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

U32 - Sciences physiques

Session 2014 • Code sujet : **1406ADE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Pour un éclairage plus économique** (6 questions) — **Page 3**
2. **Consommation des appareils électriques en veille** (8 questions) — **Page 6**
3. **Amélioration des dépenses énergétiques liées au chauffage** (5 questions) — **Page 9**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2014/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

1. Pour un éclairage plus économique

Monsieur Durand souhaite remplacer ses ampoules à incandescence par des spots LED installés à 2,3 m du sol. Les caractéristiques du spot, le schéma de rayonnement et l'annexe avec son tableau et ses courbes permettent d'étudier l'efficacité lumineuse et la répartition de l'éclairement.

Question 1.1. Calculer l'efficacité lumineuse du spot LED à partir de son flux lumineux et de sa puissance électrique.

L'efficacité lumineuse est le flux lumineux divisé par la puissance consommée : $\eta = \Phi / P = 750 / 10 = 75\ \text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $75\ \text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$

Question 1.2. Calculer l'intensité lumineuse I0 émise à la verticale du spot, en supposant qu'elle est indépendante de la direction d'émission. Utiliser la formule fournie pour l'angle solide du cône de demi-angle 30°.

Pour un demi-angle $\alpha = 30°$, l'angle solide vaut $\Omega = 2\pi(1 - \cos 30°) = 0{,}84\ \text{sr}$. L'intensité lumineuse est le flux divisé par l'angle solide : $I_0 = 750 / 0{,}84$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $I_0 \approx 8{,}9 \times 10^2\ \text{cd}$

Question 1.3. Exprimer l'éclairement E0 au point O, à la verticale du spot, en fonction de I0 et de la hauteur h, puis calculer sa valeur numérique.

À la verticale, la distance à la source est h, donc $E_0 = I_0 / h^2$. Avec $I_0 = 750 / [2\pi(1 - \cos 30°)]$ et $h = 2{,}3\ \text{m}$, on obtient $E_0 \approx 1{,}7 \times 10^2\ \text{lx}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_0 \approx 1{,}7 \times 10^2\ \text{lx}$

1.4

Question 1.4.1. À l'aide de la relation fournie pour EM, compléter le tableau du document 1 de l'annexe pour les abscisses x indiquées, en prenant E0 = 1,7 × 10² lx.

On applique $E_M = 170 / (1 + x^2 / 2{,}3^2)^{3/2}$. La dépendance en x^2 rend les valeurs symétriques autour de $x = 0$.

x (m)	-2,0	-1,5	-1,0	-0,50	0	0,50	1,0	1,5	2,0
E_M (lx)	73	100	130	160	170	160	130	100	73

Valeurs arrondies à deux chiffres significatifs.

Document 1 complété

x (m)	-2,0	-1,5	-1,0	-0,50	0	0,50	1,0	1,5	2,0
E_M (lx)	73	100	130	160	170	160	130	100	73

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

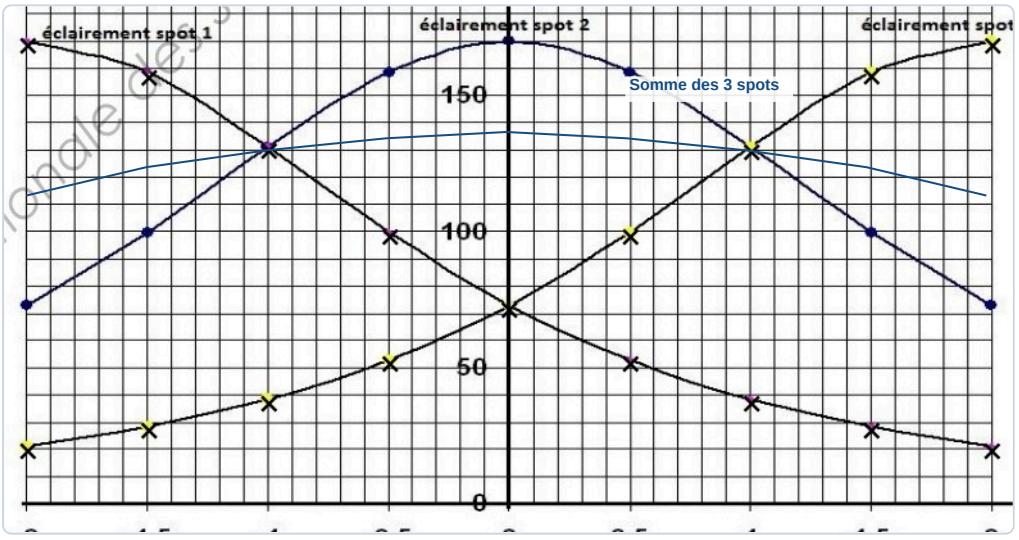
E_M (lx) : 73 ; 100 ; 130 ; 160 ; 170 ; 160 ; 130 ; 100 ; 73.

Question 1.4.2. Sur le document 2 de l'annexe, représenter l'éclairement résultant des trois spots alignés et séparés de 2,0 m, à partir des courbes d'éclairement individuel déjà tracées.

Les éclairements s'additionnent. Les trois spots sont aux abscisses -2, 0 et $2\ \text{m}$. On additionne leurs contributions à chaque abscisse du graphique, puis on relie les points par une courbe lisse, symétrique par rapport à l'axe vertical.

La somme varie d'environ $264\ \text{lx}$ aux extrémités à $316\ \text{lx}$ au centre.

Éclairement résultant des trois spots



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Éclairement résultant : environ 264 à 316 lx, avec un maximum de 316 lx au centre.

Question 1.4.3. Indiquer ce que l'on peut dire des caractéristiques de l'éclairement dans la pièce si les spots sont répartis régulièrement au plafond tous les 2 m.

Avec des spots espacés régulièrement de $2{,}0\ \mathrm{m}$, les contributions voisines se superposent. L'éclairement au sol est donc relativement uniforme et proche de la valeur recommandée de $300\ \mathrm{lx}$, tout en variant légèrement selon la position.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **L'éclairement est relativement uniforme, proche de 300 lx, mais non constant.**

2. Consommation des appareils électriques en veille

Le sujet présente les consommations annuelles en veille d'appareils audiovisuels et bureautiques, puis étudie un interrupteur crépusculaire destiné à les déconnecter dans l'obscurité. Le schéma du circuit et les données sur la photorésistance, l'amplificateur opérationnel et les LED servent à analyser son fonctionnement.

Question 2.1. Indiquer le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel dans le montage.

Aucune liaison de rétroaction ne relie la sortie de l'amplificateur opérationnel à l'une de ses entrées. Il n'est donc pas en régime linéaire. Les tensions appliquées aux entrées sont comparées directement : l'AO fonctionne en comparateur, en régime de saturation. Sa sortie prend l'une des deux valeurs de saturation indiquées dans le sujet, selon le signe de la tension différentielle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'AO fonctionne en comparateur, en régime de saturation.

Question 2.2. Indiquer, en fonction du signe de la tension différentielle Ud, la valeur de la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel.

La tension différentielle est définie par $U_d = U_{E+} - U_{E-}$. En régime comparateur, l'AO idéal bascule vers la saturation positive lorsque l'entrée non-inverseuse est à un potentiel supérieur à celui de l'entrée inverseuse. Si c'est l'inverse, il bascule vers la saturation négative. Pour $U_d = 0$, le modèle ne permet pas de déterminer la valeur de sortie.

- $U_d > 0$: $U_S = +14$ V.
- $U_d < 0$: $U_S = -14$ V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> U_d positif : +14 V ; U_d négatif : -14 V.

Question 2.3. Montrer que la tension de l'entrée inverseuse vérifie UE- = E × Rph/(Rph + R3).

La photorésistance R_{ph} et la résistance R_3 sont en série entre la source E et la masse. L'entrée de l'AO parfait ne prélève aucun courant. Le courant dans les deux résistances est donc le même, soit $I = E/(R_{ph} + R_3)$. L'entrée inverseuse est reliée au point commun et sa tension, mesurée par rapport à la masse, est celle aux bornes de R_{ph}.

Donc $U_{E-} = R_{ph} \times I = E \times R_{ph}/(R_{ph} + R_3)$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $U_{E-} = E \times R_{ph}/(R_{ph} + R_3)$.

2.3

Question 2.3.1. **Calculer la valeur de UE- lorsque l'éclairement est important.**

1. En éclairement important, R_{ph} = 500 Ω et R_3 = 10 kΩ = 10 000 Ω.
2. Avec E = 9,0 V, le diviseur donne U_{E-} = 9,0 × 500/(500 + 10 000) = 0,4286 V.

À deux chiffres significatifs, la tension de l'entrée inverseuse vaut 0,43 V. Elle est inférieure à la tension de l'entrée non-inverseuse, qui vaut 8,2 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En fort éclairement, U_{E-} = 0,43 V.

Question 2.3.2. **Calculer la valeur de UE- lorsque la pièce est dans l'obscurité.**

Dans l'obscurité, la photorésistance atteint 1,0 MΩ, soit 1 000 000 Ω. On conserve R_3 = 10 kΩ = 10 000 Ω et E = 9,0 V. En appliquant la relation du diviseur de tension, on obtient U_{E-} = 9,0 × 1 000 000/(1 000 000 + 10 000) = 8,91 V. Avec les deux chiffres significatifs demandés, la tension vaut 8,9 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Dans l'obscurité, U_{E-} = 8,9 V.

Question 2.4. **Vérifier que la tension de l'entrée non-inverseuse UE+ est constante et égale à 8,2 V.**

L'entrée non-inverseuse est reliée au point commun du diviseur formé par R_2 et R_1. La résistance R_2 = 2,0 kΩ est en haut et R_1 = 20 kΩ est en bas, côté masse. La tension au point commun est donc la tension aux bornes de R_1 : $U_{E+} = E \times R_1/(R_1 + R_2) = 9{,}0 \times 20/(20 + 2{,}0) = 8{,}18$ V. Ce diviseur ne dépend pas de l'éclairement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> U_{E+} est constante et vaut 8,2 V à deux chiffres significatifs.

Question 2.5. **Pour un éclairement important puis dans l'obscurité, déduire la tension de sortie US de l'amplificateur opérationnel et préciser quelle LED émet dans chaque situation.**

On compare U_{E+} = 8,2 V aux valeurs de U_{E-}. Le signe de $U_d = U_{E+} - U_{E-}$ détermine la saturation. Les deux LED sont montées en sens opposés : chacune s'allume pour une polarité de sortie.

Situation	Signe de U_d	U_S	LED allumée
Éclairement important	Positif	+14 V	LED 1 verte
Obscurité	Négatif	-14 V	LED 2 rouge

La LED 1 s'allume donc en lumière, et la LED 2 dans l'obscurité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Lumière : U_S = +14 V, LED 1 verte. Obscurité : U_S = -14 V, LED 2 rouge.

Question 2.6. Conclure si le montage « interrupteur crépusculaire » remplit bien sa fonction.

Oui. Dans l'obscurité, R_{ph} augmente et U_{E-} atteint 8,9 V, au-dessus de U_{E+} = 8,2 V. La sortie devient alors négative, ce qui allume la LED 2 rouge. Le sujet précise que, dans cette situation, un dispositif actionne un relais pour mettre les appareils hors tension. Le fonctionnement obtenu correspond donc bien à l'objectif de l'interrupteur crépusculaire.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : le relais déconnecte les appareils en veille lorsque la pièce est dans l'obscurité.

3. Amélioration des dépenses énergétiques liées au chauffage

Monsieur Durand étudie les déperditions thermiques de sa maison, composée de murs en pierre et de surfaces vitrées, puis envisage une isolation intérieure et le remplacement des vitrages. Les données portent sur les surfaces, les températures, les propriétés thermiques des matériaux et le coût d'un chauffage au bois.

Question 3.1. À l'aide des données fournies, effectuer le bilan des déperditions thermiques de la maison non isolée à travers les murs en pierre et les surfaces vitrées en double vitrage standard.

En régime stationnaire, les pertes thermiques valent $P = S \times \Delta T / R$ pour le mur et $P = U \times S \times \Delta T$ pour le vitrage. L'écart de température est $\Delta T = 20 - 9{,}0 = 11$ K. On calcule séparément les deux puissances, puis on les additionne pour obtenir le bilan total de la maison non isolée.

Élément	Calcul	Déperdition
Murs en pierre	94 × 11 / 0,47	2 200 W
Double vitrage standard	2,9 × 16 × 11	510 W
Total	2 200 + 510,4	2 710 W

✓ RÉPONSE À RETENIR

Déperditions totales : 2,7 kW.

3.2

Question 3.2.1. Montrer que la résistance thermique globale Rmur du mur avec les surfaces vitrées, après les travaux envisagés, vaut 3,5 $W^{-1}{\cdot}K{\cdot}m^2$.

Les résistances thermiques des couches successives du mur s'additionnent. Pour une couche, $R = e / \lambda$. Le polystyrène apporte $0{,}12 / 0{,}040 = 3{,}0$ $m^2{\cdot}K{\cdot}W^{-1}$ et la plaque de plâtre $0{,}013 / 0{,}35 = 0{,}037$ $m^2{\cdot}K{\cdot}W^{-1}$. En ajoutant la résistance de la pierre, la résistance du mur isolé vaut $0{,}47 + 3{,}0 + 0{,}037 = 3{,}507$ $m^2{\cdot}K{\cdot}W^{-1}$, soit 3,5 $m^2{\cdot}K{\cdot}W^{-1}$ à deux chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_{mur} = 3{,}5$ $m^2{\cdot}K{\cdot}W^{-1}$.

Question 3.2.2. Calculer les déperditions thermiques à travers les murs isolés et les surfaces vitrées équipées d'un double vitrage haute performance.

Après travaux, l'écart de température reste $\Delta T = 11$ K. On utilise la résistance du mur isolé, 3,5 $m^2{\cdot}K{\cdot}W^{-1}$, et le coefficient $U_2 = 1{,}1$ $W{\cdot}K^{-1}{\cdot}m^{-2}$ pour le vitrage performant. Les pertes de chaque élément sont calculées séparément, puis additionnées pour obtenir la déperdition totale à travers les murs et les vitrages.

Élément	Calcul	Déperdition
Murs isolés	94 × 11 / 3,5	295 W
Vitrage haute performance	1,1 × 16 × 11	194 W
Total	295,4 + 193,6	489 W

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Déperditions après travaux : 0,49 kW.

Question 3.3. **Calculer l'économie d'énergie annuelle, en kWh, obtenue grâce à l'isolation de la maison et justifier s'il est conseillé d'entreprendre les travaux.**

La puissance économisée est la différence entre les pertes avant et après travaux : 2 710,4 − 489,0 = 2 221,4 W. Le chauffage fonctionne 180 × 24 = 4 320 h par an. L'énergie économisée vaut donc 2 221,4 × 4 320 / 1 000 = 9 596 kWh, après conversion des Wh en kWh. La forte réduction des pertes justifie les travaux sur le plan énergétique ; leur intérêt financier dépend aussi de leur coût.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Économie annuelle : environ 9 600 kWh. Les travaux réduisent fortement les pertes thermiques.

Question 3.4. **Avec des besoins annuels de chauffage de 6,5 MWh et un rendement de 82 %, évaluer le coût annuel du chauffage au bois à partir du tarif, de la masse d'un stère et du pouvoir de combustion fournis.**

Les 6,5 MWh représentent les besoins utiles de chauffage. Avec un rendement de 82 %, le bois doit fournir 6,5 / 0,82 = 7,93 MWh. Un stère pèse 480 kg, soit 0,480 tonne, et fournit 0,480 × 1,7 = 0,816 MWh. Il faut donc 7,93 / 0,816 ≈ 9,7 stères. Au tarif de 75 € par stère, le coût annuel est d'environ 729 €, soit 730 € à deux chiffres significatifs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Coût annuel du chauffage au bois : environ 730 €.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2014)

Bilan de l'épreuve : Épreuve U32 de sciences physiques du BTS Agencement de l'environnement architectural, session 2014, code 1406ADE3SC : durée 2 heures, coefficient 2. Sous le thème des économies d'énergie dans une maison, elle traite de l'éclairage LED, de la veille électrique, d'un interrupteur crépusculaire, de l'isolation thermique et du chauffage au bois. Elle évalue les calculs, l'analyse de circuit et l'interprétation de courbes.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'efficacité lumineuse est le rapport du flux lumineux, en lumens, à la puissance électrique, en watts.
- Pour une source ponctuelle à la verticale, l'éclairement vaut $E = I/d^2$; les contributions de plusieurs spots s'additionnent.
- Pour l'AO saturé, le signe de Ud = UE+ - UE- détermine si la sortie atteint +Vsat ou -Vsat.
- La puissance thermique transférée par une paroi se calcule avec la surface, l'écart de température et la résistance thermique ou le coefficient U.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les calculs avec les unités et donner les résultats à 2 chiffres significatifs, comme demandé.
- Pour l'éclairement total, additionner les contributions des trois spots au même point de l'annexe.
- Dans le circuit, repérer les entrées de l'AO, calculer Ud puis relier la sortie à la LED conductrice.
- Pour le chauffage au bois, tenir compte du rendement et convertir correctement MWh, tonnes et stères.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer l'intensité lumineuse d'un spot à partir de son flux ?

Calculer d'abord l'angle solide avec $\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha)$. Si le flux est réparti uniformément dans le cône, l'intensité lumineuse vaut $I = \Phi/\Omega$, avec Φ en lumens et I en candelas.

Q : Comment déterminer le signe de la sortie de l'amplificateur opérationnel ?

Calculer Ud = UE+ - UE-. Si Ud est positif, la sortie saturée vaut +14 V ; s'il est négatif, elle vaut -14 V. Le schéma permet ensuite d'identifier la LED qui s'allume pour chaque polarité.

Q : Comment répartir son temps dans cette épreuve ?

L'épreuve dure 2 heures et comprend trois parties notées 6,5, 6,5 et 7 points. Traiter les questions dans l'ordre, réserver du temps au graphique de l'annexe et vérifier les unités des calculs thermiques et énergétiques.

Q : Quelle présentation des résultats est attendue ?

Le sujet demande des résultats avec 2 chiffres significatifs et indique que la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction comptent. Montrer les relations utilisées, donner les unités et formuler une conclusion lorsque la question le demande.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2014/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Étude et Réalisation d\ : 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.