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 TP, veuillez visiter :
btstp.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS TRAVAUX PUBLICS • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

U3.2 SCIENCES PHYSIQUES

Session 2014 • Code sujet : **TVE3SC1** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude du béton cellulaire et estimation de sa teneur en air (10 questions) **Page 3**

2. Étude de l'isolation thermique de la réserve (3 questions) **Page 6**

3. Étude des panneaux solaires pour la production d'eau chaude (7 questions) **Page 8**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://btstp.fr/assets/annales/bts-tp/E3.2 - Physique chimie/2014/BTS TP - E3.2 - Physique chimie - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

1. Étude du béton cellulaire et estimation de sa teneur en air

La partie étudie la fabrication du béton cellulaire par réaction de l'aluminium en milieu basique, ainsi que ses propriétés et ses avantages comme matériau de construction. Elle demande aussi de proposer une mesure de masse volumique et d'estimer le pourcentage d'air contenu dans le matériau.

A.1

Question Q1. À partir de l'extrait de la fiche de données de sécurité de l'hydroxyde de sodium, indiquer les précautions à prendre pour manipuler la solution correspondante.

La fiche indique que la solution est **corrosive**. Porter une blouse, des gants et des lunettes de protection. Éviter les projections et tout contact avec la peau ou les yeux ; rincer abondamment à l'eau en cas de contact.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Porter blouse, gants et lunettes ; éviter les projections et tout contact avec la solution corrosive.

Question Q2. Parmi les espèces chimiques des trois couples d'oxydo-réduction fournis, identifier celles qui sont présentes initialement dans le tube à essai avec l'aluminium, juste avant le début de la transformation chimique.

La solution aqueuse apporte les ions hydroxyde et le solvant eau. L'aluminium en poudre est ajouté avant le début de la réaction.

- Présents : $\mathrm{HO^-}$, $\mathrm{H_2O}$ et $\mathrm{Al(s)}$.
- Absents initialement : $\mathrm{O_2}$, $\mathrm{H_2}$ et $\mathrm{Al(OH)_4^-}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Espèces présentes initialement : $\mathrm{HO^-}$, $\mathrm{H_2O}$ et $\mathrm{Al(s)}$.

Question Q3. Parmi les espèces initialement présentes dans le tube à essai, identifier l'oxydant le plus fort et le réducteur le plus fort.

Parmi les espèces initialement présentes, l'eau est l'oxydant, car elle peut capter des électrons selon le couple $\mathrm{H_2O/H_2}$. L'aluminium métallique est le réducteur, car il peut céder des électrons selon le couple $\mathrm{Al(OH)_4^-/Al}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oxydant le plus fort : $\mathrm{H_2O}$. Réducteur le plus fort : $\mathrm{Al(s)}$.

Question Q4. Justifier, sans écrire d'équation bilan, que le gaz formé pendant la transformation chimique dans le tube à essai est du dihydrogène.

L'aluminium cède des électrons en s'oxydant. L'eau peut capter ces électrons : le couple H_2O/H_2 indique que cette réduction produit du dihydrogène.

Le gaz formé est donc $H_2(g)$, ce qui explique l'effervescence.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le gaz formé est le dihydrogène $H_2(g)$, produit par réduction de l'eau.

Question Q5. Écrire l'équation bilan équilibrée de la réaction modélisant la transformation chimique qui conduit à la formation de dihydrogène dans le tube à essai.

En milieu basique, l'équation bilan équilibrée de la réaction est :

$$2\,Al + 2\,HO^- + 6\,H_2O \rightarrow 2\,Al(OH)_4^- + 3\,H_2$$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $$2\,Al + 2\,HO^- + 6\,H_2O \rightarrow 2\,Al(OH)_4^- + 3\,H_2$$

Question Q6. Montrer que la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium, cb = 2,00 × 10⁻² mol·L⁻¹, utilisée pour modéliser la formation de gaz, permet d'obtenir des conditions de pH proches de celles du ciment, dont le pH est de 12,4.

La soude étant une base forte, $[HO^-] = 2{,}00 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$. À 25 °C, $pH = 14 + \log_{10}([HO^-])$, donc $pH = 14 + \log_{10}(2{,}00 \times 10^{-2}) \approx 12{,}30$. Cette valeur est proche du pH 12,4 du ciment.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $pH \approx 12{,}30$, proche du pH 12,4 du ciment.

Question Q7. À l'aide du tableau des masses volumiques et des conductivités thermiques, justifier les différences observées entre le béton ordinaire et le béton cellulaire.

Propriété	Béton ordinaire	Béton cellulaire
Masse volumique (kg·m⁻³)	1600 à 2450	550 à 950
Conductivité thermique (W·m⁻¹·K⁻¹)	1,75	0,16 à 0,33

Les alvéoles contiennent de l'air, dont la masse volumique et la conductivité thermique sont faibles. Elles expliquent que le béton cellulaire soit à la fois plus léger et moins conducteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le béton cellulaire est plus léger et moins conducteur thermiquement, grâce à sa structure alvéolaire riche en air.

Question Q8. Dégager des avantages du béton cellulaire en tant que matériau de construction.

Ces propriétés offrent plusieurs avantages pour la construction :

- la faible masse volumique facilite le transport, la manutention et la pose ;
- les éléments légers réduisent les charges supportées par la structure ;
- la faible conductivité thermique améliore l'isolation et limite les besoins de chauffage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Matériau léger, facile à mettre en œuvre et offrant une bonne isolation thermique.

A.2

Question Q9. Établir un protocole expérimental pour déterminer la masse volumique ρ_1 du béton témoin constituant le parpaing. Préciser le matériel à utiliser et détailler les opérations à effectuer.

Matériel : balance, règle ou pied à coulisse et, si l'échantillon est irrégulier, éprouvette graduée et film étanche.

1. Sécher l'échantillon et mesurer sa masse m.
2. Déterminer son volume V par ses dimensions s'il est régulier. Sinon, mesurer le déplacement d'eau en protégeant l'échantillon poreux du contact avec l'eau.
3. Convertir en unités SI et calculer $\rho_1 = m/V$ en $\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mesurer la masse et le volume du béton témoin, puis calculer $\rho_1 = m/V$.

Question Q10. Au vu des résultats expérimentaux, déterminer si le pourcentage d'air en volume du béton cellulaire étudié correspond à celui attendu.

Avec $\rho_{air} = 1{,}2\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$, on applique la relation fournie : $\dfrac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 - \rho_{air}} \times 100 = \dfrac{1864 - 603}{1864 - 1{,}2} \times 100 \approx 67{,}7\ \%$. Cette proportion dépasse 60 %, valeur annoncée pour l'air dans le béton cellulaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le béton cellulaire contient environ 67,7 % d'air en volume : le résultat correspond à l'attendu, supérieur à 60 %.

2. Étude de l'isolation thermique de la réserve

Cette partie porte sur l'isolation des murs d'une annexe de mairie et sur la réserve représentée sur le plan coté. Il faut calculer les pertes thermiques à travers les murs et la fenêtre, les comparer au critère BBC indiqué et discuter la rigueur du raisonnement.

B.1

Question Q11. Avec une surface de murs extérieurs de 13,3 m², une résistance thermique surfacique totale RT = 5,3 m²·K·W⁻¹, une température extérieure de 10 °C et une température intérieure de 14 °C, montrer que le flux thermique à travers les murs extérieurs de la réserve, hors fenêtre, vaut Φ₁ = 10 W.

Pour une paroi plane, le flux thermique s'écrit $\Phi_1 = S(\theta_i - \theta_e)/R_T$. L'écart de température vaut $14 - 10 = 4\ \mathrm{K}$, car un écart de $1\ ^\circ\mathrm{C}$ équivaut à $1\ \mathrm{K}$. Avec $S = 13,3\ \mathrm{m^2}$ et $R_T = 5,3\ \mathrm{m^2\,K\,W^{-1}}$, on obtient $\Phi_1 = 13,3 \times 4/5,3 = 10,04\ \mathrm{W}$. À deux chiffres significatifs, cela confirme la valeur annoncée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le flux thermique à travers les murs extérieurs, hors fenêtre, est $\Phi_1 \approx 10\ \mathrm{W}$.

B.2

Question Q12. Calculer les pertes thermiques de la réserve par mètre carré de surface au sol, en utilisant les flux des murs et de la fenêtre, Φ₂ = 13 W. Indiquer si le résultat est conforme à l'exigence de 5,7 W par mètre carré au sol.

Grandeur	Valeur
Surface au sol de la réserve	$3,50 \times 2,70 = 9,45\ \mathrm{m^2}$
Flux total perdu	$10 + 13 = 23\ \mathrm{W}$
Pertes par mètre carré	$23/9,45 = 2,43\ \mathrm{W\,m^{-2}}$

Le plan donne les dimensions intérieures de la réserve. En rapportant les flux des murs et de la fenêtre à la surface au sol, on trouve une valeur inférieure au seuil de $5,7\ \mathrm{W\,m^{-2}}$. Ce calcul concerne uniquement la réserve : il ne suffit donc pas, à lui seul, à établir la conformité BBC de l'ensemble du bâtiment.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour la réserve, les pertes valent $2,43\ \mathrm{W\,m^{-2}}$, sous le seuil indiqué de $5,7\ \mathrm{W\,m^{-2}}$.

Question Q13. Expliquer en quoi le raisonnement utilisé pour évaluer les performances thermiques globales pourrait être plus rigoureux.

Le raisonnement ne considère que les pertes de la réserve par ses murs extérieurs et sa fenêtre. Pour vérifier la performance globale du bâtiment, il faudrait notamment :

- additionner les déperditions de toutes les parois et ouvertures donnant sur l’extérieur ;
- inclure les ponts thermiques ainsi que les pertes par ventilation et infiltrations d’air ;
- rapporter le bilan à la surface totale au sol du bâtiment et tenir compte des températures des différents locaux.

La valeur calculée pour la réserve seule ne démontre donc pas la conformité globale.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Établir le bilan complet des pertes du bâtiment, puis le rapporter à sa surface totale au sol chauffée.

3. Étude des panneaux solaires pour la production d'eau chaude

La partie étudie une installation de six panneaux solaires thermiques et le chauffage d'un fluide caloporteur pendant une journée d'ensoleillement. Les questions portent sur les puissances, l'énergie, la température de sortie du fluide, le confort d'utilisation et les économies annuelles par rapport à un chauffe-eau électrique.

C.1

Question Q14. Calculer la puissance solaire moyenne reçue par l'installation à partir du flux solaire moyen et de la surface totale des six panneaux.

La puissance solaire incidente est le produit du flux surfacique par la surface totale des panneaux : $P_r = \Phi_{solaire} S_p$. Avec $\Phi_{solaire} = 800\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$ et $S_p = 11{,}5\ \mathrm{m^2}$, on obtient $P_r = 800 \times 11{,}5 = 9\,200\ \mathrm{W}$. Il s'agit de la puissance reçue avant les pertes liées au rendement des panneaux.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_r = 9{,}2\ \mathrm{kW}$.

Question Q15. Vérifier que la puissance moyenne transmise au fluide caloporteur est d'environ 7,4 kW, en utilisant le rendement des panneaux solaires.

Le rendement indique la fraction de la puissance reçue transmise au fluide. Ainsi, $P_{Tr} = \eta P_r = 0{,}80 \times 9\,200 = 7\,360\ \mathrm{W}$, soit $7{,}36\ \mathrm{kW}$. Arrondie à deux chiffres significatifs, cette puissance vaut bien environ $7{,}4\ \mathrm{kW}$. Les 20 % restants correspondent aux pertes de l'installation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_{Tr} = 7{,}36\ \mathrm{kW}$, soit environ $7{,}4\ \mathrm{kW}$.

Question Q16. À partir des caractéristiques fournies du luxmètre, expliquer si cet appareil est adapté pour vérifier l'ordre de grandeur de la puissance solaire moyenne reçue par l'installation.

À la longueur d'onde donnée, $1\ \mathrm{lux} = 1{,}5 \times 10^{-3}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$. Le flux reçu de $800\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$ correspond donc à un éclairement d'environ $800 / (1{,}5 \times 10^{-3}) = 5{,}3 \times 10^{5}\ \mathrm{lux}$. Or le luxmètre ne mesure que jusqu'à $40\,000\ \mathrm{lux}$: la valeur attendue est hors de sa plage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le luxmètre n'est pas adapté : l'éclairement attendu est d'environ $533\,000\ \mathrm{lux}$, au-delà de sa limite de $40\,000\ \mathrm{lux}$.

C.2

Question Q17. En utilisant la puissance transmise donnée à la question Q15, montrer que l'énergie transmise au fluide caloporteur par jour vaut Q = 2,1 × 10⁸ J.

La durée d'ensoleillement vaut $8\ \text{h} = 8 \times 3\,600 = 28\,800\ \text{s}$. L'énergie transmise est $Q = P_{Tr}\Delta t$. Avec $P_{Tr} = 7\,360\ \text{W}$, on obtient $Q = 7\,360 \times 28\,800 = 2{,}11968 \times 10^{8}\ \text{J}$. À deux chiffres significatifs, cela donne la valeur demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q \approx 2{,}1 \times 10^{8}\ \text{J}$ par jour.

Question Q18. Calculer la masse de liquide ayant circulé dans les panneaux pendant les 480 minutes d'ensoleillement.

Le volume circulé pendant $480\ \text{min}$ est $V = Q_v \Delta t = 2{,}5 \times 480 = 1\,200\ \text{L} = 1{,}2\ \text{m}^3$. Avec la masse volumique $\rho = 1\,040\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, la masse correspondante vaut $m = \rho V = 1\,040 \times 1{,}2 = 1\,248\ \text{kg}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m = 1\,248\ \text{kg}$.

Question Q19. Déduire l'élévation de température subie par le liquide, puis calculer la température de sortie θs du fluide caloporteur.

La relation thermique est $Q = mC\Delta\theta$, donc $\Delta\theta = Q/(mC)$. En utilisant l'énergie arrondie de la question précédente, $Q = 2{,}1 \times 10^{8}\ \text{J}$, on trouve $\Delta\theta = 2{,}1 \times 10^{8}/(1\,248 \times 3\,708) \approx 45{,}4\ ^\circ\text{C}$. La température de sortie est alors $\theta_s = 13 + 45{,}4$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta\theta \approx 45{,}4\ ^\circ\text{C}$ et $\theta_s \approx 58{,}4\ ^\circ\text{C}$.

C.3

Question Q20. À l'aide des questions précédentes, argumenter en faveur de ce mode de production d'eau chaude en s'intéressant au confort d'utilisation. Calculer les économies financières réalisées par an pour 200 jours d'utilisation par rapport à un chauffe-eau électrique, sachant que le kilowattheure est facturé 12 centimes par EDF.

La température de sortie estimée, $58{,}4\ ^\circ\text{C}$, dépasse le seuil de confort de $50\ ^\circ\text{C}$: le dispositif permet donc d'obtenir de l'eau suffisamment chaude dans les conditions étudiées. L'énergie récupérée par jour est d'environ $2{,}1 \times 10^{8}\ \text{J}$.

Sur 200 jours, cela correspond à $2{,}1 \times 10^{8} \times 200 / (3{,}6 \times 10^{6}) \approx 11\,667\ \mathrm{kWh}$. Au tarif de $0{,}12\ €$ par kilowattheure, l'économie annuelle est d'environ $1\,400\ €$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Confort assuré : $\theta_s \approx 58{,}4\ °\mathrm{C} > 50\ °\mathrm{C}$. Économie annuelle estimée : $1\,400\ €$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2014)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U3.2 Sciences physiques du BTS Travaux publics, session 2014, porte le code TVE3SC1 et dure deux heures, avec un coefficient 2. Elle étudie le bâtiment basse consommation : béton cellulaire, isolation thermique d'une réserve et panneaux solaires pour l'eau chaude. Les compétences évaluées comprennent l'oxydo-réduction, les mesures physiques, les transferts thermiques, l'énergie et l'analyse d'un dispositif énergétique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La masse volumique se détermine par $\rho = m/V$, après mesure de la masse et du volume de l'échantillon.
- Le flux thermique traversant une paroi s'évalue avec $\Phi = S \times \Delta T/RT$.
- L'énergie transférée pendant une durée donnée est $Q = P \times \Delta t$; convertir la durée en secondes pour obtenir des joules.
- Pour un fluide chauffé, $Q = m \times C \times \Delta T$; l'élévation de température vaut $\Delta T = Q/(mC)$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter les précautions de manipulation indiquées par le caractère corrosif de la solution d'hydroxyde de sodium.
- Distinguer les espèces présentes au départ des produits formés et justifier le sens de la réaction avec les couples fournis.
- Convertir les unités avant les calculs, notamment les minutes en secondes et les litres en mètres cubes si nécessaire.
- Pour comparer les pertes au critère BBC, diviser la puissance thermique totale perdue par la surface au sol de la réserve.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le flux thermique traversant un mur ?

Utilisez $\Phi = S \times (\theta i - \theta e)/RT$, où S est la surface, θi et θe les températures intérieure et extérieure, et RT la résistance thermique surfacique. La différence de températures peut être exprimée en °C ou en K et le flux obtenu est en watts.

Q : Comment relier l'énergie solaire reçue à l'élévation de température du fluide ?

Déterminez d'abord l'énergie transmise et la masse de fluide ayant circulé. Appliquez ensuite $Q = mC\Delta T$ pour calculer l'élévation de température, puis ajoutez-la à la température d'entrée afin d'obtenir la température de sortie.

Q : Comment gérer le temps et le barème dans cette épreuve ?

L'épreuve dure deux heures. Les parties A, B et C valent respectivement 8, 4,5 et 7,5 points : répartissez votre temps selon ces pondérations, en gardant quelques minutes pour vérifier les unités, les calculs et les réponses.

Q : Quels critères le sujet demande-t-il de vérifier pour l'isolation et le chauffage solaire ?

Pour l'isolation de la réserve, comparez les pertes par mètre carré au sol au seuil de 5,7 W/m² indiqué. Pour le chauffage solaire, utilisez la température calculée du fluide et vérifiez si elle dépasse 50 °C, seuil de confort mentionné.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btstp.fr/assets/annales/bts-tp/E3.2 - Physique chimie/2014/BTS TP - E3.2 - Physique chimie - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Travaux Publics : 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.