



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

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Montpellier
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.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
**ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES-
ÉTANCHÉITÉ**

E3 – U3.2

Sciences physiques

SESSION 2016

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

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 (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).
- Tout autre matériel est interdit.

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

Autour d'une piscine hors sol

Le sujet est constitué de 3 parties indépendantes qui peuvent être traitées dans n'importe quel ordre :

- Partie 1 : Traitement chimique de l'eau (6 points)
Partie 2 : Chauffage de l'eau (8 points)
Partie 3 : Vidange de la piscine (6 points)

Les dimensions de la piscine parallélépipédique rectangle évoquée dans ce problème sont :


- Longueur : $L = 8,0 \text{ m}$
Largeur : $l = 4,0 \text{ m}$
Hauteur des bords de la piscine : $z = 1,80 \text{ m}$
Hauteur d'eau dans la piscine : $h_0 = 1,50 \text{ m}$

Partie 1: Traitement chimique de l'eau (6 points)

1. 1 Constatant une couleur verdâtre de l'eau de sa piscine, un propriétaire réalise qu'il a dû un peu trop négliger l'entretien de celle-ci. Il trouve sur internet le document reproduit figure 1 ci-dessous.

Le niveau de pH

Procédez à l'analyse de votre pH chaque semaine. La teneur idéale en pH est entre 7.2 et 7.6.



S'il s'avère qu'il est inférieur à 7.2, donc trop bas, il y aura un risque d'irritation des yeux en cas de baignade. Il faudra rajouter du correcteur de pH+.

Si au contraire le pH est supérieur à 7.6, donc trop élevé, votre eau ne sera plus transparente, elle sera propice aux algues. Il faudra donc rajouter du correcteur pH-.

ANOMALIES POSSIBLES

<p><u>Eau verte</u></p> <p>Vérifiez le bon fonctionnement de la filtration, procédez à une chloration choc. Mettez de l'anti-algue. 12 heures plus tard : faites fonctionner la filtration jusqu'à obtenir une eau claire. Ajustez le pH (7.2 / 7.4).</p>	<p><u>Paroi et fond glissant</u></p> <p>Nettoyez le bassin. Vérifiez le fonctionnement de la filtration. Procédez à une chloration choc. 12 heures plus tard : versez de l'algicide super dans le bassin.</p>
<p><u>Eau trouble</u></p> <p>Effectuez un lavage du filtre. Dans le cas d'un filtre à sable, ajoutez-y du floculant.</p>	<p><u>L'eau irrite les yeux</u></p> <p>Ajustez le pH entre 7.2 et 7.6. Procédez à une chloration choc. Augmentez la filtration.</p>

<http://www.eauplaisir.com/annuaire/entretien-des-piscines.php#traitement-chimique>

Figure 1 : Document trouvé sur internet.

Il décide alors de traiter l'eau de la piscine par un ajout de granulés de « chlore choc ». Il effectue alors une mesure du pH de l'eau et trouve un pH égal à 8,4. On supposera dans toute cette partie que la température de l'eau est de 25°C.

- 1.1.1. Sur une échelle de pH analogue à celle donnée ci-dessous et que vous reproduirez sur votre copie, placer :

Échelle de pH



- a) Le pH de l'eau de la piscine après traitement au chlore choc.
- b) Le domaine de pH d'une eau de piscine pour lequel une baignade dans celle-ci peut se traduire par une irritation des yeux.
- c) Le domaine de pH idéal pour une eau de piscine.

1.1.2. Déterminer, après traitement au chlore choc, la concentration molaire effective dans l'eau de cette piscine :

- a) En ions oxonium, H_3O^+ .
- b) En ions hydroxyde, OH^- .

Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$ à 25°C.

1.1.3. Proposer un type de solution à ajouter à l'eau de la piscine pour en rectifier le pH .

1.2 Ce propriétaire dispose d'un bidon contenant 5,0 L d'une solution commerciale appelée « pH minus liquide » dont l'étiquette est reproduite figure 2 ci-dessous.

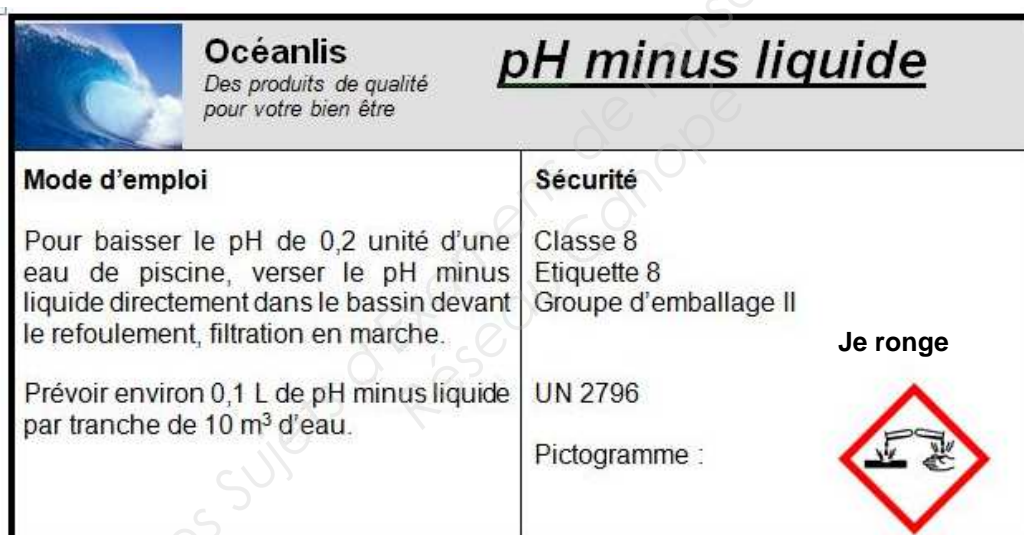


Figure 2 : Etiquette d'une solution de « pH minus liquide ».

Il s'agit d'une solution aqueuse d'acide sulfurique ($2 H^+_{(aq)} ; SO_4^{2-}_{(aq)}$). Il verse l'intégralité du volume de solution contenue dans le bidon et met en marche le système de recirculation de l'eau plusieurs heures.

Le lendemain, constatant que l'eau est claire, il décide de se baigner. Malheureusement, il ressent assez rapidement une irritation au niveau de ses yeux.

- 1.2.1 Quel(s) danger(s) présente le correcteur « pH minus liquide » ?
- 1.2.2 Expliquer pourquoi l'ajout de « pH minus » fait diminuer le pH de l'eau de la piscine.
- 1.2.3 Calculer le volume V_{eau} d'eau contenue dans la piscine.
- 1.2.4 À l'aide des documents mis à votre disposition, déterminer le nouveau pH de l'eau de la piscine une fois l'intégralité du bidon versée.
- 1.2.5 Déterminer le volume qu'aurait dû verser ce propriétaire afin d'obtenir une eau de piscine de $\text{pH} = 7,4$.
- 1.2.6 Proposer le nom d'une solution (avec formule chimique associée) pour ramener le pH de l'eau à 7,4.

Partie 2 : Chauffage de l'eau (8 points)

On s'intéresse aux modes d'échange d'énergie de l'eau de la piscine avec le milieu extérieur.

Données :

Capacité calorifique massique de l'eau : $c_0 = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Chaleur latente massique de vaporisation de l'eau : $L_v^{\text{eau}} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

- 2.1 Indiquer les différents modes de transferts thermiques entre l'eau et le milieu extérieur.
- 2.2 Par grand vent, il est recommandé de couvrir la piscine avec une bâche. Quel type de transfert thermique limite-t-on essentiellement par cette opération ?
- 2.3 Lorsque la piscine est débâchée dans des conditions estivales de vent quasi nul, le taux d'évaporation par heure et par mètre carré de surface d'eau est d'environ $\alpha = 0,150 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. En quoi selon vous cette évaporation pourrait être à prendre en compte dans le refroidissement de la piscine ?
- 2.4 Donner l'expression littérale du volume d'eau évaporé $V_{\text{évap}}$ pendant une durée Δt lorsque la piscine est débâchée. Calculer sa valeur numérique pour une durée Δt de 8 h.
- 2.5 Justifier que l'expression littérale des pertes d'énergie par évaporation pour une durée Δt d'utilisation de la piscine débâchée est de la forme :

$$Q_{\text{évaporation}} = \alpha \cdot S_{\text{eff}} \cdot \Delta t \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot L_v^{\text{eau}}$$

où S_{eff} représente la surface d'eau au contact de l'air, ρ_{eau} représente la masse volumique de l'eau et L_v^{eau} la chaleur latente massique de vaporisation de l'eau.

2. 6 Préciser les unités dans le système international des différentes grandeurs utilisées dans la relation donnée dans la question 2.5.
2. 7 Calculer la valeur numérique de $Q_{\text{évaporation}}$ pour une durée Δt de 8 h .
2. 8 Sachant que l'eau ainsi évaporée est remplacée par de l'eau « de distribution » à 15°C, calculer l'énergie nécessaire pour élever à la température de 25°C le volume d'eau « de distribution » nécessaire au remplacement du volume d'eau évaporée pendant une durée Δt de 8 h.

On utilise une pompe à chaleur délivrant une puissance de chauffage $P_{\text{chauffage}} = 8,5 \text{ kW}$.

2. 9 Déterminer la durée d'utilisation de la pompe à chaleur, nécessaire pour compenser les pertes d'énergie par évaporation et pour chauffer le volume d'eau de distribution déterminé à la question précédente, si la piscine a été utilisée débâchée durant 8 h.

Partie 3 : Vidange de la piscine (6 points)

Le niveau de l'eau de la piscine est initialement à 1,5 m par rapport au fond de celle-ci. Le propriétaire songe à réaliser une vidange par « siphonage ». Après avoir plongé l'extrémité d'un tuyau fortement rigide en matière plastique dans l'eau de la piscine et amorcé le siphon, il place l'autre extrémité au point d'évacuation des eaux de pluie. La situation est représentée sur la figure 3 ci-dessous.

Sont notés :

- A, un point au niveau de la surface libre de l'eau de la piscine
- B le point d'écoulement à l'air libre
- M le point d'altitude maximale atteinte par l'eau à l'intérieur du tuyau, comme le montre la figure 3.

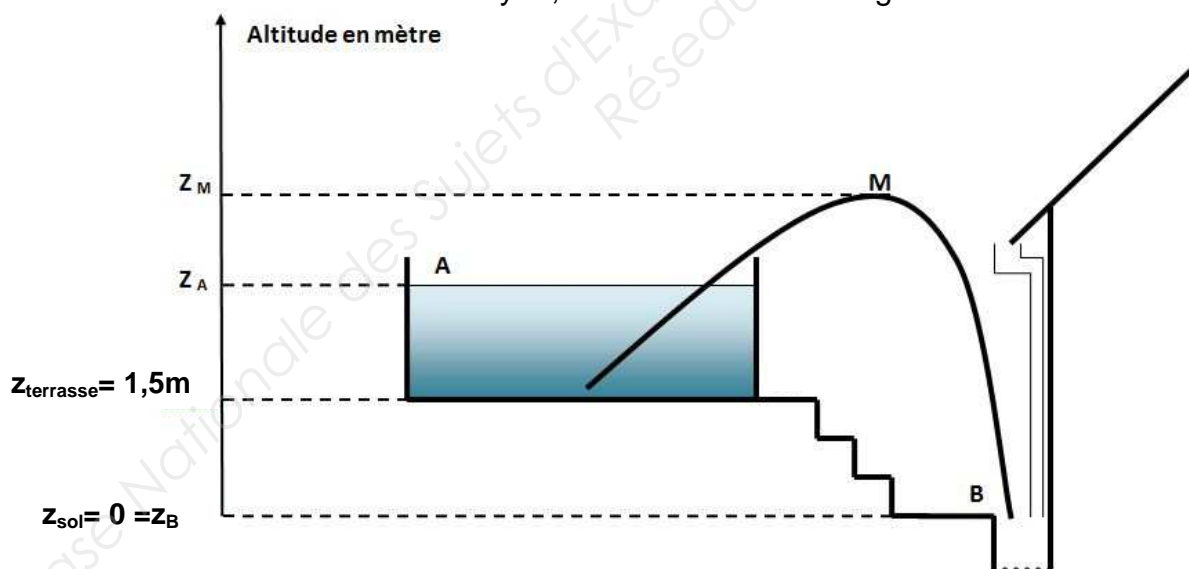


Figure 3 : Vue de la piscine et du système de siphonage de profil

On considèrera dans toute cette partie, l'écoulement parfait et permanent et incompressible.

Données

Longueur du tuyau d'arrosage : $L = 20$ mètres
Diamètre du tuyau d'arrosage : $d = 28$ mm.
Pression atmosphérique : $P_0 = 1,00 \times 10^5$ Pa.
Champ de pesanteur terrestre : $g = 10$ N.kg⁻¹

Expression du théorème de Bernoulli :

$$\left(\frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 \right) + (\rho \cdot g \cdot z_2 - \rho \cdot g \cdot z_1) + (P_2 - P_1) = 0$$

Altitude du sol : $z_{\text{sol}} = z_B = 0$

Altitude de la terrasse : $z_{\text{terrasse}} = 1,50$ m

Masse volumique de l'eau liquide : $\rho_{\text{eau}} = 1000$ kg.m⁻³

3. 1 Montrer que la vitesse V_B de l'écoulement de l'eau au point B pour un niveau d'eau dans la piscine d'altitude z_A s'écrit : $V_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot (z_A - z_B)}$ en supposant la vitesse à la surface de la piscine négligeable.
3. 2 Calculer la valeur numérique de la vitesse en B en tout début de vidange.
3. 3 Montrer que l'expression littérale du débit volumique au point B peut s'écrire :

$$Q_V = \pi \frac{d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot (z_A - z_B)}$$

3. 4 Calculer sa valeur numérique en tout début de vidange.
3. 5 En considérant que le débit reste égal à sa valeur initiale pendant la vidange, déterminer en heures la durée T nécessaire pour vider la piscine.
3. 6 En réalité la durée est-elle plus grande ou plus petite ? Justifier votre réponse.