



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

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

1. Écologie du milieu et eutrophisation (17 points)

1.1 Différences entre un système lacustre oligotrophe et eutrophe (5 points)

Paramètres	Système oligotrophe	Système eutrophe
Pénétration de la lumière(1 pt)	Bonne.	Mauvaise.
Teneur en O ₂ dissous (1 pt)	Répartition dans la masse d'eau.	Déséquilibre avec sursaturation en surface et désoxygénation dans la masse d'eau.
Nutriments (1 pt)	Faibles concentrations.	Fortes concentrations.
Diversité des populations (1 pt)	Grande.	Faible.
Densité des populations (1 pt)	Faible.	Grande.

1.2 Total pour cette question (5 points)

Représentation de la chaîne trophique (3 pts) si cycle représenté ainsi : matière minérale + soleil / producteur / consommateur 1 / consommateur 2 / détritivores ou décomposeurs / flèches et légendes.

Pour les exemples :

- producteurs primaires ou organismes phototrophes : ex : micro-algues ou phytoplancton ; (0,5 pt)
- consommateurs primaires ou herbivores : ex : protozoaires ou zooplancton ; (0,5 pt)
- consommateurs secondaires ou prédateurs : ex : poissons ; (0,5 pt)
- décomposeurs : bactéries. (0,5 pt)

1.3 Les grandes étapes de l'eutrophisation (4 points)

Apport de N & P / croissance des phototrophes / développement des chimiotrophes / baisse de la concentration en O₂ / passage en anaérobiose / le milieu devient réducteur / relargage du P des sédiments / reprise du processus.

1.4 Rôle de ces nutriments pour les cyanobactéries (2 points)

Phosphore : participation à l'élaboration des constituants cellulaires : acides nucléiques, phospholipides et des molécules énergétiques comme l'ATP. (1 pt)
Azote : intervient dans la constitution des acides aminés essentiellement. (1 pt)

1.5 Définition d'un « bassin versant » (1 point)

Bassin versant : ce terme définit un espace géographique dans lequel toutes les eaux se dirigent vers un même cours d'eau. Chaque bassin est délimité par des lignes de crête.

(1 pt)

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

2.1 Définition d'une algue et d'une cyanobactérie (3 points)

Algue : organisme photosynthétique macro ou microscopique, eucaryote.

Cyanobactérie : organisme photosynthétique microscopique, procaryote.

(0,5 pt) pour photosynthétique ;

(1 pt) pour eucaryote ;

(1 pt) pour procaryote.

Source de C : C minéral CO₂. (0,5 pt)

2.2 Étapes de la photosynthèse (4 points)

- Phase photochimique ou phase claire. (0,5 pt)

But : capture de l'énergie lumineuse et production d'énergie chimique. (0,5 pt)

Principe : "piégeage" des photons par les photosystèmes avec des pigments photosynthétiques, libération d'électrons qui suivent une chaîne de transfert l'électron avec parallèlement transfert d'H⁺ au travers d'une membrane et conduisant à la libération d'énergie chimique sous forme d'ATP. (1 pt)

- Phase sombre ou cycle de Calvin. (0,5 pt)

But : réduction du CO₂ en matière organique. (0,5 pt)

Principe : incorporation du CO₂ dans une molécule à 5 carbones, puis scission de cette molécule en sucres à 3 carbones. (1 pt)

2.3 Explication de la photolithotrophie (1 point)

Litho : donneur d'électron minéral. (0,5 pt)

Photo : lumière. (0,5 pt)

2.4 Paramètres abiotiques (2 points)

Température (0,5 pt), elle influence la cinétique enzymatique. (0,5 pt)

La lumière (0,5 pt), elle influence l'intensité de la photosynthèse. (0,5 pt)

2.5 Trois dysfonctionnements possibles dans le dispositif de traitement de l'eau, liés à la présence de tels microorganismes (1,5 points)

- Demande en coagulant. (0,5 pt)

- Dysfonctionnement des décanteurs. (0,5 pt)

- Colmatage des filtres. (0,5 pt)

2.6 Un désagrément possible sur la qualité de l'eau traitée, dus à la présence de ces microorganismes (0,5 point)

- Relargage de matières organiques.

- Demande en chlore.

- Production de molécules odorantes et/ou de toxines.

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

3.1 Définition de « toxine » (1 point)

Composé (microbien) qui peut endommager une cellule ou un organisme. (0,5 pt)

Action possible à faible concentration. (0,5 pt)

3.2 Formule aa (1 point) liaison peptidique (1 point)

3.3

3.3.1 Une caractéristique de la géosmine dans l'eau distribuée (1 point)

Géosmine = molécule odorante.

Gène : dégradation de la qualité organoleptique de l'eau de consommation humaine.

3.3.2 Le foie (1 point)

Nécessité concentration infime sinon existence de risques sanitaires vis-à-vis de l'homme. (1 pt)

3.4

3.4.1 À l'aide du tableau annexe 1, commentaire et interprétation du graphique annexe 2. (2 points)

Commentaire : Existence de grandes variations dans la concentration en cyanobactéries tout au long de la période d'étude.

Deux pics importants en juillet et septembre.

Parallèlement, les concentrations en microcystines varient de 0,2 à 1,8 µg/L.

Il y a donc des moments dans l'année où les concentrations en microcystines dépassent les normes de 1 µg/L.

3.4.2 (2 points)

Les microcystines sont des toxines élaborées par les cyanobactéries (notamment *Microcystis* sp.) d'après le tableau annexe 1. Malgré cela, dans le graphique, on remarque qu'une forte concentration en cyanobactéries ne signifie pas systématiquement une forte concentration en microcystines. De même, une faible concentration en cyanobactéries peut s'accompagner d'une forte concentration en microcystines.

Il n'y a donc pas corrélation systématique entre la présence de cyanobactéries et des métabolites élaborés.

3.4.3 (2 points)

Pluies importantes en juillet et septembre ; lessivage des sols agricoles, apport de N & P qui sont les éléments limitants de la croissance des végétaux.

3.5

3.5.1 Définition des termes « anticorps » et « antigène » (2 points)

Anticorps : protéine produite en réponse à l'introduction d'un antigène (0,5 pt) et qui se combine à celui-ci pour le neutraliser. (0,5 pt)

Antigène : substance étrangère à un organisme (0,5 pt) et induisant (généralement) une réponse immunitaire de celui-ci. (0,5 pt)

3.5.2 *Définition des termes : enzyme, substrat (2 points)*

Enzyme : protéine (0,5 pt) qui augmente la vitesse d'une réaction biochimique. (0,5 pt)

Substrat : molécule organique (0,5 pt) transformé spécifiquement en produit par une enzyme. (0,5 pt)

3.5.3 *Schématisation du protocole de cette technique sachant que la molécule recherchée est la microcystine (4 points)*

Le schéma doit comporter 5 étapes :

▲ étape 1 : Ac spécifique adsorbé sur la plaque + ajout de l'Ag ; (0,5 pt)

▲ étape 2 : lavage ; (0,5 pt)

▲ étape 3 : ajout Ac marqué d'une enzyme ; (0,5 pt)

▲ étape 4 : ajout du substrat spécifique à l'enzyme ; (1 pt)

▲ étape 5 : formation du produit coloré lisible au spectrophotomètre. (0,5 pt)

Dessin ok (1 pt)

3.6

3.6.1 *Formule de calcul du CT et explication des différents paramètres (3 points)*

Λ : coefficient spécifique de létalité du microorganisme en présence de l'oxydant.

C : concentration en oxydant.

N_t : nombre de microorganismes survivants à l'instant t.

N_0 : nombre de microorganismes présents initialement.

T : temps de contact entre les microorganismes et l'oxydant.

3.6.2 *Calcul de la valeur de CT pour un abattement de 99,9 % (2 points)*

N_0 : 250 000 cellules/mL et Abattement : 99.9% \longrightarrow N_t : 250 (1 pt)

Par utilisation de la formule : $CT = 256 \text{ min.mg/L}$. (1 pt)

3.6.3 *Abattement et risques liés à la présence de microcystines (2 points)*

250 000 cellules/mL = maximum de cellules prélevées dans cette retenue.

Par rapport à ce paramètre, tout risque semble écarté avec l'abattement choisi car résiduel 250 cellules. (1 pt)

Il subsiste un doute sur le paramètre microcystine avec un tel choix d'abattement car de faibles concentrations en cyanobactéries ne signifient pas faibles concentrations en microcystine. (1 pt)

3.6.4 Calcul de la concentration en chlore nécessaire pour respecter cet abattement, Calcul du temps de contact (23 min) **(1 point)**

Application de la formule donc : $11,1 \text{ mg.L}^{-1}$. **(1 pt)**

3.6.5 **(1 point)**

Le chlore agit en oxydant les protéines et notamment celles de la chaîne respiratoire. **(1 pt)**

3.6.6 **(2 points)**

Ozone (1 pt), O₃ (0,5 pt), oxydation des lipides membranaires en plus des protéines (0,5 pt).

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

4.1 Rôle des réactifs employés **(4 points)**

KMnO₄ : oxydant donc atténuation des goûts et odeurs, précipitation du fer et du manganèse (car placé avant la filtration) et amélioration de la coagulation. **(1 pt)**

Carbonate de sodium : remise à l'équilibre calco-carbonique de l'eau distribuée. **(0,5 pt)**

Chlore gazeux : élimination des microorganismes, maintien d'un résiduel en chlore. **(0,5 pt)**

Ozone : oxydation des micropolluants et des microorganismes. **(0,5 pt)**

Chlorure ferrique : agent de coagulation et floculation. **(0,5 pt)**

Floculant ASP 20 : alourdissement des floes formés pour une meilleure décantation. **(0,5 pt)**

Charbon actif : adsorption des micropolluants et des matières organiques. **(0,5 pt)**

4.2 Inconvénients, dus à l'utilisation de chlore gazeux **(2 points)**

Sécurité et manipulation : le chlore gazeux est instable donc le site doit comporter une enceinte close pour le stockage et l'utilisation du chlore gazeux. **(1 pt)**

Traitement des eaux : formation de divers sous-produits indésirables comme les TOX et les THM. **(1 pt)**

4.3 Raisons pour lesquelles la filière n'est plus adaptée lorsque le développement de cyanobactéries est important **(1 point)**

Compétition trop importante entre matières organiques et micropolluants.

Le charbon actif n'adsorbe plus efficacement les deux, il y a donc risque de présence de toxines dans l'eau distribuée.

4.4 Intérêt du fonctionnement préférentiel de la tranche 2 (1 point)

Fonctionnement préférentiel car présence d'un décanteur à contact de boues. Il permet des temps de contact entre CAP et micropolluants + MO plus long et donc une meilleure efficacité d'adsorption du charbon actif en poudre, par rapport à l'utilisation d'un décanteur statique.

4.5 Choix de modification des filtres (1 point)

Renforcement de l'élimination des matières organiques dissoutes et des micropolluants car CAG ayant une plus grande surface de contact avec l'eau par rapport au sable et par son pouvoir d'absorption.

4.6 (1 point)

Conclusion sur l'efficacité du nouveau traitement global de l'eau : les modifications apportées permettent une nette amélioration du traitement des toxines et des cyanobactéries. (1 pt)

5. Étude sur le réseau (9 points)

5.1 (1 point)

Germes témoins de contamination fécale : groupe de bactéries présentes dans le tube digestif de l'Homme et des animaux à sang chaud et dont la présence dans les eaux signe une contamination fécale de celles-ci. (1 pt)

5.2 (5 points)

Coliformes (1 pt)

Milieu : Gélose lactosée + TTC et tergitol. (1 pt)

Méthode : filtration sur membrane (rmq : la méthode du NPP ne peut pas convenir car elle est destinée aux eaux brutes). (0,5 pt)

Ensemencement : 100 mL d'eau à analyser sont filtrés sur une membrane de porosité 0,45 µm. Ceci doit se faire dans des conditions de stérilité. La membrane est déposée sur la gélose sans la retourner. (0,5 pt)

Incubation : à 37°C (coli totaux) ou 44°C (coli thermo).

Une seule réponse est demandée. (0,5 pt)

Lecture : les colonies caractéristiques sont jaunes orangées avec un halo jaune. (0,5 pt)

Un test confirmatif est demandé (oxydase -). (0,5 pt)

Clarté du dessin. (0,5 pt)

5.3 (3 points)

La coloration de Gram est fonction de la nature de la paroi bactérienne. **(0,5 pt)**

Violet / lugol / alcool / safranine **(0,5 pt)** si l'ordre est ok. Les temps de contact ne sont pas demandés car ils peuvent varier suivant les concentrations de solutions utilisées.

Violet + lugol : coloration de toutes les bactéries. **(0,5 pt)**

Alcool : décoloration chez les Gram négatif par dissolution des lipides de la membrane externe : les bactéries deviennent alors incolores alors que les Gram + restent violettes (couche épaisse de peptidoglycane, non solubles dans l'alcool). **(1 pt)**

Safranine : contre coloration au rose. **(0,5 pt)**

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Resau SCEREN

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Resau SCEREN