

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2016

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

## 14-EN-A1 PRINCIPES DU GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

### **PARTIE I : QUESTIONS DE CALCULS (70 %)**

#### **QUESTION 1 (25 %)**

Vous travaillez au département d'environnement d'une compagnie œuvrant dans le domaine de la fabrication de bétons. Votre compagnie vient d'obtenir un important contrat pour la fourniture de béton pour la construction d'une section de 2 km d'une autoroute en béton. L'autoroute comporte trois voies de 3,7 mètres chacune. Les dalles de béton composant l'autoroute possèdent des dimensions de 3,7 mètres de large x 6,0 mètres de long x 280 mm pour l'épaisseur. Le béton sera composé d'eau, de ciment, de granulats fins, de granulats grossiers, d'adjuvants et d'air entraîné et aura une masse volumique de 2340 kg/m<sup>3</sup>. Il sera livré par des camions 12 roues (capacité de 20 tonnes métriques). Son rapport E/C sera de 0,38. Votre compagnie a obtenu ce contrat à raison de 110\$/m<sup>3</sup> de béton livré. La productivité sera de 10 camions/heure, 8 heures par jour, 5 jours par semaine.

Dans un deuxième temps, l'entrepreneur général du projet vous demande de gérer les eaux et résidus de lavage des camions sur le chantier. En effet, suite aux déversements du béton sur l'autoroute, les camionneurs doivent lavés leur camion à l'eau avant de quitter le chantier. Vous estimez une perte de béton d'environ 3% par camion (se retrouvant dans les eaux de lavage). Les eaux de lavage ayant un pH d'environ 12,5, le contrat stipule que celles-ci doivent être gérées avant leur déversement à l'égout pluvial municipal. Vous optez pour une solution de décantation dans des conteneurs pour les résidus solides de lavage. Une fois les eaux clarifiées, celles-ci seront acheminées dans un bassin à fort bullage afin d'abaisser le pH.

Une fois que le bassin de décantation aura atteint sa capacité, il sera vidangé par des camions vacuums et les résidus seront disposés dans un centre de valorisation situé à 50 km du chantier.

Vous devez évaluer :

- 1) Le coût de livraison du béton (coût du projet);
- 2) Le nombre de dalles au contrat;

- 3) Le temps nécessaire avant la vidange du bassin de décantation (considérer une vitesse de décantation cible très rapide et une vidange lorsque le bassin atteint 30% de sa capacité);
- 4) Le coût de vidange du bassin de décantation pour l'ensemble du projet.

## **DONNÉES :**

### **Bassin de décantation**

Longueur : 10 mètres (au fond du bassin)

Largeur : 6 mètres (au fond du bassin)

Profondeur : 2 mètres

Pente : 3:1

### **Pompage et transport camion vacuum**

Débit de pompage 10 m<sup>3</sup>/h

Capacité d'un camion : 13 640 litres

Coût : 130\$/h

### **Disposition**

Coût : 100\$/m<sup>3</sup>

## **QUESTION 2 (20%)**

Un prometteur souhaite développer un nouveau quartier résidentiel aux abords d'une rivière. Concernant la gestion des eaux pluviales, le ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs du Québec lui demande d'implanter un ouvrage de retenue et de contrôle du débit qui s'écoulera vers la rivière. Le prometteur vous mandate pour la conception de cet ouvrage. Le réseau de collecte des eaux pluviales dessert un bassin versant de 6 hectares ayant un coefficient de ruissellement (C) de 0,55. Vous optez pour un bassin de retenue permanente des eaux afin de créer un espace de vie agréable dans le quartier tout en accomplissant votre mandat de gérer les eaux pluviales. Ce bassin sera divisé en deux cellules placées en série. La première (cellule d'entrée) contient 20% du volume total et servira de décanteur primaire. Vous devez :

- a) Évaluer le volume et les dimensions du bassin de retenue permanente de la deuxième cellule;
  - Utilisez la méthode rationnelle ( $Q=KAIR$ ) où l'intensité de la pluie (I) en mm/h est  $I = 43C + 5,9$
  - De plus, la profondeur du bassin doit être 3 mètres et le ratio longueur/largeur de 3 :1.
  - Le taux de rétention du bassin doit être de 36 heures.
- b) Concernant la cellule d'entrée, il est demandé de conserver une vitesse de décantation cible d'environ 25 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>\*d) pour les matières en suspension. Si l'on

conserve une profondeur de 3 mètres pour cette première cellule, la superficie de celle-ci sera-t-elle adéquate? Justifiez par vos calculs.

- c) Identifiez trois polluants que l'on souhaite retirer des eaux pluviales par cet ouvrage de retenue.

### **QUESTION 3 (25 %)**

L'entreprise NetVac opère dans le domaine du nettoyage de réseaux d'égouts. De plus, elle possède un centre de valorisation des matières recueillies. L'entreprise procède actuellement au nettoyage du réseau de votre municipalité. Les opérations de nettoyage comprennent deux camions écucreurs ainsi que deux camions vacuum.

De retour à l'usine de valorisation, les camions vacuum déchargent leurs convoies dans un bassin de décantation. Déterminez les dimensions de ce bassin de décantation si l'on souhaite obtenir une vitesse de décantation cible de  $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ . L'usine reçoit quotidiennement, de façon ponctuelle, 20 camions vacuum d'une capacité de 13 640 litres chacun.

Une fois les boues décantées, elles sont aspirées par une conduite de fond de bassin pour être acheminées vers une presse à bandes. Les boues ont une siccité moyenne de 3,5% à l'entrée de la presse. À la sortie de la presse, les gâteaux ont une siccité moyenne de 28,4%. Les gâteaux seront valorisés en épandage agricole. Les parcelles agricoles réceptrices reçoivent habituellement environ 100 tonnes de matières sèches par opération d'épandage. On vous demande de déterminer quel sera le délai afin d'accumuler assez de boues déshydratées pour effectuer une opération d'épandage.

Une fois la conception du bassin de sédimentation terminée et sa construction achevée, vous retourner sur les lieux faire le suivi des installations. Vous faites analyser un échantillon d'eau brute déversée dans le bassin et vous réalisez que les particules (MES) dans l'échantillon se regroupent en trois groupes distincts. Cette eau est composée de 25% de particules ayant une vitesse de chute de 1,6 m/h, à 45% de particules à 2,2 m/h et de 30% de particules à 2,8 m/h. On vous demande de vérifier si les dimensions de votre bassin demeurent conformes afin que 100% des particules demeurent dans celui-ci.

## **PARTIE II : QUESTIONS DE COMPRÉHENSION (30 %)**

### **(2% par question à l'exception de celles indiquées)**

1. Nommez trois microorganismes indésirables réglementés que le traiteur d'eau doit contrôler à la station d'eau potable. (3%)
2. Nommez deux méthodes de désinfection utilisées pour les effluents d'eaux usées.

3. Pourquoi utilise-t-on du chlorure ferrique ou du sulfate d'aluminium (alun) en assainissement de l'eau?
4. Une station d'eau potable possède un débit moyen journalier de 432 m<sup>3</sup>/d alors que son débit moyen de nuit est de 208 m<sup>3</sup>/d. Quelles hypothèses peut-t-on avancer sur le système de distribution en eau ainsi que sur la consommation de chacun des secteurs d'activités de la municipalité desservie? (3%)
5. Nommez deux avantages que procure l'utilisation d'une fosse septique comme traitement primaire d'une chaîne de traitement des eaux usées.
6. Un concepteur de station d'eau potable préfère-t-il une alimentation d'une source d'eau souterraine ou d'une source d'eau de surface? Expliquez.
7. Nommez trois méthodes de disposition des boues de station d'épuration municipale. (3%)
8. L'intensification du développement de villégiature autour du lac Noir a entraîné une augmentation des concentrations en phosphore total mesurées en différents points sur le lac (moyenne à 0,64 mg/L). Identifiez deux sources potentielles responsables de ces apports.
9. Pourquoi l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire applique-t-il une couche de sol sur une couche de déchet? Nommez deux raisons.
10. Quel élément chimique est essentiel à une décomposition aérobie de composés organiques?
11. Le plastique de type "polystyrène" est souvent délaissé par les recycleurs. Expliquez.
12. Qu'est-ce qu'une analyse de cycle de vie et quels en sont les grands principes? (3%)
13. Pourquoi utilise-t-on des résines telles que le charbon activé ou la zéolite pour le traitement des eaux ou de l'air?