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

Épreuve E42

Session 2017 • Code sujet : **17FE42PCA1** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Installation et équipements électriques (8 questions) **Page 3**

2. Systèmes d'appoint et/ou de secours à la production d'eau chaude par pompe à chaleur (5 questions) **Page 6**

3. Chauffe-eau solaire pour les logements individuels (5 questions) **Page 9**

4. Nettoyage du ballon d'eau chaude (3 questions) **Page 12**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.2 - Étude des systèmes - Physique-Chimie associées au système/2017/BTS FED - E4.2 - Étude des systèmes - Physique-Chimie associées au système - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

1. Installation et équipements électriques

L'étude porte sur l'alimentation électrique du lycée Marc Bloch, caractérisée par une puissance apparente de 240 kVA, et sur la distribution électrique de plusieurs groupes. Les annexes présentent les caractéristiques du réseau, le schéma de l'installation et la plaque signalétique d'une motopompe.

I

Question 1. À partir de l'annexe 1, citer le type de réseau choisi pour l'alimentation du lycée.

La puissance apparente est de 240 kVA, donc inférieure au seuil de 250 kVA de l'annexe 1. Le lycée est alimenté directement par le réseau public basse tension, sur un branchement de première catégorie.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Réseau public BT 230/400 V, de première catégorie.

Question 2. À partir de l'annexe 1, préciser la valeur de la tension composée.

Dans le réseau 230/400 V de l'annexe 1, 230 V est la tension entre phase et neutre. La tension composée se mesure entre deux phases : sa valeur efficace est de 400 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tension composée : 400 V efficaces.

Question 3. À partir de l'annexe 1, citer les avantages et l'inconvénient de l'abonnement en triphasé.

L'annexe 1 indique que le triphasé facilite l'alimentation des équipements triphasés, des installations de forte puissance et des raccordements sur de longues distances.

- Avantages : alimentation de moteurs et d'équipements triphasés, puissance importante, longues distances.
- Inconvénient : une phase peut être surchargée et provoquer le déclenchement du disjoncteur alors que les autres phases sont peu utilisées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Avantages : équipements triphasés, forte puissance, longues distances. Inconvénient : déséquilibre et surcharge possible d'une phase.

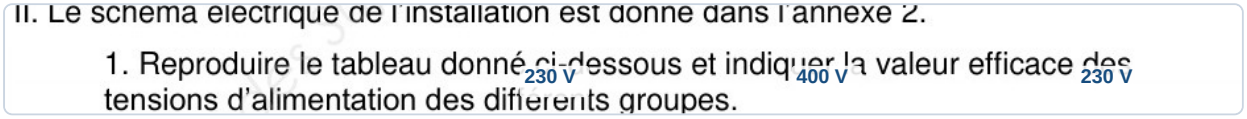
II

Question 1. À partir du schéma électrique de l'annexe 2, reproduire le tableau des groupes 1, 2 et 3 et indiquer la valeur efficace de la tension d'alimentation de chacun.

Les tensions efficaces d'alimentation se lisent sur le schéma de l'annexe 2 : 230 V pour le groupe 1, 400 V pour le groupe 2 et 230 V pour le groupe 3. Pour le groupe 2, il s'agit de la tension d'entrée du transformateur T1 ; pour le groupe 3, de la tension d'entrée du système T2.

Tension d'alimentation	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Valeur efficace	230 V	400 V	230 V

Tableau des tensions d'alimentation complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Groupe 1 : 230 V ; groupe 2 : 400 V ; groupe 3 : 230 V.

Question 2. Indiquer le rôle du système technique T1 du groupe 2 en précisant les valeurs efficaces des tensions à son entrée et à sa sortie.

Le schéma indique pour T1 une entrée de 400 V alternatifs et une sortie de 24 V alternatifs. T1 est donc un transformateur abaisseur : il réduit la tension tout en conservant sa nature alternative.

✓ RÉPONSE À RETENIR

T1 abaisse la tension de 400 V alternatif à 24 V alternatif.

Question 3. À partir du schéma électrique de l'annexe 2, préciser le rôle du système technique T2 du groupe 3.

T2 est un filtre redresseur régulé. Le schéma indique une entrée en 230 V alternatif et une sortie en 24 V continu. Il transforme donc la tension alternative en tension continue régulée pour alimenter les circuits de commande.

✓ RÉPONSE À RETENIR

T2 convertit le 230 V alternatif en 24 V continu régulé.

Question 1. À partir du schéma et de la plaque signalétique de l'annexe 3, indiquer le type de moteur utilisé par la motopompe du groupe 4.

Le schéma de l'annexe 3 représente le moteur par le symbole « 3~ » et le raccorde aux trois phases L1, L2 et L3. Il s'agit donc d'un moteur alimenté en courant alternatif triphasé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Moteur à courant alternatif triphasé.

Question 2. À partir des données de la plaque signalétique de l'annexe 3, calculer la puissance électrique Péléc absorbée par le moteur.

La plaque donne la puissance utile mécanique de 0,37 kW et le rendement de 74 %, soit 0,74. Avec $\eta = P_{\text{utile}}/P_{\text{élec}}$\u0000, on obtient $P_{\text{élec}} = 0,37/0,74 = 0,50\ \text{kW}$\u0000.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance électrique absorbée : 0,50 kW, soit 500 W.

2. Systèmes d'appoint et/ou de secours à la production d'eau chaude par pompe à chaleur

Une chaudière à condensation alimentée au gaz naturel assure l'appoint ou le secours de la pompe à chaleur lorsque les températures sont basses ou en cas de défaillance. À partir des produits de combustion de 1 kg de méthane, l'étude porte sur les énergies récupérées par refroidissement et condensation, puis sur l'intérêt de cette chaudière.

Condensation de la vapeur d'eau

Question I. Pour la combustion de 1 kg de méthane, calculer l'énergie Q1 reçue par le circuit de chauffage grâce à la condensation de la vapeur d'eau à température constante de 100 °C, en utilisant les données fournies.

La condensation de la vapeur d'eau à 100 °C libère sa chaleur latente, reçue par le circuit de chauffage. Pour les 2,25 kg d'eau produits par la combustion de 1 kg de méthane, on applique $Q_1 = m \times L_v$. Ainsi, $Q_1 = 2{,}25 \times 2{,}26 \times 10^3 = 5\,085$ kJ, soit 5,09 MJ à trois chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q_1 = 5{,}09$ MJ

II. Refroidissement des produits

Question 1. Calculer l'énergie Q2 reçue par le circuit de chauffage grâce au refroidissement du diazote de 170 °C à 45 °C.

Donnée	Valeur
Masse de N_2	0,875 kg
Chaleur massique	1,05 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Écart de température	170 °C − 45 °C = 125 K

Le diazote ne change pas d'état. L'énergie reçue par le circuit est donc la chaleur sensible : $Q_2 = m \times c \times \Delta T$. En remplaçant par les valeurs du sujet, $Q_2 = 0{,}875 \times 1{,}05 \times 125 = 114{,}84$ kJ, soit 115 kJ à trois chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q_2 = 115$ kJ

Question 2. Calculer l'énergie Q3 reçue par le circuit de chauffage grâce au refroidissement de la vapeur d'eau de 170 °C à 100 °C.

La vapeur d'eau se refroidit de 170 °C à 100 °C avant de se condenser. Pour cette étape, seule la chaleur sensible est comptée : $Q_3 = m \times c_{vap} \times \Delta T$. Avec m = 2,25 kg, c_{vap} = 2,01 kJ·kg^{-1}·K^{-1} et ΔT = 70 K, le calcul donne $Q_3 = 2{,}25 \times 2{,}01 \times 70 = 316{,}575$ kJ, soit 317 kJ à trois chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Q_3 = 317 kJ

Question 3. Calculer l'énergie Q4 reçue par le circuit de chauffage grâce au refroidissement de l'eau liquide de 100 °C à 45 °C. L'énergie Q5 reçue grâce au refroidissement du dioxyde de carbone est donnée égale à 361 kJ.

Donnée	Valeur
Masse d'eau liquide	2,25 kg
Chaleur massique de l'eau	4,20 kJ·kg^{-1}·K^{-1}
Écart de température	100 °C − 45 °C = 55 K

L'eau liquide se refroidit sans changement d'état : $Q_4 = m \times c_{eau} \times \Delta T = 2{,}25 \times 4{,}20 \times 55 = 519{,}75$ kJ, soit 520 kJ à trois chiffres significatifs. Le sujet donne également Q_5 = 361 kJ pour le refroidissement du dioxyde de carbone.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Q_4 = 520 kJ

Intérêt de la chaudière à condensation

Question II. À partir des résultats précédents, expliquer pourquoi cette chaudière est appelée « à condensation » et non « à récupération de chaleur ».

La condensation apporte Q_1 = 5 085 kJ. Les refroidissements sensibles des autres produits apportent ensemble $Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ = 1 312,17 kJ. La chaleur latente libérée par la condensation est donc très supérieure à la chaleur récupérée par simple refroidissement.

- La chaudière valorise principalement la condensation de la vapeur d'eau.
- Son nom décrit ce mécanisme, et pas seulement la récupération de chaleur sensible des fumées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La condensation fournit 5,09 MJ, contre 1,31 MJ par refroidissement sensible : la chaudière est bien « à condensation ».

3. Chauffe-eau solaire pour les logements individuels

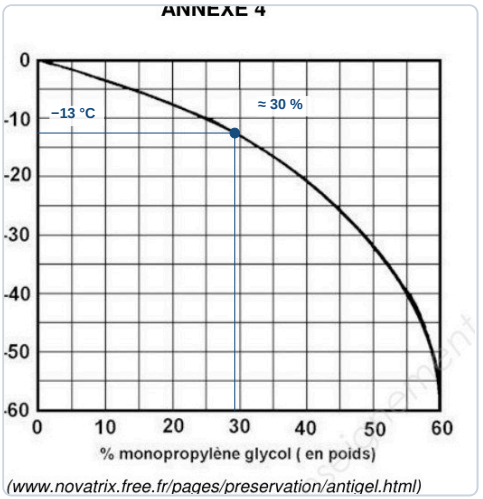
Le chauffe-eau étudié comprend dix capteurs solaires de 2,00 m² chacun, un circuit primaire d'eau glycolée et un ballon de stockage de 500 L. Les questions concernent la protection contre le gel, le remplissage du circuit, l'énergie solaire transmise à l'eau et le risque lié à plusieurs jours de fort ensoleillement sans soutirage.

I. Mise en service du circuit primaire

Question 1. Pour des températures extrêmes pouvant atteindre -13 °C, utiliser le diagramme de l'annexe 4 pour déterminer le pourcentage de monopropylène glycol à employer dans le circuit primaire.

Sur l'annexe 4, partir de −13 °C sur l'axe vertical, tracer jusqu'à la courbe, puis lire le pourcentage sur l'axe horizontal. La lecture donne environ 30 % de monopropylène glycol en poids. C'est la concentration à retenir pour protéger le circuit contre le gel à la température minimale indiquée. La valeur est approximative, car elle est lue sur un graphique gradué.

Lecture du pourcentage antigel



✓ RÉPONSE À RETENIR

Prévoir environ 30 % de monopropylène glycol en poids.

Question 2. Le technicien dispose de cinq bidons de 10,0 L contenant chacun un mélange à 60 % de monopropylène glycol. Proposer une procédure de remplissage de l'ensemble des capteurs et déterminer le nombre de bidons à utiliser, en tenant compte de la capacité des capteurs et de la tuyauterie.

1. Le volume à remplir est de 10 × 2,90 + 15 = 44,0 L.
2. Pour obtenir un mélange à 30 % à partir du produit à 60 %, mélanger 22,0 L de produit avec 22,0 L d'eau.
3. Homogénéiser le mélange, remplir le circuit, purger l'air puis compléter jusqu'au volume requis.

Les 22,0 L de produit représentent 2,2 bidons de 10,0 L. Il faut donc utiliser 3 bidons, dont une partie seulement du troisième. La procédure suppose que les proportions volumiques du mélange sont assimilées aux proportions indiquées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mélanger 22,0 L de produit à 60 % et 22,0 L d'eau. Utiliser 3 bidons.

II. Élévation de température de l'eau du ballon

Question 1. À partir de l'énergie moyenne de rayonnement, de la surface des capteurs et de leur rendement, montrer que l'énergie E fournie à l'eau du ballon par les capteurs en une journée est égale à 90,7 MJ.

La surface totale des dix capteurs est de 10 × 2,00 = 20,0 m². Ils reçoivent 1,80 × 20,0 = 36,0 kWh par jour. Avec un rendement de 70,0 %, l'énergie transmise à l'eau vaut E = 36,0 × 0,700 = 25,2 kWh. La conversion 1 kWh = 3,6 MJ donne E = 25,2 × 3,6 = 90,72 MJ, soit 90,7 MJ à trois chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

E = 90,7 MJ par jour.

Question 2. À partir de l'énergie fournie, de la contenance du ballon, de la masse volumique de l'eau et de sa chaleur massique, déduire l'élévation maximale de température ΔTmax durant une journée sans utilisation d'eau chaude sanitaire.

Grandeur	Valeur
Volume d'eau	500 L = 0,500 m³
Masse d'eau	ρV = 1000 × 0,500 = 500 kg
Énergie reçue	90,7 MJ = 90 700 kJ

La relation calorimétrique est $E = m\, c_{eau}\, \Delta T$. Ainsi, $\Delta T_{max} = 90\,700 \div (500 \times 4{,}20) = 43{,}2$ K. Une variation de 1 K équivaut à une variation de 1 °C : la hausse maximale est donc d'environ 43,2 °C en une journée. La température finale dépend toutefois de la température initiale de l'eau.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Delta T_{max} \approx 43{,}2$ °C en une journée sans soutirage.

Question 3. Après plusieurs jours de fort ensoleillement sans soutirage d'eau chaude, indiquer le risque encouru par l'installation.

Sans soutirage, l'énergie solaire continue de chauffer le ballon et le circuit primaire. Après plusieurs jours, l'installation peut subir une surchauffe et une hausse de pression. Le fluide caloporteur peut se dégrader et les organes de sécurité ou les composants peuvent être sollicités.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Risque de surchauffe et de surpression, avec dégradation possible du fluide ou des composants.

4. Nettoyage du ballon d’eau chaude

Après trois années de fonctionnement, la température de l’eau chaude sanitaire fournie par le ballon a fortement diminué. L’étude demande d’expliquer ce dysfonctionnement à l’aide de l’annexe sur la dureté de l’eau, puis d’évaluer un nettoyage à l’acide chlorhydrique et de proposer une autre solution.

Diagnostic du dysfonctionnement

Question I. Sachant que l’établissement se situe dans l’Hérault, département 34, et en utilisant l’annexe 5, proposer une explication du dysfonctionnement.

L’annexe 5 classe l’eau de l’Hérault parmi les eaux très dures. Elle contient donc beaucoup d’ions favorisant la formation de dépôts calcaires. Lors du chauffage, ces dépôts s’accumulent sur les surfaces d’échange du ballon et freinent le transfert thermique vers l’eau sanitaire. L’entartrage explique ainsi la baisse de température observée après trois années de fonctionnement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’eau très dure favorise l’entartrage du ballon et réduit ses échanges thermiques.

II. Nettoyage du ballon

Question 1. À partir de l’équation de réaction et des masses molaires fournies, déterminer le volume V d’acide chlorhydrique de pH égal à 1 nécessaire pour éliminer 1,0 kg de calcaire. Déterminer d’abord la quantité de matière de CaCO3, puis celle des ions H3O+ nécessaires.

La masse molaire du calcaire est $M(\mathrm{CaCO_3}) = 40{,}1 + 12{,}0 + 3 \times 16{,}0 = 100{,}1\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$. Pour $1{,}0\ \mathrm{kg} = 1000\ \mathrm{g}$, $n_{\mathrm{CaCO_3}} = 1000/100{,}1 = 9{,}99\ \mathrm{mol}$. L’équation exige deux moles d’ions $\mathrm{H_3O^+}$ par mole de calcaire, soit $n_{\mathrm{H_3O^+}} = 19{,}98\ \mathrm{mol}$. Avec $\mathrm{pH} = 1$, leur concentration vaut $10^{-1} = 0{,}10\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. Ainsi, $V = n/C = 199{,}8\ \mathrm{L}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il faut environ 200 L d’acide chlorhydrique de pH 1 pour éliminer 1,0 kg de calcaire.

Question 2. Le volume d’acide obtenu étant relativement important, préciser si ce nettoyage est réaliste et proposer une autre solution.

Remplir le ballon avec près de 200 L d’acide dilué n’est pas une méthode réaliste : cela implique une quantité importante de produit corrosif et un rejet à traiter. Il est préférable de vidanger le ballon et d’éliminer le tartre par détartrage mécanique adapté. Si un traitement chimique est nécessaire, faire circuler en circuit fermé un produit détartrant compatible avec l’acier inoxydable, puis rincer soigneusement. Un adoucisseur installé en amont peut limiter la formation de nouveaux dépôts.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le nettoyage par remplissage à l’acide n’est pas réaliste : privilégier un détartrage adapté et traiter l’eau en prévention.

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E42 de Physique et Chimie associées au système, session 2017, porte le code 17FE42PCA1 et dure 2 heures, coefficient 2. À partir du lycée Marc Bloch de Sérignan, elle étudie l'installation électrique, une chaudière à condensation, un chauffe-eau solaire et l'entretien du ballon. Elle évalue l'analyse de schémas, les bilans thermiques et les calculs de chimie.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Dans un réseau triphasé 230/400 V, la tension composée est mesurée entre deux phases.
- La chaleur sensible se calcule par Q = m c ΔT et la chaleur de condensation par Q = m Lv.
- Le rendement énergétique vaut η = énergie utile / énergie reçue.
- Les coefficients d'une équation chimique équilibrée donnent les proportions molaires des réactifs.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer tension simple et tension composée en repérant les conducteurs sur le schéma.
- Convertir les unités avant les calculs et exprimer chaque résultat avec son unité.
- Séparer le refroidissement de la vapeur, sa condensation, puis le refroidissement de l'eau liquide.
- Pour le dosage acide-calcaire, appliquer la stœchiométrie de H3O+ et déduire sa concentration du pH.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment organiser le calcul de chaleur dans une chaudière à condensation ?

Séparez le refroidissement des gaz, celui de la vapeur jusqu'à 100 °C, la condensation à température constante, puis le refroidissement de l'eau liquide. Appliquez à chaque étape la relation adaptée et additionnez les énergies récupérées.

Q : Comment déterminer la proportion de glycol nécessaire contre le gel ?

Repérez -13 °C sur l'axe du point de gel de l'annexe 4, rejoignez la courbe et lisez le pourcentage de glycol correspondant. Pour le remplissage, calculez d'abord le volume total du circuit et tenez compte de la concentration du mélange disponible.

Q : Comment gérer le temps et les calculs pendant cette épreuve ?

L'épreuve dure deux heures et la calculatrice est autorisée. Traitez d'abord les questions directes sur les schémas, puis consacrez du temps aux bilans énergétiques et au dosage. Gardez quelques minutes pour vérifier les unités et les résultats.

Q : Quels éléments sont attendus dans les réponses et la notation ?

Le sujet ne fournit pas de barème détaillé. Présentez les données utiles, la relation choisie, les conversions, le calcul et le résultat avec son unité. Pour les explications, appuyez-vous explicitement sur les schémas et les annexes demandés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.2 - Étude des systèmes - Physique-Chimie associées au système/2017/BTS FED - E4.2 - Étude des systèmes - Physique-Chimie associées au système - 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.