

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2018

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

16-CH-B1  
GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

**Question 1 (20 points) —**

- a) **(12 points)** Veuillez déterminer les émissions maximales acceptables pour une centrale thermique en termes d'émission de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et matières particulaires. Cette centrale produit 1000 MW d'électricité à partir de charbon contenant 1.5% de soufre. Le combustible utilisé a une capacité thermique de 10 000 BTU/lb et une efficacité de 40%. Cette centrale est assujetti à la réglementation imposée par le gouvernement américain concernant les rejets des usines de production d'énergie à partir de combustibles fossiles (NSPS, voir Tableau 1).
- b) **(8 points)** En pollution de l'air lequel entre PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> est le plus néfaste pour la santé publique, et expliquez pourquoi.

**Tableau 1. Exemples de normes imposées par le *National New Source Performance Standards* (NSPS) des USA**

1. Steam electric power plants (built after September 18, 1978):
  - A. Particulates: 0.03 lb/million Btu of heat input (13 g/million kJ)
  - B. NO<sub>x</sub>: 0.20 lb/million Btu (86 g/million kJ) for gaseous fuel  
 0.30 lb/million Btu (130 g/million kJ) for liquid fuel  
 0.60 lb/million Btu (260 g/million kJ) for anthracite or bituminous coal
  - C. SO<sub>2</sub>: 0.20 lb/million Btu (86 g/million kJ) for gas or liquid fuel. For coal-fire plants, the SO<sub>2</sub> standard requires a scrubber that maintains at least a 70% SO<sub>2</sub> removal efficiency up to an emission rate of 0.60 lb/million Btu, but may require a scrubber that is more than 90% efficient depending on the percent of sulfur in the coal and the coal's heating value. Furthermore, the maximum permissible emission rate is 1.2 lb SO<sub>2</sub> per million Btu of heat input, but the permissible emission rate may be less depending on the coal's percent of sulfur and the required scrubber efficiency. [A convenient way to apply this regulation is to use Figure 1.5 on page 28 (developed by Molburg in 1980), in which the required removal efficiency is the ordinate and the allowable SO<sub>2</sub> emission rate is the abscissa. To find the precise operating point for any given coal, draw a straight line from the origin of the graph to the point within the curved lines that best represents the properties of the coal. The point where the line intersects the shaded *admissible region* defines the operating point, which consists of a required efficiency and an allowable emission rate.]

**Question 2 (20 points)** Une boue activée a les paramètres de Monod suivants :  $k = 4/\text{jour}$ ,  $K_S = 50 \text{ mg DBOCu/L}$ ,  $Y = 0.4 \text{ mg MVS/mg DBOCu}$ ,  $k_d = 0.05/\text{jour}$ .

**a) (12 points)** Si cette boue activée doit rencontrer une exigence de rejet de  $10 \text{ mg/L}$  de DBOCu, à quel âge de la boue cette station de boue activée doit-elle fonctionner afin de rencontrer cette exigence?

**b) (8 points)** Qu'arrive-t-il à la concentration de DBOCu à l'effluent si l'âge de la boue est i) plus petit que la valeur calculée en a); ii) plus grande que la valeur calculée en a)

**Question 3 (35 points)** — Un fossé d'oxydation doit être conçu pour une municipalité de 6 000 personnes. Le débit à traiter est de  $380 \text{ L personnes}^{-1} \text{ jour}^{-1}$ , la DBO5 de l'affluent est de  $225 \text{ mg L}^{-1}$ . L'usine est en mesure d'éliminer 90% de la DBO5. Le coefficient de rendement ( $Y_b$ ) est de  $0.65 \text{ g MLVSS g}^{-1} \text{ DBO5}$ . Le coefficient de décroissance endogène est de  $0.06 \text{ jour}^{-1}$ . La fraction biodégradable des solides totaux est de 0.8, et les MLVSS (*mixed liquor volatile suspended solids*) représentent 50% des MLSS (*mixed liquor suspended solids*).

a) (15 points) Déterminez le volume du réacteur nécessaire sachant que le taux de rétention hydraulique est de 1 jour et que vous avez un taux de recyclage de votre effluent de 100%.

b) (20 points) La concentration en MLSS dans le réacteur lors de l'opération.

**Question 4 (25 points)** – L'effluent d'un système de traitement d'eau contient une concentration de COT (carbone organique total) de  $2 \text{ mg/L}$ . L'exigence de rejet pour cet effluent est de  $0.1 \text{ mg COT /L}$ . Pour atteindre cet objectif, une firme de consultants propose un traitement par adsorption avec du CAG (charbon activé en grains). Les caractéristiques d'adsorption des CAG provenant de deux fournisseurs sont

- charbon A :  $a = 0.8$ ,  $b = 0.4 \text{ m}^3/\text{g}$  pour l'isotherme de Langmuir (l'isotherme de Freundlich ne s'applique pas);
- charbon B :  $1/n = 0.9$ ,  $K_F = 0.1$  pour Freundlich (l'isotherme de Langmuir ne s'applique pas).

On vous demande de faire une analyse technico-économique préliminaire pour effectuer ce traitement.

**a) (15 points)** Déterminez la quantité de charbon requis par mètre cube d'eau traitée pour chacun des deux CAG.

**b) (10 points)** Si le charbon A coûte 70% de plus que le charbon B sur une base massique, lequel choisissez-vous pour effectuer le traitement.