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 MEC

Sciences physiques

Session 2013 • Code sujet : **ECE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Énergie consommée pour le chauffage (11 questions) **Page 3**

2. Énergie consommée pour l'eau chaude (7 questions) **Page 7**

3. Émission de gaz à effet de serre (11 questions) **Page 10**

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

Sujet officiel (PDF) : https://btsmec.fr/assets/annales/bts-mec/E3.2 - Physique-Chimie/2013/BTS MEC - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2013 - 1-Sujet.pdf

1. Énergie consommée pour le chauffage

Le logement est modélisé par un parallélépipède rectangle dont les dimensions et les surfaces vitrées et de portes sont données. L'étude porte sur la résistance thermique de ses murs multicouches, les flux de chaleur à travers les parois et l'énergie annuelle nécessaire au chauffage.

Résistance thermique surfacique des murs

Question 1.1. Donner la relation permettant de calculer la résistance thermique surfacique RM des murs en fonction des épaisseurs et conductivités des matériaux, ainsi que des résistances thermiques superficielles intérieure et extérieure.

Les couches traversées successivement et les résistances superficielles s'additionnent. Pour chaque matériau, la résistance surfacique est égale à l'épaisseur divisée par la conductivité thermique, avec les épaisseurs en mètres.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_M = r_{si} + \frac{e_b}{\lambda_b} + \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{e_p}{\lambda_p} + r_{se}$

Question 1.2. Calculer la résistance thermique surfacique RM des murs à partir des données fournies.

Conversion : $e_b = 0,220$ m, $e_i = 0,080$ m et $e_p = 0,013$ m. On applique la relation précédente :

$$R_M = 0,11 + \frac{0,220}{0,500} + \frac{0,080}{0,047} + \frac{0,013}{0,250} + 0,060 = 2,364 \ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}.$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_M = 2,36 \ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$

Flux thermique surfacique et flux thermique à travers les parois

Question 2.1. Donner la relation permettant de calculer le flux thermique surfacique φM à travers les murs en fonction des données précédentes.

En régime stationnaire, le flux surfacique est l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur divisé par la résistance thermique surfacique du mur. Les différences de température ont la même valeur en degrés Celsius et en kelvins.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\varphi_M = \frac{\theta_i - \theta_e}{R_M}$

Question 2.2. Calculer le flux thermique surfacique φM à travers les murs.

1. Écart de température : $19,0 - 10,0 = 9,0$ K.

2. Flux surfacique : $\varphi_M = 9,0/2,3641 = 3,807\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varphi_M = 3,81\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$

Question 2.3. **Calculer la surface des murs SM du logement, en tenant compte de ses dimensions et des surfaces vitrées et de portes.**

La surface brute des quatre murs est le périmètre du logement multiplié par sa hauteur. On retire ensuite les surfaces vitrées et les portes.

Élément	Calcul	Surface
Murs bruts	2 × (12,5 + 10,0) × 2,50	112,5 m²
Ouvertures	10,0 + 6,00	16,0 m²
Murs nets	112,5 − 16,0	96,5 m²

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $S_M = 96,5\ \mathrm{m^2}$

Question 2.4. **Donner la relation permettant de calculer le flux thermique ΦM à travers les murs en fonction de φM et de SM.**

Le flux total à travers les murs est le flux traversant chaque mètre carré multiplié par la surface nette des murs. Les unités se vérifient : $\mathrm{W \cdot m^{-2}} \times \mathrm{m^2} = \mathrm{W}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Phi_M = \varphi_M \times S_M$

Question 2.5. **Calculer le flux thermique ΦM à travers les murs.**

Avec $S_M = 96,5\ \mathrm{m^2}$ et le flux surfacique non arrondi, $\Phi_M = 3,8072377 \times 96,5 = 367,4\ \mathrm{W}$. L'arrondi à trois chiffres significatifs donne le flux thermique traversant les murs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Phi_M \approx 367\ \mathrm{W}$

Énergie fournie par le système de chauffage

Question 3.1. Calculer la puissance moyenne que doit fournir le système de chauffage pour maintenir la température intérieure indiquée, à partir des flux thermiques à travers les différentes parois.

1. Additionner les flux thermiques des parois : toiture, vitrage, porte et murs.
2. $P = 2740 + 250 + 129 + 367,4 = 3486,4\ \mathrm{W}$. Les pertes par le sol et la ventilation ne sont pas incluses, conformément aux hypothèses de l'énoncé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P \approx 3,49\ \mathrm{kW}$

Question 3.2. Déduire l'énergie fournie par le système de chauffage pendant une saison hivernale de 150 jours et exprimer le résultat en kilowattheures.

La durée de chauffage est $150 \times 24 = 3600$ h. L'énergie utile fournie pendant la saison est donc :

$$E = P\Delta t = 3486,4 \times 3600/1000 = 12551\ \mathrm{kWh},$$ avec la puissance convertie en kilowatts.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E \approx 1,26 \times 10^{4}\ \mathrm{kWh}$

Question 3.3. Avec un rendement énergétique de chaudière de 75 %, calculer l'énergie EAN consommée annuellement par la chaudière.

Le rendement vérifie $\eta = E/E_{AN}$. L'énergie consommée par la chaudière est donc $E_{AN} = E/\eta = 12551,04/0,75 = 16734,7\ \mathrm{kWh}$. Elle est supérieure à l'énergie utile fournie au logement, puisque le rendement est inférieur à 1.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_{AN} \approx 1,67 \times 10^{4}\ \mathrm{kWh \cdot an^{-1}}$

Consommation énergétique annuelle pour un mètre carré d'habitation

Question 4. Calculer la consommation énergétique annuelle de chauffage ECH par mètre carré d'habitation, en kWh.m⁻².an⁻¹.

Grandeur	Valeur
Surface habitable	12,5 × 10,0 = 125 m²
Énergie annuelle chaudière	16734,7 kWh

La consommation annuelle de chauffage par mètre carré est l'énergie annuelle divisée par la surface habitable : $E_{CH} = 16734,7/125 = 133,9\ \text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_{CH} \approx 134\ \text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$

2. Énergie consommée pour l'eau chaude

Le logement est occupé par quatre personnes dont la consommation d'eau pour la toilette est estimée à 100 litres par jour. À partir de la proportion d'eau chaude, des températures, des caractéristiques thermiques de l'eau et du rendement du chauffe-eau, il faut calculer la consommation annuelle et déterminer la classe énergie du logement.

Consommation d'eau chaude et d'eau froide

Question 1.1. Calculer la masse m d'eau consommée quotidiennement par l'ensemble des occupants pour la toilette.

La masse d'eau consommée chaque jour se calcule avec la relation $m = \rho V$. Le volume total des quatre occupants est de 100 L, soit 0,100 m^3. En appliquant la masse volumique donnée, 997 $kg \cdot m^{-3}$, on obtient la masse quotidienne d'eau, eau chaude et eau froide réunies.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> m = 99,7 kg par jour.

Question 1.2. Sachant qu'un tiers de la masse d'eau utilisée provient du ballon d'eau chaude, calculer la masse mc d'eau chaude consommée quotidiennement.

$$m_c = m/3 = 99,7/3$$

Le ballon fournit un tiers de la masse totale d'eau utilisée quotidiennement. Le reste, soit deux tiers, provient du réseau d'eau froide. On conserve la valeur non arrondie de m_c pour calculer ensuite l'énergie nécessaire au chauffage de cette eau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> m_c = 33,2 kg d'eau chaude par jour.

Énergie consommée par le chauffe-eau

Question 2.1. Calculer l'énergie QC nécessaire chaque jour pour chauffer la masse mc d'eau.

L'énergie thermique nécessaire se calcule avec $Q_C = m_c c \Delta T$. L'eau est chauffée de 12,0 °C à 60,0 °C, donc ΔT = 48,0 K. On utilise m_c = 99,7/3 kg et $c = 4,18 \times 10^3$ $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$. La conversion en kWh s'effectue avec 1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Q_C = 6,67 MJ par jour, soit 1,85 kWh thermiques.

Question 2.2. **Avec un rendement énergétique du chauffe-eau de 85 %, calculer l'énergie E'J consommée quotidiennement par celui-ci.**

1. Le rendement relie l'énergie utile à l'énergie consommée : $\eta' = Q_C/E'_J$.
2. On en déduit $E'_J = Q_C/\eta'$, avec $\eta' = 0{,}85$. L'énergie consommée par le chauffe-eau est donc supérieure à celle transmise à l'eau, car une partie de l'énergie est perdue.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E'_J = 7{,}84$ MJ par jour.

Question 2.3. **Déduire l'énergie E'AN consommée par le chauffe-eau sur une année de fonctionnement de 330 jours et exprimer le résultat en kilowattheures.**

Le chauffe-eau fonctionne 330 jours par an. On multiplie son énergie consommée quotidiennement par 330, puis on convertit les joules en kilowattheures à l'aide de la relation $1\ \text{kWh} = 3{,}6 \times 10^6$ J. Le résultat correspond à l'énergie consommée par l'appareil sur une année de fonctionnement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E'_{AN} \approx 719$ kWh par an.

Consommation énergétique annuelle pour un mètre carré d'habitation

Question 3. **Calculer la consommation énergétique annuelle EEAU pour la production d'eau chaude sanitaire par mètre carré d'habitation, en $\text{kWh.m}^{-2}\text{.an}^{-1}$.**

$$E_{EAU} = E'_{AN}/S$$

La surface habitable vaut $S = 12{,}5 \times 10{,}0 = 125$ m². On rapporte à cette surface l'énergie annuelle du chauffe-eau, calculée à la question précédente. La consommation spécifique obtenue s'exprime en $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ et concerne la production d'eau chaude sanitaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_{EAU} \approx 5{,}75\ \text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$.

Étiquette énergie du logement

Question 4. À l'aide des consommations énergétiques ECH et EEAU pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, déterminer la lettre qui figurera sur l'étiquette énergie du logement et justifier la réponse.

La consommation totale est la somme des consommations par mètre carré pour le chauffage et l'eau chaude. Le calcul du chauffage donne $E_{CH} \approx 133{,}9$ kWh·m^{-2}·an^{-1}. En ajoutant $E_{EAU} \approx 5{,}75$, on obtient environ 139,6 kWh·m^{-2}·an^{-1}. La page 3 classe une consommation de 91 à 150 kWh·m^{-2}·an^{-1} en C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Consommation totale ≈ 139,6 kWh·m^{-2}·an^{-1} : étiquette énergie C.

3. Émission de gaz à effet de serre

Les systèmes de chauffage et de production d'eau chaude du logement fonctionnent au butane C4H10, dont le pouvoir calorifique et la masse volumique sont fournis. L'étude relie l'énergie annuelle consommée à la quantité de butane brûlée, aux émissions de dioxyde de carbone et à la classe climat du logement.

Le butane

Question 1.1. Indiquer à quelle famille d'hydrocarbures appartient le butane.

Le butane est un hydrocarbure saturé appartenant à la famille des alcanes.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Le butane est un alcane.

Question 1.2. Écrire la formule semi-développée du butane.

La chaîne du butane compte quatre atomes de carbone liés en chaîne. Sa formule semi-développée est CH_3-CH_2-CH_2-CH_3.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> CH_3-CH_2-CH_2-CH_3

Masse de butane consommée

Question 2.1. Sachant que l'énergie annuelle consommée pour le chauffage et la production d'eau chaude est estimée à 17 500 kWh, calculer le volume V de butane consommé annuellement.

Le pouvoir calorifique du butane est de 30,5 kWh par mètre cube. Le volume nécessaire est donc le quotient de l'énergie annuelle par ce pouvoir calorifique : $V = E_T / PC = 17\,500 / 30,5 = 573,77\ \mathrm{m^3}$.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $V \approx 574\ \mathrm{m^3}$ de butane par an.

Question 2.2. Déduire la masse m de butane consommée annuellement à partir du volume calculé et de la masse volumique fournie.

La masse de butane est obtenue en multipliant sa masse volumique par le volume annuel consommé : $m = \rho V = 2,50 \times (17\,500 / 30,5) = 1\,434,43\ \mathrm{kg}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$m \approx 1,43 \times 10^{3}\ \text{kg}$ de butane par an.

Combustion du butane

Question 3.1. Écrire l'équation de la réaction de combustion du butane dans le dioxygène de l'air.

La combustion complète du butane dans le dioxygène produit du dioxyde de carbone et de l'eau. En équilibrant les atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, on obtient :

$2\,\mathrm{C_4H_{10}} + 13\,\mathrm{O_2} \rightarrow 8\,\mathrm{CO_2} + 10\,\mathrm{H_2O}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$2\,\mathrm{C_4H_{10}} + 13\,\mathrm{O_2} \rightarrow 8\,\mathrm{CO_2} + 10\,\mathrm{H_2O}$

Question 3.2. Calculer la quantité de matière n, en moles, de butane consommée annuellement.

La masse molaire du butane vaut $M(\mathrm{C_4H_{10}}) = 4 \times 12,0 + 10 \times 1,0 = 58,0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,0580\ \text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$. La quantité consommée est donc $n = m/M = 1\,434,43/0,0580 \approx 2,47 \times 10^{4}\ \text{mol}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n \approx 2,47 \times 10^{4}\ \text{mol}$ de butane par an.

Question 3.3. Déterminer la quantité de matière nCO2, en moles, de dioxyde de carbone formée.

1. L'équation équilibrée montre qu'une mole de butane forme quatre moles de dioxyde de carbone.
2. Ainsi, $n_{\mathrm{CO_2}} = 4n = 4 \times (2,50 \times 17\,500/30,5/0,0580) \approx 9,89 \times 10^{4}\ \text{mol}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n_{\mathrm{CO_2}} \approx 9,89 \times 10^{4}\ \text{mol par an}$.

Question 3.4. Déduire la masse de dioxyde de carbone mCO2 rejetée annuellement dans l'atmosphère par le logement.

La masse molaire du dioxyde de carbone est $M(\mathrm{CO_2}) = 12,0 + 2 \times 16,0 = 44,0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,0440\ \text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$. Par conséquent, $m_{\mathrm{CO_2}} = n_{\mathrm{CO_2}} M(\mathrm{CO_2}) \approx 4,35 \times 10^{3}\ \text{kg}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$m_{CO_2} \approx 4,35 \times 10^3$ kg par an.

Étiquette climat du logement

Question 4.1. Donner la définition d'un gaz à effet de serre.

Un gaz à effet de serre absorbe une partie du rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et en réémet une partie, ce qui contribue à retenir la chaleur dans l'atmosphère.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un gaz qui absorbe et réémet le rayonnement infrarouge terrestre, contribuant ainsi à retenir la chaleur dans l'atmosphère.

Question 4.2. Sachant que la surface habitable du logement vaut 125 m², déterminer les émissions de gaz à effet de serre en kgCO2.m⁻².an⁻¹.

Les émissions par mètre carré s'obtiennent en divisant la masse annuelle de CO_2 par la surface habitable : $e = m_{CO_2}/S = 4 \times 2,50 \times 17\,500/30,5/0,0580 \times 0,0440/125 \approx 34,8\ \mathrm{kg_{CO_2}\cdot m^{-2}\cdot an^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$e \approx 34,8\ \mathrm{kg_{CO_2}\cdot m^{-2}\cdot an^{-1}}$.

Question 4.3. Déterminer la lettre qui figurera sur l'étiquette climat du logement et justifier la réponse.

Sur l'étiquette climat du sujet, la classe D correspond à des émissions comprises entre 21 et 35 $\mathrm{kg_{CO_2}\cdot m^{-2}\cdot an^{-1}}$. Les émissions calculées, 34,8, appartiennent à cet intervalle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Classe climat : **D**.

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de sciences physiques du BTS Études et Économie de la Construction, session 2013, porte le code ECE3SC, dure 2 heures et a un coefficient 2. Elle étudie le diagnostic de performance énergétique d'un logement : chauffage, eau chaude sanitaire et émissions liées à la combustion du butane. Les compétences évaluées sont la modélisation thermique, les calculs énergétiques et stœchiométriques, l'emploi des unités et le classement sur les étiquettes énergie et climat.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un mur multicouche, RM = rse + Σ(e/λ) + rsi, avec les épaisseurs exprimées en mètres.
- Le flux surfacique est φ = Δθ/R ; le flux thermique total traversant une paroi est Φ = φS.
- L'énergie thermique nécessaire pour chauffer l'eau est Q = mcΔθ ; l'énergie consommée avec un rendement η vaut Q/η.
- La combustion complète du butane s'écrit C4H10 + 13/2 O2 → 4 CO2 + 5 H2O.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les épaisseurs des couches en mètres avant de calculer les résistances thermiques.
- Calculer la surface des murs à partir des quatre façades, puis soustraire les surfaces vitrées et de portes.
- Appliquer le rendement en divisant l'énergie utile par le rendement, puis convertir les unités demandées.
- Équilibrer la combustion du butane avant d'utiliser les proportions molaires pour calculer les émissions de CO2.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique totale des murs ?

Convertissez chaque épaisseur en mètres et calculez la résistance de chaque couche avec e/λ. Additionnez ces résistances à celles des surfaces intérieure et extérieure pour obtenir la résistance thermique surfacique totale du mur.

Q : Quelle différence faut-il faire entre l'énergie utile et l'énergie consommée par le chauffe-eau ?

L'énergie utile chauffe effectivement l'eau, tandis que l'appareil en consomme davantage à cause de ses pertes. Avec un rendement η, l'énergie consommée se calcule en divisant l'énergie utile par η exprimé en nombre décimal.

Q : Comment convertir la puissance de chauffage en énergie sur la saison ?

Multipliez la puissance moyenne en kilowatts par la durée de fonctionnement en heures. Pour 150 jours, convertissez la durée en 150 × 24 heures, puis exprimez l'énergie obtenue en kilowattheures.

Q : Comment déterminer les lettres des étiquettes énergie et climat ?

Pour l'étiquette énergie, comparez la consommation annuelle par mètre carré à l'échelle donnée. Pour l'étiquette climat, comparez les émissions annuelles de CO2 par mètre carré à sa propre échelle, puis justifiez la lettre par l'intervalle correspondant.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmec.fr/assets/annales/bts-mec/E3.2 - Physique-Chimie/2013/BTS MEC - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2013 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Management Économique de la Construction : 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.