Exercice 3

Génie des Procédés

Centrale Pékin

Dimensionnement d’un réacteur biologique

Une entreprise souhaite réaliser par traitement biologique l’épuration d’un effluent aqueux (contenant majoritairement de l’eau) chargé en corps organiques (matière organique) à éliminer. Grâce à des microorganismes la matière organique se transforme en gaz carbonique et eau. Cette réaction nécessite de l’oxygène et le réacteur est fortement aéré par un flux d’air continu.

On sait grâce à des essais de laboratoire que la vitesse r exprimée en g de matière organique MO transformée par unité de volume et de temps est de la forme :



* CO2liq, CMO: concentrations en g/L d’oxygène et de matière organique dans le liquide.
* k (constante de vitesse) = 50 h-1
* K (constante) = 4.10-4
* Cette réaction chimique n’a lieu qu’en phase liquide.

Le laboratoire a d’autre part établi que la transformation d’un gramme de matière organique nécessite consommer  grammes d’oxygène :  =1,1. C’est le rendement.

Un pilote (installation de taille intermédiaire entre le laboratoire et l’industrie) doit être réalisé pour vérifier le fonctionnement de l’épuration.

Le réacteur sera agité mécaniquement, garantissant un **écoulement parfaitement agité** pour les phases liquide et gazeuse. On étudiera dans tous les cas le **régime stationnaire**.

**Notations et données :**

Débit d’alimentation du liquide : q = 100 L/h (égal au débit de sortie)

CMO0, CO2liq0 : concentrations de MO et O2 dans le liquide à l’entrée du réacteur

CMOf, CO2liqf : concentrations de MO et O2 dans le liquide à la sortie du réacteur

**1ère question**

On décide de traiter un effluent de débit q où la concentration initiale de matière organique CMO0est de 10 g/L et d’abaisser celle-ci à CMOf = 1 g/L. Le débit d’air est en grand excès et on donne la concentration de O2 dans le liquide dans le réacteur (et à la sortie), soit CO2liqf = 0,006 g/L. Elle est égale à celle d’entrée. Cette valeur correspond à un équilibre entre la phase gazeuse à une concentration d’oxygène de 0,29 g/L et la phase liquide.

L’objectif est de calculer le volume V de liquide du réacteur nécessaire pour atteindre ce résultat.

**Air entrant en grand excès**

**Air sortant**

1. Etablir le bilan matière sur la matière organique MO (en g/h).
2. Calculer la valeur de la vitesse de réaction r, numériquement
3. Calculer les quantités de matière organique et d’oxygène consommées par unité de temps
4. Calculer le volume de réacteur nécessaire à cette opération

**2ème question**

On décide de réduire le débit d’air G à 10 m3/h ; il est le même entre l’entrée et la sortie du réacteur. Le régime est stationnaire.

On garde les mêmes valeurs qu’à la première question pour CMO0 et CMOf.

Et on a : CO2liq0 = 0,006 g/L ; CO2gaz0 = 0,29 g/L.

1. Montrer que l’oxygène n’est pas en excès dans ce cas
2. Etablir le bilan matière sur la matière organique (en g/h).
3. Etablir le bilan matière sur l’oxygène (en g/h).
4. On donne CO2liqf = 0,001 g/L. Calculer CO2gazf
5. Calculer le volume de réacteur nécessaire dans ce cas.

3**ème question**

On veut maintenant traiter le liquide sortant du réacteur de la question 2 dans un deuxième réacteur parfaitement agité continu pour passer CMO de 1 g/l à 0,1 g/L (voir schéma page suivante).

Le débit d’air choisi est ici G’= 8 000 L/h (il sera aussi supposé constant entre son entrée et sa sortie du réacteur). La concentration d’oxygène dans cet air initial est la même que précédemment (0,29 g/L).

L’objectif est de calculer le volume V’ du second réacteur, nécessaire pour atteindre ce résultat.

1. Calculer la quantité de MO consommée par unité de temps dans ce réacteur. En déduire la quantité d’oxygène consommée par unité de temps.
2. Montrer que la quantité d’oxygène consommée est négligeable devant celle introduite dans le réacteur. Le liquide sortira donc en équilibre avec le gaz entrant comme dans la question 1.
3. Dans ce cas donc l’air étant en grand excès CO2liqf = 0,006 g/L. Calculer la vitesse de réaction dans ce réacteur r’
4. En déduire le volume V’

**V**

**V’**

**Air sortant**

**4éme question**

1. Comparer le volume total du dispositif à deux réacteurs de la question 3 avec un seul réacteur permettant de passer de 10 g/L à 0,1 g/L (avec air en excès). Que peut-on en déduire ?
2. Comment expliquez-vous ce résultat ?