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 :
formav.co/explorer

BTS Bâtiment - Épreuve U32 - Sciences physiques appliquées

Session 2017 • Code sujet : **BTE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Chauffage par le sol** (7 questions) — **Page 3**
2. **Pile à combustible** (6 questions) — **Page 6**
3. **Isolation acoustique** (6 questions) — **Page 8**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbatiment.fr/assets/annales/bts-batiment/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2017/BTS Bâtiment - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

1. Chauffage par le sol

Le chalet est chauffé par un plancher parcouru par de l'eau à 31 °C, au-dessus d'un sol de fondation à 12 °C, tandis que l'ambiance intérieure doit être maintenue à 19 °C. Le schéma et les données décrivent les couches du plancher, leurs épaisseurs et conductivités, ainsi que l'échange convectif avec le local.

A

Question A.1. Calculer, en m²·K·W⁻¹, la résistance thermique surfacique Rsup des matériaux compris entre le système de chauffage et le local, en tenant compte de la convection.

Pour chaque couche, la résistance surfacique vaut e/λ. Vers le local, le flux traverse le mortier, le revêtement, puis la couche convective de résistance 1/h. Les épaisseurs doivent être converties en mètres avant le calcul. La résistance totale est la somme de ces trois résistances, car les couches sont traversées successivement par le flux thermique.

Élément	Calcul	Résistance (m²·K·W⁻¹)
Mortier	0,055/1,1	0,0500
Revêtement	0,012/2,5	0,0048
Convection	1/11	0,0909
Total	Somme	0,1457

✓ RÉPONSE À RETENIR

R_{sup} = 0,1457 m²·K·W⁻¹, soit environ 0,15 m²·K·W⁻¹.

Question A.2. Vérifier que la densité de flux thermique émise vers le haut par le système de chauffage vaut 80 W·m⁻².

Le flux surfacique vers le haut se calcule par $\varphi_{sup} = (\theta_e - \theta_a)/R_{sup}$. L'écart de température vaut 31 − 19 = 12 K. En utilisant la résistance calculée sans arrondi intermédiaire, on trouve 82,4 W·m⁻². Cette valeur est cohérente avec les 80 W·m⁻² demandés, qui correspondent à un arrondi à une dizaine de W·m⁻².

✓ RÉPONSE À RETENIR

φ_{sup} = 82,4 W·m⁻², soit environ 80 W·m⁻² à la dizaine près.

Question A.3. Calculer la résistance thermique surfacique Rinf des matériaux compris entre le système de chauffage et les fondations.

Vers les fondations, la chaleur traverse l'isolant puis le béton. Pour ces couches en série, on additionne leurs résistances de conduction, calculées avec les épaisseurs converties en mètres : R = e/λ. Aucun terme convectif n'est ajouté, car la température du sol des fondations est donnée comme uniforme. Les contributions de chaque

matériau et leur somme sont indiquées ci-dessous.

Couche	Calcul	Résistance ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
Isolant	0,025/0,040	0,625
Béton	0,15/1,4	0,107
Total	0,625 + 0,107	0,732

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

R_{inf} = 0,732 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

Question A.4. Vérifier que la densité de flux thermique émise vers le bas par le système de chauffage vaut 26 $W \cdot m^{-2}$.

Le flux vers le bas est donné par $\varphi_{inf} = (\theta_e - \theta_f)/R_{inf}$. La différence de température entre l'eau du plancher chauffant et le sol des fondations vaut 31 − 12 = 19 K. En utilisant R_{inf} sans arrondi intermédiaire, on obtient 25,95 $W \cdot m^{-2}$, soit 26 $W \cdot m^{-2}$ à l'unité près. Le flux est dirigé vers les fondations, plus froides.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

φ_{inf} = 25,95 $W \cdot m^{-2}$, soit 26 $W \cdot m^{-2}$ vers les fondations.

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

Pour chaque direction, la puissance thermique vaut $P = \varphi S$, avec la surface chauffée S = 30 m^2. On utilise les flux calculés précédemment sans les arrondir avant la multiplication. La puissance fournie par le système correspond à la somme de la puissance transmise au local et de celle perdue vers les fondations.

Destination	Calcul	Puissance
Local	82,3553 × 30	2 471 W
Fondations	25,9512 × 30	779 W
Total fourni	2 471 + 779	3 249 W

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Local : 2,47 kW. Fondations : 0,779 kW. Puissance fournie : 3,25 kW, soit 3,2 kW à deux chiffres significatifs.

Question A.6. Calculer la température de surface du plancher, puis déterminer si elle est acceptable en argumentant à partir du document 1.

À la surface du plancher, l'échange convectif vérifie $\varphi_{sup} = h(\theta_s - \theta_a)$. On utilise le flux obtenu avec la résistance non arrondie, soit 82,3553 $W \cdot m^{-2}$, ainsi que $h = 11\ W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ et $\theta_a = 19$ °C. On en déduit $\theta_s = \theta_a + \varphi_{sup}/h$. Le document 1 fixe à 28 °C la limite maximale : la température calculée lui est inférieure et est donc acceptable.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\theta_s = 26{,}5$ °C : température acceptable, car inférieure à 28 °C.

Question A.7. Pour limiter à 220 W les pertes thermiques vers le sol des fondations, calculer la nouvelle épaisseur de l'isolant. Conserver le même isolant et la même épaisseur de béton.

La perte visée de 220 W sur 30 m^2 impose un flux de 220/30 $W \cdot m^{-2}$. L'écart entre le système de chauffage et les fondations reste 31 − 12 = 19 K : la résistance totale requise est donc 19/(220/30). On soustrait la résistance du béton, conservée à 0,15/1,4 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. La résistance restante correspond à l'isolant ; multipliée par sa conductivité 0,040 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$, elle donne l'épaisseur recherchée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nouvelle épaisseur d'isolant : 0,0994 m, soit 9,94 cm.

2. Pile à combustible

Le document 2 présente la Greenergy Box, qui transforme l'électricité excédentaire en dihydrogène par électrolyse et la restitue sous forme électrique grâce à une pile à combustible. Les questions portent sur le stockage, les réactions électrochimiques et l'autonomie théorique de deux réservoirs de dihydrogène.

B

Question B.1. À l'aide du document 2, expliquer ce que devient l'excédent d'énergie électrique produit par les panneaux photovoltaïques et préciser pourquoi il s'agit d'un stockage d'énergie électrique.

En période de faible consommation, l'électricité photovoltaïque excédentaire alimente un électrolyseur, qui produit du dihydrogène. Le gaz est conservé dans des réservoirs. Lorsque la demande d'électricité augmente, la pile à combustible consomme le dihydrogène et restitue de l'électricité. Il s'agit d'un stockage d'énergie électrique car l'énergie excédentaire est convertie en énergie chimique, stockée sous forme de dihydrogène, puis reconvertie en énergie électrique pour une utilisation ultérieure.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'électricité excédentaire est stockée sous forme chimique dans le dihydrogène, puis restituée sous forme électrique par la pile.

Question B.2. Pour les couples $H^+(aq)/H_2(g)$ et $O_2(g)/H_2O(l)$, écrire en milieu acide les demi-équations électroniques et préciser laquelle correspond à l'anode et laquelle à la cathode.

À l'anode se produit l'oxydation du dihydrogène : il cède des électrons. En milieu acide, la demi-équation est $H_2(g) \rightarrow 2\ H^+(aq) + 2\ e^-$. À la cathode se produit la réduction du dioxygène : les électrons et les ions H^+ sont consommés pour former de l'eau. La demi-équation équilibrée est $O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O(l)$. Les deux équations respectent la conservation des atomes et des charges.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Anode : $H_2 \rightarrow 2\ H^+ + 2\ e^-$. Cathode : $O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$.

Question B.3. À partir de la question B.2 et en justifiant l'ajustement, équilibrer l'équation de réaction entre le dioxygène, le dihydrogène et l'eau.

L'oxydation du dihydrogène libère 2 électrons, tandis que la réduction d'une molécule de dioxygène en consomme 4. On multiplie donc la demi-équation d'oxydation par 2, puis on additionne les deux demi-équations. Les 4 électrons et les 4 ions H^+ se simplifient. Les coefficients obtenus équilibrent à la fois les atomes d'hydrogène et d'oxygène :

$O_2(g) + 2\ H_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$O_2(g) + 2\ H_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$.

B.4

Question B.4.1. Deux réservoirs contiennent chacun 30 g de dihydrogène. Vérifier par le calcul que la quantité de dihydrogène présente dans les deux réservoirs remplis est proche de 30 mol.

Les deux réservoirs contiennent chacun 30 g de dihydrogène, donc la masse totale est 2 × 30 = 60 g. La masse molaire du dihydrogène est $M(H_2) = 2 \times M(H) = 2 \times 1{,}0 = 2{,}0\ g \cdot mol^{-1}$. La quantité de matière totale vaut donc n = m/M = 60/2,0 = 30 mol. Le résultat confirme la valeur annoncée dans la question.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Quantité totale de dihydrogène : 30 mol.

Question B.4.2. Vérifier par le calcul que la quantité d'électrons pouvant être libérés par le dihydrogène contenu dans les deux réservoirs est de 60 mol.

Selon la demi-équation d'oxydation $H_2 \rightarrow 2\ H^+ + 2\ e^-$, chaque mole de dihydrogène libère 2 mol d'électrons. Les deux réservoirs contiennent 30 mol de H_2. La quantité d'électrons libérable est donc $n(e^-) = 2 \times n(H_2) = 2 \times 30 =$ 60 mol. Le bilan porte sur la quantité maximale d'électrons transférée si tout le dihydrogène est consommé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Quantité d'électrons libérables : 60 mol.

Question B.4.3. La pile produit un courant moyen de 50 A. Calculer sa durée théorique de fonctionnement en supposant que tout le dihydrogène contenu dans les deux réservoirs est consommé, en utilisant les données fournies.

La quantité de charge transportée par 60 mol d'électrons est Q = 60 × 96 500 = 5 790 000 C. Avec Q = I × Δt et un courant moyen I = 50 A, la durée vaut Δt = Q/I = 5 790 000/50 = 115 800 s. En heures, cela donne 115 800/3 600 ≈ 32,2 h. Cette durée est théorique et suppose la consommation complète du dihydrogène des deux réservoirs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Durée théorique : 115 800 s, soit environ 32,2 h.

3. Isolation acoustique

Les propriétaires veulent améliorer l'isolation acoustique du local du groupe électrogène, dont la géométrie, les matériaux et coefficients d'absorption sont précisés. Des niveaux sonores mesurés à plusieurs fréquences servent à évaluer le niveau global et le temps de réverbération avant et après le traitement du plafond et des murs.

C.1

Question C.1.1. Nommer l'appareil permettant de mesurer les niveaux d'intensité sonore.

L'appareil utilisé pour mesurer un niveau sonore en décibels est un sonomètre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sonomètre.

Question C.1.2. À partir des niveaux mesurés aux fréquences indiquées et de la formule fournie, calculer le niveau d'intensité sonore total.

Les niveaux en décibels s'additionnent par leurs intensités, pas directement :

$$N_{total} = 10 \log_{10}(10^{90/10} + 10^{86/10} + 10^{84/10} + 10^{70/10} + 2 \times 10^{65/10}) \approx 92{,}2 \text{ dB}.$$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $N_{total} \approx 92{,}2$ dB.

C

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

Terme	Signification	Unité
T	Temps de réverbération	s
V	Volume du local	m^3
A	Aire équivalente d'absorption	m^2
0,16	Constante de la formule de Sabine	$s \cdot m^{-1}$

La relation est **$T = 0{,}16 \times V/A$**.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> T en s ; V en m^3 ; A en m^2 ; 0,16 en $s \cdot m^{-1}$.

Question C.3. **Vérifier que la somme des surfaces du plancher, du plafond et des murs vaut 33 m², puis vérifier que le temps de réverbération vaut 1,4 s à l'aide de la formule de l'aire équivalente d'absorption fournie.**

Plancher et plafond : $2 \times 3{,}0 \times 2{,}0 = 12$ m². Les murs, porte déduite, représentent $2 \times (3{,}0 + 2{,}0) \times 2{,}4 - 1{,}4 \times 2{,}0 = 21{,}2$ m². La surface en béton vaut donc 33,2 m², soit environ 33 m².

L'aire équivalente est $A = 0{,}040 \times 33{,}2 + 0{,}090 \times 2{,}8 = 1{,}58$ m². Avec $V = 3{,}0 \times 2{,}0 \times 2{,}4 = 14{,}4$ m³, $T = 0{,}16 \times 14{,}4/1{,}58 \approx 1{,}46$ s, valeur proche des 1,4 s annoncées.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Surface en béton : 33,2 m², soit environ 33 m² ; aire équivalente : 1,58 m² ; T ≈ 1,46 s, proche de 1,4 s.

Question C.4. **Après traitement du plafond et des murs avec de la laine de roche, le nouveau coefficient moyen d'absorption des surfaces traitées est 0,51 et la nouvelle aire équivalente d'absorption est 14 m². Calculer le nouveau temps de réverbération.**

Le volume du local reste $V = 3{,}0 \times 2{,}0 \times 2{,}4 = 14{,}4$ m³. Avec l'aire équivalente après traitement $A' = 14$ m², la formule de Sabine donne $T' = 0{,}16 \times 14{,}4/14 \approx 0{,}165$ s.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$T' \approx 0{,}165$ s.

Question C.5. **À l'aide de la relation fournie entre la variation du niveau sonore global et celle du temps de réverbération, calculer le nouveau niveau d'intensité sonore global lorsque le groupe électrogène fonctionne.**

En utilisant les valeurs calculées avant arrondi, $T \approx 1{,}458$ s et $T' \approx 0{,}165$ s. Ainsi, $\Delta N = 10 \log_{10}(T'/T) \approx -9{,}47$ dB. Le niveau après traitement vaut donc $92{,}22 - 9{,}47 \approx 82{,}74$ dB.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Nouveau niveau global : environ 82,7 dB, soit environ 83 dB.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BTS BÂTIMENT

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2017)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS Bâtiment, session 2017, porte le code BTE3SC et dure 2 heures, avec un coefficient 2. Elle étudie une maison isolée : transferts thermiques d'un plancher chauffant, stockage d'électricité sous forme de dihydrogène et fonctionnement d'une pile à combustible, puis acoustique du local du groupe électrogène. Elle évalue le calcul, l'exploitation de documents et la justification physique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une couche homogène, la résistance thermique surfacique vaut $R = e/\lambda$; les résistances en série s'additionnent.
- Le flux surfacique thermique s'écrit $\varphi = \Delta\theta/R$; la puissance transférée vaut $P = \varphi S$.
- Dans une pile, l'oxydation a lieu à l'anode et la réduction à la cathode ; une mole de H_2 libère deux moles d'électrons.
- L'aire équivalente d'absorption vaut $A = \Sigma \alpha_i S_i$ et le temps de réverbération suit la formule de Sabine $T = 0{,}16V/A$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les épaisseurs en mètres avant d'utiliser $R = e/\lambda$ et conserver des unités cohérentes.
- Distinguer les flux vers le local et vers les fondations, puis multiplier par la surface pour obtenir les puissances.
- Équilibrer les demi-équations en milieu acide et vérifier la conservation des atomes et des charges.
- Pour additionner des niveaux en décibels, utiliser la somme logarithmique fournie, pas une addition directe des valeurs.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique d'un plancher composé de plusieurs couches ?

Pour chaque couche homogène, convertir l'épaisseur en mètres puis calculer $R = e/\lambda$. Additionner les résistances des couches traversées par le flux. Ajouter séparément la résistance superficielle de convection si elle est demandée.

Q : Comment relier la quantité de dihydrogène à la durée de fonctionnement de la pile ?

La demi-équation d'oxydation relie une mole de H_2 à deux moles d'électrons. Convertir les électrons en charge avec 96 500 C par mole, puis utiliser $Q = I\Delta t$ pour déterminer la durée au courant indiqué.

Q : Comment organiser les 2 heures et quel est le barème des parties ?

Le sujet dure 2 heures et son coefficient est 2. Les parties sont indépendantes : chauffage par le sol, 7 points ; pile à combustible, 6 points ; isolation acoustique, 7 points. Répartir le temps selon ces pondérations aide à couvrir tout le sujet.

Q : Quels contrôles sont importants pour les calculs acoustiques ?

Utiliser les surfaces en m^2 et le volume en m^3 dans la formule de Sabine. Calculer l'aire équivalente en pondérant chaque surface par son coefficient d'absorption. Les niveaux en décibels se combinent avec la formule logarithmique, non par addition directe.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbatiment.fr/assets/annales/bts-batiment/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2017/BTS Bâtiment - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Bâtiment : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.