

BTS MÉTIERS DE L'EAU

BIOCHIMIE BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX – U. 4

SESSION 2008

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Aucun document personnel n'est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2008
Biochimie biologie et microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM	Page : 1/7

SUIVI ET MAÎTRISE DES ALGUES, DES CYANOBACTÉRIES ET DE LEURS SOUS PRODUITS SUR UNE STATION D'EAU POTABLE.
--

Une usine de potabilisation d'eau est alimentée par un plan d'eau d'une capacité de 3,2 millions de m³ avec une profondeur moyenne de 3,7 mètres. Le bassin versant est à dominante rurale et de nombreuses exploitations agricoles y sont répertoriées. Ce plan d'eau est fortement eutrophisé. L'eau est par ailleurs faiblement minéralisée, chargée en matières en suspension et matières organiques dissoutes. Des proliférations d'algues et de bactéries se produisent à partir du printemps jusqu'en automne, avec une large dominance de cyanobactéries. Des apparitions de goût et d'odeur intenses de type terre-moisi sont associées à ces efflorescences. Ces désagréments ont amené les responsables de la station à réfléchir sur le suivi et l'amélioration du traitement de potabilisation de l'eau issue de ce plan d'eau.

1. Écologie du milieu et eutrophisation (17 points)

- 1.1 **Comparer** en termes de différences un système lacustre oligotrophe et eutrophe (pénétration de la lumière, diversité et densité des populations, nutriments, teneur en dioxygène).
- 1.2 **Représenter** la chaîne trophique en milieu aquatique et **donner** un exemple pour chaque niveau cité.
- 1.3 **Expliquer** les grandes étapes de l'eutrophisation.
- 1.4 **Donner** le rôle physiologique des deux éléments responsables de l'eutrophisation, chez les cyanobactéries.
- 1.5 **Définir** un bassin versant.

2. Les algues et les cyanobactéries, leur influence sur le traitement des eaux (12 points)

- 2.1 **Définir** une algue et une cyanobactérie et **citer** leur source de carbone.
- 2.2 **Citer** les deux étapes de la photosynthèse et **expliquer** brièvement leurs buts et leurs mécanismes généraux.
- 2.3 Les cyanobactéries sont des organismes photolithotrophes.
Expliquer ce terme.

2.4 Dans l'hypothèse de la présence d'éléments minéraux en quantité suffisante, **citer** les paramètres abiotiques responsables de l'augmentation de la concentration des cyanobactéries et des algues dans les eaux en période estivale.

Préciser leur mode d'action.

2.5 **Proposer** trois dysfonctionnements possibles dans le dispositif de traitement de l'eau liés à la présence de tels microorganismes.

2.6 **Citer** un désagrément possible sur la qualité de l'eau traitée dû à la présence de ces microorganismes.

3. *Étude des métabolites élaborés par ces microorganismes (32 points)*

Des analyses d'algues et de cyanobactéries (identification et comptage) ainsi que de leurs métabolites sont faites en laboratoire. Les concentrations en microcystines, mesurées au niveau de la prise d'eau, sont déterminées par kit immuno-enzymatique ELISA. Les microcystines sont des métabolites élaborés par les microorganismes, dont la concentration maximale admissible dans les eaux est de 1 µg/L. Les microcystines sont des heptapeptides de faible masse moléculaire.

3.1 **Définir** le terme toxine.

3.2 **Donner** la formule de l'élément de base de l'heptapeptide.

Nommer la liaison qui permet d'associer ces mêmes éléments de base.

3.3 Le tableau de l'**annexe 1 (page 6/7)** présente les différents métabolites associés aux cyanobactéries.

3.3.1 **Présenter l'inconvénient majeur** de la présence de la géosmine dans l'eau distribuée.

3.3.2 **Préciser** l'organe cible des microcystines.

Justifier le faible taux admissible en microcystines dans les eaux potables.

Au niveau de ce plan d'eau, une analyse des concentrations en cyanobactéries et microcystines a été réalisée de juillet à décembre. L'annexe 2 (page 7/7) présente les résultats obtenus. En outre, les données météorologiques montrent sur cette période une pluviométrie importante en juillet ainsi qu'à partir de septembre. Le mois d'août et le début de septembre sont des périodes sèches.

3.4 En s'appuyant sur le graphique présenté en **annexe 2 (page 7/7)** :

3.4.1 **Commenter** les résultats obtenus.

3.4.2 **Expliquer** s'il est possible d'établir une relation apparente entre la teneur en cyanobactéries et en microcystines.

3.4.3 **Formuler** une hypothèse sur l'origine du développement des cyanobactéries.

3.5 Les concentrations en microcystines sont évaluées par technique ELISA.

Le protocole de cette méthode figure en **annexe 3 (page 7/7)**.

3.5.1 **Définir** les termes anticorps et antigène.

3.5.2 **Définir** les termes enzyme et substrat.

3.5.3 **Schématiser** le protocole de cette technique sachant que la molécule recherchée est la microcystine.

3.6 Les cyanobactéries et leurs métabolites peuvent être éliminés par oxydation au chlore.

Une série d'essais est mise en œuvre sur un échantillon de 250 000 cellules/mL afin de tester l'efficacité d'un éventuel nouveau procédé d'élimination.

3.6.1 La formule de calcul du CT est la suivante :

$$CT = - \ln (N_t / N_0) / \Lambda.$$

Donner la signification de chacun des paramètres de cette formule.

3.6.2 **Calculer** la valeur de CT pour un abattement de 99,9% de cyanobactéries.

Le coefficient de létalité est ici égal à 0,027 L.min.mg⁻¹ et le coefficient de dilution est de 1.

3.6.3 **Conclure** sur l'efficacité du traitement en terme d'élimination des microcystines en s'appuyant sur l'**annexe 2**.

Justifier.

- 3.6.4 **Calculer** la concentration en chlore nécessaire pour respecter cet abattement, sachant que le débit d'eau à traiter est de $130 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ et que le volume du bassin d'aération est de 50 m^3 .
- 3.6.5 **Expliquer** le mode d'action du chlore sur les organismes vivants.
- 3.6.6 **Présenter** un autre oxydant possédant une efficacité supérieure (nom, formule, mode d'action).

4. *Étude et amélioration de la filière de traitement (10 points)*

La station comprend deux filières de traitement de clarification et post-ozonation ; un ajout des réactifs permanganate de potassium (avant filtration) et carbonate de sodium (en fin de traitement) est aussi réalisé ; la désinfection finale est faite au chlore gazeux. La première filière (tranche 1) est composée d'un décanteur statique, de filtres à sable et d'ozoneur. La seconde filière (tranche 2) comprend un décanteur à contact de boues, des filtres à sable et un ozoneur.

La coagulation est faite au chlorure ferrique, la floculation au polymère ASP 20. De plus, du charbon actif en poudre est ajouté dans les décanteurs. L'efficacité de la filière s'avère satisfaisante la majeure partie de l'année. Cependant, lors des épisodes de développement important de cyanobactéries et en présence de concentrations élevées en micropolluants organiques (géosmine et microcystines notamment), la filière n'est pas adaptée. Il a donc été indispensable d'apporter des solutions afin de respecter les normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

- 4.1 **Présenter**, à l'aide d'un tableau, le rôle de chacune des étapes réalisées et des réactifs employés.
- 4.2 **Expliquer** les inconvénients de l'utilisation de chlore gazeux.
- 4.3 **Expliquer** pourquoi le développement important des cyanobactéries diminue l'efficacité de la filière.

On a choisi de renforcer les filières de traitement existantes afin de les rendre aptes à gérer des crises potentielles dues à la présence de cyanobactéries et aux problèmes de goût et d'odeurs. Le fonctionnement de la tranche 2 est privilégié.

- 4.4 **Expliquer** le choix de la tranche 2.

En outre, du charbon actif en grain remplace le sable des filtres de la tranche 2.

4.5 **Justifier** la modification des filtres de la tranche 2.

4.6 **Conclure** quant à l'efficacité du nouveau traitement global de l'eau.

5. **Étude sur le réseau de distribution d'eau potable (9 points)**

Sur le réseau, de nombreuses analyses sont régulièrement réalisées pour étudier la possible recroissance bactérienne. Divers dénombrements de germes témoins de contamination fécale sont effectués par méthodes normalisées ou rapides.

5.1 **Définir** « germes témoins de contamination fécale ».

5.2 **Citer** un groupe appartenant à ces germes et dont le gram est négatif.

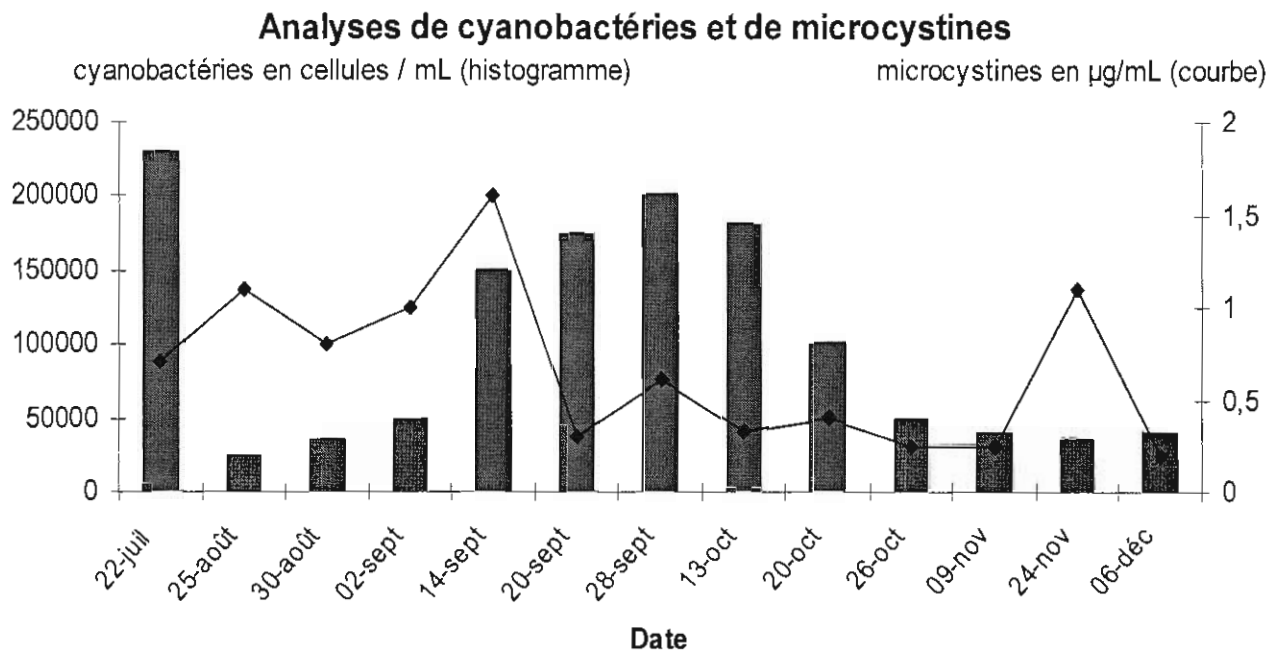
Présenter, à l'aide de schémas, la méthode usuelle de mise en évidence dans les eaux (milieu, ensemencement, incubation, lecture).

5.3 **Présenter** le principe de la coloration de Gram, en s'appuyant sur la structure bactérienne.

ANNEXE 1 : Tableau des métabolites associés à l'occurrence des cyanobactéries

	Toxines										Géosmine	MIB (Méthylisobornéol)
	Toxines irritantes	Dermatotoxines		Neurotoxines				Hépatotoxines				
		Lipopolysaccharides	Aplysiatoxine	Lyngbyatoxine-a	Anatoxine-a	Homoanatoxine-a	Anatoxine-a(S)	Saxitoxine	Cylindropspermopsines	Nodularines		
Anabaena sp.	X			X						X	X	
Aphanizomenon flos-aquae	X			X			X					
Limnothrix sp.												
Microcystis sp.	X									X		
Oscillatoriacées	X			X	X					X	X	X
Pseudoanabaena sp.												X

ANNEXE 2 : Graphique de détermination des concentrations en cyanobactéries et en microcystines



ANNEXE 3 : Protocole de la technique ELISA

La technique ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) ou test immuno-enzymatique est devenu l'un des tests les plus utilisés pour la détection d'antigènes. Ce test implique la fixation de différentes enzymes marqueurs aux antigènes. La méthode utilisée ici est celle en double sandwich.

L'anticorps spécifique est déposé dans les cupules d'une plaque de microtitration. L'anticorps est adsorbé sur les parois, sensibilisant la plaque. L'antigène à tester est alors ajouté à chaque cupule. Si l'antigène réagit avec l'anticorps, il est retenu lorsque la cupule est lavée, pour enlever l'antigène non fixé.

Un anticorps conjugué à une enzyme et spécifique de l'antigène est ensuite ajouté à chaque cupule. Le complexe final est formé de l'anticorps marqué externe, de l'antigène médian et de l'anticorps interne (c'est donc un sandwich). On ajoute finalement un substrat que l'enzyme va convertir en un produit coloré, ce dernier produit est dosé par mesure spectrophotométrique de la plaque.

Si l'antigène n'est pas reconnu par l'anticorps adsorbé, le test ELISA est négatif car l'antigène non fixé a été lavé et il n'y a pas de fixation de l'anticorps marqué.