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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS TP, veuillez visiter :
btstp.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAVAUX PUBLICS

E3. MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

U3.2 SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2014

_____

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

_____

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

- Tout autre matériel est interdit.

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

BÂTIMENT BASSE CONSOMMATION

Suite aux engagements pris lors du Grenelle de l'Environnement, les collectivités territoriales se doivent d'être exemplaires dans le fonctionnement de leur service. C'est le cas notamment pour les politiques d'achat valorisant les éco-produits, l'amélioration des déplacements, la réduction des consommations en eau, en papier, en énergie ainsi que la gestion du patrimoine bâti et non bâti.

Ce problème concerne l'étude de quelques éléments liés à la construction de l'annexe d'une mairie. Beaucoup de constructions récentes sont bâties dans un souci écologique et d'économie d'énergie. Le choix des matériaux (partie A), les techniques d'isolation thermique (partie B) et les modes de chauffage utilisés (partie C) permettent de réduire considérablement la consommation tout en gardant un bon confort d'utilisation.

Le problème se compose de 3 parties indépendantes :

- Partie A : étude d'un des matériaux de construction (8 points)

Dans cette partie on étudie la fabrication et quelques caractéristiques du béton cellulaire, matériau choisi pour la construction de l'annexe envisagée.

- Partie B : performance d'isolation thermique (4,5 points)

Dans cette partie, on étudie l'isolation du bâtiment au regard de la réglementation thermique 2012.

- Partie C : étude du dispositif solaire de production d'eau chaude (7,5 points)

Dans cette partie on évalue les économies financières liées à l'installation des panneaux solaires sur le toit du bâtiment.



Image libre de droit

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

Partie A : étude d'un des matériaux de construction (8 points)

Les murs du bâtiment comporteront notamment du béton cellulaire associé à du polystyrène expansé pour l'isolation thermique.

A.1 Étude du béton cellulaire

Un béton ordinaire est constitué d'eau, de ciment et de granulats. La fabrication de béton cellulaire nécessite en plus l'incorporation de pâte ou poudre d'aluminium qui, en réagissant avec l'eau, a pour effet d'engendrer la formation de dihydrogène qui induit une augmentation du volume du béton. La disparition de ce gaz au cours de la suite du processus de fabrication confère au béton cellulaire une structure alvéolaire constituée de microcellules d'air représentant plus de 60 % du volume final.

On se propose de modéliser la réaction qui conduit à la formation du gaz à l'origine de l'augmentation du volume du béton. Dans un tube à essai, on verse 2 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$) de concentration $c_b = 2{,}00.10^{-2}$ mol.L^{-1}. On ajoute une pointe de spatule d'aluminium en poudre. Une effervescence se constate quasi instantanément.

Q1- Au vu de l'extrait de la fiche FDS de l'hydroxyde de sodium ci-dessous, quelles précautions doit-on prendre pour manipuler la solution correspondante ?

3. IDENTIFICATIONS DES DANGERS

Principaux dangers (directive 1999/45/CE) :



C : Corrosif

Selon les nouveaux pictogrammes de danger (SGH) :



Dans les conditions de l'expérience, les couples d'oxydo-réduction mis en jeu sont :

Couples	Potentiel standard en V	Demi-équations associées
$O_{2(g)}/HO^-$	1,60	$O_{2(g)} + 2\ H_2O + 4\ e^- = 4\ HO^-$
$H_2O/H_{2(g)}$	-0,83	$2\ H_2O + 2\ e^- = H_{2(g)} + 2\ HO^-$
$Al(OH)_4^-/Al_{(s)}$	-2,30	$Al(OH)_4^- + 3\ e^- = Al_{(s)} + 4\ HO^-$

Q2- Parmi les espèces chimiques de ces 3 couples, quelles sont celles présentes initialement dans le tube à essai avec l'aluminium, juste avant que la transformation chimique ne commence?

Q3- Parmi ces espèces initialement présentes dans le tube à essai, quel est l'oxydant le plus fort et quel est le réducteur le plus fort ?

Q4- Justifier, sans équation bilan que le gaz formé au cours de la transformation chimique dans le tube à essai est bien du dihydrogène.

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

Q5- Écrire l'équation bilan équilibrée de la réaction modélisant la transformation chimique conduisant à la formation de dihydrogène dans le tube à essai.

Le ciment contient de la chaux. Cette dernière assure au milieu un pH de 12,4.

Q6- Montrer que le choix de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium, $c_b = 2{,}00.10^{-2}$ mol.L^{-1}, utilisée dans l'expérience précédente pour modéliser la formation de gaz lors de la fabrication du béton cellulaire, permet d'assurer des conditions de pH proches de celles du ciment.

On compare, dans le tableau suivant, deux caractéristiques du béton ordinaire et du béton cellulaire.

	Masse volumique en kg.m^{-3}	Conductivité thermique en W.m^{-1}.K^{-1}
Air	1,2	0,0262
Béton	1600 - 2450	1,75
Béton cellulaire	550 – 950	0,16 – 0,33

Q7- À l'aide du tableau précédent, justifier les différences observées entre les deux propriétés des deux types de béton.

Q8- Dégager des avantages du béton cellulaire en tant que matériau de construction.

A.2 Estimation du pourcentage d'air dans le volume final du béton cellulaire

On peut estimer le pourcentage en volume d'air contenu du béton cellulaire en procédant à des mesures de masses volumiques. On dispose pour cela d'un morceau de parpaing utilisé comme béton « témoin » et d'un morceau de béton cellulaire, chacun de petite dimension, proche de la largeur et longueur d'un pouce de la main. En appelant ρ_1, et ρ_2 les masses volumiques respectives des deux échantillons et ρ_{air} celle de l'air, on montre que le pourcentage d'air en volume dans le béton cellulaire est donné par la relation : $\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 - \rho_{air}} \times 100$. *Les mesures effectuées permettent d'obtenir les résultats suivants : $\rho_1 = 1864$ kg.m^{-3} et $\rho_2 = 603$ kg.m^{-3}.*

Q9- Établir un protocole expérimental, en précisant le matériel à utiliser et en détaillant les opérations à effectuer, pour déterminer la masse volumique ρ_1 du béton « témoin » constituant le parpaing.

Q10- Au vu des résultats expérimentaux, le pourcentage d'air en volume dans le béton cellulaire étudié ici correspond-t-il à celui attendu ?

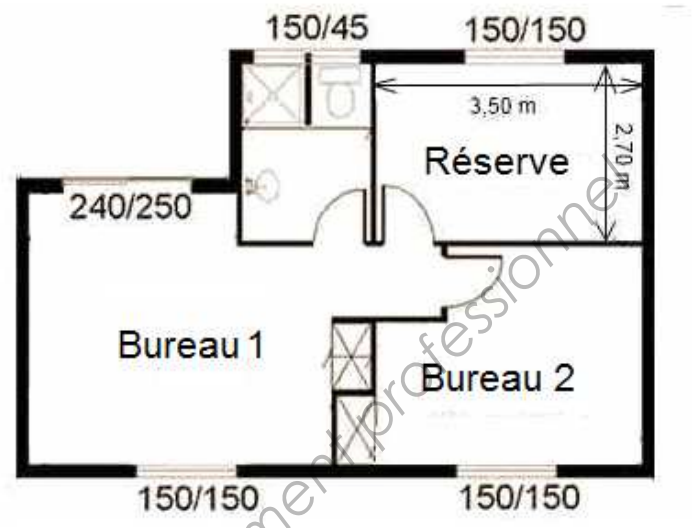
Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Partie B : étude de l'isolation thermique (4,5 points)

Les murs du bâtiment comportent les éléments suivants :

- *Bardage de bois*
- *Lame d'air ventilé*
- *Protection anti-pluie*
- *Paroi de béton cellulaire*
- *Plaques de polystyrène*
- *Enduit*

On souhaite étudier l'isolation d'une pièce de l'annexe, appelée réserve sur le plan ci-contre. Les températures de consigne sont de 19℃ dans les bureaux et les sanitaires et de 14℃ dans la réserve.



B.1 Détermination du flux thermique à travers les murs de la réserve

On ne tiendra compte pour les fuites thermiques que des murs donnant sur l'extérieur. La hauteur des pièces est de 2,50 m. La résistance thermique surfacique totale, R_T, des murs a pour valeur $R_T = 5{,}3\ m^2.K.W^{-1}$

Q11- Si l'on déduit la surface de la fenêtre, la surface totale des murs de la réserve donnant sur l'extérieur vaut S = 13,3 m^2. Sachant que la température extérieure θ_e est de 10 ℃ et que la température intérieure θ_i est maintenue à 14 ℃, montrer que le flux thermique Φ_1 à travers les murs extérieurs de la réserve, sans tenir compte de la surface de la fenêtre, vaut $\Phi_1 = 10$ W.

B.2 Performances thermiques globales

Pour que le bâtiment soit labellisé BBC (bâtiment basse consommation) selon la norme du RT2012 (réglementation thermique 2012), il faut que les pertes thermiques ne dépassent pas 5,7 watts par mètre carré au sol. Les fenêtres utilisées sont de type Th 10 dans le label acotherm. Cette indication permet de calculer que compte tenu de sa dimension, le flux thermique à travers la fenêtre de la réserve vaut $\Phi_2 = 13$ W.

Q12- Les pertes thermiques par mètre carré au sol correspondent à la puissance totale perdue par unité de surface du sol. Calculer leur valeur pour la réserve. Le résultat est-il conforme aux exigences souhaitées ?

Q13- Expliquer en quoi le raisonnement précédent pourrait être plus rigoureux.

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

Partie C : étude des panneaux solaires (7,5 points)

On a disposé sur le toit du bâtiment 6 panneaux solaires. Ces derniers sont destinés à récupérer de l'énergie solaire afin de produire de l'eau chaude à l'aide d'un système comportant un fluide caloporteur. Pour avoir un confort d'utilisation satisfaisant, la température de sortie du fluide caloporteur dans le système de production d'eau chaude doit être supérieure à 50°C. On considère une journée d'ensoleillement d'une durée $\Delta t = 8$ heures avec un flux solaire moyen égal à $\Phi_{solaire} = 800\ W.m^{-2}$. La surface totale des 6 panneaux solaires vaut $S_p = 11,5\ m^2$.

Données :

- *débit du fluide dans l'installation : $Q_v = 2,5\ L.min^{-1}$.*
- *rendement des panneaux solaire : $\eta = 80\ \%$.*
- *masse volumique du fluide caloporteur (eau glycolée) : $\rho = 1040\ kg.m^{-3}$*
- *capacité thermique massique du fluide caloporteur : $C = 3\ 708\ J.kg^{-1}.K^{-1}$*
- *1 kWh = 3,6 MJ*
- *On assimile le soleil à une source de longueur d'onde unique $\lambda = 555$ nm.*
- *1 lux = $1,5.10^{-3}\ W.m^{-2}$ pour une longueur d'onde de 555 nm*

C.1 Énergie transmise au fluide caloporteur

Q14- Calculer la puissance solaire moyenne reçue, P_r, par l'installation.

Q15- Vérifier que la puissance moyenne transmise, P_{Tr}, au fluide caloporteur est d'environ 7,4 kW, valeur que l'on utilisera dans la suite de cette partie.

L'installateur possède différents instruments de mesure dont un luxmètre. Il envisage d'utiliser ce dernier pour vérifier l'ordre de grandeur de la puissance solaire moyenne reçue par l'installation.

Q16- Les caractéristiques du luxmètre étant données ci-dessous, expliquer si l'appareil est adapté pour la manipulation envisagée.

Caractéristiques techniques	
Plages	0,00 ... 40.000 lux
Résolution	0,1 lux
Précision	±5 % <10.000 lux ±10 % >10.000 lux
Conditions environnementales	0 ... 40 °C / 0 ... 80 % H.r.
Ecran	LCD à 3,5 digits
Alimentation	batterie de 9 V
Dimensions	157 x 54 x 34 mm
Poids	170 g

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

C.2 Température de sortie du fluide caloporteur

La température d'entrée du fluide caloporteur dans le système de production d'eau chaude est $\theta_e = 13$ *°C.*

Q17- En utilisant la puissance P_{Tr} donnée à la question Q15, montrer que l'énergie Q transmise au fluide caloporteur par jour, en joule, a pour valeur $Q = 2{,}1.10^8$ J.

Q18- Calculer la masse de liquide, m, qui a circulé dans les panneaux pendant les 480 minutes d'ensoleillement.

Q19- En déduire l'élévation de température subie par le liquide, puis calculer la température de sortie θ_s du fluide caloporteur.

C.3 Intérêt du dispositif.

Q20- À l'aide des questions précédentes, argumenter en faveur de ce mode de production d'eau chaude. On s'intéressera au confort d'utilisation et on calculera les économies financières réalisées par an (200 jours d'utilisation) par rapport à un chauffe-eau électrique, sachant que le kilowattheure est facturé 12 centimes par EDF.

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.