

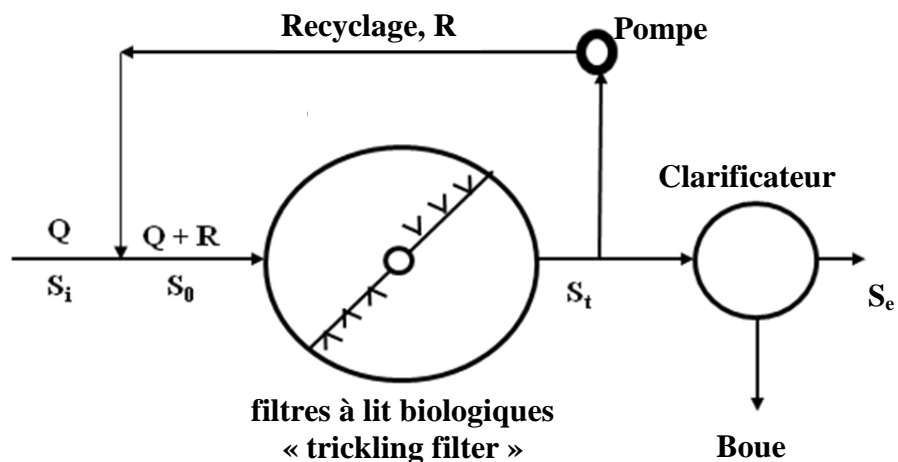
Toute documentation permise (Open-book)  
 Calculatrices : modèles autorisés seulement  
 Durée de l'examen : 3 heures

**14-EN-A1**  
**Principes du génie de l'environnement**

**PARTIE I: PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE (50%)**

**QUESTION 1 (25%)**

Une ville d'une population de 5000 personnes a décidé d'utiliser un système de filtres à lit biologiques « trickling filter » pour le traitement de ses eaux usées municipales après la clarification primaire selon le schéma ci-dessous :



La performance des filtres « trickling filter » pendant le traitement des eaux usées municipales peut être exprimée par l'équation suivante:

$$S_e / S_i = 1 / (1 + c (D^{0.67} / Q_L^{0.5}))$$

Où:

$S_e$  = Concentration de  $DBO_5$  dans l'effluent (mg/L)

$S_i$  = Concentration de  $DBO_5$  dans l'affluent (mg/L)

$c$  = Coefficient, 5,36 dans le système SI

D = Profondeur de filtre « trickling filter » (m)

$Q_L$  = Charge hydraulique par unité de surface ( $m^3 / m^2 \cdot d$ )

Le débit des eaux usées est de 380 L / (Personne-d), la demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ ) après le clarificateur primaire est 135 mg / L et  $DBO_5$  après le clarificateur final est 20 mg / L. La profondeur du filtre est 1,5 m et il n'y a pas de recyclage dans le système de traitement de cette ville. L'usine de traitement produit  $30 m^3$  de boues humides par semaine. Déterminez les suivants:

- A. **(10 points)** Diamètre d'un filtre « trickling filter » qui devrait être utilisé dans le traitement des eaux usées de cette ville.
- B. **(5 points)** Masse de solides (boue) secs (kg) générée par an, si les boues produites contiennent des solides à 1,5%.
- C. **(5 points)** Volume annuel de la production de boues ( $m^3$ ) après la déshydratation des boues par une presse filtrante « filter press » qui augmente la teneur en solides des boues à 25%.
- D. **(5 points)** Ratio de la réduction du volume des boues due à la déshydratation des boues.

## QUESTION 2 (25%):

Un bioréacteur complètement mélangé sans recyclage traite une eau souterraine contaminée par le toluène par des procédés de biodégradation aérobie. L'eau souterraine a un débit de  $200 m^3$  par jour. La concentration de toluène dans l'eau souterraine est de 250 mg / L et la concentration du toluène requise dans l'effluent est de 12 mg / L. La culture bactérienne dans le bioréacteur suit une relation de pseudo-premier ordre « pseudo-first order relationship » où le taux spécifique d'élimination du toluène ( $q = 1 / X \, dS / dt$ ) est directement proportionnel à la concentration de toluène (S). Si la constante (k) « rate constant » est 0,4 litre / (mg cells.hr), Déterminez les suivants:

- A) **(15 points)** Le volume requis du bioréacteur dans le cadre de l'opération en régime permanent « steady-state operation » pour maintenir la biomasse de 500 mg / L dans le bioréacteur.
- B) **(10 points)** Le rendement en biomasse « biomass yield coefficient » (Y), en supposant que la croissance de la biomasse suit la relation Monod, le taux de croissance spécifique maximum ( $\mu_{max}$ ) est de  $0,68 h^{-1}$  et la constante de saturation est de 30 mg / L.

## PARTIE II - QUESTIONS À LA CONNAISSANCE (50%)

### QUESTIONS :

1. **(4 points)** Qu'est-ce que l'eau dure? Quels sont les éléments contaminants dans l'eau dure? Pourquoi est-il indésirable dans les opérations industrielles?
2. **(3.5 points)** Pourquoi le chlore doit-il être ajouté à l'eau à des fins de désinfection après le traitement et l'élimination des contaminants organiques et inorganiques, pas avant le processus de traitement?
3. **(3.5 points)** Nommez deux caractéristiques d'une eau usée qui le rendra indésirable pour le traitement par processus biologiques.
4. **(4 points)** Qu'est-ce qu'on appelle la «pluie acide» (acid rain)? Expliquez brièvement la nature des pluies acides, comment elles sont produites et les impacts environnementaux des pluies acides.
5. **(3.5 points)** Nommez trois gaz à effet de serre différents (GES).
6. **(3.5 points)** Nommez trois stratégies d'atténuation pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans une opération industrielle.
7. **(3.5 points)** Quels sont les principaux constituants de l'alcalinité dans l'eau?
8. **(3.5 points)** Quels types de contaminants sont ciblés lors du processus de coagulation?
9. **(3.5 points)** Qu'est-ce que les agents pathogènes? Nommez deux types différents d'agents pathogènes dans l'eau, sous réserve des normes d'eau potable.
10. **(3.5 points)** Quels sont les désavantages/limitations de l'utilisation de la lumière UV pour la désinfection de l'eau? Indiquez trois raisons.
11. **(3.5 points)** Identifiez un composé organique majeur qui est considéré comme un polluant de l'air intérieur. Donnez les sources et les impacts potentiels sur la santé.
12. **(3.5 points)** Expliquez quels polluants atmosphériques contribuent à la formation de smog photochimique (photochemical smog).
13. **(3.5 points)** Nommez trois sources différentes de matière particulaire (PM) dans l'air. Expliquez au moins un danger pour la santé des PM dans l'air.
14. **(3.5 points)** La diminution de l'ozone dans l'atmosphère est principalement due à la présence de (Choisir A, B, C ou D):
  - A. PAN, PBN
  - B. CFC, HFC
  - C. CO, NO
  - D. Aucune de ces réponses