

## ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

### SESSION DE NOVEMBRE 2022

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

#### 16-CI-A3

#### Génie de l'environnement

##### QUESTION 1 – Imperméabilisation du sol (20%)

Dans les zones urbaines, beaucoup de surfaces ont été imperméabilisées et donc ne permettent pas l'infiltration de l'eau. Décrivez en quelques lignes :

1. Un exemple d'impact sur l'environnement de cette imperméabilisation (7%);
2. Une façon de régler ce problème à la source (7%);
3. Une façon de limiter les conséquences environnementales d'une imperméabilisation du sol en milieu urbain (6%).

##### QUESTION 2 – Pollution de l'air (15%)

Chaque véhicule qui circule sur une autoroute émet 500 mg d'hydrocarbures (HC) par km parcouru. On considère que la classe de stabilité («Stability class») de la météo est B (modérément instable) et que le vent qui souffle perpendiculairement à l'autoroute a une vitesse de 0,5 m/s. Au-delà de quel débit de circulation sur cette autoroute («Traffic volume»; en véhicules par heure) la concentration de HC dans l'air sera-t-elle supérieure à  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à 25 m de distance de l'autoroute?

##### QUESTION 3 – Réacteurs et traitement de l'eau (15%)

Du chlore est ajouté dans l'eau à l'entrée d'une conduite. En première approximation, on considère que l'écoulement de l'eau dans la conduite est de type piston (« Plug flow ») et que la vitesse d'écoulement de l'eau est de 0,5 m/s. Le chlore injecté dans l'eau permet d'inactiver (dégrader) les virus suivant une réaction de 1<sup>e</sup> ordre (« First order rate ») dont la constante cinétique (« Reaction rate coefficient ») est de  $0,3 \text{ min}^{-1}$ . À l'état stationnaire (« Steady state »), quelle devrait être la longueur de la conduite pour avoir une diminution de 10000 fois de la concentration de virus actifs dans la conduite?

#### QUESTION 4 – Conversion d'énergie (15%)

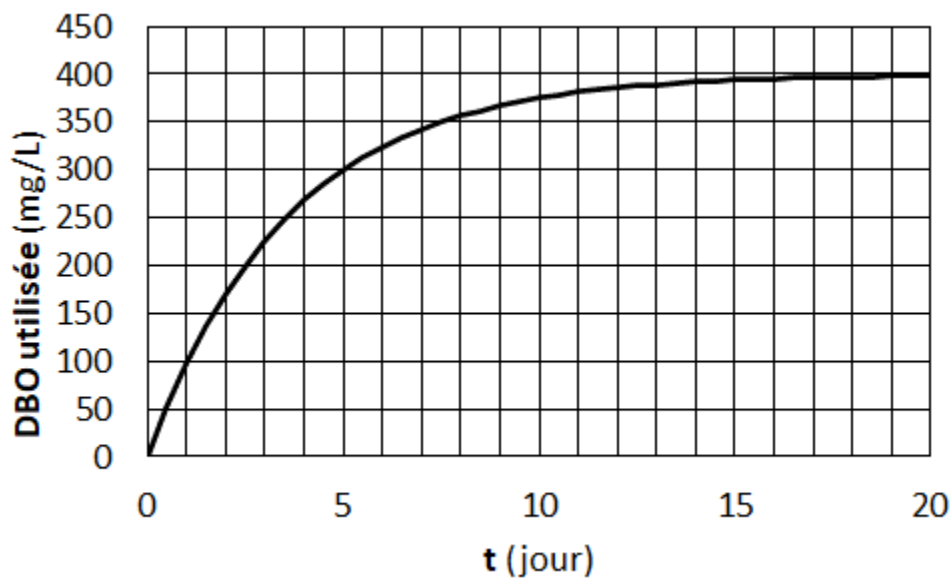
Les centrales électriques permettent de produire de l'énergie électrique à partir de différentes sources d'énergie.

1. Quelles sont les étapes de conversion d'énergie dans une centrale électrique au charbon (8%)?
2. Pourquoi le rendement énergétique d'une centrale électrique au charbon est-il nettement inférieur à celui d'une centrale hydroélectrique (7%)?

#### QUESTION 5 - Eaux usées – DBO (20%)

Un test de mesure de la DBO («BOD, Biochemical Oxygen Demand») d'une eau usée brute a été réalisé à 25°. Les résultats de ce test sont présentés à la Figure 1. Les deux questions sont indépendantes.

1. D'après ces résultats, quelle est la constante cinétique de biodégradation («BOD reaction rate constant») à 25°C (10%)?
2. Sans faire de calculs, tracer les allures des graphes de la DBO en fonction du temps pour des températures de 25°C et de 5°C en justifiant votre réponse (10%).



**Figure 1 – Résultats du test de DBO**

QUESTION 6 – Matières résiduelles - Biométhanisation (15%)

Des matières résiduelles organiques (MRO) contiennent 62% (masse/masse) d'eau. Un système de biométhanisation de ces matières résiduelles produit 0,27 m<sup>3</sup>N de biogaz par kg de matière organique sèche (MOS). Le biogaz contient 55% (volume/volume) de méthane (CH<sub>4</sub>). Les deux questions ci-dessous sont indépendantes.

- 1) Sachant que 100 tonnes métriques de MRO sont traitées chaque jour, quel volume (m<sup>3</sup>N) et quelle masse (kg) de méthane sont produits chaque jour (9%)?
- 2) Donnez deux types de valorisation du méthane produit par biométhanisation (6%).

1 m<sup>3</sup>N = 1 m<sup>3</sup> dans les conditions standard de pression (1 atm) et de température (0°C)