

**BREVET DE TECHNICIEN  
SUPÉRIEUR  
Enveloppe du Bâtiment**

**Épreuve : Physique Appliquée**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 2**

**La calculatrice (conforme à la circulaire n° 86-228 du 28-07-86) est autorisée. La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies**

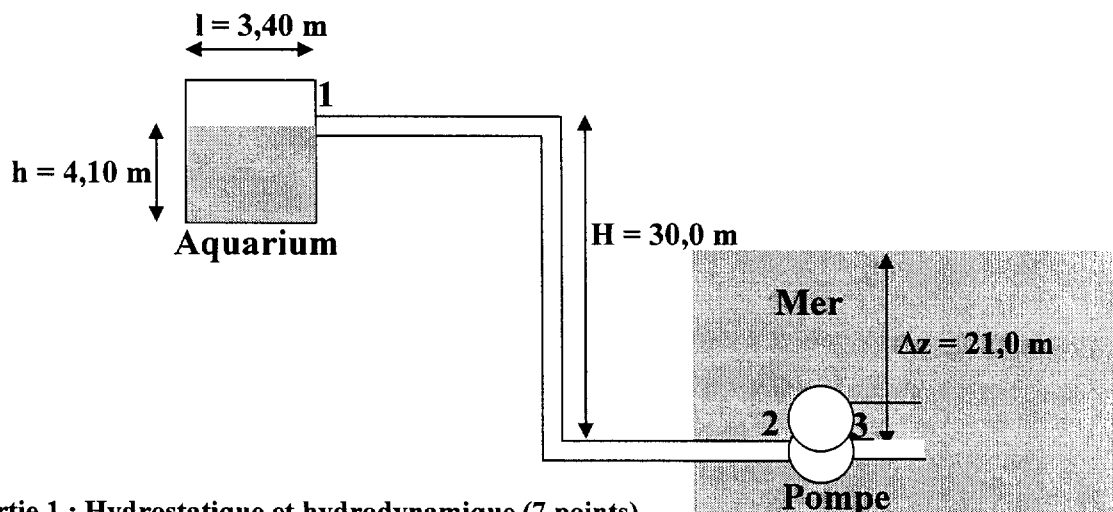
**IMPORTANT : Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1 à 4 avec la page de présentation. Assurez-vous qu'il soit complet. S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.**

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	1/4 SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 7EBE3SC1		Page 1 sur 4

# Étude d'un aquarium

On s'intéresse à un grand aquarium situé dans un centre océanographique. Celui-ci est alimenté par de l'eau de mer grâce à un système de remplissage puisant l'eau à la profondeur  $\Delta z = 21,0$  m sous le niveau de la mer et l'amenant au niveau de la surface libre de l'eau contenue dans l'aquarium sur une dénivellation totale de  $H = 30,0$  m. Les dimensions intérieures de l'aquarium sont les suivantes :

longueur  $L = 8,20$  m ; largeur  $l = 3,40$  m ; hauteur utile d'eau :  $h = 4,10$  m.



## Partie 1 : Hydrostatique et hydrodynamique (7 points)

On donne :

Pression atmosphérique :  $P_{\text{atm}} = 1,00 \cdot 10^5$  Pa ;

Débit volumique de la pompe :  $q_v = 60,0$  m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> ;

Diamètre intérieur de la canalisation :  $d = 5,20$  cm ;

Intensité de la pesanteur :  $g = 9,81$  m.s<sup>-2</sup> ;

Masse volumique de l'eau (considérée constante) :  $\rho = 1000$  kg.m<sup>-3</sup> ;

Relation de Bernoulli entre les points 1 et 2 en l'absence de machine hydraulique :

$$g(z_2 - z_1) + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{p_2 - p_1}{\rho} = 0$$

Relation de Bernoulli entre les points 1 et 2 en présence de machine hydraulique :

$$g(z_2 - z_1) + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{p_2 - p_1}{\rho} = \frac{P_{1 \rightarrow 2}}{q_m}$$

### Hydrostatique

1) Calculer la résultante des forces de pression dues à l'eau sur :

1-1) le fond de l'aquarium.

1-2) une des petites faces verticales.

1-3) une des grandes faces verticales.

2) Calculer la hauteur à laquelle se trouve le centre de poussée sur les parois verticales, par rapport au fond de l'aquarium.

3) Calculer la pression absolue  $p_3$  au point 3, entrée de la pompe à la profondeur  $\Delta z$ .

### Hydrodynamique

4) Calculer la vitesse d'écoulement  $c_2$  au point 2 (sortie de la pompe).

5) En considérant la vitesse d'écoulement  $c_1$  négligeable au point 1 (à la surface libre de l'eau de l'aquarium), calculer la pression absolue  $p_2$  au point 2.

6) Calculer le débit massique de la pompe.

7) Calculer la puissance  $P$  fournie par la pompe au fluide (en considérant  $c_3 = c_2$ ).

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	2/4 <b>SUJET</b>	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 7EBE3SC1		Page 2 sur 4

## Partie 2 : Etude thermique (7 points)

L'eau de mer puisée à la température moyenne  $\theta_1 = 5,20 \text{ }^\circ\text{C}$  est chauffée à la température  $\theta_2 = 27,30 \text{ }^\circ\text{C}$  avant son introduction dans l'aquarium. La capacité thermique massique de l'eau est considérée constante et égale à  $C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Les parties A et B sont indépendantes

### A) Chauffage électrique

- 1) Calculer la masse d'eau présente dans l'aquarium rempli.
- 2) Déterminer l'énergie nécessaire au chauffage de l'eau lors du remplissage de l'aquarium.
- 3) L'opération de remplissage se déroule sur une durée de 2 heures. Calculer la puissance utile du système de chauffage électrique.
- 4) Le rendement du système de chauffage est  $\eta = 0,830$ . Calculer la puissance électrique consommée par celui-ci.

---

### B) Isolation de l'aquarium

On s'intéresse aux pertes thermique à travers l'une des grandes parois (de dimensions : longueur  $L = 8,20 \text{ m}$  ; hauteur utile d'eau :  $h = 4,10 \text{ m}$ ) de l'aquarium, constituée, de l'intérieur vers l'extérieur des couches suivantes.

- couche de tartre d'épaisseur  $e_1 = 1,4 \text{ mm}$  ;
- mur de béton plein armé d'épaisseur  $e_2 = 16 \text{ cm}$  ;
- revêtement isolant d'épaisseur  $e_3 = 8,4 \text{ cm}$  (suivant le cas).

D'un côté de la paroi, on trouve l'eau de l'aquarium à la température considérée constante et égale à  $\theta_2 = 27,30 \text{ }^\circ\text{C}$ . De l'autre côté, se trouve l'air d'un couloir de service à la température considérée constante  $\theta_{\text{air}} = 14,10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

On donne les conductivités thermiques des différents matériaux :

$$\lambda_{\text{tartre}} = 0,780 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1} ;$$

$$\lambda_{\text{béton}} = 2,50 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1} ;$$

$$\lambda_{\text{isolant}} = 0,0310 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1} .$$

Quelle que soit la situation, les résistances thermiques superficielles par unité de surface seront considérées constantes et égales à :

$$r_{\text{si}} = 1/h_{\text{eau}} = 2,04.10^{-4} \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} ;$$

$$r_{\text{se}} = 1/h_{\text{air}} = 0,110 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} .$$

- 1) Calculer les résistances thermiques par unité de surface  $R_1$  et  $R_2$  des parois ainsi constituées :
  - 1-1) sans isolant ;
  - 1-2) avec isolant.
- 2) Calculer les puissances (ou flux) thermiques surfaciques  $\phi_1$  et  $\phi_2$  perdues :
  - 2-1) sans isolant ;
  - 2-2) avec isolant.
- 3) Calculer, dans le cas où l'isolant est présent :
  - 3-1) la puissance thermique perdue à travers la paroi ;
  - 3-2) l'énergie perdue par heure.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	3/4 <b>SUJET</b>	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 7EBE3SC1		Page 3 sur 4

### Partie 3 : Protection contre la corrosion (6 points)

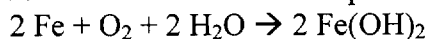
La carcasse métallique entourant la pompe est en fonte (alliage à base de fer). La masse initiale de fer contenue dans la carcasse est  $m_0 = 3,20$  kg. Lors d'une visite d'entretien, on a constaté qu'au bout de six mois, sa masse avait diminué de 29,0 % du fait de la corrosion dans l'eau de mer.

1) Réaction de corrosion entre le fer et le dioxygène dissous dans l'eau.

1-1-1) Quel est l'oxydant le plus fort des deux couples concernés ?

1-1-2) Ecrire la demi-équation électronique relative au fer. La corrosion observée correspond-elle à une oxydation ou à une réduction du fer ?

1-1-3) Montrer que l'équation bilan de la réaction de corrosion peut s'écrire :



1-2) Calculer la quantité de matière (en mol) de fer ayant été corrodée en six mois.

1-3) En déduire la masse de dioxygène dissous dans l'eau de mer ayant alors réagi.

2) On décide de protéger la carcasse en fonte (alliage à base de fer) en la reliant électriquement à une certaine masse de zinc.

2-1) Nommer ce type de protection.

2-2) Expliquer le principe de son fonctionnement.

2-3) Ecrire les demi équations électroniques mises en jeu puis l'équation bilan de la réaction.

2-4) Calculer la masse  $m_{\text{Zn}}$  de zinc nécessaire à la protection de la carcasse pour une durée de six mois.

Données :

On raisonnera en utilisant les potentiels standards.

Couple	Potentiel standard $E^\circ$ (V)	Demi équation électronique
$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	- 0,44	
$\text{O}_2 / \text{HO}^-$	1,23	$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 e^- = 4 \text{HO}^-$
$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	- 0,76	

Masse molaires atomiques :  $M_{\text{Fe}} = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$  et  $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{Zn}} = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$ .

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	4/4 SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 7EBE3SC1		Page 4 sur 4