



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BTS HYGIÈNE / PROPRETÉ / ENVIRONNEMENT

## SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2014

---

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

---

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

**Document à rendre avec la copie :**

- Annexe .....page 7/7.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

Le sujet comporte 2 parties indépendantes (Physique – Chimie).

---

Il sera tenu compte de la présentation.

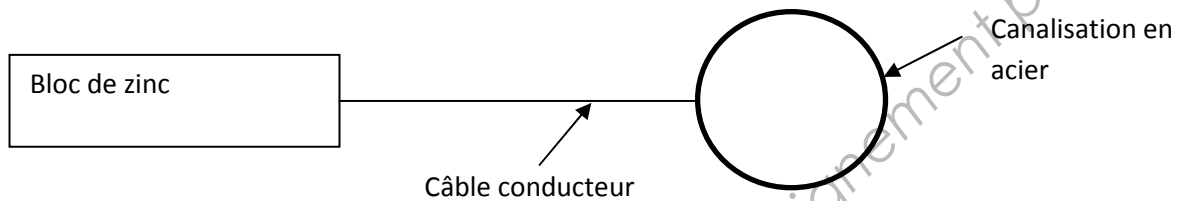
BTS HYGIENE PROPLETE ET ENVIRONNEMENT		Session 2014
Sciences-Physiques	Code : HPE1SC	Page : 1/7

## - CHIMIE - (11,5 points)

Les trois exercices sont indépendants.

### Exercice 1 : Protection d'une canalisation contre la corrosion (5 points)

La distribution d'eau potable s'effectue à l'aide d'un réseau de canalisations enterrées dont certaines sont en acier. Il convient de les protéger contre la formation de rouille, dont une étape intermédiaire de formation est la transformation du fer métallique (Fe) en ion fer (II) ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Pour cela, on raccorde à la canalisation un bloc de zinc à l'aide d'un câble conducteur. Le zinc métallique (Zn) se transforme lors de la réaction en ion zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ).



1. L'association du bloc de zinc à la canalisation en acier peut être modélisée par la pile électrochimique dont le schéma, proposé en annexe page 7/7, est à **rendre avec votre copie**.

1.1. Compléter ce schéma en utilisant les termes : anode ; cathode ;  $\text{Fe}^{2+}$  ;  $\text{Zn}^{2+}$  ; oxydation ; réduction ; + ; -.

1.2. Écrire les demi-équations électroniques des deux couples oxydoréducteurs mis en présence. En déduire l'équation de la réaction lorsque la pile fonctionne.

1.3. Ce type de protection est appelé « protection par anode sacrificielle ». Justifier ce nom.

2. Aurait-on pu utiliser un bloc de cuivre à la place du bloc de zinc pour protéger la canalisation ? Justifier la réponse à l'aide des potentiels standard suivants :

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,45 \text{ V} ; E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V} \text{ et } E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}.$$

3. L'intensité moyenne  $I$  du courant qui circule dans le câble conducteur reliant le bloc de zinc à la canalisation est de l'ordre de 10 mA.

3.1. Déterminer la quantité d'électricité  $Q$ , exprimée en coulomb dans le système international, correspondant au passage du courant pendant 30 jours. Rappel :  $Q = I.t$ .

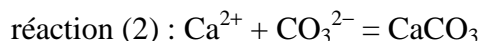
3.2. Une mole d'électrons transporte une quantité d'électricité de 96 500 C. En déduire la quantité d'électrons exprimée en mole correspondant à  $Q$ . On exprimera la valeur obtenue avec un seul chiffre significatif.

3.3. Montrer que la quantité de zinc qui a disparu au cours de ces 30 jours est environ 0,15 mol.

3.4. En déduire la masse de zinc disparue au cours de cette durée sachant que  $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

## **Exercice 2 : Formation de dépôt « calcaire » (3 points)**

L'eau qui circule dans une canalisation est susceptible d'y déposer une couche de carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  qui dépend de l'équilibre calco-carbonique sensible au pH et à la température. Le carbonate de calcium peut se former suivant deux réactions :



Données :  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$   $\text{pK}_{a1} = 6,35$  ;  
 $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$   $\text{pK}_{a2} = 10,3$ .

1. Écrire, pour chacun des acides des couples acido-basiques ci-dessus, l'équation de sa réaction avec l'eau.
2. Tracer sur un axe horizontal gradué en pH, le diagramme de prédominance des espèces  $\text{CO}_3^{2-}$  ;  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ .
3. Le pH de l'eau utilisée est égal à 7. Préciser l'espèce prédominante.  
En déduire parmi les réactions (1) et (2), celle qui est responsable de la formation du dépôt de carbonate de calcium sur la paroi de la canalisation à  $\text{pH} = 7$ .
4. Dans quel sens la réaction (1) est-elle favorisée si la concentration en  $\text{CO}_2$  dissous diminue ?  
Sachant que la solubilité d'un gaz dans l'eau diminue si la température augmente, cette augmentation de température favorise-t-elle le dépôt de calcaire ?

## **Exercice 3 : Identification d'un ester (3,5 points)**

1. Une analyse centésimale de l'ester E de formule brute  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$  conduit aux pourcentages massiques suivants : 58,8 % de carbone et 9,8 % d'hydrogène.

1.1. Exprimer la masse molaire moléculaire de E, notée  $M(E)$ , en fonction de  $x$  et de  $y$ .

Données :  $M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{C}) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

1.2. Sachant que  $M(E) = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , en déduire  $x$  et  $y$ , puis la formule brute de l'ester.

2. On réalise l'hydrolyse de cet ester E.

2.1. Quels sont les produits obtenus par hydrolyse d'un ester ?

2.2. On sépare l'acide carboxylique noté AH du mélange réactionnel, que l'on dissout dans de l'eau distillée afin d'obtenir un litre de solution.

On dose 10,0 mL de cette solution par une solution de soude ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $c_B = 6,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . L'équivalence est obtenue pour un volume de soude versée  $V_E = 12,2 \text{ mL}$ .

2.2.1. Écrire l'équation de la réaction de dosage.

2.2.2. Calculer la concentration molaire  $c_A$  de la solution d'acide AH.

2.3. Sachant que la solution d'acide AH a pour concentration massique  $5,4 \text{ g.L}^{-1}$ , vérifier que la masse molaire de cet acide est  $74 \text{ g.mol}^{-1}$ .

2.4 La formule brute de cet acide est  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ . Donner son nom.

3. L'ester identifié E est le propanoate d'éthyle. Écrire sa formule semi-développée.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau CANOPE

## - PHYSIQUE - (8,5 points)

### Étude d'un château d'eau

Les trois parties sont indépendantes

Données :

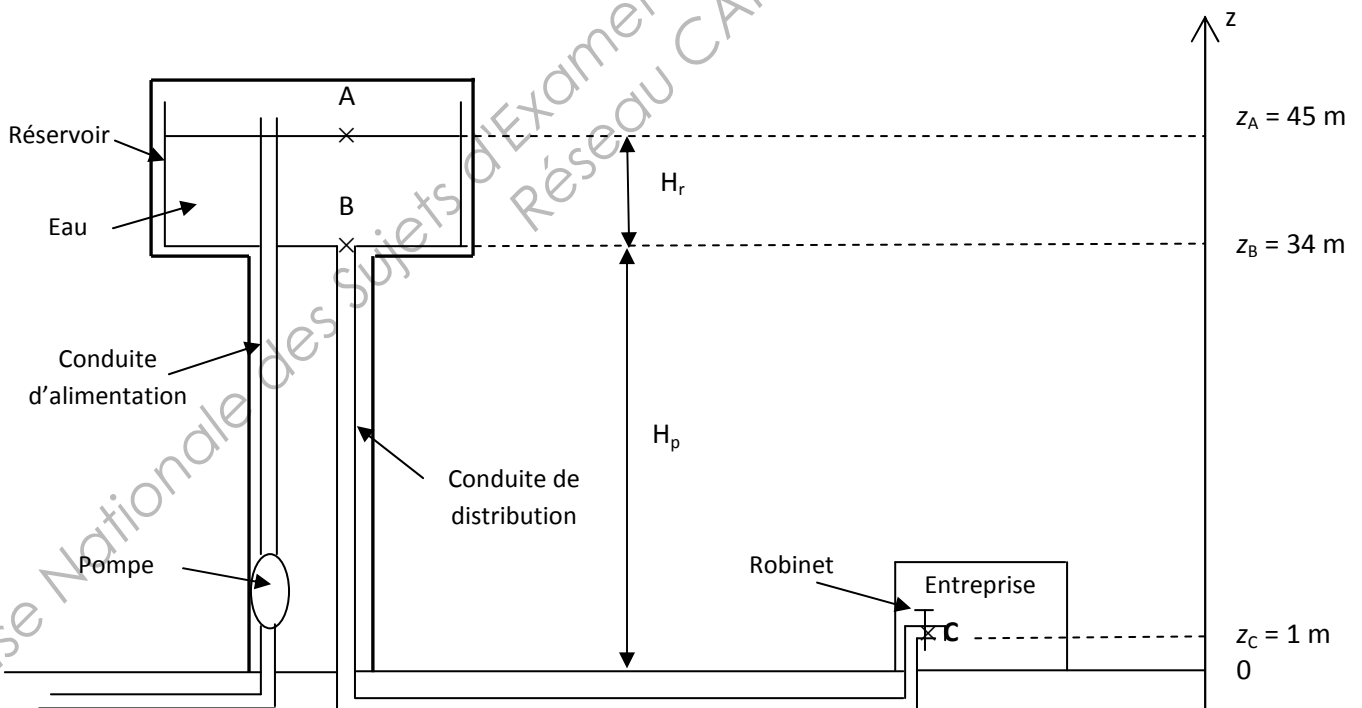
- Volume d'un cylindre de rayon  $r$  et de longueur  $L$  :  $V = \pi r^2 L$
- Pression atmosphérique :  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$
- Intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- Masse volumique de l'eau :  $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Équation de Bernoulli en régime stationnaire, pour un écoulement d'un point A vers un point B, en présence d'une pompe de hauteur manométrique  $H_{mt}$  placée entre les deux points, et avec des pertes de charge notées  $J_{AB}$  :

$$z_A + \frac{p_A}{\rho \cdot g} + \frac{v_A^2}{2g} - J_{AB} + H_{mt} = z_B + \frac{p_B}{\rho \cdot g} + \frac{v_B^2}{2g}$$

Un château d'eau a été construit dans une nouvelle zone d'activité afin d'alimenter en eau potable les entreprises situées aux alentours.

Le réservoir du château d'eau a une forme cylindrique de diamètre  $D = 20 \text{ m}$ . Il est rempli d'eau sur une hauteur  $H_r = 11 \text{ m}$ . La hauteur du pied du château d'eau est  $H_p = 34 \text{ m}$ .

On s'intéresse à un des points d'eau d'une des entreprises. Celui-ci est matérialisé par un robinet situé à une hauteur  $z_C = 1 \text{ m}$  au-dessus du sol.



L'échelle des hauteurs n'est pas respectée sur le schéma.

## **Partie 1 : Statique des fluides**

Le robinet, situé dans l'entreprise, est fermé. On s'intéresse à la pression de l'eau au point C de ce robinet.

1.1. Donner l'expression de la différence de pression  $p_C - p_A$  en fonction de  $z_A$ ,  $z_C$  et  $\rho$ .

1.2. Calculer la pression  $p_C$  au point C. L'air situé au-dessus de la surface de l'eau contenue dans le réservoir est à la pression atmosphérique  $p_0$ .

## **Partie 2 : Distribution de l'eau potable**

Le robinet est maintenant ouvert et son débit est  $Q = 0,20 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ . La pression de l'eau au point C est supposée égale à la pression atmosphérique  $p_0$ . On considèrera que la vitesse d'écoulement de l'eau au point B est négligeable devant celle de l'écoulement au point C.

2.1. Exprimer le débit  $Q$  du robinet en  $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ .

2.2. Le robinet a un diamètre  $d = 12 \text{ mm}$ . Montrer que la vitesse  $v_C$  de l'eau au point C est environ égale à  $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

2.3. Montrer que la pression en B, exercée par l'eau du réservoir, est  $p_B = 2,1 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

2.4. En utilisant l'équation de Bernoulli entre les points B et C, calculer les pertes de charges  $J_{BC}$  dans la conduite de distribution.

## **Partie 3 : Alimentation du réservoir du château d'eau**

Le remplissage du réservoir s'effectue à l'aide d'une pompe qui achemine l'eau potable par la conduite d'alimentation jusqu'au sommet du réservoir.

3.1. Calculer, en  $\text{m}^3$ , le volume d'eau  $V$  contenue dans le réservoir.

3.2. Lors de la mise en service, il a fallu remplir le réservoir. On lit sur la fiche technique de la pompe :  $Q = 90 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ .

3.2.1. Calculer la durée  $t$  de remplissage du réservoir.

3.2.2 Exprimer cette durée en jours, heures et minutes.

3.3. La hauteur manométrique de la pompe est  $H_{mt} = 37 \text{ m}$ . Vérifier que la puissance hydraulique  $P_h$  de cette pompe vaut  $9250 \text{ W}$ .

3.4. Le rendement de la pompe est  $\eta = 0,67$ .

3.4.1. Calculer la puissance électrique  $P_e$  de cette pompe.

3.4.2. La pompe fonctionne en courant triphasé  $230\text{V}/380\text{V}$ . Le facteur de puissance est de  $0,8$ . Calculer la valeur efficace  $I$  de l'intensité du courant qui l'alimente.

**ANNEXE (Chimie exercice 1)**  
**A rendre avec votre copie**

