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 :
www.formav.co/explorer

BTS ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2016

_____

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

_____

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

UNE GESTION ÉCOLOGIQUE DE L'ÉNERGIE

La réalisation d'économies d'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables participent à une gestion écologique de l'énergie. D'après le site du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, on entend par économies d'énergie l'ensemble des actions économiquement rentables entreprises pour réduire les consommations d'énergie ainsi que pour consommer l'énergie de façon optimale. Pour cela, il est possible par exemple, d'utiliser des lampes basse consommation, de récupérer la chaleur des gaz produits par les combustions, de valoriser l'énergie des déchets et de renforcer les isolations dans les constructions.

Issues directement de phénomènes naturels réguliers ou constants, liés à l'énergie du Soleil, de la Terre ou de la gravitation, les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à très long terme.

Dans ce sujet, à travers trois parties indépendantes, on étudie de manière simplifiée trois exemples de gestion écologique de l'énergie :

A. L'isolation d'une maison
B. La production d'eau chaude par un panneau solaire
C. L'utilisation de biogaz dans les transports

Le nombre de chiffres significatifs d'un résultat devra être cohérent avec les données de l'énoncé. Une attention particulière sera apportée aux unités utilisées.

A. L'isolation d'une maison (7 points)

Pour la construction d'une maison de vacances en basse montagne, un architecte propose deux solutions à des prix différents selon la performance énergétique correspondante.

L'objectif de cette partie est de comparer, de manière simplifiée, l'isolation thermique des deux architectures proposées, l'une traditionnelle, l'autre à ossature bois et d'évaluer dans chaque cas les flux thermiques de déperditions à travers les parois verticales.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Données communes aux deux constructions :

- la maison est assimilée à un parallélépipède rectangle en rez de chaussée de dimensions : longueur $L = 7{,}55$ m ; largeur $l = 4{,}05$ m ; hauteur $h = 2{,}75$ m ;
- la maison présente une porte extérieure de surface $S_P = 2{,}25$ m^2, de résistance thermique surfacique $r_P = 2{,}00$ m^2.K.W^{-1} et comporte des ouvertures extérieures vitrées d'une surface totale $S_V = 10{,}0$ m^2 ;
- on note S_m la surface totale des murs hors porte et hors ouvertures vitrées ;
- on suppose que le régime stationnaire de transfert de chaleur est assuré ;
- on se place dans les conditions de températures suivantes ; température ambiante intérieure $\theta_1 = 18{,}0$ °C ; température ambiante extérieure $\theta_2 = 1{,}0$ °C ;
- les résistances thermiques superficielles sont :
  - pour la paroi en contact avec l'extérieur : $r_{se} = 0{,}060$ m^2.K.W^{-1} ;
  - pour la paroi en contact avec l'intérieur : $r_{si} = 0{,}11$ m^2.K.W^{-1} ;
- on ne prend pas en compte les échanges thermiques liés à la ventilation, ni les déperditions par le sol et le plafond.

1. Maison traditionnelle

Les murs de la maison traditionnelle sont constitués, en partant de l'extérieur vers l'intérieur de la paroi, de 2,0 cm de mortier d'enduit, de 22,0 cm de parpaing creux, de 4,0 cm d'isolant en polystyrène expansé et de 5,0 cm de carreaux de plâtre.

Matériau	Mortier d'enduit	Parpaing	Polystyrène expansé	Carreau de plâtre
Épaisseur	$e_1 = 2{,}0$ cm	$e_2 = 22{,}0$ cm	$e_3 = 4{,}0$ cm	$e_4 = 5{,}0$ cm
Conductivité thermique	$\lambda_1 = 1{,}15$ W.K^{-1}.m^{-1}	$\lambda_2 = 1{,}05$ W.K^{-1}.m^{-1}	$\lambda_3 = 0{,}039$ W.K^{-1}.m^{-1}	$\lambda_4 = 0{,}46$ W.K^{-1}.m^{-1}

Les fenêtres, en double vitrage à lame d'air, ont un coefficient de transmission surfacique de $U_{dv} = 3{,}3$ W.m^{-2}.K^{-1}.

1.1. Déperditions à travers les murs

1.1.1. Donner la relation littérale exprimant la résistance thermique surfacique r_m du mur en fonction des grandeurs données.

1.1.2. Calculer la résistance thermique surfacique r_m du mur.

1.1.3. Donner la relation littérale exprimant le flux thermique surfacique φ_m à travers les murs.

1.1.4. Calculer le flux thermique surfacique φ_m à travers les murs.

1.1.5. Calculer le flux thermique Φ_m à travers les murs.

Réseau Canopé

1.2. **Déperditions totales**

Les déperditions à travers la porte et les surfaces vitrées correspondent à un flux thermique $\Phi_p = 579$ W.
Montrer que le flux thermique total Φ_1, représentant les déperditions avec l'extérieur pour la maison traditionnelle, est environ égal à 1,1 kW.

2. Comparaison avec une maison à ossature bois

Pour la conception des parois, l'architecte s'inspire de la maison ZEN (Zéro Energy Net). Cette maison, inaugurée en 2007 en France, est la première maison à énergie positive. Associée à des panneaux photovoltaïques, elle consomme moins d'énergie qu'elle n'en produit.
La maison est essentiellement construite avec une structure bois en « KLH » (Kreuz Lagen Holtz, épicéa d'Autriche).
Ses murs sont constitués, en partant de l'extérieur vers l'intérieur de la paroi, de 1,9 cm de cèdre rouge, de 2,7 cm de lame d'air, de 15,0 cm d'isolant liège et de 9,4 cm de KLH.

Matériau	Cèdre rouge	Lame d'air	Liège	KLH
Épaisseur	$e_1 = 1{,}9$ cm	$e_2 = 2{,}7$ cm	$e_3 = 15{,}0$ cm	$e_4 = 9{,}4$ cm
Conductivité thermique	$\lambda_1 = 0{,}077$ W.K^{-1}.m^{-1}	$\lambda_2 = 0{,}024$ W.K^{-1}.m^{-1}	$\lambda_3 = 0{,}041$ W.K^{-1}.m^{-1}	$\lambda_4 = 0{,}140$ W.K^{-1}.m^{-1}

Les fenêtres, en double vitrage à lame d'argon, ont un coefficient de transmission surfacique de $U'_{dv} = 1{,}2$ W.m^{-2}.K^{-1}.

2.1. À partir des informations spécifiques aux deux architectures, donner deux raisons qualitatives, sans effectuer de calculs, expliquant que la maison à ossature bois constitue une meilleure isolation.

2.2. Pour la maison à ossature bois, le flux thermique total représentant les déperditions avec l'extérieur est $\Phi_2 = 0{,}37$ kW.

2.2.1. Calculer l'énergie économisée sur une année en choisissant une construction à ossature bois par rapport à une construction traditionnelle.
2.2.2. Sachant qu'un kWh est facturé en moyenne 0,146 euros TTC, déterminer l'économie annuelle réalisée, à l'euro près, en choisissant la maison à ossature bois.

B. La production d'eau chaude par un panneau solaire (6 points)

Pour installer un dispositif de chauffage d'eau sanitaire, des panneaux solaires sont posés sur les toits des bâtiments d'une maison de repos pour personnes âgées. L'ensemble des personnes de la résidence consomme en moyenne 2,00 m³ d'eau chaude sanitaire à 60,0 °C par jour et ceci toute l'année.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Caractéristiques de l'installation :

- l'eau froide entre dans le panneau solaire à une température θ_1 égale à 10,0 °C ;
- l'eau sort du panneau à une température θ_2 de 70,0 °C, puis subit des pertes thermiques lors de son acheminement par les canalisations ;
- on note P_r la puissance surfacique moyenne reçue du Soleil et P_u la puissance utile reçue par l'eau. On prend $P_r = 144$ W.m^{-2} ;
- il n'existe aucun ombrage des capteurs par des arbres, bâtiments, collines ou par les rangées successives de capteurs ;
- l'orientation du panneau est optimale (40° par rapport à l'horizontale, plein sud).

Données :

- capacité thermique massique de l'eau : $C = 4\,180$ J.kg^{-1}.K^{-1} ;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg.m^{-3} ;
- 1 Wh = 3600 J.

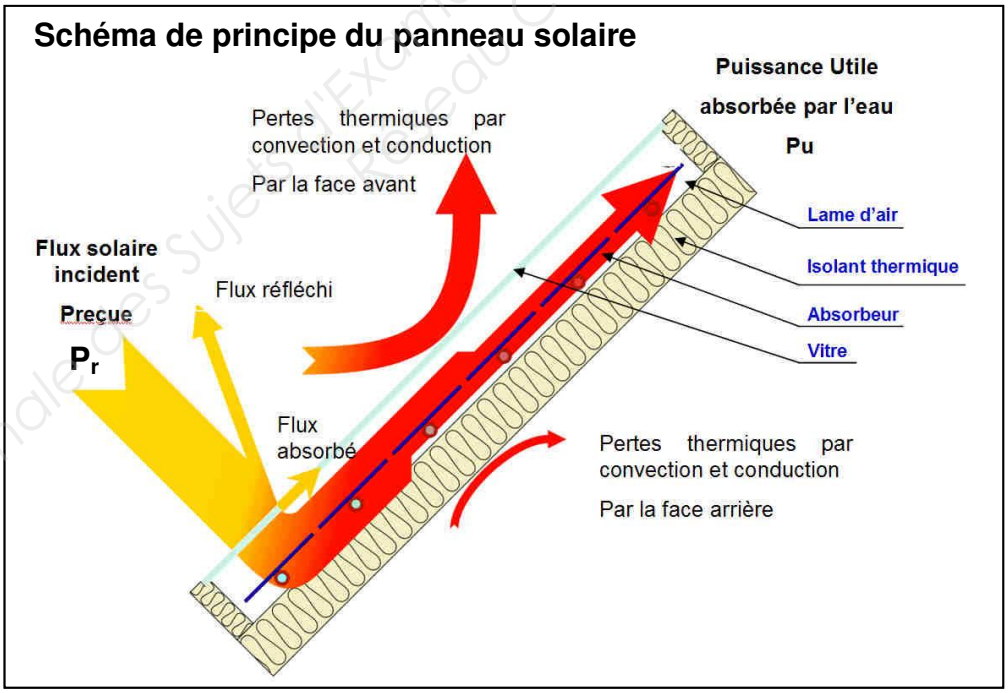
Panneau solaire :

Un capteur solaire thermique est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie solaire transmise par rayonnement et la communiquer à un fluide comme l'eau sous forme de chaleur. Cette énergie peut ensuite être utilisée pour le chauffage de bâtiments ou encore pour la production d'eau chaude sanitaire.

Le chauffe-eau solaire est la principale utilisation des panneaux solaires thermiques du fait de sa rentabilité et de la faible évolution saisonnière des besoins d'eau chaude, souvent aussi important en été qu'en hiver. Les économies procurées permettent d'amortir l'installation bien avant sa fin de vie.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_solaire_thermique

Schéma de principe du panneau solaire



D'après http://confortetprivilegedefrance.com

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

1. Énergie consommée pour le chauffage de l'eau

1.1. Vérifier, par le calcul, que l'énergie, notée Q, nécessaire au chauffage de l'eau pendant une journée, est de 139 kWh.
1.2. En déduire, pour une année, l'énergie notée Q_{eau}, exprimée en kWh, nécessaire au chauffage de l'eau.

2. Rendement du panneau solaire

2.1. Exprimer le rendement η du panneau solaire en fonction de P_r et P_u.
2.2. Sachant que le rendement η est égal à 31,3 %, en déduire la valeur de P_u.
2.3. Montrer que l'énergie utile E, pour une année et par mètre carré de panneau solaire, est de 395 kWh.m^{-2}.
2.4. En consultant le schéma du panneau solaire, identifier les causes de déperditions d'énergie et proposer des moyens d'améliorer le rendement.

3. Dimension des panneaux solaires

Dans les conditions de fonctionnement proposé, quelle surface minimale de capteur faut-il prévoir ? Le résultat sera exprimé au m^2 près.

4. Analyse économique de l'installation

4.1. On envisage un chauffage classique électrique qui pourrait produire l'énergie Q_{eau} nécessaire. Sachant qu'un kWh est facturé en moyenne 0,146 euros TTC, déterminer l'économie annuelle réalisée, à l'euro près, en choisissant l'installation de panneaux solaires.
4.2. L'entreprise en charge de l'installation propose une facture à la pose (hors entretien) de 49 000 euros TTC. La durée de vie moyenne d'une installation comme celle-ci est de 25 ans. Est-ce une bonne opération ?

C. L'utilisation de biogaz dans les transports (7 points)

Le biogaz est un mélange composé essentiellement, avant purification, de méthane (environ 60 %) et de dioxyde de carbone (CO_2), avec des quantités variables de vapeur d'eau et de sulfure d'hydrogène (H_2S). Mais, dans le biogaz, l'énergie provient uniquement du méthane : le biogaz est ainsi la forme renouvelable de l'énergie fossile très courante qu'est le gaz naturel. L'utilisation de biogaz n'accroît pas globalement l'effet de serre dans l'atmosphère dans la mesure où le carbone produit (méthane et dioxyde de carbone) a lui-même été absorbé préalablement par les végétaux dont ce biogaz est issu, lors de leur croissance.

Source : http://www.developpement-durable.gouv.fr

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document 1 : En Vendée, le biogaz est produit par la société Agribiométhane. Elle regroupe une dizaine d'agriculteurs et produit un million de m^3 de biogaz par an grâce à 21000 t de déchets organiques. Après plusieurs étapes de purification, le biogaz contient 99 % de méthane.
Un autocar de transport scolaire a circulé au mois de mai 2015 en fonctionnant avec du biogaz : une première expérimentation !
Les réservoirs de ce type de véhicule, en service en France, sont groupés par 7 pour un volume total de 882 litres (volume unitaire de 126 litres) à 200 bars, ce qui donne l'équivalent de 174 m^3 de gaz à la pression atmosphérique.

Source : Le journal de la Vendée, mai 2015

Données :

- pression atmosphérique normale : $p_0 = 1{,}013 \times 10^5$ Pa ;
- masses molaires atomiques (en $g.mol^{-1}$) : $M(H) = 1{,}0$; $M(C) = 12{,}0$; $M(O) = 16{,}0$;
- le méthane ainsi que le biogaz satisfont à la loi des gaz parfaits ;
- constante des gaz parfaits : $R = 8{,}314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$;
- volume molaire d'un gaz à la pression atmosphérique et à la température ambiante : $V_m = 25{,}0\ L.mol^{-1}$;
- lors d'une transformation isotherme, on a $p.V =$ Constante.

1. Réservoirs de l'autocar

1.1. Il est indiqué, dans le document 1, la phrase suivante : «ce qui donne l'équivalent de 174 m^3 de gaz à la pression atmosphérique». Vérifier cette affirmation en considérant que la détente est isotherme.
1.2. Quel volume de méthane, noté $V_{méthane}$, est contenu dans ce volume de biogaz après purification ?
1.3. Calculer la quantité de matière de méthane associée notée $n_{méthane}$.

2. Combustion du méthane

2.1. Donner la formule brute du méthane.
2.2. Écrire l'équation ajustée de la réaction de combustion complète du méthane dans le dioxygène de l'air.
2.3. Calculer la masse molaire moléculaire, M_{CO2}, du dioxyde de carbone, gaz produit lors de la combustion du méthane.

3. Émission de dioxyde de carbone

On considère que l'autocar, transportant 45 élèves et roulant au biogaz, consomme en moyenne, pour 100 km parcourus, 30,0 m^3 de méthane à la pression atmosphérique.

L'information CO_2 des prestations de transport, en application de l'article L.1431-3 du code des transports, prévoit une émission ne dépassant pas 144 g de CO_2 par personne transportée et par km parcouru.

Vérifier si cet autocar répond aux normes en vigueur en exprimant la quantité de CO_2 libérée lors de la combustion du méthane.

Le candidat est invité à présenter sa stratégie de résolution et la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.