



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](http://www.formav.co/explorer)

# Corrigé du sujet d'examen - E3.2 - Physique-Chimie - BTS FED (Fluides Énergies Domotique) - Session 2018

## 1. Rappel du contexte du sujet

Ce corrigé concerne l'épreuve E32 de Physique et Chimie du BTS Fluides Énergies Domotique, session 2018. Le sujet aborde des thèmes variés liés à la physique des fluides, la thermodynamique et la chimie appliquée à un sous-marin, le SAGA. Les questions sont réparties en quatre parties : immersion, régulation de température, propulsion et protection de la coque.

## 2. Correction question par question

### A. Immersion du sous-marin

#### 1. Donner l'expression de la pression $P(z)$ à la côte $z$ en fonction de $\rho$ , $g$ , $z$ et $P_0$ .

La pression  $P(z)$  à une profondeur  $z$  est donnée par la formule :

$$P(z) = P_0 + \rho g z$$

où  $P_0$  est la pression atmosphérique,  $\rho$  est la masse volumique du fluide,  $g$  est l'accélération due à la pesanteur et  $z$  est la profondeur.

#### 2. Vérifier que la pression $P_{600}$ à la profondeur de 600m est égale à $6,2 \cdot 10^6$ Pa.

Pour  $z = 600$  m :

$$P(600) = P_0 + \rho g z = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} + (1,03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)(9,81 \text{ m/s}^2)(600 \text{ m})$$

Calculons :

$$P(600) = 1,0 \cdot 10^5 + 1,03 \cdot 10^3 * 9,81 * 600 = 1,0 \cdot 10^5 + 6,0588 \cdot 10^6$$

$$P(600) = 6,1588 \cdot 10^6 \text{ Pa} \approx 6,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

#### 3. Calculer la valeur maximale $F_{\max}$ de la force que doit supporter le hublot du sous-marin.

La force  $F_{\max}$  exercée sur le hublot peut être calculée par :

$$F_{\max} = P(z) * A$$

Où  $A$  est l'aire du hublot :  $A = \pi(d/2)^2 = \pi(0,25 \text{ m})^2 \approx 0,1963 \text{ m}^2$ .

$$\text{Donc, } F_{\max} = 6,2 \cdot 10^6 \text{ Pa} * 0,1963 \text{ m}^2 \approx 1,218 \cdot 10^6 \text{ N.}$$

#### 4. À l'aide du document, indiquer l'épaisseur minimale $e_{\min}$ de la vitre du hublot.

En consultant le tableau, pour une pression de  $6,2 \cdot 10^6$  Pa, l'épaisseur minimale de la vitre est de 10 cm, car c'est la première valeur qui dépasse la force calculée.

### B. Régulation de température

#### 1. Indiquer les grandeurs d'entrée et de sortie de la sonde.

Grandeur d'entrée : Température  $\theta$  (°C) ; Grandeur de sortie : Résistance  $R$  (Ohm).

## 2. Décrire le protocole expérimental permettant de tracer la courbe caractéristique de ce capteur.

Le protocole consiste à :

- Plonger la sonde Pt100 dans un bain de température contrôlée.
- Mesurer la résistance  $R$  à différentes températures (par exemple, tous les  $50^{\circ}\text{C}$ ).
- Noter les valeurs obtenues dans un tableau.
- Tracer la courbe  $R = f(\theta)$  en représentant  $R$  sur l'axe des ordonnées et  $\theta$  sur l'axe des abscisses.

## 3. Tracer la courbe caractéristique de la sonde Pt100 dans le domaine de température $0^{\circ}\text{C}$ à $300^{\circ}\text{C}$ .

La courbe caractéristique est une droite croissante, reliant les points suivants :

- (0, 100)
- (50, 119,4)
- (100, 138,51)
- (150, 157,33)
- (200, 175,86)
- (250, 194,10)
- (300, 212,05)

## 4. En déduire l'expression de la résistance $R$ en fonction de la température $\theta$ .

On peut modéliser la relation par une équation linéaire  $R(\theta) = a\theta + b$ , où  $a$  et  $b$  sont à déterminer à partir des points de mesure. En utilisant les valeurs de résistance aux températures connues, on peut calculer  $a$  et  $b$ .

## C. Propulsion du sous-marin

### 1. Représenter l'allure du cycle dans le diagramme (P,V) sur le document réponse 2 et orienter le cycle.

Le cycle de Stirling est représenté par un rectangle dans le diagramme (P,V), avec les points (P1, V1), (P2, V2), (P3, V3) et (P4, V4) correspondant aux états 1 à 4. L'orientation doit suivre le sens horaire.

### 2. Exprimer les transferts thermiques $Q_{12}$ , $Q_{23}$ , $Q_{34}$ et $Q_{41}$ échangés par le fluide au cours du cycle.

Les transferts thermiques sont :

- $Q_{12} = nR(T_2 - T_1)$
- $Q_{23} = nC_v(T_3 - T_2)$
- $Q_{34} = nR(T_3 - T_4)$
- $Q_{41} = nC_v(T_1 - T_4)$

### 3. À l'aide du premier principe de la thermodynamique, exprimer le travail du cycle $W_{\text{cycle}}$ .

$$W_{\text{cycle}} = Q_{\text{entrée}} - Q_{\text{sortie}} = Q_{12} + Q_{34} - (Q_{23} + Q_{41}).$$

### 4. Donner l'expression du rendement $\eta$ du moteur et vérifier qu'il peut s'exprimer en fonction des températures $T_1$ et $T_3$ .

Le rendement est donné par :

$$\eta = |W_{\text{cycle}}| / |Q_{\text{entrée}}|$$

En remplaçant par les expressions de Q et W, on vérifie que :

$$\eta = (T_3 - T_1) / T_3$$

Ce qui se simplifie pour obtenir  $\eta = (T_3 - T_1) / T_3$ .

#### 5. Calculer la valeur du rendement.

Pour  $T_1 = 300 \text{ K}$  et  $T_3 = 600 \text{ K}$  :

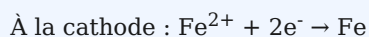
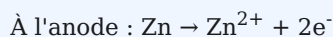
$$\eta = (600 - 300) / 600 = 0,5, \text{ soit } 50\% \text{ de rendement.}$$

### D. Protection de la coque

#### 1. Reformuler la phrase suivante : le zinc est souvent choisi pour son électropositivité ( $\text{Zn}^{2+}$ ) dans la protection cathodique de l'acier ou de métaux ferreux.

Le zinc est fréquemment sélectionné en raison de son potentiel électropositif ( $\text{Zn}^{2+}$ ) pour protéger l'acier et d'autres métaux ferreux par une méthode de protection cathodique.

#### 2. Écrire les deux demi-équations électroniques observées à l'anode et à la cathode.



### II. Étude cristallographique du fer

#### 1. Vérifier que la population N d'une maille est égale à deux.

Dans un réseau cubique centré, il y a 2 atomes par maille (1 atom dans le centre et 8 coins avec 1/8 d'atome chacun).

#### 2. Montrer que la valeur de la masse volumique $\rho_{\text{Fe}}$ du fer est égale à $7,89 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

$$\rho = (N * M(\text{Fe})) / (a^3), \text{ avec } a = 2R = 2 * 124 \text{ pm} = 248 \text{ pm} = 248 * 10^{-12} \text{ m.}$$

En effectuant les calculs, on obtient  $\rho \approx 7,89 * 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

#### 3. Retrouver la masse MT totale du sous-marin.

La masse de la coque est 22% de la masse totale :

$$0,22 * MT = \rho * V = 7,89 * 10^3 \text{ kg/m}^3 * 15,4 \text{ m}^3$$

$$MT = (7,89 * 10^3 * 15,4) / 0,22 \approx 550 \text{ t, ce qui confirme la masse donnée.}$$

### 3. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Oublier de convertir les unités (ex. :  $\text{m}^3$  en  $\text{kg}$ ).
- Ne pas justifier les étapes de calcul.

- Ne pas vérifier les résultats avec les données du sujet.

Points de vigilance :

- Lire attentivement chaque question pour ne pas passer à côté des détails.
- Utiliser les formules appropriées et vérifier leur application.

Conseils pour l'épreuve :

- Organiser son temps pour traiter toutes les questions.
- Faire des schémas lorsque cela est pertinent.
- Relire les réponses pour corriger les erreurs éventuelles.

© 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.