

**Question 1 :**

Pour une expérimentation de laboratoire typique de DBO à 5 jours, expliquer pourquoi:

- la bouteille DBO est recouverte avec un capuchon?
- l'expérimentation est faite dans le noir (ou la bouteille est parfois opaque)?
- il est typiquement nécessaire de diluer l'échantillon?
- il est parfois nécessaire d'ensemencer l'échantillon?
- la valeur de DBO ultime n'est-elle typiquement pas mesurée?

**Réponse 1 :**

- Les bouteilles sont couvertes pour empêcher la réaération.
- Les bouteilles sont opaques ou les tests sont exécuté dans le noir pour empêcher la photosynthèse.
- Une dilution est souvent nécessaire pour assurer un niveau d'OD final de plus que 0.
- Les échantillons n'ont pas tous un niveau adéquat de microorganismes.
- La mesure DBOu prend souvent trop de temps.

**Question 2 :** Une industrie à deux sources de décharges. La première source à un débit de  $500 \text{ m}^3/\text{j}$ , une valeur de  $\text{DBO}_{5,20}$  de  $260 \text{ mg/L}$  et  $k$  de  $0.20 \text{ j}^{-1}$  (sur base e). La deuxième source à un débit de  $800 \text{ m}^3/\text{j}$ , une valeur de  $\text{DBO}_{5,20}$  de  $690 \text{ mg/L}$  et  $k$  de  $0,15 \text{ j}^{-1}$  (sur base e). Déterminer la valeur de DBO ultime si les deux décharges sont combinées.

**Réponse 2 :**

$$L = \frac{y}{1 - e^{-kt}}$$

$$L_1 = \frac{260 \text{ mg/L}}{1 - e^{-(0.20 \text{ j}^{-1})(5 \text{ d})}} = 411 \text{ mg/L}$$

$$L_2 = \frac{690 \text{ mg/L}}{1 - e^{-(0.15 \text{ j}^{-1})(5 \text{ d})}} = 1308 \text{ mg/L}$$

$$L = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2}{Q_1 + Q_2} = \frac{\left(500 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}\right) \left(411 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) + \left(800 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}\right) \left(1308 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{(500 + 800) \frac{\text{m}^3}{\text{d}}} = 963 \text{ mg/L}$$

**Question 3 :** Une station de traitement d'eau usée relâche 22,5 millions de gallons par jour d'eaux usées traitées ayant une valeur de  $DBO_u$  de 30 mg/L à 26,7°C et une concentration de 1,5 mg/L d'OD. La rivière où l'eau est relâchée à un courant de 4,5 m<sup>3</sup>/s et une vitesse de 0,45 m/s. Sa profondeur moyenne est de 1,5 m. La température de la rivière avant le point de mélange est 21°C. La rivière à un niveau de saturation d'oxygène de 85% et une valeur de  $DBO_u$  de 2,0 mg/L. Les constantes cinétiques de réaération ( $k_r$ ) et de désoxygénation ( $k_d$ ) de la rivière sont 0,35 j<sup>-1</sup> et 0,2 j<sup>-1</sup> à 20°C, respectivement.

**Déterminer :**

- le débit de l'eau usée en unités de mesure m<sup>3</sup>/s.
- la température de la rivière au point de mélange.
- la concentration initiale d'OD au point de mélange.
- la valeur de déficit au point de mélange.
- la valeur de  $DBO_u$  au point de mélange.
- la distance du point de mélange au point où la concentration d'OD critique prend lieu.
- la concentration d'OD critique.
- le volume d'un bassin flux à piston pour le traitement de cette eau usée si la valeur de  $DBO_u$  entrante est de 220 mg/L et le taux d'élimination est de 0,2/j (présumer que le bassin n'a qu'une seule entrée et sortie et que ces deux courants sont dilués).

**Réponse 3 :**

A)  $22,5 \text{ MGD} \times (10^6 \text{ gallons/1 MG}) \times (0,003785 \text{ m}^3/\text{1 gallon}) \times (1 \text{ j} / 24 \text{ hrs}) \times (1 \text{ hr} / 3600 \text{ s}) = 1 \text{ m}^3/\text{s}$

B) 
$$T_o = \frac{Q_w T_w + Q_r T_r}{Q_w + Q_r} = \frac{4.5(21) + 1(26.7)}{1 + 4.5} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

C)

$DO_r = \text{saturation de 85\% à } 21^\circ\text{C} (DO = \text{anglais} = OD)$

$DO_r = 0,85 \times 8,99 = 7,6 \text{ mg/L}$

$$DO_o = \frac{Q_w DO_w + Q_r DO_r}{Q_w + Q_r} = \frac{1(1.5) + 4.5(7.6)}{1 + 4.5} = 6.5 \text{ mg/L}$$

D)

$$D_o = DO_s - \frac{Q_w DO_w + Q_r DO_r}{Q_w + Q_r} = 8.83 - 6.5 = 2.3 \text{ mg/L}$$

E)

$$L_o = \frac{Q_w L_w + Q_r L_r}{Q_w + Q_r} = \frac{1(30) + 4.5(2.0)}{1 + 4.5} = 7.1 \text{ mg/L}$$

F) Ajustez les constantes cinétiques pour la température de la rivière suite au mélange :

$$k_d(T) = k_d(20)\theta^{(T-20)} ; k_d(22) = k_d(20)1.056^{(22-20)} = 0.2 \times 1.024^{(22-20)} = 0.21 \text{ d}^{-1}$$

$$k_r(T) = k_r(20)\theta^{(T-20)} ; k_r(22) = k_r(20)1.056^{(22-20)} = 0.35 \times 1.024^{(22-20)} = 0.37 \text{ d}^{-1}$$

Déterminez le temps de séjours ( $t_c$ ) au point minimum (critique) d'OD:

$$t_c = \frac{1}{k_r - k_d} \ln \left[ \frac{k_r}{k_d} \left( 1 - D_0 \frac{k_r - k_d}{k_d L_0} \right) \right] = 1.7 \text{ days}$$

$$x = t_c \times u = 1,7 \text{ d} \times (24 \text{ hrs/1 j}) \times (3600 \text{ s / 1 hr}) \times 0,45 \text{ m/s} \times (1 \text{ km / 1000 m}) = 66,1 \text{ km}$$

G)

$$D_c = \frac{k_d L_0}{k_r - k_d} (e^{-k_d t_c} - e^{-k_r t_c}) + D_0 (e^{-k_r t_c}) = 2.8 \text{ mg/L}$$

H) D'après le B.M. d'un PF avec une réaction de premier ordre :

N.B. : les valeurs utilisées sont maintenant pour le système PF

$$V/Q = [\ln(\text{DBO}_0) - \ln(\text{DBO})]/k = [\ln(220) - \ln(30)]/0,2 = 10 \text{ jours}$$

Puisque la masse volumique,  $\rho$ , de l'entrée et de la sortie est identique et d'après le B.M. total pour un PF avec une entrée et une sortie :  $Q_e = Q_s = Q$

$$V = 10 \text{ j} \times 1 \text{ m}^3/\text{s} \times (3600 \text{ s / 1 hr}) \times (24 \text{ hrs / 1 j}) = 864 000 \text{ m}^3$$

**Question 4 :** Une eau usée, avec un débit de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , est déversée dans une rivière coulant à  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ . La température de la rivière à l'aval de la décharge est de  $15 \text{ C}$ . La valeur de DBO ultime de la décharge est de  $150 \text{ g/m}^3$  et la constante de dégradation de DBO (sur base e) est de  $0,23 \text{ j}^{-1}$  à  $20 \text{ C}$ . La concentration d'OD immédiatement à l'aval du point de décharge est de  $8,0 \text{ g/m}^3$  et la constante cinétique de réaération est de  $0,15 \text{ j}^{-1}$  à  $15 \text{ C}$ . La valeur de de DBO ultime immédiatement à l'amont du point de décharge est de  $2,0 \text{ mg/L}$ . La vitesse moyenne de la rivière est de  $0,6 \text{ m/s}$ . Le point de mélange de la décharge et de la rivière est présumé « complètement mélangé ». Présumer aussi que la constante de dégradation de la DBO est égale à la constante de désoxygénation.

- Déterminer le déficit d'oxygène au point critique.
- Déterminer la concentration d'oxygène dissout  $25 \text{ km}$  à l'aval du point de mélange.
- Si une quantité significative d'ammoniac est présente dans l'eau usée, le déficit d'oxygène maximum sera-t-il plus grand ou plus petit?

**Réponse 4 :**

$$a) T = 15^\circ\text{C}, C_s = 10,07 \text{ mg/L}$$

$$D_0 = 10,07 - 8 = 2,07 \text{ mg/L}$$

$$L_0 = \frac{L_w Q_w + L_r Q_r}{Q_w + Q_r} = \frac{(150 \text{ mg/L})(1 \text{ m}^3/\text{s}) + (2 \text{ mg/L})(20 \text{ m}^3/\text{s})}{1 \text{ m}^3/\text{s} + 20 \text{ m}^3/\text{s}} = 9,05 \text{ mg/L}$$

$$k_{1,15} = k_{1,20} \theta^{(15-20)} = (0.23 \text{ d}^{-1})(1.047)^{-5} = 0,183 \text{ d}^{-1}$$

$$t_c = \frac{\ln \left\{ \frac{k_2}{k_1} \left[ 1 - \frac{(k_2 - k_1) D_0}{k_1 L_0} \right] \right\}}{k_2 - k_1} = \frac{\ln \left\{ \frac{0.15}{0.183} \left[ 1 - \frac{(0.15 - 0.183)(2.07)}{(0.183)(9.05)} \right] \right\}}{(0.15 - 0.183) \text{ d}^{-1}} = 4,80 \text{ j}$$

$$D_c = \frac{k_1}{k_2} L_0 e^{-k_1 t_c} = \frac{0.183 \text{ d}^{-1}}{0.15 \text{ d}^{-1}} (9.05 \text{ mg/L}) e^{-(0.183 \text{ d}^{-1})(4.80 \text{ d})} = 4,58 \text{ mg/L}$$

$$b) t = \frac{x}{v} = \frac{25 \text{ km}}{0.6 \text{ m/s}} \left( \frac{1000 \text{ m}}{\text{km}} \right) \left( \frac{1 \text{ d}}{86400 \text{ s}} \right) = 0,48 \text{ j}$$

$$D = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D_0 e^{-k_2 t} = \frac{(0.183)(9.05)}{0.15 - 0.183} [e^{-(0.183)(0.48)} - e^{-(0.15)(0.48)}] + (2.07)e^{-(0.15)(0.48)}$$

$$D = 2,66 \text{ mg/L}$$

$$C = C_s - D = 10.07 - 2.66 = 7,41 \text{ mg/L}$$

c) L'ammoniac sera nitrifier qui alors créera une demande en oxygène additionnelle. Le déficit maximum augmentera.