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 FLUIDES ÉNERGIES DOMOTIQUE • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique et Chimie

Session 2017 • Code sujet : **17FEPHGCF1** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude thermique du bâtiment (8 questions) **Page 3**

2. Mesure du rendement du chauffe-eau solaire (5 questions) **Page 6**

3. Détermination du TAC d'une eau de piscine (5 questions) **Page 8**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E3.2 - Physique-Chimie/2017/BTS FED - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

1. Étude thermique du bâtiment

Dans le cadre de la rénovation d'un immeuble, le bureau technique compare les méthodes d'isolation et vérifie si une surépaisseur de laine de verre répond aux recommandations thermiques. Une expérience permet aussi de mesurer la conductivité thermique d'un stock de fibre de bois afin de déterminer s'il peut être réutilisé.

I. Isolation

Question 1. Expliquer pourquoi il convient d'augmenter la résistance thermique des murs pour améliorer l'isolation du bâtiment. Rédiger quelques lignes en utilisant les mots-clés flux thermique, température et résistance thermique.

Pour une même différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, le flux thermique traversant un mur diminue lorsque sa résistance thermique augmente : $\Phi = \Delta T / R_{th}$. Une résistance plus élevée freine donc les transferts de chaleur. En hiver, moins de chaleur s'échappe vers l'extérieur et la température intérieure se maintient mieux ; en été, les apports de chaleur sont limités.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Augmenter la résistance thermique réduit le flux thermique et stabilise la température intérieure.

Question 2. À l'aide du document 1, indiquer le principal avantage d'une isolation par l'extérieur.

L'isolation par l'extérieur enveloppe le bâtiment plus continûment que l'isolation par l'intérieur. Elle réduit ainsi les discontinuités du complexe isolant, notamment aux jonctions entre murs et planchers, et élimine la majorité des ponts thermiques. Selon le document 1, ces ponts peuvent représenter jusqu'à 40 % de la consommation de chauffage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Elle réduit la majorité des ponts thermiques grâce à une enveloppe isolante plus continue.

Question 3. Vérifier qu'une surépaisseur de 10 cm de laine de verre, de conductivité thermique λ = 0,036 W·K⁻¹·m⁻¹, sur un mur en béton standard permet de respecter les valeurs de résistance thermique recommandées dans le document 2.

Pour la laine de verre, $R_{th} = e/\lambda = 0{,}10/0{,}036 = 2{,}78\ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$. Les résistances des couches s'additionnent : le mur en béton apporte $0{,}5\ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$, donc $R_{th,total} = 2{,}78 + 0{,}5 = 3{,}28\ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$. Cette valeur se situe dans l'intervalle recommandé de 3,2 à 5,5 $\mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_{th,total} \approx 3{,}28\ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$: recommandation respectée.

II. Choix du matériau isolant

Question 1. Lors de l'utilisation du dispositif expérimental décrit dans le document 3, préciser pourquoi les pertes de chaleur par les surfaces latérales de l'échantillon sont négligées.

Le dispositif place l'échantillon entre deux mâchoires et le schéma du document 3 représente le flux traversant les faces principales, de température T_1 à température T_2. Les pertes latérales ne sont pas prises en compte dans ce modèle : le transfert est assimilé à un flux unidimensionnel à travers l'épaisseur de l'échantillon. Cette hypothèse permet d'utiliser la surface de la face principale pour calculer la densité de flux.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les pertes latérales sont négligées : le transfert est modélisé à travers l'épaisseur de l'échantillon.

Question 2. Montrer que la densité de flux thermique φ vaut 180 W·m⁻², en considérant que la puissance électrique consommée par la résistance est entièrement transformée en chaleur.

La puissance électrique est $P = UI$, avec $I = 110\ \text{mA} = 0{,}110\ \text{A}$, soit $P = 5{,}0 \times 0{,}110 = 0{,}55\ \text{W}$. La surface de l'échantillon est $A = 0{,}050 \times 0{,}060 = 0{,}0030\ \text{m}^2$. En supposant toute la puissance convertie en chaleur et transmise à travers cette face, $\varphi = P/A = 0{,}55/0{,}0030 \approx 183\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, soit $180\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ à deux chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varphi \approx 180\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Question 3. Déterminer la résistance thermique rth de l'échantillon à partir des mesures expérimentales et des données du dispositif.

La différence entre les températures mesurées est $\Delta T = T_1 - T_2 = 22{,}5 - 5{,}5 = 17{,}0\ \text{K}$. La résistance thermique surfacique s'obtient en divisant cette différence par la densité de flux : $r_{th} = \Delta T/\varphi$. Avec la valeur demandée à la question précédente, $r_{th} = 17{,}0/180 = 0{,}094\ \text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $r_{th} \approx 0{,}094\ \text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

Question 4. Déduire la valeur expérimentale de la conductivité thermique λexp du matériau.

La relation du document 2 est $r_{th} = e/\lambda$, donc $\lambda = e/r_{th}$. L'épaisseur vaut $e = 5{,}0\ \text{mm} = 0{,}0050\ \text{m}$. En utilisant la résistance thermique déterminée précédemment, $\lambda_{exp} = 0{,}0050/0{,}094 \approx 0{,}053\ \text{W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Cette conductivité mesurée est supérieure à celle annoncée par le fabricant.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\lambda_{exp} \approx 0{,}053\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}}$.

Question 5. Rédiger une note à l'intention du responsable de projet pour argumenter sur la possibilité de réemployer ou non la fibre de bois du stock.

La tolérance de 10 % autour de la valeur fabricant $0{,}041\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}}$ donne un intervalle acceptable de $0{,}041 \times 0{,}90 = 0{,}0369$ à $0{,}041 \times 1{,}10 = 0{,}0451\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}}$. La mesure, $0{,}0529\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}}$, est au-dessus de la limite haute. Son écart relatif à la valeur annoncée est d'environ 29 % : le stock ne respecte pas les spécifications.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ne pas réemployer le stock : la conductivité mesurée dépasse la limite de conformité de $0{,}0451\ \mathrm{W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}}$.

2. Mesure du rendement du chauffe-eau solaire

Le chauffe-eau solaire fournit une partie de l'eau chaude sanitaire de l'immeuble : les panneaux transmettent l'énergie solaire au ballon par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur et d'un échangeur. Les données du ballon, les mesures de température et les données météorologiques du jeudi 9 servent à calculer et comparer les rendements réel et théorique de l'installation.

Question 1. Déterminer l'énergie Eeau reçue par l'eau chaude sanitaire du ballon entre les deux mesures du technicien.

Le ballon reste plein, donc la masse d'eau ne varie pas. Conversion : 1 500 L = 1,5 m³, d'où m = ρV = 1 000 × 1,5 = 1 500 kg. L'écart de température est ΔT = 50 − 20 = 30 K. Avec $E_{eau} = mc_{eau}\Delta T$, on obtient 1 500 × 4 180 × 30 = 188 100 000 J, soit 188,1 MJ.

✓ RÉPONSE À RETENIR

E_{eau} = 188,1 MJ

Question 2. Montrer que l'énergie solaire Esol reçue par les panneaux à la date du jeudi 9 est égale à 816 MJ.

Donnée du jeudi 9	Valeur
Rayonnement global	2 330 J·cm⁻²·jour⁻¹
Surface des panneaux	35 m²
Conversion du rayonnement	23,30 MJ·m⁻²·jour⁻¹

Comme 1 J·cm⁻² = 0,01 MJ·m⁻², l'énergie reçue par les panneaux vaut 2 330 × 0,01 × 35 = 815,5 MJ, soit 816 MJ à trois chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

E_{sol} ≈ 816 MJ

Question 3. Déduire le rendement global réel ηréel de l'installation.

Le rendement réel est le rapport entre l'énergie reçue par l'eau et l'énergie solaire reçue par les panneaux : $\eta_{réel} = E_{eau}/E_{sol}$. En utilisant les valeurs non arrondies, $\eta_{réel}$ = 188,1/815,5 = 0,230656. En pourcentage, cela correspond à environ 23,1 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\eta_{réel}$ ≈ 23,1 %

Question 4. À partir des rendements annoncés par le fabricant, 35 % pour les panneaux solaires et 85 % pour l'échangeur du ballon d'eau chaude, déduire le rendement théorique ηth de l'installation.

1. Rendement des panneaux : 0,35.
2. Rendement de l'échangeur : 0,85.

Ces éléments fonctionnent successivement : le rendement global théorique est le produit de leurs rendements. Ainsi, $\eta_{th} = 0,35 \times 0,85 = 0,2975$, soit 29,75 %.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **η_{th} = 29,75 %**

Question 5. Calculer l'écart relatif entre les rendements théorique et réel selon la relation fournie, puis identifier une ou plusieurs sources responsables de cet écart.

Avec la relation fournie, l'écart relatif vaut $|\eta_{th} - \eta_{réel}|/\eta_{réel} \times 100$. Le calcul avec les rendements non arrondis donne environ 29 %.

- Pertes thermiques au niveau des capteurs, des canalisations ou du ballon.
- Ensoleillement et conditions réelles de fonctionnement différents des conditions associées aux rendements annoncés.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Écart relatif ≈ 29,0 %**

3. Détermination du TAC d'une eau de piscine

Pour stabiliser le pH d'une piscine avant un traitement au chlore, il faut identifier l'espèce alcaline prédominante et déterminer le titre alcalimétrique complet de l'eau. Le sujet fournit les couples acide-base, un diagramme de prédominance, les couleurs du vert de bromocrésol et les données d'un dosage par l'acide chlorhydrique.

Question 1. Rédiger le mode opératoire à mettre en œuvre pour déterminer le pH de l'eau de piscine. La valeur relevée est 7,8.

1. Étalonner le pH-mètre avec des solutions tampons adaptées, en suivant les consignes de l'appareil.
2. Rincer l'électrode à l'eau distillée, puis la plonger dans un échantillon d'eau de piscine sans toucher le fond du récipient.
3. Attendre la stabilisation de l'affichage, lire le pH et rincer de nouveau l'électrode.

La mesure relevée dans le sujet est 7,8.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> pH de l'eau de piscine : 7,8.

Question 2. À partir des données fournies, identifier l'espèce prédominante responsable de l'alcalinité dans l'eau de piscine.

Le pH mesuré, 7,8, est compris entre les deux valeurs de pKa : 6,4 et 10,3. D'après le diagramme de prédominance, l'espèce située entre ces deux limites est l'ion hydrogénocarbonate. C'est donc lui qui prédomine parmi les espèces des couples acide-base indiqués et qui contribue principalement à l'alcalinité de l'eau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Espèce prédominante : HCO_3^-.

Question 3. Indiquer comment varie le pH de la solution dans le bécher pendant le dosage et en déduire la couleur de la solution avant l'équivalence, à l'équivalence et après l'équivalence.

L'ajout d'acide chlorhydrique consomme les espèces basiques et fait diminuer le pH. Le vert de bromocrésol est bleu pour un pH supérieur à 5,4, vert entre 3,8 et 5,4 et jaune en dessous de 3,8.

- Avant l'équivalence, la solution est bleue.
- À l'équivalence, le changement de couleur repéré est vert.
- Après l'équivalence, le pH continue de baisser : la solution devient jaune lorsqu'il passe sous 3,8.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le pH diminue ; bleu avant l'équivalence, vert au virage, puis jaune en milieu suffisamment acide.

Question 4. Déterminer le TAC de l'eau testée à partir des données du dosage et de la définition fournie.

Le document 6 définit le TAC comme le volume, en millilitres, d'acide chlorhydrique à la concentration donnée nécessaire pour doser 100 mL d'eau. Le prélèvement de 50 mL a nécessité 6,8 mL d'acide. À concentration identique, le volume équivalent est proportionnel au volume d'eau : pour 100 mL, il vaut **6,8 × 100 / 50 = 13,6 mL**. Cette valeur donne directement le TAC en degrés français.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> TAC de l'eau testée : 13,6 °f.

Question 5. À partir des résultats précédents, prévoir si l'eau de la piscine peut recevoir le traitement au chlore.

Le TAC mesuré est de 13,6 °f. Il se situe dans l'intervalle de 10 °f à 20 °f exigé avant le traitement au chlore. De plus, le pH mesuré, 7,8, est inférieur à 8,2 ; conformément au document 6, le TAC correspond alors à la concentration en ions hydrogénocarbonate. Ces résultats permettent de conclure que l'eau satisfait au critère de TAC indiqué pour le traitement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : le TAC est conforme à l'intervalle requis avant le traitement au chlore.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2017)

Bilan de l'épreuve : Épreuve E32 de Physique et Chimie du BTS Fluides Énergies Domotique, option Génie Climatique et Fluidique, session 2017, code 17FEPHGCF1, durée de 2 heures, coefficient 1. Le sujet porte sur la rénovation d'un immeuble et traite de l'isolation, du rendement d'un chauffe-eau solaire et du TAC d'une eau de piscine. Il évalue les calculs thermiques et énergétiques, l'exploitation de documents et le raisonnement chimique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La résistance thermique d'une couche homogène est rth = e/λ ; elle augmente si l'épaisseur augmente ou si la conductivité diminue.
- La puissance électrique vaut P = U × I ; la densité de flux thermique est la puissance traversant une surface divisée par cette surface.
- L'énergie thermique reçue par l'eau vaut E = m × ceau × ΔT ; un rendement est le rapport entre énergie utile et énergie reçue.
- Si le pH est inférieur à 8,2, le TAC mesure les ions HCO_3^- ; 1 °f équivaut à 12,2 mg·L^{-1} d'ions hydrogénocarbonate.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les grandeurs dans des unités cohérentes avant les calculs, notamment volumes, épaisseurs, courants et surfaces.
- Pour le rendement solaire, distinguer l'énergie reçue par l'eau de l'énergie solaire reçue par les panneaux.
- Comparer la conductivité mesurée à la valeur fabricant en tenant compte de la tolérance maximale de 10 %.
- Au dosage, suivre la baisse du pH et appliquer les seuils de virage du vert de bromocrésol pour déterminer les couleurs.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer expérimentalement la conductivité thermique de l'échantillon ?

On calcule le flux surfacique à partir de la puissance électrique et de la surface. La résistance thermique se déduit de l'écart de température et du flux, puis la conductivité se calcule avec λ = e/rth, où e est l'épaisseur de l'échantillon.

Q : Comment calculer l'énergie gagnée par l'eau du ballon ?

Convertissez le volume en mètres cubes et calculez la masse avec m = ρV. L'énergie reçue vaut E = m × ceau × (θf − θi). Les températures doivent être dans la même unité et le résultat peut être exprimé en joules ou en mégajoules.

Q : Le sujet attribue-t-il un nombre de points à chaque partie ou question ?

Aucun barème par partie ou par question n'est imprimé dans les pages du sujet. L'épreuve dure deux heures et son coefficient est 1 ; aucun nombre de points ne peut être attribué sans information supplémentaire.

Q : Quel critère permet de décider si le TAC autorise le traitement au chlore ?

Le TAC doit être compris entre 10 °f et 20 °f avant le traitement au chlore. Il faut déterminer le TAC à partir du dosage, puis comparer la valeur obtenue à cet intervalle, sans le confondre avec la seule mesure du pH.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E3.2 - Physique-Chimie/2017/BTS FED - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Fluides Énergies Domotique : 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.