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 2016 • Code sujet : **BTE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude thermique d'une maison BEPAS** (13 questions) — **Page 3**

2. **Chauffage et production d'eau chaude sanitaire de la maison** (8 questions) — **Page 7**

3. **Éclairage du salon** (8 questions) — **Page 10**

4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 16**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbatiment.fr/assets/annales/bts-batiment/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2016/BTS Bâtiment - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

1. Étude thermique d’une maison BEPAS

L’étude porte sur une maison passive de 100 m², constituée de parois isolées et située dans une région où les températures intérieure, extérieure et du vide sanitaire sont données. Les données comprennent les caractéristiques des matériaux, les dimensions et ouvertures de la maison ainsi que les étiquettes du diagnostic de performance énergétique.

I. Isolation thermique - Différents modes de transfert thermique

Question 1.1. Associer à chacune des trois définitions proposées le mode de transfert thermique correspondant : transfert par ondes électromagnétiques sans milieu matériel, par déplacement de matière dans un gaz ou un liquide, ou de proche en proche sans transport de matière.

On associe chaque transfert à son mécanisme : émission d’ondes, déplacement de matière ou transmission dans la matière sans déplacement global.

Définition	Mode de transfert
Ondes électromagnétiques	Rayonnement
Déplacement de matière dans un gaz ou un liquide	Convection
De proche en proche, sans transport de matière	Conduction

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 : rayonnement ; 2 : convection ; 3 : conduction.

Question 1.2. Indiquer quel mode de transfert thermique intervient dans les solides.

Dans les solides, les particules transmettent l’énergie thermique à leurs voisines sans déplacement global de matière. Le transfert qui intervient est donc la conduction.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Dans les solides, le transfert thermique s’effectue par conduction.

Question 1.3. Préciser dans quel sens s’effectuent les transferts thermiques.

Un transfert thermique spontané s’effectue de la zone la plus chaude vers la zone la plus froide. Ici, la chaleur quitte l’intérieur à 19,0 °C vers l’extérieur à −1,0 °C et le vide sanitaire à 10,0 °C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La chaleur se transfère du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid.

I. Isolation thermique - Détermination des résistances et des flux thermiques

Question 2.1. Donner l'expression de la résistance thermique surfacique Rm des murs extérieurs et vérifier qu'elle vaut 6,82 m²·K·W⁻¹ à partir des données sur les couches de matériaux.

Les résistances des couches et les résistances superficielles s'additionnent : Rm = Rsi + Σ(e/λ) + Rse. En convertissant les épaisseurs en mètres, on obtient 0,110 + 0,060 + 0,130/0,250 + 0,100/0,700 + 0,200/0,390 + 0,200/0,042 + 0,100/0,140 = 6,82 m²·K·W⁻¹.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rm = 6,82 m²·K·W⁻¹.

Question 2.2. Exprimer puis calculer le flux thermique surfacique φm à travers les murs extérieurs.

Le flux surfacique vaut φm = Δθ/Rm. L'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur est 19,0 − (−1,0) = 20,0 K. Ainsi, φm = 20,0/6,82 = 2,93 W·m⁻², dirigé vers l'extérieur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> φm = 2,93 W·m⁻².

Question 2.3. Calculer la surface Sm des murs extérieurs en tenant compte des dimensions de la maison et des ouvertures représentées sur le plan.

La surface brute des murs est le périmètre multiplié par la hauteur. On retranche ensuite les ouvertures répertoriées dans le tableau des données.

Élément	Calcul	Surface
Murs bruts	2 × (13,50 + 8,49) × 2,50	109,95 m²
Vitrages et porte	16,9 + 1,66	18,56 m²
Murs nets	109,95 − 18,56	91,39 m²

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sm = 91,39 m², soit environ 91,4 m².

Question 2.4. Calculer le flux thermique Φm à travers les murs extérieurs.

Le flux traversant les murs est le flux surfacique multiplié par leur surface nette : Φm = φm × Sm. Avec les données calculées, Φm = (20,0/6,82) × 91,39 ≈ 268 W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Φm ≈ 268 W.

Question 2.5. Montrer que le flux thermique surfacique à travers le sol vaut φsol = 0,891 W·m⁻², puis calculer le flux thermique Φsol à travers le sol.

Le sol sépare l'intérieur du vide sanitaire : Δθ = 19,0 − 10,0 = 9,0 K. Avec Rsol = 10,1 m²·K·W⁻¹ et une surface de 100 m² :

- φsol = 9,0/10,1 = 0,891 W·m⁻² ;
- Φsol = φsol × 100 = 89,1 W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

φsol = 0,891 W·m⁻² ; Φsol = 89,1 W.

II. Bilan thermique et DPE de la maison

Question 1. Montrer que le flux thermique total traversant la maison vaut Φ = 799 W, sachant que les flux thermiques du toit, des parties vitrées et de la porte sont respectivement de 278 W, 73,8 W et 89,7 W.

Le flux total additionne les pertes par les murs, le sol, le toit, les vitrages et la porte : Φ = 268 + 89,1 + 278 + 73,8 + 89,7 = 798,6 W. Arrondi à l'unité, il vaut 799 W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Φ ≈ 799 W.

Question 2. Pour une période de chauffage hivernale de 120 jours, montrer que l'énergie consommée pour compenser les pertes thermiques est d'environ 2 300 kWh, puis calculer le coût du chauffage au tarif de 0,10 € par kWh.

La durée de chauffage est 120 × 24 = 2 880 h. L'énergie nécessaire est E = Φ × t = 799 × 2 880 Wh = 2 301 kWh, soit environ 2 300 kWh. Au tarif de 0,10 € par kWh, le coût est d'environ 230 €.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie : environ 2 300 kWh ; coût : environ 230 €.

Question 3. **Sachant que, pour le chauffage au gaz, l'énergie finale est égale à l'énergie primaire et que le chauffage représente 60 % de la consommation totale d'énergie primaire, calculer la consommation annuelle totale d'énergie primaire de la maison.**

Pour le chauffage au gaz, l'énergie primaire est égale à l'énergie finale. Les 2 300 kWh de chauffage représentent 60 % de la consommation primaire totale : Etotal = 2 300/0,60 = 3 833 kWh-ep par an. Pour 100 m² habitables, cela correspond à 38,3 kWh-ep·m^{-2}·an^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation totale : environ 3 830 kWh-ep/an, soit 38,3 kWh-ep·m^{-2}·an^{-1}.

Question 4. **À l'aide des étiquettes énergie et climat du document 2, déterminer la classe énergétique de cette maison.**

La consommation primaire calculée est de 38,3 kWh-ep·m^{-2}·an^{-1}. Sur l'étiquette énergie du document 2, la classe A correspond à une consommation inférieure ou égale à 50 kWh-ep·m^{-2}·an^{-1}. La maison appartient donc à la classe A.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Classe énergétique : A.

Question 5. **Déterminer si la maison peut bénéficier du label BEPAS et justifier la réponse.**

Le critère de chauffage du label BEPAS est inférieur ou égal à 15 kWh·m^{-2}·an^{-1}. La maison atteint environ 23 kWh·m^{-2}·an^{-1} ; elle ne satisfait donc pas ce critère, même si cela ne suffit pas à juger les autres conditions du label.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : 23 kWh·m^{-2}·an^{-1} dépasse le seuil BEPAS de 15 kWh·m^{-2}·an^{-1}.

2. Chauffage et production d’eau chaude sanitaire de la maison

La maison est équipée d’une chaudière à gaz à condensation qui assure le chauffage et la production d’eau chaude sanitaire. Les données portent sur le rendement de la chaudière, le pouvoir calorifique et la masse volumique du méthane, ainsi que sur les masses molaires utiles aux calculs de combustion et d’émissions de gaz à effet de serre.

I. Fonctionnement de la chaudière

Question 1. Donner le nom du changement d’état évoqué dans le document 3 au sujet de la vapeur d’eau des fumées d’une chaudière à condensation.

Le document décrit le passage de la vapeur d’eau des fumées de l’état gazeux à l’état liquide. Ce changement d’état est une condensation, également appelée liquéfaction.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Condensation, ou liquéfaction.

Question 2. Sachant que la chaudière fournit une énergie thermique Q = 2 770 kWh par an pour le chauffage et l’eau chaude, déterminer l’énergie E fournie par la combustion du gaz naturel.

Le rendement vérifie $\eta = Q/E$, donc $E = Q/\eta$. Avec $Q = 2\,770\ \text{kWh}$ et $\eta = 0{,}95$, on obtient $E = 2\,770/0{,}95 \approx 2\,916\ \text{kWh}$ par an.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie fournie par le gaz : environ 2 916 kWh par an.

Question 3. Montrer que le volume annuel de méthane consommé est égal à 263 m³, puis en déduire la masse de gaz consommée par an.

Le PCS donne $V = E/PCS$, soit $V = 2\,770/(0{,}95 \times 11{,}1) \approx 262{,}7\ \text{m}^3$, donc $263\ \text{m}^3$. La masse vaut $m = \rho V = 0{,}634 \times 262{,}7 \approx 166{,}5\ \text{kg}$, soit environ $167\ \text{kg}$ par an.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation annuelle : environ 263 m³ de méthane, soit 167 kg.

Question 4. Identifier la famille de composés organiques à laquelle appartient le méthane de formule brute CH_4.

Le méthane CH_4 contient seulement du carbone et de l’hydrogène : c’est un hydrocarbure. Plus précisément, il appartient aux alcanes, de formule générale $\text{C}_\text{n}\text{H}_{2\text{n}+2}$. Pour $n = 1$, on retrouve bien CH_4.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le méthane est un hydrocarbure de la famille des alcanes.

Question 5. Écrire l'équation de la combustion complète du méthane dans le dioxygène O_2.

La combustion complète du méthane produit du dioxyde de carbone et de l'eau. L'équilibrage impose deux molécules de dioxygène : les nombres d'atomes de C, H et O sont alors conservés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\mathrm{CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O}$

II. Émission de gaz à effet de serre

Question 1. Pour une masse annuelle de méthane consommé de 167 kg, calculer la quantité de matière de méthane correspondante, exprimée en moles.

La masse molaire du méthane est $M(\mathrm{CH_4}) = 12{,}0 + 4 \times 1{,}0 = 16{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. La masse consommée vaut $167\ \mathrm{kg} = 167\,000\ \mathrm{g}$. Ainsi, $n = m/M = 167\,000/16{,}0 = 10\,437{,}5\ \mathrm{mol}$, soit environ $1{,}04 \times 10^4\ \mathrm{mol}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Quantité de méthane : environ $1{,}04 \times 10^4$ mol.

Question 2. Vérifier que la masse de dioxyde de carbone libérée par la chaudière pendant une année est égale à 458 kg.

La combustion donne une mole de $\mathrm{CO_2}$ par mole de $\mathrm{CH_4}$, et $M(\mathrm{CO_2}) = 44{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. Avec la masse non arrondie issue du calcul précédent, $166{,}54\ \mathrm{kg}$, on obtient $m_{\mathrm{CO_2}} = 166{,}54 \times 44/16 \approx 458\ \mathrm{kg}$. La masse de méthane arrondie à 167 kg donnerait 459 kg environ.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La chaudière libère environ 458 kg de $\mathrm{CO_2}$ par an, avec la masse de méthane non arrondie.

Question 3. Calculer la masse de dioxyde de carbone libérée par mètre carré et par an pour une surface habitable de 100 m², puis déterminer la classe d'émission de gaz à effet de serre à l'aide du document 2.

Les émissions par surface habitée valent $458/100 = 4{,}58\ \mathrm{kg\,CO_2\,m^{-2}\,an^{-1}}$. D'après l'étiquette climat du document 2, la classe A correspond à des émissions inférieures ou égales à $5\ \mathrm{kg\,CO_2\,m^{-2}\,an^{-1}}$. La maison est donc classée A.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Émissions : 4,58 kg $CO_2 \cdot m^{-2} \cdot an^{-1}$. Classe GES : A.

3. Éclairage du salon

L'étude concerne l'éclairage nocturne d'un salon par une lampe LED au plafond, assimilée à une source isotrope émettant dans un demi-espace. Les caractéristiques de la lampe, la loi de Bouguer et les dimensions du salon servent à évaluer l'efficacité lumineuse et l'éclairement en deux points du sol.

I. Caractéristiques de la lampe

Question 1. À partir de l'extrait de documentation technique de la lampe, indiquer les grandeurs physiques correspondant aux valeurs des deux dernières colonnes du tableau.

Les deux dernières colonnes indiquent la puissance électrique absorbée par la lampe et le flux lumineux qu'elle émet. Le watt (W) mesure la puissance, tandis que le lumen (lm) mesure le flux lumineux. Les valeurs caractérisent donc respectivement la consommation électrique instantanée de la lampe et la quantité de lumière visible qu'elle produit.

Lecture des deux dernières colonnes

Valeur indiquée	Grandeur physique	Unité
33	Puissance électrique	W
2 400	Flux lumineux	lm

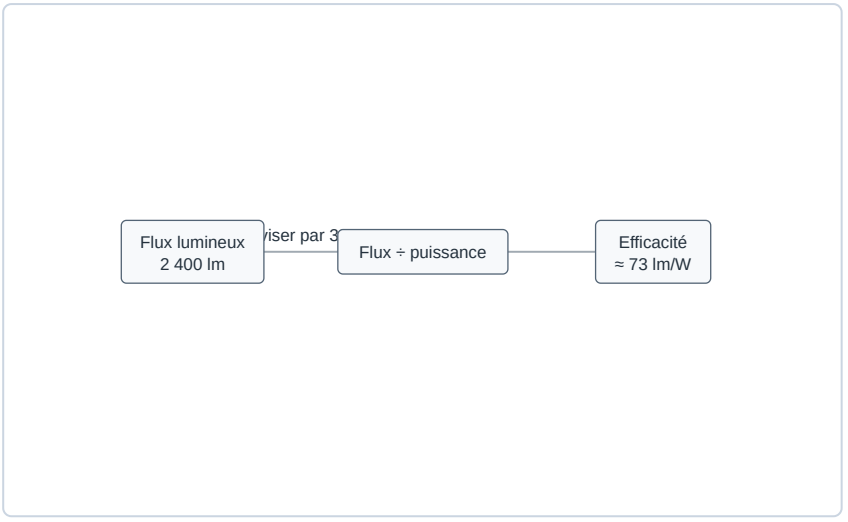
Caractéristiques de la lampe LED

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 33 W : puissance électrique ; 2 400 lm : flux lumineux.

Question 2. Donner l'expression de l'efficacité lumineuse k de la lampe et calculer sa valeur à partir des données du tableau.

L'efficacité lumineuse est le rapport du flux lumineux émis à la puissance électrique consommée : $k = \frac{\Phi}{P}$. Avec les données du tableau, $k = \frac{2400\ \text{lm}}{33\ \text{W}}$. L'unité obtenue est le lumen par watt. Le quotient vaut environ 72,7 lm·W^{-1} ; avec la précision des données, on retient une efficacité lumineuse d'environ 73 lm·W^{-1}.

Calcul de l’efficacité lumineuse



L’efficacité lumineuse est le flux émis par watt consommé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$k \approx 73\ \text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

Question 3. À l’aide du tableau fourni, déterminer la classe énergétique de la lampe en fonction de son efficacité lumineuse.

La classe se détermine en comparant l’efficacité calculée, environ 73 lm·W⁻¹, aux seuils du tableau. La classe A correspond à une efficacité supérieure à 50 lm·W⁻¹. La lampe dépasse ce seuil ; elle n’appartient donc pas aux plages des classes B, C ou D. Sa classe énergétique est A.

Comparaison avec les classes énergétiques

Classe	Efficacité lumineuse (lm·W⁻¹)	Comparaison
A	> 50	73 : retenue
B	21 à 51	inférieure à 73
C	16 à 20	inférieure à 73
D	13 à 15	inférieure à 73

L’efficacité de la lampe dépasse le seuil de la classe A.

✓ RÉPONSE À RETENIR

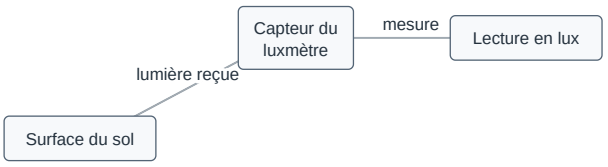
Classe énergétique A.

II. Éclairement du salon

Question 1. Indiquer l’appareil qui permet de mesurer l’éclairement d’une surface.

L’éclairement d’une surface se mesure en lux. L’appareil adapté est le luxmètre : son capteur reçoit la lumière à l’endroit où l’on souhaite contrôler l’éclairage et affiche la valeur mesurée en lux. Il permet ainsi de vérifier l’éclairement du sol du salon et de le comparer au seuil demandé dans l’exercice.

Mesure de l’éclairement



Le luxmètre mesure l’éclairement d’une surface.

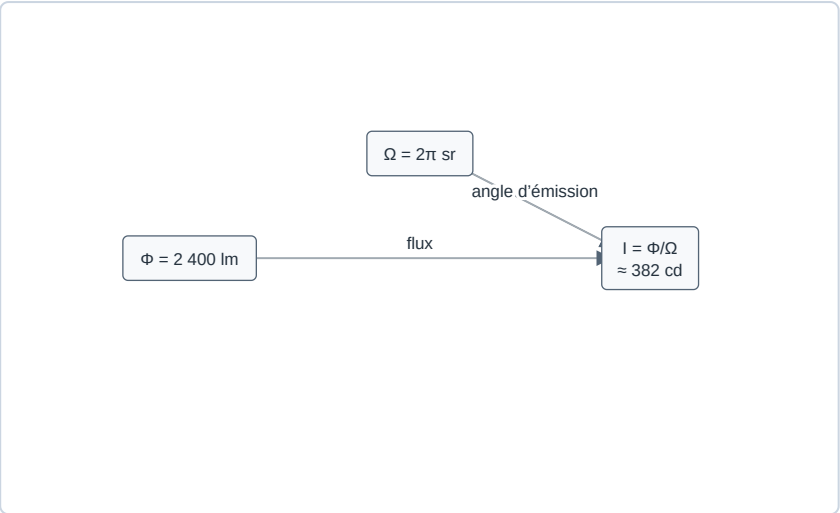
✓ RÉPONSE À RETENIR

Un luxmètre.

Question 2. Exprimer puis calculer l’intensité lumineuse I de la lampe.

La lampe est isotrope dans le demi-espace d’angle solide $\Omega = 2\pi$ sr. Son flux lumineux $\Phi = 2400$ lm se répartit uniformément dans cet angle, donc $I = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{2400}{2\pi}$. Le lumen équivaut à une candela multipliée par un stéradian ; l’intensité lumineuse s’exprime donc en candelas.

Flux réparti dans le demi-espace



L'intensité est le flux lumineux par unité d'angle solide.

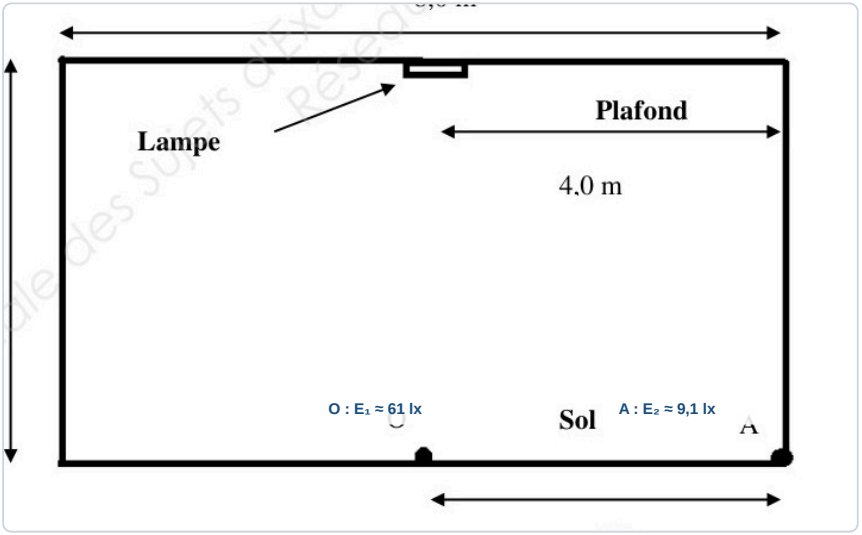
✓ RÉPONSE À RETENIR

$I \approx 382$ cd.

Question 3. À l'aide de la loi de Bouguer et du schéma coté du salon, calculer l'éclairement E1 au point O du sol puis l'éclairement E2 au point A du sol.

La loi de Bouguer donne $E = \frac{Ih}{(h^2+x^2)^{3/2}}$. La hauteur est $h = 2,5$ m. Au point O, placé à la verticale de la lampe, $x = 0$; au point A, le schéma cote $OA = 4,0$ m. En utilisant $I \approx 382$ cd, on obtient respectivement environ 61 lx en O et 9,1 lx en A.

Éclairements calculés sur le schéma du salon

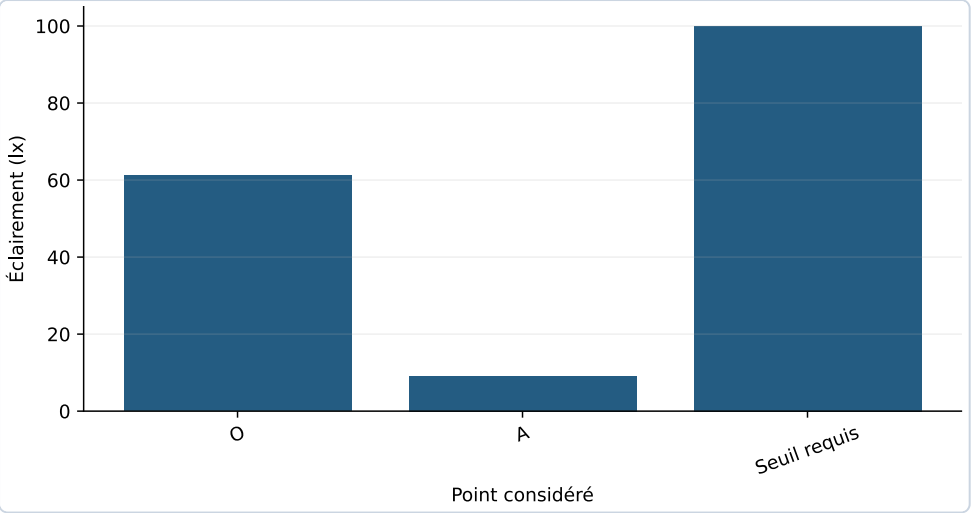


✓ RÉPONSE À RETENIR

$E_1(O) \approx 61$ lx ; $E_2(A) \approx 9,1$ lx.

Question 4. Déterminer si la condition d'un éclairement au sol supérieur ou égal à 100 lux est satisfaite et justifier la réponse.

Le seuil demandé est de 100 lx au sol. Or, les calculs donnent environ 61 lx au point O et 9,1 lx au point A. Ces deux valeurs sont inférieures au seuil, en particulier au point A, éloigné de la lampe. La condition d'éclairement n'est donc pas satisfaite aux deux points étudiés.



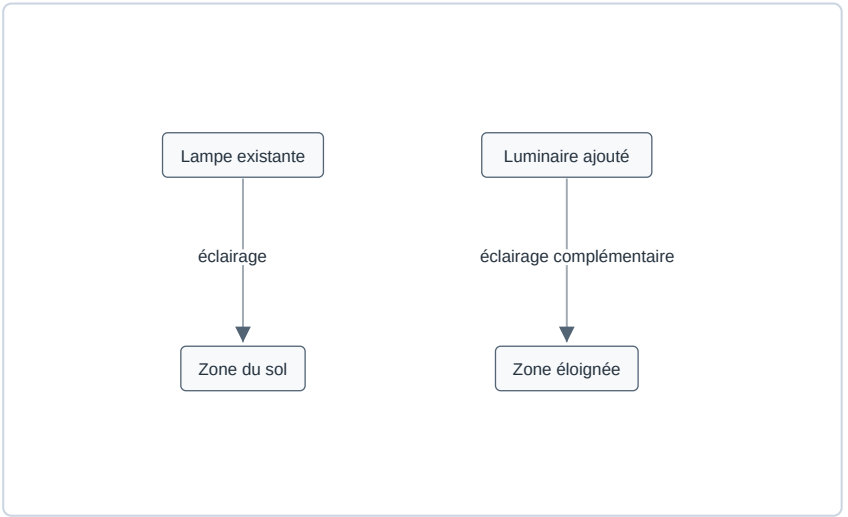
✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : 61 lx en O et 9,1 lx en A sont inférieurs à 100 lx.

Question 5. Si la condition d'éclairement n'est pas satisfaite, proposer une solution.

Il faut augmenter l'éclairement et mieux le répartir sur le sol. Une solution consiste à ajouter un ou plusieurs luminaires au plafond, notamment dans les zones éloignées de la lampe existante. On peut ensuite contrôler l'éclairement aux différents endroits du sol avec un luxmètre et ajuster l'installation pour atteindre au moins 100 lx.

Principe d'un éclairage mieux réparti



Ajouter des sources pour mieux répartir la lumière au sol.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Ajouter des luminaires répartis dans le salon et vérifier au luxmètre que le sol atteint au moins 100 lx.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2016)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de sciences physiques appliquées du BTS Bâtiment, session 2016, porte le code BTE3SC et dure 2 heures, coefficient 2. Elle étudie une maison BEPAS en trois parties : isolation et bilan thermique avec DPE, chaudière à condensation et émissions de CO_2, puis éclairage LED du salon. Les compétences évaluées mobilisent l'exploitation de données, les calculs physiques, les conversions d'unités et l'interprétation de résultats.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une paroi multicouche, la résistance thermique surfacique totale additionne les résistances des couches et les résistances superficielles.
- Le flux thermique surfacique s'écrit $\varphi = \Delta T/R$; le flux total à travers une paroi vaut $\Phi = \varphi \times S$.
- Le rendement d'une chaudière est $\eta = Q/E$; l'équation de combustion du méthane doit conserver le nombre d'atomes de chaque élément.
- Pour une source isotrope, $I = \Phi/\Omega$; la loi de Bouguer donnée permet de calculer l'éclairement au sol selon la hauteur et l'éloignement.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer le flux thermique surfacique en $W \cdot m^{-2}$ du flux total en W et vérifier les unités à chaque étape.
- Calculer la surface nette des murs en tenant compte des ouvertures et utiliser le plan coté pour les dimensions.
- Pour les bilans énergétiques, convertir la durée en heures et distinguer énergie primaire et énergie finale.
- En chimie et en éclairage, équilibrer les équations, contrôler les conversions et relever les distances sur le schéma.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le flux thermique traversant une paroi ?

Calculez d'abord la résistance thermique surfacique totale, puis le flux surfacique avec $\varphi = \Delta T/R$. Multipliez ensuite φ par la surface de la paroi pour obtenir le flux total Φ, en veillant à utiliser des unités cohérentes.

Q : Comment passer de la consommation de méthane à la masse de CO_2 émise ?

Déterminez la quantité de matière de méthane à partir de sa masse et de sa masse molaire. Utilisez l'équation équilibrée de combustion pour relier les quantités de méthane et de dioxyde de carbone, puis convertissez la quantité obtenue en masse.

Q : Comment gérer le temps dans cette épreuve de deux heures ?

Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre de votre choix. Repérez les données et les formules utiles, avancez les calculs accessibles, puis gardez du temps pour vérifier les unités, les résultats et les justifications.

Q : Que faut-il soigner pour obtenir les points sur les calculs ?

Présentez la relation utilisée, son application numérique, le résultat avec une précision cohérente et son unité. Pour les questions de classement ou de label, comparez explicitement la valeur calculée aux seuils indiqués dans les documents.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbatiment.fr/assets/annales/bts-batiment/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2016/BTS Bâtiment - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2016 - 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.