

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE - SESSION 2002

SÉRIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Spécialité : chimie de laboratoire et de procédés industriels

Épreuve de GÉNIE CHIMIQUE

Partie écrite

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Le sujet comporte 4 pages, dont une annexe (page 4/4) à rendre avec la copie.

Calculatrice autorisée.

TECHNOLOGIE ET SCHÉMA : ÉTUDE D'UNE PISCINE MUNICIPALE

L'étude se propose de faire découvrir différents aspects du fonctionnement d'une piscine chauffée — type olympique.

A- PRINCIPE

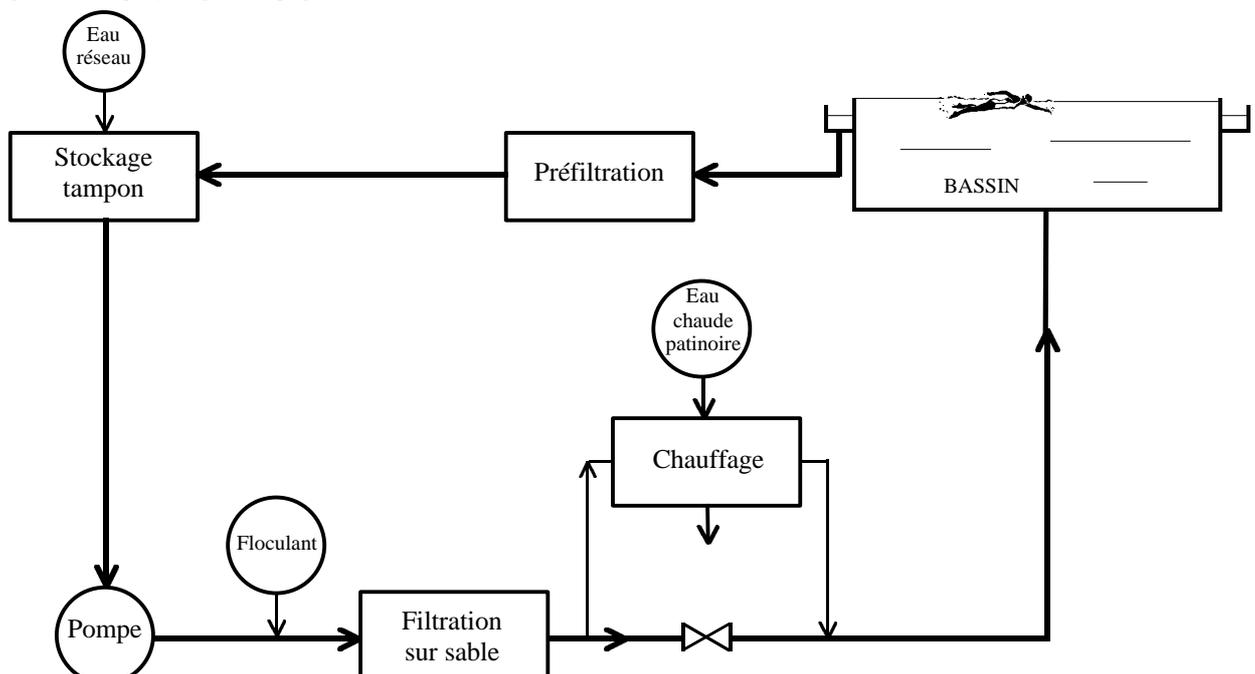
Pour garantir une limpidité optimale, l'eau du bassin doit être filtrée en permanence. Dans ce but, l'eau de surface est récupérée par débordement. Un préfiltre retient les matières en suspension les plus grosses dans le but de protéger la pompe et de retarder le colmatage du filtre à sable.

En absorbant les fortes variations de débit (par exemple lors de l'entrée soudaine dans l'eau de nombreux baigneurs), un bac tampon protège la pompe de la cavitation. Avant d'entrer dans le filtre à sable, une petite quantité de flocculant est injectée dans la canalisation dans le but d'améliorer l'efficacité de la filtration.

Après filtration et avant de revenir dans le bassin, l'eau est réchauffée afin d'obtenir $27,8\text{ °C}$ dans le bassin. À cet effet, on prélève une partie de l'eau, qui sera réchauffée au-delà des $27,8\text{ °C}$ requis ; après retour de cette eau dans la canalisation principale, on obtient bien les $27,8\text{ °C}$ voulus. L'apport de chaleur nécessaire pour cette opération est fourni par les rejets de chaleur provenant du groupe frigorifique de la patinoire voisine.

Enfin, on stérilise l'eau et on ajuste son pH (opérations non représentées).

B- DESCRIPTION DU PROCÉDÉ



En vue de sa purification, l'eau quitte le bassin **R1** par débordement. Cette eau s'écoule par gravité, à travers un filtre de canalisation **S1**, jusqu'au bac tampon **R2**. Le niveau dans **R2** est régulé à mi-hauteur par action sur une vanne d'arrivée d'eau du réseau, ceci afin de garantir l'alimentation de la pompe. D'autre part, lorsque de nombreux baigneurs pénètrent simultanément dans l'eau, l'excédent d'eau arrivant soudainement dans **R2** est évacué à l'égout par trop-plein.

Une pompe centrifuge en charge **P1** reprend cette eau (débit régulé; pressions amont et aval indiquées) et la dirige au sommet d'un filtre à sable **S2**. Avant le filtre, on injecte dans la conduite — par pompe doseuse — un débit régulé de solution de flocculant contenu dans la cuve **R3**. La pression différentielle aux bornes du filtre est indiquée.

Après traversée du filtre, l'eau retourne dans le bassin (arrivée par le fond, en milieu de bassin) en suivant une canalisation appelée « circuit principal ». Cependant, avant son retour, elle subit encore trois opérations de conditionnement.

1. L'eau doit être réchauffée. Pour cela, une partie de l'eau quitte le circuit principal traverse un échangeur à plaques **E1** — où elle est réchauffée par l'eau circulant à contre-courant provenant de la patinoire — avant de revenir dans le circuit principal. Une vanne manuelle placée sur le circuit principal détermine la proportion d'eau de piscine devant traverser l'échangeur **E1**. La température de l'eau du bassin est régulée par action sur le débit d'eau chaude venant de la patinoire. Instrumenter l'échangeur **E1** de façon à pouvoir effectuer les bilans thermiques.
2. L'eau doit être désinfectée. Cette opération ne sera pas représentée.
3. Le pH de l'eau doit être ajusté. Cette opération ne sera pas représentée.

C- TRAVAIL DEMANDÉ

I- Schéma

Sur le support joint (**annexe, page 4/4, à rendre avec la copie**), faire le schéma du procédé fonctionnel et instrumenté de l'installation décrite ci-dessus.

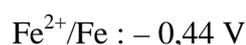
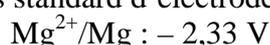
NB : il est inutile de by-passer les vannes de régulation.

II- Cours : filtration.

1. Le rendement de la filtration est amélioré par l'adjonction de flocculant. Celui-ci se présente sous la forme d'une solution aqueuse de sulfate d'aluminium de titre massique 2,6 % en $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Expliquer comment procéder pour réaliser 200,0 kg de cette solution, à partir de noisettes de sulfate d'aluminium technique de pureté 51 % (49 % d'eau).
2. Préciser l'intérêt de placer un manomètre indiquant la pression différentielle aux bornes du filtre.
3. Indiquer les deux grands types de milieux filtrants, sur le plan de la mise en oeuvre. Donner un exemple pour chacun d'eux.
4. Le filtre utilisé ici est en acier. Il est protégé de la corrosion par anodes solubles en magnésium. Expliquer le principe général de cette méthode de protection cathodique.

DONNÉES

Potentiels standard d'électrode :



III- EXERCICES

1. Transport des liquides

1.1. Un débit de $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ est assuré en permanence. Sachant que l'eau circule dans des canalisations de 350 mm de diamètre, calculer sa vitesse d'écoulement.

1.2. Lorsque la pompe fonctionne, on relève 0,10 bar à l'aspiration de la pompe et 1,35 bar au refoulement (pressions relatives). Par application de la relation de Bernoulli de part et d'autre de la pompe, calculer la hauteur manométrique totale de la pompe.

1.3. Par application de la relation de Bernoulli sur l'ensemble du circuit (points de départ et d'arrivée pris sur la surface libre de l'eau dans le bassin), montrer que la perte de charge totale est égale à 12,5 m.

1.4. Calculer la puissance hydraulique de la pompe et son rendement.

DONNÉES

$$g \approx 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Masse volumique de l'eau liquide : $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Puissance absorbée par la pompe : 24 kW

Relation de Bernoulli généralisée entre deux points A et B :

$$H_{\text{mt}} + \frac{P_A}{\rho \cdot g} + \frac{u_A^2}{2g} + z_A = \frac{P_B}{\rho \cdot g} + \frac{u_B^2}{2g} + z_B + J$$

2. Transferts thermiques

Pour maintenir l'eau du bassin à $27,8 \text{ }^\circ\text{C}$, on a besoin d'un apport de chaleur permanent. Dans ce but, la piscine est couplée avec la patinoire voisine, dont le groupe frigorifique évacue de la chaleur. En été, le flux de chaleur ainsi récupéré à partir de la patinoire est suffisant pour maintenir la piscine à la température requise. Le transfert de chaleur s'effectue dans un échangeur à plaques. La patinoire fournit $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ d'eau à $46 \text{ }^\circ\text{C}$, qui retourne à la patinoire à $41 \text{ }^\circ\text{C}$. Cela permet d'échauffer $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ d'eau de piscine — prélevés sur le circuit principal — de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ jusqu'à une température θ . Ces $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ d'eau chaude sont ensuite mélangés à l'eau du circuit principal, assurant la température globale voulue.

2.1. Calculer le flux de chaleur récupéré à partir de la patinoire, en $\text{kJ} \cdot \text{h}^{-1}$.

2.2. Déterminer la température θ .

2.3. Calculer le nombre de plaques équipant l'échangeur branché à contre-courant.

DONNÉES

Flux de chaleur : $\Phi = K S \Delta\theta$

Plaque : largeur 0,40 m ; longueur 1,50 m

Coefficient global d'échange : $K = 3 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

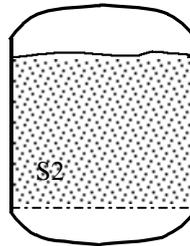
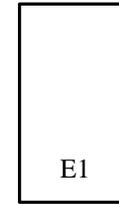
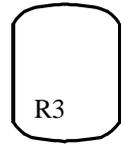
Capacité thermique de l'eau : $c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Différence de température (moyenne logarithmique) : $\Delta\theta_{\text{ml}} = (\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1) / \ln(\Delta\theta_2/\Delta\theta_1)$

ANNEXE — À RENDRE AVEC LA COPIE
SCHÉMA DE PROCÉDÉ



S1



P1