



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

Corrigé du sujet d'examen - E4.2 - Étude des systèmes - Physique-Chimie associées au système - BTS FED (Fluides Énergies Domotique) - Session 2016

1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen fait partie de l'épreuve E4.2 du BTS Fluides Énergies Domotique, session 2016. Il aborde les thèmes de la physique et de la chimie appliquées aux systèmes de chauffage et de refroidissement, en se concentrant sur un complexe cinématographique. Les étudiants doivent analyser le fonctionnement d'un circuit de chauffage/refroidissement, d'une pompe à chaleur (PAC) et d'un adoucisseur d'eau.

2. Correction des questions

A. Circuit de chauffage/refroidissement

I. Fluide caloporteur

La question demande de montrer qu'un pourcentage volumique en glycol de 40 % convient pour des températures extérieures jusqu'à -15°C , en tenant compte d'une marge de sécurité de 30 %.

Raisonnement attendu :

- Calculer la température minimale acceptable avec la marge de sécurité.
- Comparer cette température à celle de congélation du MPG à 40%.

Réponse modèle :

Température extérieure minimale : -15°C

Marge de sécurité : 30% de -15°C = -4.5°C

Température minimale acceptable : $-15^{\circ}\text{C} + 4.5^{\circ}\text{C} = -10.5^{\circ}\text{C}$

Pour 40% de MPG, le point de congélation est de -22°C (document n°1).

Conclusion : $-10.5^{\circ}\text{C} > -22^{\circ}\text{C}$, donc 40% de MPG est adéquat.

II. Limitation des nuisances sonores

1. Déterminer le débit volumique q_v du fluide caloporteur.

Raisonnement attendu :

Utiliser la relation entre le débit massique et le débit volumique :

$$q_v = q_m / \rho$$

Réponse modèle :

$$q_m = 7,75 \text{ kg/min} = 7,75/60 \text{ kg/s} = 0,1292 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 1,04 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$q_v = 0,1292 / (1,04 \times 10^3) = 1,24 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Calculer la vitesse du fluide :

Utiliser la formule : $v = q_v / A$, avec $A = \pi(D/2)^2$.

$$D = 2,80 \text{ cm} = 0,028 \text{ m}, \text{ donc } A = \pi(0,014)^2 \approx 6,16 \times 10^{-4} \text{ m}^2.$$

$$v = 1,24 \times 10^{-4} / 6,16 \times 10^{-4} \approx 0,201 \text{ m/s}.$$

Cette vitesse est inférieure à 0,25 m/s, donc les nuisances sonores sont évitées.

III. Optimisation de l'écoulement du fluide

1. Vérifier si le régime est laminaire :

Calculer le nombre de Reynolds :

$$Re = (\rho * v * D) / \eta$$

$$\rho = 1,04 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, v = 0,200 \text{ m/s}, D = 0,028 \text{ m}, \eta = 3,00 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$$

$$Re = (1,04 \times 10^3 * 0,200 * 0,028) / (3,00 \times 10^{-3}) \approx 23,2.$$

Conclusion : $Re < 2000$, donc le régime est laminaire.

2. Calculer les pertes de charge linéiques Δp :

$$\text{Utiliser la loi de Poiseuille : } \Delta p = (8 * \eta * q_v) / (\pi * R^4).$$

$$R = D/2 = 0,014 \text{ m}.$$

$$\Delta p = (8 * 3,00 \times 10^{-3} * 1,24 \times 10^{-4}) / (\pi * (0,014)^4) \approx 0,0044 \text{ Pa/m}.$$

Conclusion : $0,0044 \text{ Pa/m} < 50 \text{ Pa/m}$, donc les pertes de charge sont acceptables.

B. Fonctionnement de la PAC

1. Positionner les points A, B, C, D, E et F sur le document réponse n°1.

Le cycle est moteur car il produit de la chaleur (transfert de chaleur vers l'extérieur).

2. Compléter le tableau du document réponse n°2.

Les données doivent être remplies en fonction des états du fluide aux différents points.

3. Calculer le COP théorique :

$$COP = q_{FB} / w_{BC} = (h_F - h_B) / (h_C - h_B).$$

Il faut connaître les valeurs d'enthalpie h_F et h_B à partir du tableau.

Si le fabricant donne un COP de 3,0, la différence peut être due à des pertes thermiques ou à des rendements non idéaux.

C. Adoucissement de l'eau

1. Calculer le titre hydrotimétrique total (TH) :

$$TH = ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) \times 104.$$

Convertir les concentrations en mol/L :

$$[Ca^{2+}] = 60,3 \text{ mg/L} = 60,3 / 40,1 \text{ g/mol} = 0,0015 \text{ mol/L}.$$

$$[Mg^{2+}] = 36,6 \text{ mg/L} = 36,6 / 24,3 \text{ g/mol} = 0,0015 \text{ mol/L}.$$

$$TH = (0,0015 + 0,0015) \times 104 = 300 \text{ °f}.$$

2. Conclusion sur la nécessité d'installer un adoucisseur :

TH = 300 °f, donc l'eau est très dure, un adoucisseur est nécessaire.

3. Décrire le fonctionnement d'une résine échangeuse d'ions :

La résine échangeuse d'ions remplace les ions calcium et magnésium par des ions sodium, adoucissant ainsi l'eau.

4. Concentration totale cT à la sortie de l'adoucisseur :

Pour 7°F, $cT = 7 \text{ °f} / 104 = 0,000067 \text{ mol/L}$.

Calculer les concentrations en ions calcium et magnésium correspondantes.

3. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Ne pas respecter les unités lors des conversions.
- Oublier de justifier les réponses par des calculs ou des références aux documents.
- Ne pas vérifier les conditions d'application des lois physiques.

Points de vigilance :

- Vérifier les marges de sécurité dans les calculs de température.
- Faire attention aux conditions de régime d'écoulement (laminaire/turbulent).
- Bien comprendre le fonctionnement des systèmes thermiques et hydrauliques.

Conseils pour l'épreuve :

- Lire attentivement chaque question et identifier les données nécessaires.
- Structurer les réponses avec des sous-titres pour plus de clarté.
- Pratiquer des exercices similaires pour se familiariser avec les calculs.

© FormaV EI. Tous droits réservés.

Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

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.