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

Sciences physiques appliquées, épreuve U32

Session 2013 • Code sujet : **13-BTE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude thermique de la maison (10 questions) **Page 3**

2. Étude du chauffage de la maison (7 questions) **Page 7**

3. Éclairage d'une pièce de la maison (6 questions) **Page 9**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbatiment.fr/assets/annales/bts-batiment/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2013/BTS Bâtiment - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2013 - 1-Sujet.pdf

1. Étude thermique de la maison

L'étude porte sur les murs d'une maison labellisée BBC, composés de plusieurs couches de matériaux et de résistances superficielles. Les données servent à évaluer l'isolation, les pertes thermiques saisonnières et la consommation énergétique annuelle rapportée à la surface habitable.

Étude de la résistance thermique des murs

Question I-1. Donner l'expression de la résistance thermique surfacique globale d'un mur constitué des couches et résistances superficielles indiquées.

Les couches du mur sont traversées successivement : leurs résistances thermiques surfaciques s'additionnent, ainsi que les résistances superficielles intérieure et extérieure. Pour une couche homogène, la résistance surfacique est égale à son épaisseur divisée par sa conductivité thermique. Le film multicouches est déjà caractérisé par sa résistance surfacique, qu'il faut ajouter directement à la somme.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$R_{th} = r_{se} + \frac{e_e}{\lambda_e} + \frac{e_b}{\lambda_b} + \frac{e_a}{\lambda_a} + r_{mc} + \frac{e_p}{\lambda_p} + r_{si}$$

Question I-2. Vérifier que la résistance thermique surfacique globale du mur est égale à 5,27 m²·K·W⁻¹.

On convertit les épaisseurs en mètres : 1 cm = 0,01 m, 20 cm = 0,20 m, 1,5 cm = 0,015 m et 7 cm = 0,07 m. Les résistances des couches valent chacune épaisseur divisée par conductivité. On leur ajoute les deux résistances superficielles et celle du film multicouches, déjà donnée. Le résultat arrondi à trois chiffres significatifs confirme la valeur demandée.

$$R_{th} = 0,06 + 0,01/1,15 + 0,20/0,11 + 0,015/0,024 + 2,5 + 0,07/0,46 + 0,11$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$R_{th} = 5,27\ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$$

Question I-3. Déduire la conductance thermique d'un mur, puis déterminer en justifiant si cette valeur est compatible avec celle proposée pour le label BBC.

La conductance thermique surfacique est l'inverse de la résistance thermique globale. Le sujet recommande, pour le label BBC, une conductance strictement inférieure à 0,2 W·K⁻¹·m⁻². On utilise la résistance vérifiée à la question précédente, puis on compare la conductance obtenue à ce seuil. La comparaison permet de conclure directement sur la compatibilité du mur.

- $U_{mur} = 1/5,27$;
- le seuil BBC est $0,2\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-2}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$U_{mur} = 0,190\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-2}}$: le mur respecte le critère BBC.

Évaluation des pertes en hiver

Question II-1. Pour une température intérieure de 21 °C et une température extérieure de référence de −5 °C, calculer la densité du flux thermique.

En régime stationnaire, la densité du flux thermique traversant le mur est le produit de la conductance par l'écart de température. L'écart entre l'intérieur et l'extérieur est $21 - (-5) = 26$ K. Avec $U_{mur} = 1/R_{th}$, on calcule le flux surfacique. Comme l'intérieur est plus chaud, le flux est dirigé vers l'extérieur.

$$\varphi = U_{mur}(T_i - T_e) = \frac{26}{5,27}$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\varphi \approx 4,93\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$, de l'intérieur vers l'extérieur.

Question II-2. Pour une surface totale des murs de 325 m², calculer la puissance thermique perdue à travers ces murs.

Grandeur	Valeur
Densité de flux	$26/5,27$ W·m⁻²
Surface des murs	325 m²
Puissance perdue	$325 \times 26/5,27$ W

La puissance thermique perdue s'obtient en multipliant la densité de flux par la surface totale des murs. Le calcul donne une puissance en watts ; pour l'exprimer en kilowatts, on divise par 1 000. Cette puissance correspond aux pertes par les murs uniquement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P \approx 1,60\ \mathrm{kW}$, soit environ $1\,603\ \mathrm{W}$.

Question II-3. Calculer, en kWh, l'énergie consommée pendant la saison hivernale d'environ 60 jours par an.

L'énergie perdue pendant l'hiver est le produit de la puissance thermique par la durée. La saison de 60 jours représente $60 \times 24 = 1\,440$ heures. On utilise la puissance en watts, puis on convertit les wattheures en kilowattheures en divisant par 1 000. Cette estimation concerne les pertes à travers les murs.

1. Puissance : $325 \times 26/5,27$ W.

2. Énergie : puissance $\times 1\,440 / 1\,000$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie perdue par les murs en hiver : environ $2\,309\ \mathrm{kWh}$.

Évaluation pour les saisons intermédiaires

Question III-1. Pour une température intérieure de 21 °C et une température extérieure de référence de 14 °C, calculer la densité du flux thermique et en déduire la puissance thermique perdue à travers les murs.

Étape	Application numérique	Résultat
Écart thermique	$21 - 14$	7 K
Densité de flux	$7 / 5,27$	1,33 W·m⁻²
Puissance des murs	$325 \times 7 / 5,27$	432 W

La densité de flux est la différence de température divisée par la résistance thermique globale. La puissance perdue se déduit en multipliant ce flux surfacique par la surface totale des murs. Le flux va de l'intérieur, plus chaud, vers l'extérieur.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varphi \approx 1,33\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$ et $P \approx 432\ \mathrm{W}$.

Question III-2. Calculer, en kWh, l'énergie consommée pendant les saisons intermédiaires, qui durent environ 245 jours par an.

Les saisons intermédiaires durent 245 jours, soit $245 \times 24 = 5\,880$ heures. L'énergie perdue à travers les murs est égale à la puissance calculée pour cette période, multipliée par cette durée. Le produit exprimé en wattheures est converti en kilowattheures par division par 1 000.

$$E = \frac{325 \times 7}{5,27} \times \frac{245 \times 24}{1\,000}$$

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie perdue par les murs pendant les saisons intermédiaires : environ $2\,538\ \mathrm{kWh}$.

Question III-3. **En tenant compte des autres pertes thermiques, égales à 4 150 kWh par an, calculer la consommation énergétique de la maison en kWh par mètre carré et par an, sachant que sa surface habitable est de 425 m².**

Poste annuel	Énergie
Murs, hiver	$325 \times 26/5, 27 \times 60 \times 24/1\,000$ kWh
Murs, saisons intermédiaires	$325 \times 7/5, 27 \times 245 \times 24/1\,000$ kWh
Autres pertes	4 150 kWh
Surface habitable	425 m²

On additionne les pertes des murs en hiver et durant les saisons intermédiaires aux autres pertes annuelles. On divise ensuite l'énergie totale par les 425 m² habitables. Le résultat s'exprime en kilowattheures par mètre carré et par an.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation énergétique : $21,2\ \mathrm{kWh \cdot m^{-2} \cdot an^{-1}}$.

Question III-4. **Déterminer, en justifiant la réponse, si la consommation énergétique calculée est compatible avec le label BBC.**

Le diagramme de classement du sujet indique que la classe A correspond à une consommation inférieure ou égale à 50 kWh·m⁻²·an⁻¹, et associe cette classe au label BBC. La consommation calculée est d'environ 21,2 kWh·m⁻²·an⁻¹. Elle est donc sous le seuil de 50, ce qui permet de conclure que la maison satisfait le critère de consommation énergétique présenté.

- Seuil de classe A : 50 kWh·m⁻²·an⁻¹.
- Consommation calculée : 21,2 kWh·m⁻²·an⁻¹.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : la consommation respecte le critère BBC et classe la maison en A.

2. Étude du chauffage de la maison

La maison est chauffée par une chaudière au fioul à condensation. Les questions mobilisent le rendement, le pouvoir calorifique et la masse volumique du fioul, puis la combustion du fioul assimilé à $C_{20}H_{42}$ pour estimer les émissions annuelles de dioxyde de carbone et leur classement GES.

Question 1). Pour une énergie apportée par le fioul de 8 000 kWh par an et un rendement de chaudière de 95 %, calculer l'énergie utile pour le chauffage.

Le rendement relie l'énergie utile à l'énergie apportée : $\eta = E_{utile}/E_{apportée}$. Ainsi, $E_{utile} = \eta \times E_{apportée}$. Avec $\eta = 95\% = 0,95$ et $E_{apportée} = 8\,000\ \text{kWh/an}$, on obtient $E_{utile} = 0,95 \times 8\,000 = 7\,600\ \text{kWh/an}$. Les 5 % restants correspondent aux pertes de la chaudière. L'énergie utile est celle effectivement transmise au chauffage durant l'année.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie utile annuelle : 7 600 kWh.

Question 2). Montrer que la masse de fioul consommée par an est égale à 625 kg, puis en déduire le volume de fioul consommé par an à partir de sa masse volumique.

Le PCS vaut $12,8\ \text{kWh/kg}$: la masse annuelle est donc $m = E_{apportée}/PCS = 8\,000/12,8 = 625\ \text{kg}$. Avec la masse volumique $\rho = 840\ \text{kg/m}^3$, le volume est $V = m/\rho = 625/840 = 0,744\ \text{m}^3$. Comme $1\ \text{m}^3 = 1\,000\ \text{L}$, cela représente environ $744\ \text{L}$ de fioul par an. Le calcul utilise bien la masse volumique donnée en unités SI.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation annuelle : 625 kg, soit 0,744 m³ (environ 744 L) de fioul.

Question 3). En assimilant les molécules de fioul à des molécules de formule brute $C_{20}H_{42}$, identifier la famille de cet hydrocarbure et donner la formule brute générale des composés de cette famille.

Un alcane est un hydrocarbure saturé, constitué de liaisons simples, dont la formule générale est C_nH_{2n+2}. Pour $n = 20$, le nombre d'atomes d'hydrogène vaut $2 \times 20 + 2 = 42$. La formule obtenue, $C_{20}H_{42}$, correspond donc exactement à celle donnée pour le fioul assimilé. Il appartient à la famille des alcanes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La molécule $C_{20}H_{42}$ est un alcane ; formule générale : C_nH_{2n+2}.

Question 4). Écrire l'équation de la combustion complète de ce fioul dans le dioxygène.

La combustion complète d'un hydrocarbure dans le dioxygène produit du dioxyde de carbone et de l'eau. On équilibre d'abord le carbone, puis l'hydrogène : une molécule de $C_{20}H_{42}$ forme 20 molécules de CO_2 et 21 molécules de H_2O. Il faut alors 30,5 molécules de O_2. En multipliant tous les coefficients par deux, on obtient des

entiers et le nombre d'atomes de chaque élément est conservé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $2\,C_{20}H_{42} + 61\,O_2 \rightarrow 40\,CO_2 + 42\,H_2O$

Question 5). Calculer, en moles, la quantité de matière de fioul consommée en une année.

La masse molaire du fioul modélisé par $C_{20}H_{42}$ est $M = 20 \times 12 + 42 \times 1,0 = 282\ \mathrm{g/mol}$. La masse consommée est $625\ \mathrm{kg} = 625\,000\ \mathrm{g}$. En appliquant $n = m/M$, on obtient $n = 625\,000/282 \approx 2,22 \times 10^3\ \mathrm{mol}$. La conversion en grammes assure la cohérence avec la masse molaire exprimée en grammes par mole.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Quantité annuelle de fioul : 2,22 × 10³ mol.

Question 6). Vérifier que la masse de dioxyde de carbone libérée par cette chaudière pendant une année est égale à 2,0 × 10³ kg.

D'après l'équation équilibrée, une mole de $C_{20}H_{42}$ produit 20 moles de CO_2. La masse molaire du dioxyde de carbone vaut $M(CO_2) = 12 + 2 \times 16 = 44\ \mathrm{g/mol}$. Ainsi, $m_{CO_2} = 20 \times (625\,000/282) \times 44 \approx 1,95 \times 10^6\ \mathrm{g}$, soit $1,95 \times 10^3\ \mathrm{kg}$. Arrondie à deux chiffres significatifs, cette masse est bien égale à $2,0 \times 10^3\ \mathrm{kg}$, comme demandé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Émission annuelle : 1,95 × 10³ kg de CO_2, soit 2,0 × 10³ kg à deux chiffres significatifs.

Question 7). Déduire la masse de dioxyde de carbone libérée par la chaudière par mètre carré et par an, pour une surface habitable de 425 m², puis indiquer le classement de la maison pour ses émissions de gaz à effet de serre.

La masse de CO_2 émise par unité de surface et par an est $m_{CO_2}/S = 1\,950,35/425 \approx 4,59\ \mathrm{kg \cdot m^{-2} \cdot an^{-1}}$. D'après l'échelle GES du sujet, la classe A correspond aux émissions inférieures ou égales à $5\ \mathrm{kg \cdot m^{-2} \cdot an^{-1}}$. La valeur calculée est sous ce seuil : la maison est classée A pour ses émissions de gaz à effet de serre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Émission : 4,59 kg CO_2·m⁻²·an⁻¹. Classe GES : A.

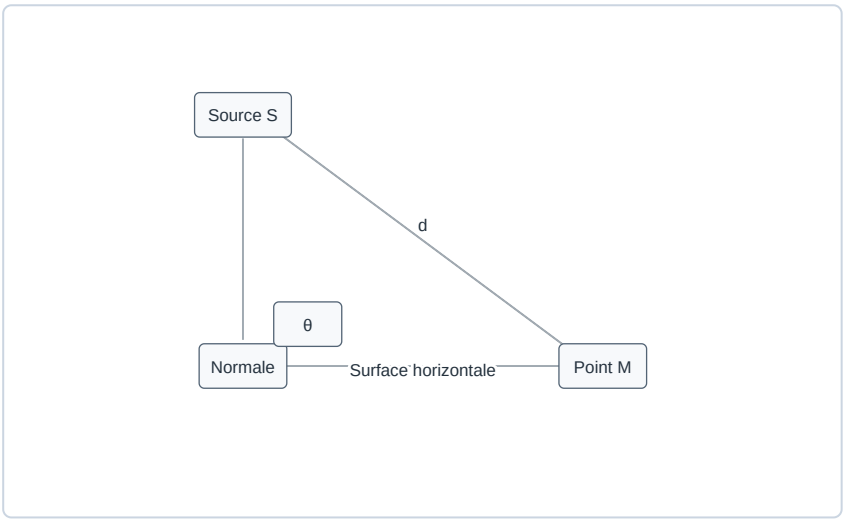
3. Éclairage d’une pièce de la maison

L’étude évalue l’éclairage produit par une lampe halogène dans une pièce représentée par un schéma coté. Les figures fournissent la géométrie nécessaire pour calculer l’éclairement en deux points du sol et le comparer au seuil de 100 lux.

Question 1). À partir de la figure 1, donner l’expression de l’éclairement E au point M sur une surface horizontale en fonction de la distance d = SM, de l’angle θ et de l’intensité lumineuse I de la lampe dans cette direction.

Sur une surface horizontale, la normale est verticale. D’après la figure 1, l’angle θ est celui entre cette normale et le rayon SM. Seule la composante normale de l’intensité lumineuse contribue à l’éclairement : elle vaut $I\cos\theta$. La loi de l’inverse du carré de la distance donne alors $E = I\cos\theta / d^2$. Avec I en candela et d en mètres, E s’exprime en lux.

Éclairement sur un plan horizontal



θ est l’angle entre le rayon SM et la normale verticale.

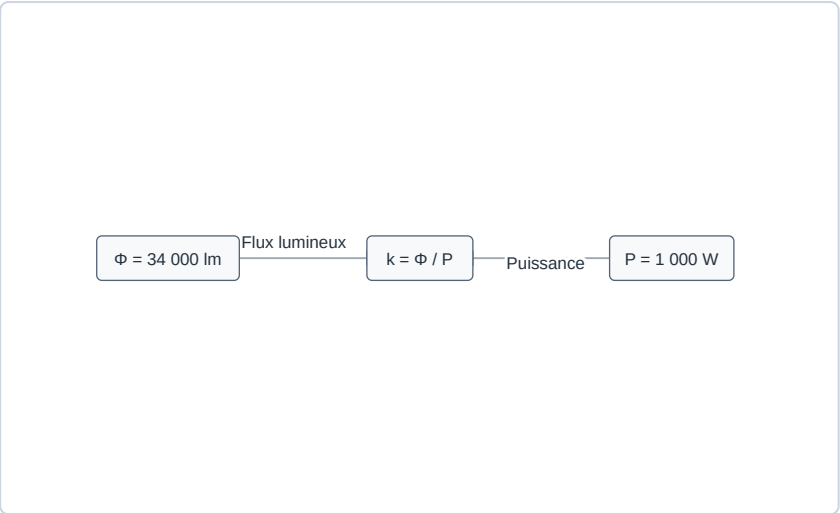
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$$E = \frac{I\cos\theta}{d^2}$$

Question 2). Pour une lampe halogène de puissance P égale à 1 000 W et de flux lumineux Φ égal à 34 000 lumens, calculer son efficacité lumineuse k.

L’efficacité lumineuse est le rapport du flux lumineux à la puissance électrique : $k = \Phi / P$. La lampe fournit $\Phi = 34\,000\ \mathrm{lm}$ pour une puissance $P = 1\,000\ \mathrm{W}$. Ainsi, $k = 34\,000 / 1\,000 = 34$. L’efficacité s’exprime en lumen par watt (lm/W) : elle indique le flux lumineux produit par watt électrique consommé.

Calcul de l’efficacité lumineuse



Le rapport du flux lumineux à la puissance donne l’efficacité en lm/W.

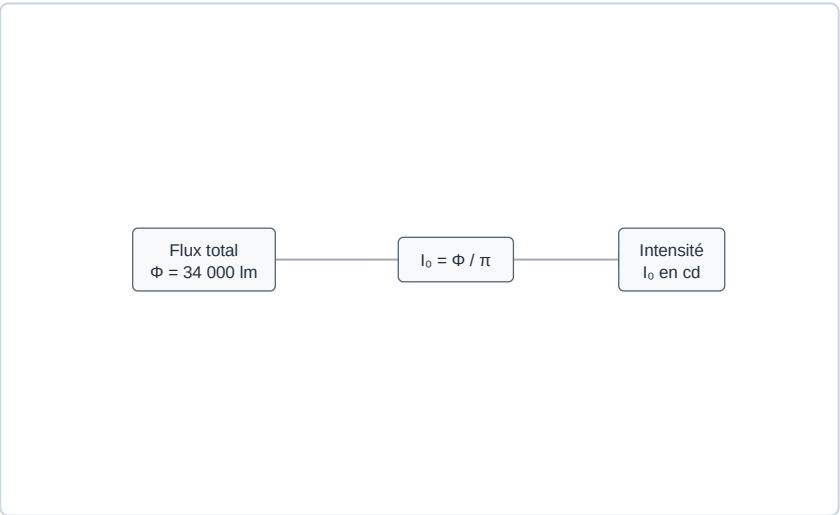
✓ RÉPONSE À RETENIR

$k = 34\ \text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$

Question 3). Sachant que l’intensité lumineuse I_0 d’une source de Lambert est donnée par la relation $I_0 = \Phi/\pi$, calculer sa valeur.

Pour une source de Lambert, la relation donnée est $I_0 = \Phi / \pi$. En remplaçant le flux de la lampe, $I_0 = 34\,000 / \pi \approx 10\,823$. L’intensité lumineuse s’exprime en candela (cd). Le résultat est arrondi à trois chiffres significatifs, en cohérence avec les données fournies.

Intensité d’une source de Lambert



Relation fournie pour calculer l’intensité lumineuse de la source.

✓ RÉPONSE À RETENIR

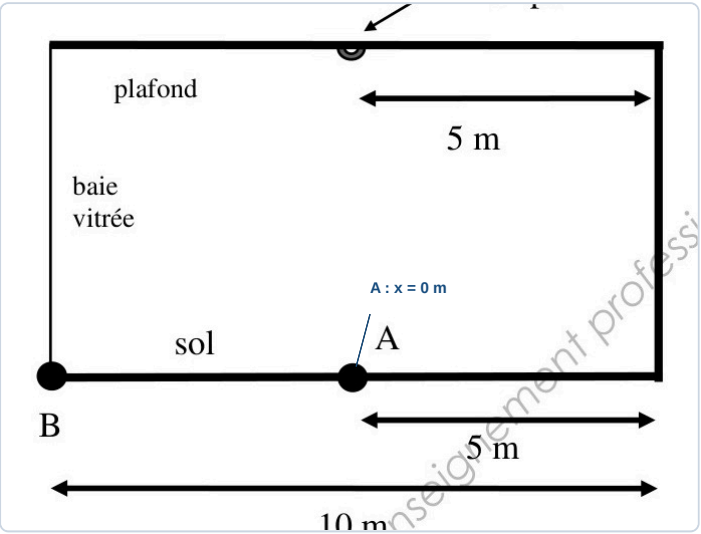
$I_0 \approx 1{,}08 \times 10^4\ \text{cd}$

Éclairement aux points du sol

Question 4.1). En utilisant la relation E = I₀·h²/(h² + x²)² et les dimensions de la figure 2, calculer l'éclairement au point A du sol.

La figure 2 donne la hauteur lampe-sol $h = 4\ \text{m}$. Le point A est à 5 m du mur droit, comme la lampe : il est donc à l'aplomb de la lampe et $x = 0$. Avec la relation fournie et $I_0 = 34\,000/\pi$, on obtient $E_A = (34\,000/\pi) \times 4^2/(4^2 + 0^2)^2$. L'éclairement s'exprime en lux.

Repérage du point A



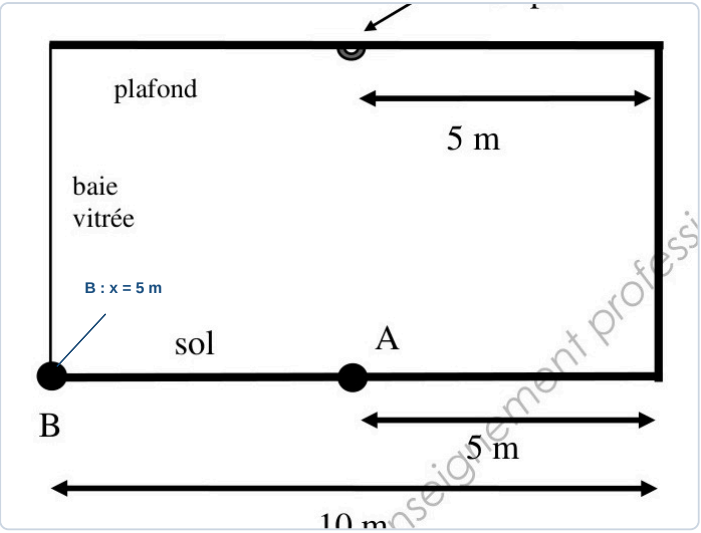
✓ RÉPONSE À RETENIR

$E_A \approx 676\ \text{lx}$

Question 4.2). En utilisant la relation E = I₀·h²/(h² + x²)² et les dimensions de la figure 2, calculer l'éclairement au point B du sol.

La hauteur lampe-sol reste $h = 4\ \text{m}$. La pièce mesure 10 m de large et la lampe est à 5 m du mur droit. Le point B est au mur opposé : la distance horizontale entre B et la lampe vaut donc $x = 10 - 5 = 5\ \text{m}$. En appliquant la relation fournie, $E_B = (34\,000/\pi) \times 4^2/(4^2 + 5^2)^2$, en lux.

Repérage du point B



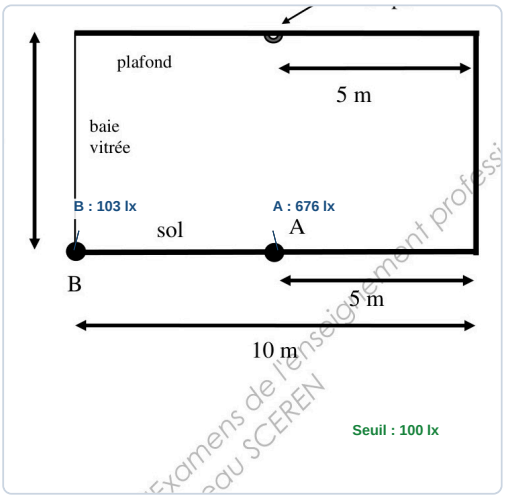
✓ RÉPONSE À RETENIR

$E_B \approx 103$ lx

Question 5). L'éclairement est considéré comme adapté lorsqu'il est supérieur ou égal à 100 lux. Déterminer, en justifiant la réponse à partir des éclairements calculés, si cette condition est satisfaite.

Le critère d'éclairage adapté est $E \geq 100$ lx. Au point A, $E_A \approx 676$ lx, donc le seuil est nettement dépassé. Au point B, moins éclairé, $E_B \approx 103$ lx, ce qui reste supérieur à 100 lx. Le critère est donc satisfait aux deux points du sol étudiés.

Éclairements comparés au seuil



✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui : A atteint 676 lx et B 103 lx, tous deux au-dessus du seuil de 100 lx.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2013)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve U32 de sciences physiques appliquées du BTS Bâtiment, session 2013, code 13-BTE3SC, dure 2 heures et a un coefficient 2. Elle étudie une maison labellisée BBC : isolation des murs, pertes saisonnières et consommation, chauffage au fioul et émissions de GES, puis éclairage d'une pièce. Elle évalue les calculs physiques, la chimie de combustion et l'analyse de conformité énergétique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une paroi multicouche, la résistance surfacique totale additionne les résistances des couches et les résistances superficielles.
- La conductance thermique surfacique vérifie $U = 1/R$; la densité de flux thermique s'obtient par $\varphi = U \cdot \Delta T$.
- L'énergie consommée se calcule par $E = P \cdot t$, avec une durée en heures et des unités cohérentes.
- L'éclairement dépend de l'intensité lumineuse, de la distance et de l'angle d'incidence ; le comparer au seuil de 100 lux.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les épaisseurs des matériaux en mètres avant d'utiliser leur conductivité thermique.
- Distinguer densité de flux thermique, puissance totale et énergie consommée, avec leurs unités respectives.
- Équilibrer l'équation de combustion et vérifier la conservation des atomes avant de calculer les émissions de CO_2.
- Lire les distances et la position de la lampe sur les figures cotées avant de calculer l'éclairement en A et en B.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique d'un mur constitué de plusieurs couches ?

Calculer la résistance de chaque couche avec $R = e/\lambda$, puis additionner ces valeurs et les résistances superficielles externe et interne. Convertir les épaisseurs en mètres et conserver les unités $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

Q : Quelle différence y a-t-il entre la densité de flux thermique, la puissance perdue et l'énergie consommée ?

La densité de flux thermique est une puissance par unité de surface, en $W \cdot m^{-2}$. La puissance totale s'obtient en la multipliant par la surface, en watts. L'énergie est la puissance multipliée par la durée, généralement en kWh.

Q : Comment répartir le temps et les points entre les parties de cette épreuve ?

L'épreuve dure 2 heures et les parties A, B et C valent respectivement 8, 6 et 6 points. Elles sont indépendantes et peuvent être traitées séparément, en répartissant le temps selon le barème et les calculs à effectuer.

Q : Quels éléments de rédaction sont explicitement attendus dans cette épreuve ?

Le sujet précise que la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviennent dans l'appréciation des copies. Présenter les relations utilisées, les unités et les justifications demandées, notamment pour les comparaisons aux critères BBC et d'éclairement.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbatiment.fr/assets/annales/bts-batiment/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2013/BTS Bâtiment - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2013 - 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.