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 2014

_____

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

_____

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

**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).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

# CRÉATION D'UN BLOC DE DOUCHES DANS UN CAMPING

Le propriétaire d'un camping souhaite installer un ensemble de douches à la fois économe en eau, économe en énergie et qui minimise les rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Dans ce sujet, on étudie l'alimentation en eau du bloc de douches. Puis, on analyse un dispositif permettant de « *récupérer de la chaleur* » des eaux usées évacuées par les douches. Enfin, on s'intéresse aux performances et à la longévité du chauffe-eau chargé de fournir l'eau chaude aux douches.

Le sujet est constitué de 3 parties indépendantes :

Partie A : l'alimentation en eau des douches.

Partie B : le système de récupération de chaleur.

Partie C : le chauffe-eau.

*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'ALIMENTATION EN EAU DES DOUCHES (7 points)

Données :

- Relation de Bernoulli : $p_B - p_A + \rho . g . (z_B - z_A) + \frac{1}{2} . \rho . (v_B^2 - v_A^2) = 0$
- Pression atmosphérique normale : $P_0 = 1{,}0 \times 10^5$ Pa
- Accélération de la pesanteur terrestre : $g = 10$ m.s$^{-2}$
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg.m$^{-3}$

Le camping est alimenté en eau par un puits de forage. Une pompe immergée au fond du puits devra délivrer un débit d'eau minimal afin d'alimenter simultanément six douches sur les dix que comporte le bloc.

Caractéristiques de l'installation :

- La pompe sera immergée à une profondeur $h = 30$ m par rapport aux douchettes.
- Le débit volumique minimal de l'eau à la sortie de la pompe sera : $D_{VA} = 1{,}2$ L.s$^{-1}$
- Le débit volumique de l'eau qui alimentera une douchette est : $D_{VB} = 0{,}20$ L.s$^{-1}$
- Le diamètre de la canalisation à la sortie de la pompe est : $d_A = 32$ mm
- Le diamètre du tuyau qui alimente une douchette est : $d_B = 16$ mm

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

1. Vitesses d'écoulement de l'eau

1.1. Exprimer, les débits volumiques $D_{V\,A}$ et $D_{V\,B}$ en $m^3.s^{-1}$.

1.2. Calculer la vitesse $v_A$ de l'eau à la sortie de la pompe et la vitesse $v_B$ de l'eau à la sortie d'une douchette.

2. Pression en sortie de pompe

Pour pouvoir choisir un modèle de pompe, le propriétaire désire connaître la pression en sortie de pompe lorsque six douches fonctionnent en même temps.

2.1. Combien vaut la pression $p_B$ de l'eau qui s'écoule d'une douchette ? Justifier.

2.2. Calculer à l'aide de la relation de Bernoulli, la pression $p_A$ de l'eau à la sortie de la pompe. Donner le résultat en pascal et en bar.

## B. LE SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR (6 points)

Données :

- Le débit volumique moyen d'une douche : $D_V = 0{,}20\ L.s^{-1}$
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$
- Capacité thermique massique de l'eau : $c = 4180\ J.kg^{-1}.K^{-1}$
- On rappelle que : $1\ kW.h = 3{,}6 \times 10^6\ J$

Le propriétaire du camping désire installer un dispositif permettant de « *récupérer de la chaleur* » des eaux usées de douche.

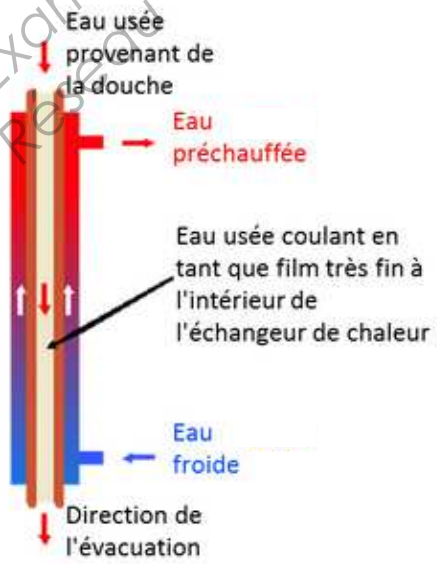



**Figure 1 : Le récupérateur de chaleur (d'après http://www.gaiagreen.net/)**

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

1. Description du dispositif

Les eaux usées chaudes circulent le long de la paroi intérieure en cuivre du récupérateur de chaleur. Dans le même temps, de l'eau froide circule en contre-sens dans la partie extérieure du récupérateur de chaleur.

L'eau froide est ainsi préchauffée. Elle est ensuite envoyée aux robinets thermostatiques des douches.

Expliquer le choix du cuivre comme matériau constituant le tube interne du « récupérateur de chaleur ».

2. Énergie nécessaire en l'absence du « *récupérateur de chaleur* »

En moyenne, le propriétaire estime que les douches seront utilisées par 150 campeurs, à raison d'une douche par jour d'une durée $\Delta t$ = 8,0 minutes.

2.1. Calculer en mètre cube, le volume d'eau $V$ qui sera consommé en une journée pour les douches.

2.2. Calculer l'énergie thermique $Q_1$ nécessaire pour élever la température de ce volume d'eau de $\theta_1$ = 10 °C à $\theta_2$ = 40 °C. Exprimer le résultat en joule et en kilowattheure.

3. Intérêt du « *récupérateur de chaleur* »

En utilisant un récupérateur de chaleur, l'eau froide sera au départ à la température $\theta'_1$ = 25°C au lieu de $\theta_1$ = 10 °C.

3.1. Calculer l'énergie thermique $Q_2$ que permet d'économiser ce système pour une journée de fonctionnement. Exprimer le résultat en kilowattheure.

Le camping fonctionne 90 jours par an. Il est équipé d'un chauffe-eau au gaz naturel dont le rendement est $\eta$ = 0,85.

3.2. Quelle est l'économie financière que peut réaliser le propriétaire du camping en un an ? On estimera le coût du kilowattheure de gaz naturel à 0,59 €.

## C. LE CHAUFFE-EAU (7 points)

L'eau chaude qui alimentera les douches sera produite par un chauffe-eau fonctionnant au méthane.

Données :

- 1 kW.h = $3,6 \times 10^6$ J
- Masse molaire moléculaire du méthane : $M$ = 16 g.mol$^{-1}$
- Volume molaire des gaz : $V_m$ = 25 L.mol$^{-1}$
- Pouvoir calorifique du méthane : $P.C.$ = $50,1 \times 10^6$ J.kg$^{-1}$
- Couples oxydant / réducteur : $Fe^{2+}$ / Fe ; $Mg^{2+}$ / Mg ; $Cu^{2+}$ / Cu
- Potentiels électrochimiques : $E°_1$ = - 2,37 V ; $E°_2$ = - 0,44 V ; $E°_3$ = 0,34 V

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

1. Combustion du méthane

1.1. Écrire l'équation chimique de la réaction de combustion complète du méthane $CH_4$ avec le dioxygène de l'air.

Dans le cas le plus favorable, le récupérateur de chaleur pour douches permettra une économie journalière d'énergie primaire $E$ = 300 kW.h.

1.2. Donner le pouvoir calorifique *P.C.* du méthane en $kW.h.kg^{-1}$.

1.3. Calculer la masse $m_{CH_4}$ de méthane économisée par jour.

1.4. Calculer le volume $V_{CO_2}$ de dioxyde de carbone qui ne sera pas rejeté dans l'atmosphère, grâce à l'utilisation du récupérateur de chaleur pour douches.

2. Protection de la cuve métallique contre la corrosion

Pour prolonger la durée vie du chauffe-eau, il recommandé de vérifier régulièrement l'état du bloc de magnésium *interchangeable*, qui protège la cuve en fer du chauffe-eau contre la corrosion. La notice du chauffe-eau indique que le magnésium joue le rôle d'anode sacrificielle.

Pourquoi qualifie-t-on l'anode en magnésium d'anode sacrificielle ?

3. Étude de la corrosion du fer

En l'absence de protection, le fer est oxydé car il réagit avec le dioxygène $O_2$ de l'air en présence d'humidité.

3.1. Écrire la demi-équation électronique qui représente l'oxydation du fer. Préciser quel est l'oxydant et quel est le réducteur de ce couple.

La réduction du dioxygène peut se modéliser avec la demi-équation :

$$O_2 + 2\,H_2O + \ldots\ldots\ e^- = 4\,HO^-$$

3.2. Compléter cette demi-équation électronique.

3.3. À l'aide des deux demi-équations électroniques précédentes, écrire l'équation de la réaction de la corrosion du fer.

4. Rôle de l'anode en magnésium

La transformation chimique modélisée par l'équation de la réaction écrite à la question 3.3 a-t-elle toujours lieu lorsque la cuve en fer est protégée par une anode en magnésium ? Sinon, écrire la nouvelle équation chimique mise en jeu.

5. Le cuivre, le fer et le magnésium

Si on remplaçait le magnésium par du cuivre, le fer subirait une corrosion alors que le cuivre ne serait pas altéré.

Attribuer à chacun des trois couples $Fe^{2+}$ / Fe, $Mg^{2+}$ / Mg et $Cu^{2+}$ / Cu le potentiel électrochimique $E^0_1$ , $E^0_2$ ou $E^0_3$ qui lui correspond. Argumenter clairement votre réponse.

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.