

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2015

Toute documentation permise  
Calculatrices : modèles autorisés seulement  
Durée de l'examen : 3 heures

## 14-CI-B4

### APPROVISIONNEMENT EN EAU ET TRAITEMENT DES EAUX USÉES

#### QUESTION 1 (15 %)

Déterminez la perte de charge initiale au travers un filtre composé d'une couche homogène de 0,65 m d'anthracite ( $d = 1,6 \text{ mm}$ ;  $\Phi = 0,68$ ;  $\alpha = 0,40$ ) surmontée d'une couche homogène de 0,35 m de sable ( $d = 0,5 \text{ mm}$ ;  $\Phi = 0,90$ ;  $\alpha = 0,38$ ). Le débit moyen d'eau acheminée au filtre est de  $33\,000 \text{ m}^3/\text{d}$  tandis que la surface du filtre est de  $180 \text{ m}^2$ . La température moyenne de l'eau est de  $5^\circ\text{C}$  ( $\mu = 0,001518 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ;  $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ). ( $d$  = diamètre moyen;  $\Phi$  = facteur de forme;  $\alpha$  = porosité;  $\mu$  = viscosité dynamique;  $\rho$  = masse volumique). Utilisez l'équation de Carmen-Kozeny pour le calcul de la perte de charge.

#### QUESTION 2 (16 %)

Une eau souterraine contient respectivement  $6,6 \text{ g-Fe}^{2+}/\text{m}^3$  et  $4,7 \text{ g-Mn}^{2+}/\text{m}^3$ , ce qui occasionne des problèmes continuels de taches d'apparence grisâtre ou brune sur les cuves des toilettes, les lavabos ainsi que sur les vêtements. Quelle(s) technique(s) permettrai(en)t de régler simultanément le problème de fer et de manganèse? Si des boues sont produites, déterminez approximativement leur volume sachant que ces boues présentent une teneur en matières solides de 1,5 % (exprimez votre résultat en kg de boues produites/ $\text{m}^3$  d'eau traitée). Supposez une élimination de 95 % du fer et du manganèse.

#### QUESTION 3 (12 %)

Expliquez les incidences liées à la distribution (aqueduc) durant plusieurs années d'une eau n'ayant pas atteint son pH d'équilibre ( $\text{pH}_{\text{sat}}$ ). Lorsque requis, comment corrige-t-on le pH dans une station de production d'eau potable? Bien justifier vos réponses.

#### QUESTION 4 (12 %)

Comparez les avantages et les inconvénients des systèmes de traitement physicochimique et biologique des eaux usées. Dans quelles situations est-il préférable d'utiliser l'un ou l'autre de ces systèmes?

#### QUESTION 5 (25 %)

Les données suivantes ont été obtenues d'une station de boue activée (de type CFST avec décanteur secondaire) :

$V_{\text{bassin aéré}}$	$= 48\,000 \text{ m}^3$	$X_{\text{affluent}}$	$= \text{négligeable}$
$Q$	$= 185\,000 \text{ m}^3/\text{d}$	$X$	$= 3000 \text{ g}/\text{m}^3$ (basin d'aération)
$Q_w$	$= 2000 \text{ m}^3/\text{d}$	$X_e$	$= 20 \text{ g}/\text{m}^3$
$Q_r$	$= 90\,000 \text{ m}^3/\text{d}$		
$\text{DBO}_5 \text{ affluent}$	$= 300 \text{ g}/\text{m}^3$		
$\text{DBO}_5 \text{ effluent}$	$= 20 \text{ g}/\text{m}^3$		

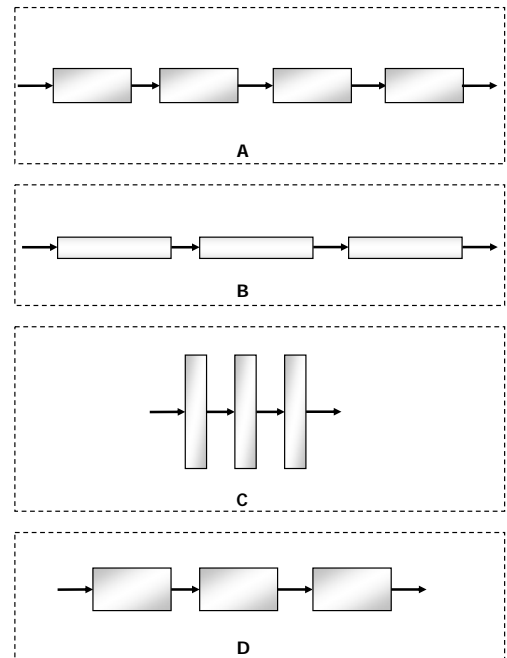
Déterminez :

- i) le temps de rétention hydraulique du bassin d'aération  $\theta$ ; (2 %)
- ii)  $X_r$ ; (2 %);
- iii) l'âge des boues  $\theta_c$ ; (3 %)
- iv) le taux de croissance de la boue biologique  $r_g$ ; (2 %)
- v) le taux de croissance spécifique de la boue activée  $\mu$ ; (3 %)
- vi) le taux d'utilisation spécifique du substrat  $U$ ; (3 %)
- vii)  $Y$  exprimé en g de boue biologique formée/g de  $DBO_5$  enlevée; (3 %)
- viii) le ratio  $F/M$ ; (3 %)
- ix) l'enlèvement approximatif de phosphore et d'azote (en  $g/m^3$ ) par assimilation biologique dans les cellules bactériennes. (4 %)

### QUESTION 6 (10 %)

La figure ci-contre présente différentes configurations d'étangs aérés facultatifs où chacune des configurations présente un volume total liquide identique (ex. : volume total des quatre bassins de la configuration A = volume total des trois bassins de la configuration B...). À noter que pour une même configuration, les bassins ont des volumes identiques et que chacune des configurations reçoit le même débit d'eau usée et que cette eau usée présente la même concentration en  $DBO_5$ .

Compte tenu de ces configurations, classez les quatre configurations par ordre décroissant de performances attendues en termes d'enlèvement de la  $DBO_5$  (il est possible, mais pas certain, que deux configurations offrent les mêmes rendements). Justifiez votre réponse au besoin (vous n'avez pas nécessairement besoin d'effectuer des calculs pour répondre à cette question). Si vous deviez choisir une seule configuration pour une municipalité, laquelle proposeriez-vous et pourquoi?



### QUESTION 7 (10 %)

Expliquer l'impact d'un rejet d'eau usée urbain dans une cours d'eau récepteur.