CORRIGÉ NON OFFICIEL

BTS Fluides Énergies Domotique

E3.2 - Physique-Chimie

Session 2026

Proposition de corrigé rédigée par FormaV pour s'entraîner. Ce n'est pas le corrigé officiel de l'examen et elle ne remplace pas les éléments de correction officiels.

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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS FED, veuillez visiter :
bts-fed.fr/annales-sujets-et-corriges

Brevet de technicien supérieur – Fluides Énergies Domotique – Option : toute option
Épreuve E32 : Physique-chimie
Session 2026

PROPOSITION DE CORRIGÉ

Proposition de corrigé établie par FormaV à partir du sujet, non officielle. Elle ne préjuge pas des consignes nationales de correction données aux jurys.

PARTIE A – ISOLATION DES MURS PAR L'EXTÉRIEUR

Question 1

Indiquer au moins deux critères justifiant le choix de l'isolant biosourcé de type fibre de bois.

La fibre de bois présente une isolation thermique bonne et une isolation acoustique excellente (ANNEXE 1). Elle possède une inertie thermique de 14 heures, la plus élevée de l'annexe, ce qui limite la surchauffe estivale et répond à l'objectif de confort d'été. Elle est par ailleurs biosourcée, c'est-à-dire issue de matière végétale renouvelable.

À valoriser : deux critères chiffrés ou qualitatifs tirés de l'ANNEXE 1 (inertie thermique de 14 heures, isolation acoustique excellente).

Question 2

Proposer un isolant mieux adapté en justifiant la réponse.

Les façades étant particulièrement exposées aux intempéries, le critère déterminant est la sensibilité à l'humidité, qui est forte pour la fibre de bois. Le liège présente une sensibilité à l'humidité très faible, une bonne isolation thermique et une inertie thermique de 13 heures, proche de celle de la fibre de bois, donc favorable au confort d'été. Le quartier étant très calme, la performance acoustique de l'isolant est moins déterminante. Le liège est donc mieux adapté.

Est également acceptée : la laine de roche (sensibilité à l'humidité faible, isolation thermique bonne, isolation acoustique bonne), dès lors que la justification s'appuie sur la sensibilité à l'humidité.

Question 3

Indiquer, avec justification, s'il faut réduire ou augmenter la valeur de la résistance thermique R de la paroi pour diminuer les pertes thermiques.

La relation des pertes thermiques est $P_{th} = (T_{ext} - T_{int}) \times S / R$. Pour un écart de températures et une surface donnés, les pertes sont inversement proportionnelles à R : plus R est grand, plus les pertes sont faibles. Il faut donc **augmenter** la résistance thermique R de la paroi.

Question 4

Évaluer l'épaisseur e de polystyrène expansé à poser pour répondre aux exigences de la RE2020.

La résistance thermique des murs en béton étant négligeable, celle de l'isolant doit au minimum atteindre 3,7 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

De $R = e / \lambda$, on tire $e = R \times \lambda$.

$e = 3,7 \times 0,037 = 0,1369$ m

e ≈ 0,137 m, soit environ 13,7 cm. En pratique, on retient une épaisseur commerciale supérieure ou égale à cette valeur, soit 14 cm.

PARTIE B – VENTILATION MÉCANIQUE CONTRÔLÉE À DOUBLE FLUX

Question 5

Expliquer l'intérêt d'une ventilation à double flux.

Une ventilation à double flux assure un renouvellement d'air permanent et contrôlé, ce qui garantit la qualité de l'air intérieur sans ouvrir les fenêtres. Son échangeur transfère à l'air neuf entrant la chaleur de l'air vicié extrait : l'air neuf est préchauffé avec une énergie qui serait sinon perdue. Les pertes thermiques liées au renouvellement d'air sont ainsi réduites, ce qui diminue la consommation de chauffage et procure un gain énergétique significatif, avec un confort thermique amélioré (conclusions du bureau d'études, partie B).

Question 6

À partir des conclusions du bureau d'études, du plan (figure 3) et de l'ANNEXE 2, justifier le choix du modèle 2000 de la Plate Box 952 avec un débit de 1 900 $m^3 \cdot h^{-1}$ pour chaque niveau.

Besoin de débit par niveau : d'après le plan (figure 3), le rez-de-chaussée comporte trois salles de classe et un couloir, et l'étage 1 comporte trois salles de classe et un couloir, soit 4 pièces par niveau. Le bureau d'études impose 450 $m^3 \cdot h^{-1}$ par pièce (classes et couloir), soit :

$4 \times 450 = 1\,800$ $m^3 \cdot h^{-1}$ par niveau.

Vérification des modèles de l'ANNEXE 2 :

- modèle 400 : débit maximal 450 $m^3 \cdot h^{-1}$, insuffisant ;
- modèle 600 : débit maximal 800 $m^3 \cdot h^{-1}$, insuffisant ;
- modèle 1400 : débit maximal 1 600 $m^3 \cdot h^{-1}$ (à 50 Pa), inférieur au besoin de 1 800 $m^3 \cdot h^{-1}$, insuffisant ;
- modèle 2000 : 1 900 $m^3 \cdot h^{-1}$ pour une pression statique de 350 Pa, soit un débit supérieur au besoin de 1 800 $m^3 \cdot h^{-1}$ (marge de 100 $m^3 \cdot h^{-1}$, soit environ 5,6 %).

Le modèle 2000 est donc le seul modèle de la gamme capable d'assurer le débit de 1 800 $m^3 \cdot h^{-1}$ par niveau ; réglé à 1 900 $m^3 \cdot h^{-1}$ (pression statique de 350 Pa), il couvre le besoin avec une marge d'environ 5,6 %.

Question 7

Relever la valeur du niveau global de puissance acoustique L_{w1} pour un débit de 1 900 $m^3 \cdot h^{-1}$.

D'après l'ANNEXE 2, pour le modèle 2000 au débit de 1 900 $m^3 \cdot h^{-1}$ (pression statique 350 Pa), le niveau global de puissance acoustique est :

$L_{w1} = 74$ dB(A)

Question 8

Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer l'affaiblissement acoustique, puis le coefficient de transmission τ du faux plafond, en choisissant le matériel de l'ANNEXE 3.

Matériel retenu : haut-parleur (1), GBF (5), tube acoustique (4), panneau isolant (6), microphone (3), sonomètre (2). Les émetteur et récepteur à ultrasons (7) ne sont pas adaptés à la mesure de l'isolation d'un bruit audible.

Protocole :

1. Placer le haut-parleur (1) à une extrémité du tube acoustique (4), alimenté par le GBF (5) qui délivre un signal sinusoïdal de fréquence choisie dans la plage audible.
2. Sans panneau, placer le microphone (3) relié au sonomètre (2) du côté de la source, à l'emplacement de l'échantillon, et relever le niveau sonore incident L_1 en dB.
3. Placer un panneau du faux plafond (6) pour fermer la section du tube, puis mesurer avec le microphone et le sonomètre le niveau sonore transmis L_2 de l'autre côté du panneau.
4. Calculer l'affaiblissement acoustique $R = L_1 - L_2$ (en dB).
5. En déduire le coefficient de transmission τ à partir de $R = 10 \times \log(1/\tau)$, soit $\tau = 10^{-R/10}$.
6. Répéter les mesures pour plusieurs fréquences et comparer les résultats.

Question 9

Calculer la valeur de l'affaiblissement acoustique R par le faux plafond.

$R = 10 \times \log(1/\tau)$ avec $\tau = 0{,}12$

$R = 10 \times \log(1/0{,}12) = 10 \times \log(8{,}33) = 10 \times 0{,}921$

$R \approx 9{,}2$ dB

Question 10

Calculer le niveau global de puissance acoustique L_{w2} en dB(A) juste après les panneaux.

L'affaiblissement correspond à la différence entre le niveau incident et le niveau transmis :

$L_{w2} = L_{w1} - R$

$L_{w2} = 74 - 9{,}2 = 64{,}8$ dB(A)

$L_{w2} \approx 65$ dB(A)

Question 11

Préciser, en vous aidant de l'ANNEXE 4, si les conditions de travail seront acceptables en justifiant la réponse.

L'ANNEXE 4 indique qu'une salle de classe correspond à un niveau sonore d'environ 70 dB(A), qu'une fenêtre sur rue correspond à 60 dB(A) et que le seuil de danger de surdité se situe à 85 dB(A). Le niveau de 65 dB(A) obtenu après le faux plafond est inférieur à celui d'une salle de classe et se situe entre le niveau d'une fenêtre sur rue et celui d'une salle de classe. Il est très inférieur au seuil de danger auditif. Les conditions de travail seront donc acceptables, la ventilation ne générant pas de gêne supérieure à l'environnement sonore habituel d'une salle de classe.

PARTIE C – REMPLACEMENT DE LA CHAUDIÈRE À GAZ

Question 12

Écrire l'équation de la combustion complète du méthane.

$CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

Question 13

Calculer la masse $m(CH_4)$, puis la quantité de matière $n(CH_4)$, consommées annuellement avant l'installation de la PAC.

Le pouvoir calorifique inférieur donne la relation $E = PCI \times m$, soit $m = E / PCI$, avec $E = 31\ 430\ kW{\cdot}h{\cdot}an^{-1}$.

$m(CH_4) = 31\ 430 / 10{,}5 \approx 2{,}993 \times 10^3\ kg = 2{,}993 \times 10^6\ g$ par an

$n(CH_4) = m / M(CH_4) = 2{,}993 \times 10^6\ g / 16{,}0\ g{\cdot}mol^{-1} \approx 1{,}87 \times 10^5\ mol$ par an.

Question 14

Vérifier la valeur de la masse $m(CO_2)$ produite par la combustion, donnée par le bureau d'études avant travaux.

D'après l'équation de combustion, $n(CO_2) = n(CH_4) \approx 1{,}87 \times 10^5$ mol par an.

$m(CO_2) = n(CO_2) \times M(CO_2) = 1{,}87 \times 10^5 \times 44{,}0 = 8{,}23 \times 10^6$ g

$m(CO_2) \approx 8{,}2$ t de CO_2 par an.

La valeur donnée par le bureau d'études (8,2 tonnes de CO_2 par an) est vérifiée.

PARTIE D – QUALITÉ DE L'EAU DU CIRCUIT DE CHAUFFAGE

Question 15

Proposer une méthode permettant de mesurer le pH de l'eau du circuit de chauffage.

Méthode au pH-mètre : étalonner le pH-mètre avec deux solutions tampons (par exemple pH 4 et pH 7), rincer l'électrode à l'eau distillée puis la plonger dans un échantillon de l'eau du circuit. Agiter doucement, attendre la stabilisation de la valeur affichée et lire le pH en notant la température de l'eau.

Le papier indicateur de pH peut donner une estimation, mais il est moins précis.

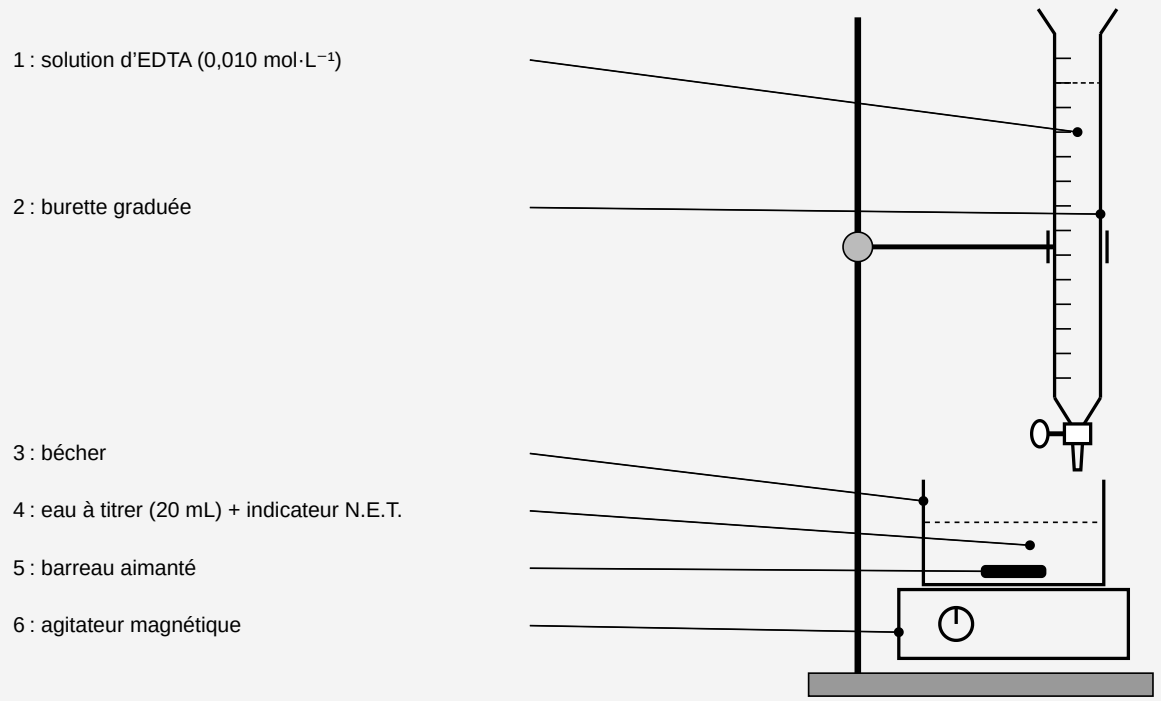
Question 16

Indiquer si cette eau est acide ou basique en justifiant la réponse.

À 25 °C, une solution est neutre pour pH = 7, acide pour pH < 7 et basique pour pH > 7. L'eau du circuit a un pH de 8,2, supérieur à 7 : elle est donc basique. Sa concentration en ions H_3O^+ est inférieure à $10^{-7}\ mol{\cdot}L^{-1}$. Le risque de corrosion par acidité est donc peu probable, et le problème principal est la dureté de l'eau.

Question 17

Compléter l'ANNEXE 6 (document réponse) qui représente le dispositif expérimental utilisé.



ANNEXE 6 complétée : dispositif de titrage à l'EDTA

Question 18

À l'aide de l'ANNEXE 5, montrer que le titre hydrotimétrique TH de l'eau est égal à 33 °f.

À l'équivalence, $n(EDTA) = n(Ca^{2+}) + n(Mg^{2+})$.

$n(EDTA) = C \times V_e = 0{,}010\ mol{\cdot}L^{-1} \times 6{,}6 \times 10^{-3}\ L = 6{,}6 \times 10^{-5}\ mol$

$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = n(EDTA) / V = 6{,}6 \times 10^{-5}\ mol / (20 \times 10^{-3}\ L) = 3{,}3 \times 10^{-3}\ mol{\cdot}L^{-1}$

$TH = ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) \times 10^4 = 3{,}3 \times 10^{-3} \times 10^4 = 33\ °f$

Question 19

Expliquer s'il est nécessaire de traiter l'eau de chauffage et, dans l'affirmative, proposer une solution en expliquant le principe.

Avec un titre hydrotimétrique de 33 °f, l'eau est dure (de 25 à 45 °f selon l'ANNEXE 5). Le risque de formation de tartre, lié à la dureté de l'eau, est donc réel, et un traitement est nécessaire. Le pH basique écarte en revanche le risque principal de corrosion par acidité.

Solution proposée : un adoucisseur à résine échangeuse d'ions. La résine porte des ions sodium Na^+ fixés sur des sites échangeurs. Lorsque l'eau traverse la résine, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont retenus par la résine et remplacés par des ions Na^+ libérés dans l'eau : les ions calcium et magnésium, responsables du tartre, sont remplacés par des ions sodium, qui ne forment pas de tartre. Lorsque la résine est saturée, elle est régénérée par une solution concentrée de chlorure de sodium.

Continue à t'entraîner

Retrouve tous les sujets et corrigés du BTS FED, classés par épreuve et par année :
bts-fed.fr/annales-sujets-et-corriges

Pour réviser tout le programme avant l'examen, les Fiches de Révision du BTS FED reprennent l'essentiel de chaque épreuve :
bts-fed.fr/fiches-de-revision

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.