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 2019

_____

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

_____

Document et matériel :

- aucun document autorisé,
- l'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

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

Rénovation énergétique d'une piscine olympique

Construire une piscine olympique pour une commune représente un investissement lourd pour les finances publiques. Avec une réglementation thermique peu contraignante et un coût de l'énergie représentant l'une des principales dépenses de fonctionnement, une piscine olympique peut vite devenir un gouffre financier.
En effet, contrairement à d'autres installations, une piscine dépense de l'énergie même quand elle est fermée au public car le traitement de l'eau et le recyclage de l'air fonctionnent en permanence.

Le maire d'une grande commune cherche à faire des investissements rentables à court terme pour la piscine municipale, ce qui permettrait de baisser les dépenses publiques. Il envisage pour cela de remplacer la chaudière à condensation par une chaudière numérique, d'utiliser une pompe à chaleur et de déployer une bâche de couverture.

Ce sujet est composé de trois parties indépendantes :

Partie A : Chauffage des eaux de baignade (9,5 points)
Partie B : Utilisation de différentes chaudières (6,5 points)
Partie C : Composition d'une bâche de couverture (4 points)

A. Chauffage des eaux de baignade (9,5 points)

Le fonctionnement d'une piscine municipale nécessite le chauffage et la déshumidification de la partie aérienne des bassins, représentant entre 50 et 60 % de la facture énergétique. Le chauffage de l'eau de la piscine compte pour environ 30 % de cette facture et le chauffage de l'eau chaude sanitaire représente 4 à 7 % de la dépense énergétique totale.

Quelques informations concernant le fonctionnement de la piscine et sa réglementation :

- Une piscine olympique doit respecter des dimensions très précises. Son bassin doit être long de 50,0 m, large de 25,0 m et profond de 3,0 m.
- La réglementation impose deux vidanges des bassins par an, ce qui entraîne un renouvellement complet de l'eau et donc nécessite de chauffer l'eau froide initialement à la température θ_f = 12,0 °C à une température θ_c = 25,0 °C.

Données :
- masse volumique de l'eau : ρ_{eau} = 1000 kg·m^{-3} ;
- capacité thermique de l'eau : c_{eau} = 4,18 kJ·kg^{-1}·°C^{-1}.

A.1. Chauffage de l'eau lors des deux vidanges de la piscine

A.1.1. Montrer que le volume d'eau utilisé lors des deux vidanges de la piscine est $V = 7{,}5\times10^3$ m³.

Base Nationale des Sujets d'examen de l'enseignement professionnel

A.1.2. Exprimer l'énergie thermique $Q_{vidange}$ à fournir pour chauffer les eaux de baignade lors des deux vidanges en fonction de ρ, V, c_{eau} , θ_c et θ_f. Calculer sa valeur.

A.1.3. Quelle doit être la puissance minimale de la chaudière qui permet, au cours d'une seule vidange, de chauffer l'eau en 72 h ?

A.2. Chauffage de l'eau du bassin pour compenser les pertes thermiques quotidiennes

Données :

- Par jour, on estime que les pertes thermiques représentent une énergie thermique $Q_{pertes} = 50\times10^9$ J/jour ;
- la majorité des pertes se fait par évaporation évaluée à 0,240 $L\cdot h^{-1}$ par m^2 de bassin ;
- chaleur latente de vaporisation de l'eau à 20 °C : $L_{vap} = 2454$ $kJ\cdot kg^{-1}$.

A.2.1. Sur une année entière, montrer que l'énergie thermique consommée pour compenser les pertes thermiques vaut environ $Q_{pertes/an} = 1{,}8\times10^{13}$ J.

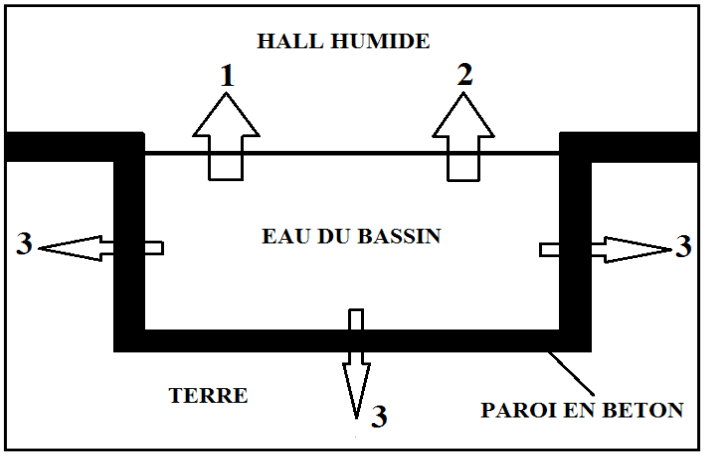
A.2.2. Justifier que dans la suite du sujet, on pourra négliger l'énergie thermique $Q_{vidange}$ devant l'énergie thermique $Q_{pertes/an}$.

A.2.3. Calculer le volume d'eau évaporé dans l'air en une journée et évacué par déshumidification.

A.2.4. Justifier que de l'énergie doit être fournie à l'eau pour qu'elle s'évapore. En déduire la conséquence de cette évaporation sur la température des eaux du bassin.

A.2.5. Déterminer l'énergie thermique Q_{vap} perdue quotidiennement par l'eau du bassin par évaporation.
Quel pourcentage représente cette perte d'énergie sur les pertes thermiques quotidiennes ?

A.2.6. Le schéma ci-dessous représente les différentes pertes thermiques.



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

A.2.6.1. Donner le nom du mode de transfert thermique représenté par la flèche 3.

A.2.6.2. Le mode de transfert représenté par la flèche 2 peut être décrit par le texte suivant :

« La [redacted] concerne le transfert thermique de la piscine à l'air ambiant par le mouvement de l'eau et le mouvement de l'air. La chaleur de l'eau s'échappe alors par [redacted] dans l'air plus frais. »

Donner le nom du mode de transfert thermique noirci dans le texte précédent.

A.2.6.3. En déduire le nom du troisième mode de transfert thermique représenté par la flèche 1.

B. Utilisation de différentes chaudières (6,5 points)

B.1. Utilisation d'une chaudière à condensation

On utilise une chaudière à condensation pour chauffer l'eau des bassins.
On considère que le combustible utilisé est le méthane.

Données :

- Pouvoir calorifique supérieur du méthane : $PCS_{Méthane} = 55\ MJ \cdot kg^{-1}$;
- masse molaire du carbone : $M(C) = 12{,}0\ g \cdot mol^{-1}$;
- masse molaire de l'hydrogène : $M(H) = 1{,}0\ g \cdot mol^{-1}$;
- masse molaire de l'oxygène : $M(O) = 16{,}0\ g \cdot mol^{-1}$;
- énergie thermique à fournir annuellement pour compenser les pertes thermiques : $Q_{pertes/an} = 1{,}8 \times 10^{13}$ J.

B.1.1. Recopier sur votre copie et ajuster l'équation de combustion du méthane suivante :

$$\ldots CH_4 + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$$

B.1.2. Montrer que la masse m de méthane, nécessaire pour chauffer les eaux de bassin en une année, est de $3{,}3 \times 10^2$ t. Calculer la quantité de matière n correspondante.

B.2. Utilisation d'une chaudière numérique

Une piste d'étude pour diminuer la consommation énergétique en gaz est l'utilisation d'une chaudière numérique.
En effet, la chaleur dégagée par le fonctionnement d'un centre de données (data center) permet de récupérer une puissance de 50 kW utile pour assurer le chauffage de l'eau des bassins et compenser les pertes thermiques.

B.2.1. Montrer que cette chaudière numérique permet de diminuer les consommations énergétiques en gaz d'environ 9 %.

B.2.2. Déterminer la masse de CO_2 qui ne sera pas rejetée dans l'atmosphère grâce aux économies de chauffage réalisées grâce à l'utilisation de cette chaudière numérique.

Base nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

B.3. Utilisation d'un système de pompe à chaleur

Il est possible de valoriser les eaux usées en énergie grâce à une solution qui consiste à détourner une partie des eaux usées vers un échangeur thermique, afin de transférer l'énergie qu'elles contiennent vers un fluide caloporteur. Les calories ainsi récupérées sont acheminées vers une pompe à chaleur réversible, capable de restituer l'énergie pour alimenter le réseau de chauffage ou de refroidissement.
Par exemple, au Cercle des Nageurs de Marseille, cette solution permet de maintenir la température des piscines olympiques à 27 °C toute l'année et de préchauffer les eaux chaudes sanitaires.

D'après le site de Veolia https://www.veolia.com/fr/eau-usées-énergie-verte-energido.

Données :

- Définition : le coefficient de performance de la pompe à chaleur, noté COP, est le rapport entre l'énergie thermique utile Q et l'énergie électrique consommée E par la pompe à chaleur ; soit $COP = Q / E$.
  On prend, COP = 4.
- Par jour, l'énergie électrique E nécessaire pour alimenter cette pompe à chaleur est de 3000 kWh.
- Consommation énergétique annuelle de la piscine pour compenser les pertes thermiques : $Q_{pertes/an} = 1{,}8\times10^{13}$ J.
- Quelques prix :

1 kWh d'électricité	1 tonne de méthane	Installation totale pompe à chaleur reliée au réseau des eaux usées
15 centimes d'euros	1 500 euros	600 000 euros

B.3.1. Déterminer l'énergie utile Q liée au fonctionnement annuel de la pompe à chaleur.

B.3.2. Calculer le coût annuel pour l'alimentation électrique de cette pompe à chaleur.

B.3.3. Déterminer la durée à partir de laquelle l'installation de la pompe à chaleur, reliée au réseau des eaux usées, sera rentabilisée.

Le candidat est invité à présenter sa stratégie de résolution même si elle n'a pas complètement abouti.

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

C. Composition d'une bâche de couverture (4 points)

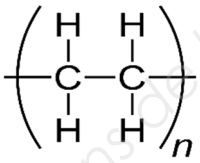
Le déploiement d'une bâche de couverture est aussi un moyen facilement accessible pour diminuer la consommation énergétique en gaz.

Utilisation d'une bâche de couverture

Pour diminuer les consommations énergétiques, une des solutions proposées aux communes est d'installer une bâche de couverture vendue en mousse de polyéthylène.
Installée pendant les heures de fermeture, celle-ci empêche l'évaporation de l'eau et permet d'arrêter le renouvellement de l'air dans le hall de piscine.
On estime à 10 h par jour la durée pendant laquelle cette bâche est déployée.
Ainsi, elle permet immédiatement de réduire d'environ 40 % les dépenses énergétiques liées à la déshumidification et de diminuer de 40 % les pertes thermiques par évaporation quotidiennes.

Source : https://www.madeeli.fr/wp-content/uploads/2015/11/Guide-piscines-ADEME-REGION.compressed.pdf (ADEME)

Cette bâche est constituée d'un polymère : le polyéthylène de formule chimique :



C.1. Donner la définition d'un polymère.

C.2. Donner la formule semi-développée du monomère permettant la formation de ce polymère.

C.3. Donner le nom en nomenclature officielle du monomère.

C.4. Donner l'équation de formation de ce polymère.

C.5. Calculer le degré de polymérisation *n* d'un polyéthylène dont la masse molaire moyenne vaut 300 $kg.mol^{-1}$.

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

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.