'eau à température moyenne constante θ_e = 31°C. Ce plancher chauffant doit permettre de maintenir la température ambiante à l'intérieur du chalet de surface S = 30 m^2 à la valeur θ_a = 19°C.



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

Données :

	Mortier	Revêtement	Isolant	Béton
Épaisseur (cm)	e_1 : 5,5	e_2 : 1,2	e_3 : 2,5	e_4 : 15
Conductivité thermique (W.m^{-1}.K^{-1})	λ_1 : 1,1	λ_2 : 2,5	λ_3 : 0,040	λ_4 : 1,4

- La température du sol des fondations est supposée uniforme et égale à θ_f = 12°C.
- Le coefficient d'échange par convection h entre la surface du revêtement du plancher et le local a pour valeur 11 W.m^{-2}.K^{-1}.

A.1. Calculer, en $m^2.K.W^{-1}$, la résistance thermique surfacique R_{sup} des matériaux compris entre le système de chauffage et le local en tenant compte de la convection.

A.2. Vérifier que la densité de flux thermique (ou flux thermique surfacique) émis vers le haut par le système de chauffage vaut $\varphi_{sup} = 80\ W.m^{-2}$

A.3. Calculer la résistance thermique surfacique R_{inf} des matériaux compris entre le système de chauffage et les fondations.

A.4. Vérifier que la densité de flux thermique émis vers le bas par le système de chauffage vaut $\varphi_{inf} = 26\ W.m^{-2}$.

A.5. Calculer la puissance thermique reçue par le local, la puissance thermique perdue vers les fondations et vérifier que la puissance thermique fournie par le système de chauffage vaut 3,2 kW.

A.6. Calculer la température de surface du plancher θ_s. Cette température vous semble-t-elle acceptable ? Argumenter à partir du document 1.

A.7. On désire limiter les pertes thermiques vers le sol des fondations à une valeur égale à 220 W, en augmentant l'épaisseur de l'isolation.
On conserve le même isolant et la même épaisseur de béton.
Calculer la nouvelle épaisseur de l'isolant.

Document 1 : Planchers chauffants, vers le confort idéal ?

Le chauffage par le sol remonte à l'époque romaine. Soucieuse de son confort thermique, la population des grandes villes romaines se chauffe au moyen de carreaux en terre cuite dans lesquels de l'eau chaude ou de la fumée circule.
Il suffisait d'y penser ! Le concept de plancher chauffant était né.

Deux millénaires plus tard, dans les années soixante plus exactement, le système de chauffage par le sol refait surface. Toutefois, les débuts de cette technique sont difficiles. Les planchers chauffants sont installés en masse dans de nombreux logements sociaux locatifs dont l'absence d'isolation entraîne d'importantes déperditions de chaleur. Afin de chauffer correctement ces bâtiments, les températures au sol peuvent alors atteindre 35 à 40°C ! Pas étonnant que maux de têtes, problèmes vasculaires, jambes lourdes et autres varices fassent leur apparition... D'où le discrédit jeté sur ces systèmes. Une mauvaise réputation dont ils ont encore aujourd'hui du mal à se défaire.
Pourtant, dès 1979, un décret vient généraliser un nouveau procédé de plancher, et fixe une température relativement basse (28°C maximum) et régulable individuellement. C'est ce décret qui est à l'origine de l'appellation « planchers chauffants basses températures » ou PCBT.

Extrait de :
http://www.climamaison.com/chronique-technique/planchers-chauffants-vers-le-confort-ideal.htm

Bosse Thomas Lycée des Sports d'Hiver Bourg-St-Maurice Tous droits réservés à l'auteur Exemple de l'enseignement professionnel

B. <u>Pile à combustible</u> (6 points)

Document 2 : Greenergy Box : vers une nouvelle solution de stockage de l'énergie ?

En février dernier, Areva et Schneider Electric ont conclu un accord visant à développer des solutions de stockage et de gestion de l'énergie basées sur l'hydrogène.

Lumière sur ce partenariat stratégique !

Une problématique de premier plan

Le stockage de l'énergie est l'action qui consiste à conserver une quantité d'énergie pour permettre son utilisation ultérieure.
Problématique de premier plan, la maîtrise du stockage de l'énergie est particulièrement importante car elle permet de valoriser les énergies alternatives et renouvelables qui sont par nature intermittentes. En effet, le stockage de l'électricité permet de répondre à plusieurs problématiques :

- la récupération de la production d'énergie excédentaire par rapport à la demande ;
- la fourniture d'énergie pour faire face aux pics ponctuels de consommation ;
- la fourniture d'énergie pour compenser l'insuffisance due au caractère intermittent de l'offre ;
- l'optimisation de l'utilisation des ressources en limitant les pertes, grâce aux mécanismes d'ajustement.

Les géants se mettent au vert

C'est dans ce cadre qu'Areva, le groupe leader d'ingénierie nucléaire, et l'équipementier Schneider Electric, ont signé le 6 février dernier, un accord stratégique visant à développer une solution de stockage de l'énergie grâce à l'hydrogène**.**
La solution, rebaptisée Greenergy Box, est composée :

- d'un électrolyseur permettant de transformer l'énergie en hydrogène ;
- d'une pile à combustible destinée à convertir l'hydrogène en électricité.

Le dispositif doit permettre de faciliter le stockage de l'énergie par les mécanismes suivants :

- en période de faible consommation, l'énergie est stockée sous forme d'hydrogène produit par l'électrolyse ;
- lors des pics importants de demande, la pile permet de restituer l'énergie stockée.

Le dispositif est destiné en particulier aux régions enclavées ou insulaires, disposant d'un approvisionnement énergétique limité.

Charlène Giraudier, Acteurs & marché, News, 18 Mars 2014
https://www.energystream-wavestone.com/2014/03/greenergy-box-vers-nouvelle-solution-stockage-lenergie/

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

B.1. En vous aidant du document 2, expliquer l'utilisation qui est faite de l'excédent d'énergie électrique produite par les panneaux photovoltaïques. Préciser dans votre réponse pourquoi on peut parler de stockage d'énergie électrique.

B.2. La pile à combustible expérimentée est une pile où la production d'énergie électrique est obtenue grâce à l'oxydation sur une électrode du dihydrogène, couplée à la réduction sur l'autre électrode du dioxygène.

La réaction d'oxydation du dihydrogène est accélérée par un catalyseur en platine.

Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont $H^+_{(aq)}$ / $H_{2(g)}$ et $O_{2(g)}$ / $H_2O_{(l)}$.

Écrire, en milieu acide, les demi-équations électroniques des deux couples en précisant celle qui correspond à l'anode et celle qui correspond à la cathode.

B.3. Ajuster, en justifiant à partir de la question B.2., l'équation de réaction :

$$\ldots O_{2(g)} + \ldots H_{2(g)} \rightarrow \ldots H_2O_{(l)}$$

B.4. En période de faible consommation, l'énergie est stockée sous forme de dihydrogène gazeux dans deux réservoirs pouvant contenir chacun 30 g de dihydrogène, sous pression et à la température ambiante.

B.4.1. Vérifier par le calcul que la quantité de dihydrogène contenu dans l'ensemble des deux réservoirs remplis est proche de 30 mol.

B.4.2. Vérifier par le calcul que la quantité d'électrons pouvant être libérée par le dihydrogène est de 60 mol.

B.4.3. La valeur moyenne de l'intensité du courant produit par la pile à combustible est de 50 A ; calculer la durée théorique de fonctionnement de la pile en supposant que tout le dihydrogène stocké dans les deux réservoirs est consommé.

Données :

- quantité d'électricité (en valeur absolue) transportée par une mole d'électrons : 96 500 C ;
- masse molaire atomique de l'hydrogène : M (H) = 1,0 $g.mol^{-1}$;
- relation entre la quantité d'électricité Q transportée par un courant d'intensité I pendant la durée Δt : $Q = I \times \Delta t$.

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

C. Isolation acoustique (7 points)

Les nouveaux propriétaires du chalet souhaitent améliorer l'isolation acoustique du local dans lequel est entreposé le groupe électrogène.

Le local, correctement ventilé, est de forme parallélépipédique (longueur : 3,0 m ; largeur : 2,0 m ; hauteur : 2,4 m), fermé par une porte (largeur : 1,4 m ; hauteur : 2,0 m).

Le plancher, le plafond et les murs sont en béton de coefficient d'absorption moyen à toutes fréquences α_1 égal à 0,040.

La porte en bois a un coefficient d'absorption moyen à toutes fréquences α_2 de valeur égale à 0,090.

Lorsque le groupe électrogène se met en route, on relève les niveaux d'intensité sonore aux fréquences normalisées suivantes :

Fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau N (dB)	90	86	84	70	65	65

C.1.

C.1.1. Nommer l'appareil de mesure permettant de relever la valeur des niveaux d'intensité sonore.

C.1.2. Calculer la valeur du niveau d'intensité sonore total.

Donnée : le niveau d'intensité sonore total est défini par $N_{total} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^{n} 10^{N_i/10} \right)$.

C.2. Donner la signification de chaque terme de la formule de Sabine $T = 0{,}16 \times \frac{V}{A}$ et préciser les unités.

C.3. Vérifier que la somme des surfaces du plancher, du plafond et des murs vaut 33 m^2.
Vérifier que le temps de réverbération vaut T = 1,4 s.

Donnée : $A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i . S_i$

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

C.4. On traite, avec de la laine de roche de moyenne densité, le plafond et les murs pour améliorer l'isolation acoustique.

Le nouveau coefficient moyen d'absorption à toutes fréquences des surfaces traitées devient α' = 0,51 et la nouvelle aire équivalente d'absorption devient A' = 14 m^2.

Calculer la valeur du nouveau temps de réverbération T'.

C.5. La variation ΔN du niveau d'intensité sonore global est liée à la variation de la durée de réverbération par la relation $\Delta N = 10 \log \left(\frac{T'}{T}\right)$.

Calculer le nouveau niveau d'intensité sonore global quand le groupe électrogène fonctionne.

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.