

<p style="text-align: center;">BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES</p>
--

SCIENCES PHYSIQUES

Durée 2 heures

coefficient 2

Matériel autorisé :

**CALCULATRICE CONFORMEMENT A LA CIRCULAIRE N°99-186
DU 16/11/1999**

Sont autorisées 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'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

Tout autre matériel est interdit

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.*

**Document à rendre avec la copie :
Annexe page 5/5**

"Se plonger dans le fonctionnement d'une piscine municipale"

Une piscine municipale est constituée d'un bassin couvert dont l'isolation en toiture a été réalisée grâce à du polystyrène. La circulation d'eau est assurée par une pompe. Le chauffage de l'eau est effectué grâce à un système électrique composé de résistances. Les deux appareils sont situés dans un local technique. Dans les vestiaires un séchoir électrique assure le confort des usagers.

Le sujet est constitué de quatre parties indépendantes :

- partie A : étude du recyclage de l'eau ;
- partie B : chauffage de l'eau ;
- partie C : séchoir électrique ;
- partie D : isolation du bassin ;

A. Étude du recyclage de l'eau (9 points)

Le bassin étudié (figure 1) a pour longueur $L = 25$ m, largeur $l = 10$ m et hauteur $H = 4,5$ m.

L'eau du bassin est considérée comme un fluide parfait et incompressible, elle en occupe tout le volume.

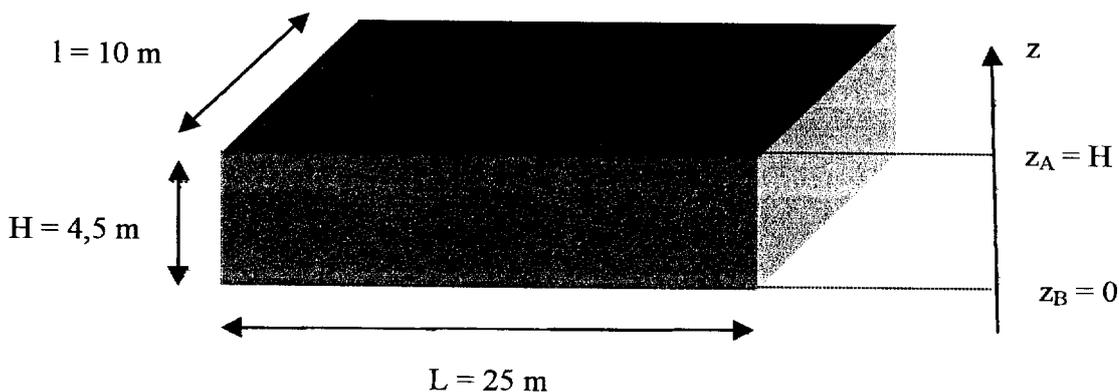


figure 1: schéma en perspective du bassin.

Données :

- intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$;
- pression atmosphérique $p_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;
- viscosité dynamique de l'eau $\eta = 1,0 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$.

I. Étude d'une contrainte en régime statique

1. Calculer le volume V de l'eau contenue dans le bassin.
2. Définir les termes "fluide parfait" et "fluide incompressible".
3. Appliquer la relation de Bernoulli entre un point de la surface du bassin d'altitude z_A et un point du fond du bassin d'altitude z_B ; la simplifier sachant que la surface de l'eau reste immobile.
4. En déduire l'expression de la pression p_B au fond du bassin : $p_B = p_0 + \rho_{\text{eau}} \times g \times H$.

Calculer la valeur de la pression p_B .

5. L'eau contenue dans le bassin exerce sur le fond une force d'intensité F_B .

5.1. Exprimer l'intensité F_B de la force en fonction de la pression p_B et des longueurs l et L .

5.2. Calculer la valeur de l'intensité F_B .

II. Analyse dynamique de l'écoulement.

Pour permettre le recyclage de l'eau, une pompe assure sa circulation dans un circuit fermé (figure 2). Au fond du bassin, l'eau passe par un orifice circulaire de diamètre $D = 0,12$ m. Le débit volumique moyen de l'eau au niveau de cet orifice est $Q_V = 50$ L.s⁻¹. On note v_A la vitesse de l'eau à la surface du bassin et v_B la vitesse de l'eau au niveau de l'orifice.

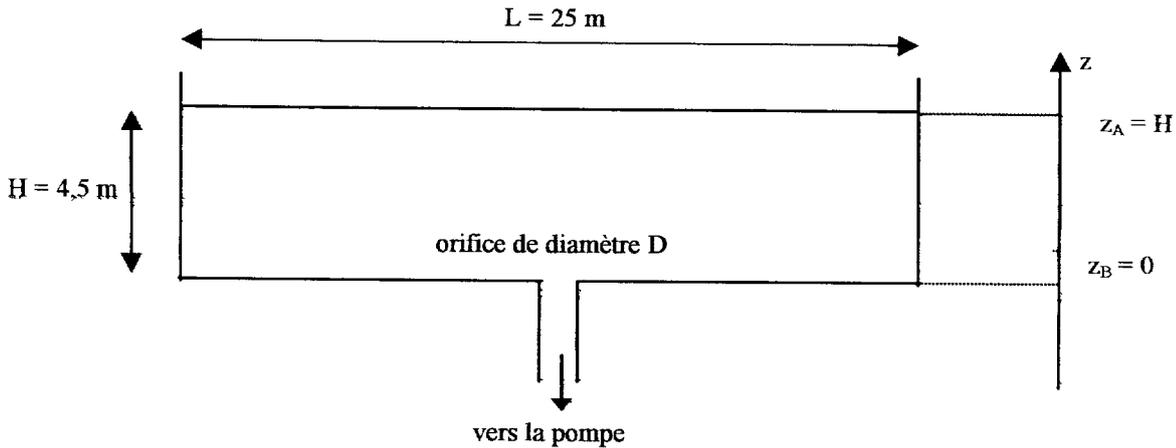


figure 2 : bassin en coupe latérale

1. Comparaison des vitesses v_A et v_B .

1.1. Exprimer sous forme littérale la conservation du débit volumique entre un point de la surface du bassin et un point au niveau de l'orifice.

1.2. En déduire que la vitesse v_A de l'eau à la surface du bassin est négligeable devant la vitesse v_B de l'eau au niveau de l'orifice.

2. Déterminer la vitesse v_B de l'eau en fonction du débit volumique Q_V et du diamètre D .

Calculer la valeur de la vitesse v_B .

3. On donne l'expression du nombre de Reynolds au niveau de l'orifice :

$$Re = \frac{\rho_{\text{eau}} \times v_B \times D}{\eta}$$

avec :

- ρ_{eau} : masse volumique de l'eau ;
- v_B : vitesse de l'eau au niveau de l'orifice ;
- D : diamètre de l'orifice ;
- η : viscosité dynamique de l'eau.

3.1. Calculer la valeur Re du nombre de Reynolds au niveau de l'orifice.

3.2. L'expérience montre que :

- si $Re < 2000$: le régime est laminaire ;
- si $2000 < Re < 3000$: le régime est intermédiaire ;
- si $Re > 3000$: le régime est turbulent.

En déduire la nature du régime au niveau de l'orifice.

4. Le volume d'eau $V = 1,1 \times 10^3$ m³ contenu dans le bassin est recyclé en $d = 10$ heures au maximum. Le débit volumique Q_V assuré par la pompe est-il suffisant ?

B. Chauffage de l'eau (3 points)Données:

- masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;
- capacité thermique massique de l'eau $C_{\text{eau}} = 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

1. Sachant que le volume de l'eau contenue dans le bassin est $V = 1,1 \times 10^3 \text{ m}^3$, calculer la masse m d'eau correspondante.
2. Après la vidange de la piscine, on remplit entièrement le bassin avec une eau à la température $\theta_i = 15^\circ\text{C}$. On chauffe l'eau pour atteindre la température de baignade $\theta_f = 28^\circ\text{C}$.
 - 2.1. Exprimer la quantité de chaleur Q absorbée par l'eau du bassin pour atteindre la température de baignade en fonction de la masse m de l'eau, de la capacité thermique massique C_{eau} de l'eau et des températures θ_i et θ_f .
 - 2.2. Calculer la valeur de la quantité de chaleur Q en prenant pour valeur de la masse m d'eau contenue dans le bassin $1,1 \times 10^6 \text{ kg}$.
3. Pour chauffer l'eau, on utilise un chauffage électrique de puissance $P = 1000 \text{ kW}$ pendant une durée $d = 48 \text{ h}$.
 - 3.1. Calculer la valeur de la quantité de chaleur Q' apportée par le chauffage électrique.
 - 3.2. Justifier la différence entre la quantité de chaleur Q et la quantité de chaleur Q' .

C. Séchoir électrique (4 points)

Un séchoir électrique (voir l'annexe à rendre avec la copie) est constitué de trois résistances identiques fonctionnant chacune sous la tension de 230 V. On ajoute à ce système un ventilateur alimenté par un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire dont la plaque signalétique comporte les indications suivantes :

- tension aux bornes d'un enroulement du stator : 400 V
- vitesse de rotation $n = 1485 \text{ tr.min}^{-1}$

Le séchoir électrique et le moteur sont alimentés par un réseau triphasé (230 V / 400 V ; 50 Hz)

1. Nommer, sur l'annexe à rendre avec la copie, les tensions V_A et U_B et indiquer leurs valeurs.
2. Donner, en le justifiant, le mode de couplage des trois résistances ; le représenter sur l'annexe à rendre avec la copie.
3. Déterminer la vitesse de synchronisme n_S du moteur du ventilateur.
4. En déduire son glissement g_N en fonctionnement nominal.

D. Isolation du bassin (4 points)

L'isolation thermique du bassin est réalisée au moyen d'un matériau plastique : le polystyrène. La polymérisation par addition du styrène (figure 3) est effectuée par voie radicalaire. On emploie à cet effet un initiateur de réaction.

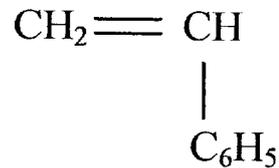


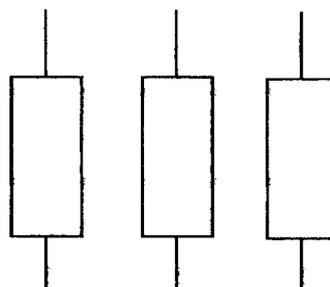
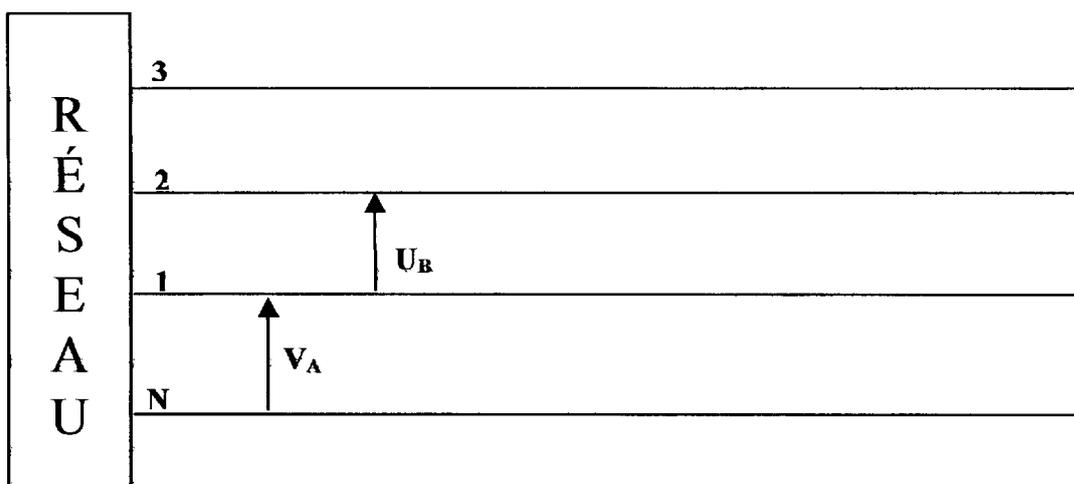
figure 3 : styrène

Données:

- masse molaire du styrène : $M_S = 104 \text{ g.mol}^{-1}$;
- masse molaire de l'initiateur : $M_I = 242 \text{ g.mol}^{-1}$.

1. Écrire l'équation chimique de la réaction de polymérisation concernant n molécules de styrène.
2. Connaissant la masse molaire $M_P = 208 \text{ kg.mol}^{-1}$ du polystyrène utilisé, déterminer la valeur de l'indice de polymérisation n du polymère.
3. Pour effectuer l'isolation de la piscine, on a utilisé une masse $m_P = 1,04$ tonne de polystyrène.
 - 3.1. Calculer le nombre de moles n_P de polystyrène correspondant.
 - 3.2. Pour obtenir une mole de polystyrène, il faut une mole d'initiateur.
En déduire la masse m_I d'initiateur nécessaire pour fabriquer la masse de polystyrène utilisé ici.

ANNEXE
À RENDRE AVEC LA COPIE



Résistances