

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC  
SESSION DE NOVEMBRE 2024

***Note au sujet de la propriété intellectuelle des modèles d'examen de l'Ordre des ingénieurs du Québec***

*Les modèles d'examen se trouvant sur le site internet de l'Ordre des ingénieurs du Québec sont la propriété exclusive de l'Ordre et leur utilisation est strictement limitée à des fins académiques et personnelles. Toute reproduction, distribution ou utilisation commerciale non autorisée de ces modèles constitue une violation de la propriété intellectuelle et est strictement interdite. L'Ordre se réserve le droit de prendre toutes les mesures légales appropriées contre toute utilisation non autorisée de ses modèles d'examen.*

Toute documentation permise

Calculatrices programmables : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

Nombre de questions : 6

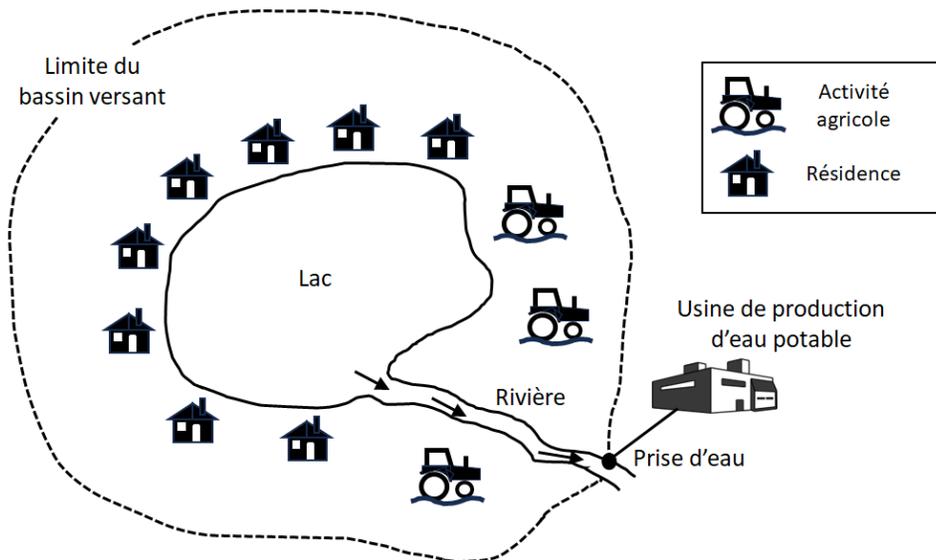
16-CI-A3 GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

### **QUESTION 1 – APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE (16%)**

La prise d'eau d'une usine de production d'eau potable est située sur une rivière qui est un effluent d'un lac (voir Figure 1). Des résidences sont situées autour du lac et il y a des activités agricoles dans le bassin versant de la prise d'eau.

1. Compte tenu de la localisation de la prise d'eau, nommez deux types de contamination potentielles de l'eau à la prise d'eau en précisant leur(s) origine(s) et les risques pour la santé humaine qui y sont associés **(8%)**;
2. Pour chacune des contaminations proposez une façon de la réduire **(8%)**

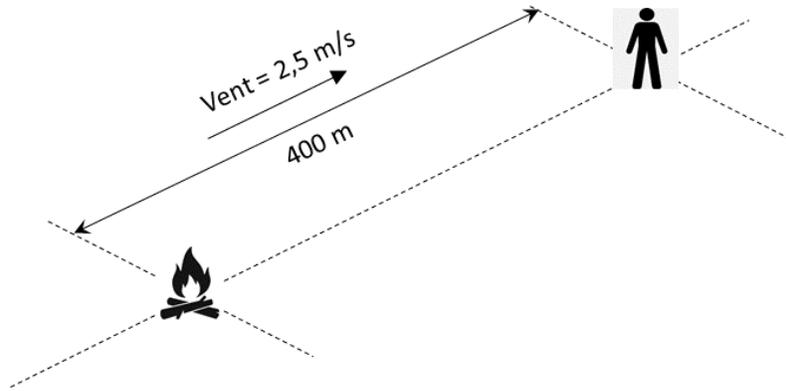
Chacune des réponses peut se limiter à un court paragraphe à condition qu'elle soit pertinente et clairement justifiée.



**Figure 1 – Prise d'eau et son bassin versant**

### **QUESTION 2 – POLLUTION DE L'AIR (17%)**

Un feu de bois au sol émet 20 g/s de monoxyde de carbone (CO) par une nuit claire avec un vent de 2,5 m/s. Si les fumées s'élèvent de 6 m (« Plume rise ») avant d'être transportées quelle serait la concentration de CO à 400 m du feu sous le vent et au niveau du sol (voir Figure 2)?

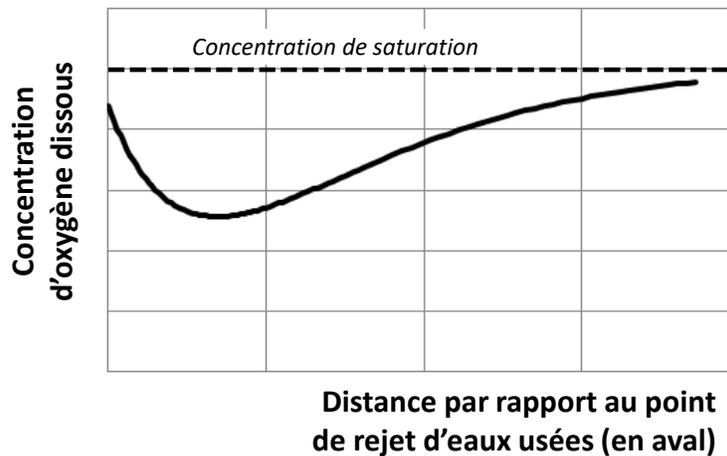


**Figure 2** – Dispersion des fumées (dessin non à l'échelle).

Remarque : la résolution du problème fait appel au modèle gaussien de dispersion (« Point Source Gaussian Plume Model »).

**QUESTION 3 – POLLUTION DES EAUX (17%)**

Expliquez pourquoi la concentration en oxygène dissous dans une rivière va diminuer en aval d'un point de rejet continu et stable d'eaux usées contenant de la matière organique biodégradable (biodégradation aérobie) **(9%)** et pourquoi elle va ensuite remonter **(8%)** (voir la Figure 3).



**Figure 3** – Variation de la concentration d'oxygène dissous en aval d'un point de rejet d'eaux usées (« Sag curve »).

**QUESTION 4 – RÉACTEURS (16%)**

Une eau usée est traitée en cuvée (« Batch ») dans un bassin très bien agité dans le but de dégrader un polluant. La réaction de dégradation du contaminant est du deuxième ordre (« Second-order ») et sa constante cinétique (« Reaction rate coefficient ») à 10°C est de 0,05  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- a. Si la concentration initiale de contaminant est de 100 mg/L, au bout de combien de temps cette concentration aura-t-elle baissé de 10 fois? **(10%)**
- b. Si l'eau était à 30°C, est-ce que ce temps de réaction augmenterait ou diminuerait et pourquoi? **(6%)**

Il est possible de répondre à la question b) sans avoir répondu à la question a)

#### **QUESTION 5 – MATIÈRES RÉSIDUELLES (17%)**

Des matières organiques résiduelles, MOR, ont un pouvoir calorifique supérieur, PCS (« *Higher heat value* ») de 5500 kJ/kg.

- a) Si ces MOR contiennent 65% (masse/masse) d'eau et si leur teneur en hydrogène sur une base sèche est de 6% (masse/masse), quel est le pouvoir calorifique inférieur, PCI (« *Lower heat value* ») de ces matières résiduelles? **(6%)**
- b)** Si ces MOR étaient incinérées dans le but de produire de l'électricité, combien de kWh seraient produits chaque jour si la quantité de MOR journalière était de 50 tonnes et si le rendement global de conversion d'énergie, par rapport au PCS, était de 20%? **(5%)**
- c) Nommez 2 avantages, en justifiant vos réponses, à remplacer l'incinération des MOR par leur compostage? **(6%)**

Il est possible de répondre à la question c) sans avoir répondu aux questions a) et b)

#### **QUESTION 6 – ÉNERGIE (17%)**

Un réservoir d'eau chaude a un diamètre intérieur de 0,7 m et une hauteur intérieure de 1,2 m. Un isolant, dont la résistance thermique (« R-value ») est de 1,76 m<sup>2</sup>.°C/W (R-10), est utilisé pour limiter les pertes de chaleur. La température de l'eau dans le réservoir est de 55°C et la température à l'extérieur du réservoir est de 10°C. Quel serait le gain en énergie (exprimé en kWh) qui serait réalisé chaque année si on utilisait un isolant avec une résistance thermique R-40 (7,04 m<sup>2</sup>.°C/W) au lieu de R-10?