

## SESSION 2003

### EPREUVE : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX

Durée : 4 heures

Coef : 4

*Aucun document autorisé. Calculatrice interdite*

*1 feuille de papier millimétré par candidat.*

*1 document-réponse à rendre avec la copie.*

#### **PHOSPHORE ET EUTROPHISATION**

*Les différentes parties sont indépendantes.*

*Cette étude a pour but d'aborder les mécanismes de l'eutrophisation liée aux phosphates ainsi que les techniques de prévention et de traitement de ce phénomène.*

#### **1/ LES MECANISMES DE L'EUTROPHISATION**

##### **1.1 ASPECTS GENERAUX DE L'EUTROPHISATION DANS UN ECOSYSTEME**

*(19 points /80)*

1.1.1./ Définir la notion d'écosystème et le terme d'eutrophisation.

1.1.2./ Réaliser un schéma de la chaîne alimentaire d'un écosystème oligotrophe, en illustrant chaque niveau trophique par un exemple de population.

1.1.3./ Citer les différents facteurs chimiques et physiques pouvant transformer un écosystème oligotrophe en écosystème eutrophe.

1.1.4./ A l'aide du **document 1**, expliquer :

- l'évolution de la concentration en dioxygène dissous et de la DBO<sub>5</sub>,
- l'évolution des différentes populations d'êtres vivants,
- l'évolution des concentrations en sels minéraux (ammonium, nitrates et phosphates).

##### **1.2/ IMPORTANCE DU PHOSPHORE POUR LES ETRES VIVANTS (15 points /80)**

1.2.1/ Citer les formes principales du phosphore dans les écosystèmes aquatiques et préciser la forme qui est assimilée par les êtres vivants.

1.2.2/ Citer deux catégories de biomolécules comportant du phosphore.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>SESSION 2003</b>
CODE : MTBBM	DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4
EPREUVE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX U4		Page : 1 / 8

1.2.3/ Après avoir indiqué le nom et la structure de l'ATP, expliquer l'importance de cette molécule dans le métabolisme énergétique.

1.2.4/ Chez les êtres vivants, il existe trois possibilités de synthèse d'ATP par réactions de phosphorylation. Citer ces trois types de production d'ATP et les décrire brièvement.

### 1.3/ ROLE DU PHOSPHORE DANS L'EUTROPHISATION (23 points /80)

1.3.1/ Expliquer pourquoi le phosphore est qualifié de facteur limitant pour l'eutrophisation.

*Des chercheurs se sont intéressés aux mécanismes de transport du phosphate, à travers la membrane cytoplasmique, pour son assimilation par les bactéries (*Escherichia coli*). Un résumé des résultats de leurs travaux figure dans le document 2.*

1.3.2/ Définir les termes suivants :

- symport,
- antiport,
- transport passif,
- transport actif.

1.3.3/ Sur le document réponse, pour chaque mécanisme d'entrée du phosphate, indiquer par des flèches, le sens du transport des différents composés, en utilisant les indications du document 2.

1.3.4/ Sur le document réponse, compléter le schéma « ATPase » et expliquer le fonctionnement de l'ATPase, en précisant le type de transport.

*Lorsque la seule source de phosphore présente dans le milieu de culture est du phosphore organique, celui-ci est préalablement hydrolysé par une phosphatase alcaline périplasmique pour libérer du phosphate. Cette enzyme conditionne la capacité de la bactérie à se développer dans des milieux où la seule source de phosphore est organique.*

*Les résultats des mesures de cinétique figurent ci-dessous :*

Concentration en phosphore organique [S] dans le milieu réactionnel (mol . L <sup>-1</sup> )	0	7.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-3</sup>	5.10 <sup>-3</sup>	2.10 <sup>-2</sup>	5.10 <sup>-2</sup>	1.10 <sup>-1</sup>
1/ [S] (L . mol <sup>-1</sup> )		14,3. 10 <sup>2</sup>	3,3.10 <sup>2</sup>	2. 10 <sup>2</sup>	0,5. 10 <sup>2</sup>	0,2. 10 <sup>2</sup>	0,1. 10 <sup>2</sup>
Vitesse initiale (V <sub>i</sub> ) ( mol.min <sup>-1</sup> )	0	3,68.10 <sup>-7</sup>	1,13.10 <sup>-6</sup>	1,5.10 <sup>-6</sup>	2,4.10 <sup>-6</sup>	2,73.10 <sup>-6</sup>	2,86.10 <sup>-6</sup>
1/v <sub>i</sub> (min . mol <sup>-1</sup> )		27,2. 10 <sup>5</sup>	8,8. 10 <sup>5</sup>	6,7. 10 <sup>5</sup>	4,2. 10 <sup>5</sup>	3,7. 10 <sup>5</sup>	3,5.10 <sup>5</sup>

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTBBM	DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4
EPREUVE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX U4		Page : 2 / 8

1.3.5/ Donner la signification des paramètres  $K_M$  et  $V_m$  de l'équation de Michaëlis-Menten :

$$V_i = \frac{V_m \cdot [S]}{K_M + [S]}$$

1.3.6/ Déterminer  $K_M$  et  $V_m$  pour cette enzyme dans les conditions de l'essai , en traçant la droite

$$\frac{1}{V_i} = f(1/[S])$$

*Les phosphates sont assimilés par les algues et contribuent à la formation de biomasse. La concentration en algues dans la couche d'eau superficielle participe à l'eutrophisation de plusieurs façons :*

- *la lumière ne pénètre plus dans les couches plus profondes où les algues ne peuvent plus réaliser la synthèse.*
- *pendant la nuit le dioxygène dissous dans l'écosystème aquatique s'appauvrit jusqu'à disparaître,*
- *le pH de l'eau augmente pendant la journée et diminue pendant la nuit ce qui peut être dommageable pour certaines espèces sensibles.*

1.3.7/ Définir la photosynthèse.

1.3.8/ Expliquer les variations nyctémérales (alternances de jour et de nuit) du pH et du dioxygène dissous dans l'écosystème aquatique.

## **2./ TRAITEMENTS CURATIFS DES RESERVES D'EAU EUTROPHISEES (11 points /80)**

*Le premier axe d'action est la limitation des apports intrinsèques de phosphore polluant par dragage des sédiments de la ressource.*

2.1./ Expliquer en quoi l'élimination des sédiments limite les apports de phosphates dans un lac.

*Le deuxième axe d'action est l'élimination du phosphore de l'eau du lac :*

- *en évitant la solubilisation du phosphore des sédiments (par dépôt d'une couche de calcite),*
- *en permettant la bioassimilation du phosphore par des algues fixées sur des supports que l'on peut facilement extraire de l'eau.*

*Le troisième axe d'action est l'élimination des algues par l'utilisation d'algicides tels que le sulfate de cuivre. Ce réactif est toxique pour les poissons. Le taux de traitement à appliquer doit donc être précis afin de provoquer le moins de nuisance possible sur les animaux.*

*On suit l'effet toxique du cuivre, à différentes concentrations sur une population algale initiale  $N_0$ . On mesure la concentration en algues vivantes  $N_t$  après 10 minutes de contact.*

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTBBM	DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4
EPREUVE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX U4		Page : 3 / 8

La relation liant l'abattement en algues par le cuivre, sa concentration (C) et son temps d'action

(t) est la suivante :  $\ln\left(\frac{N_t}{N_o}\right) = - \Lambda \cdot C^n \cdot t$

2.2./ Définir les symboles  $\Lambda$  et n et les déterminer à partir de la courbe du **document 3**.

2.3./ Déterminer la valeur de C.t pour 90% d'inactivation , soit pour  $-\ln\left(\frac{N_t}{N_o}\right) = 2,20$ .

2.4./ Calculer la concentration de cuivre au temps de contact de l'expérience et conclure sachant que la limite de toxicité du cuivre pour les salmonidés est de 0,1 mg . L<sup>-1</sup>.

Proposer une amélioration éventuelle du procédé.

### 3./ PREVENTION DES POLLUTIONS PAR LES PHOSPHATES (12 points /80)

Elle repose essentiellement sur la limitation des phosphates dans les détergents et la mise en place de procédés de déphosphatation efficaces dans les stations d'épuration. Les traitements de déphosphatation biologique font intervenir des alternances de phases aérobies et anaérobies.

Le **document 4** présente des mesures réalisées lors d'une étude expérimentale de la déphosphatation biologique.

3.1./ Nommer le phénomène sur lequel repose l'élimination biologique des phosphates.

3.2./ Expliquer l'intérêt de la mesure des concentrations en acétate et PolyHydroxyButyrate (PHB).

3.3./ En vous aidant du **document 4** et de vos connaissances, expliquer les mécanismes de la déphosphatation en distinguant les phases d'aérobiose et d'anaérobiose.

3.4./ Donner un exemple de bactérie capable de réaliser cette déphosphatation.

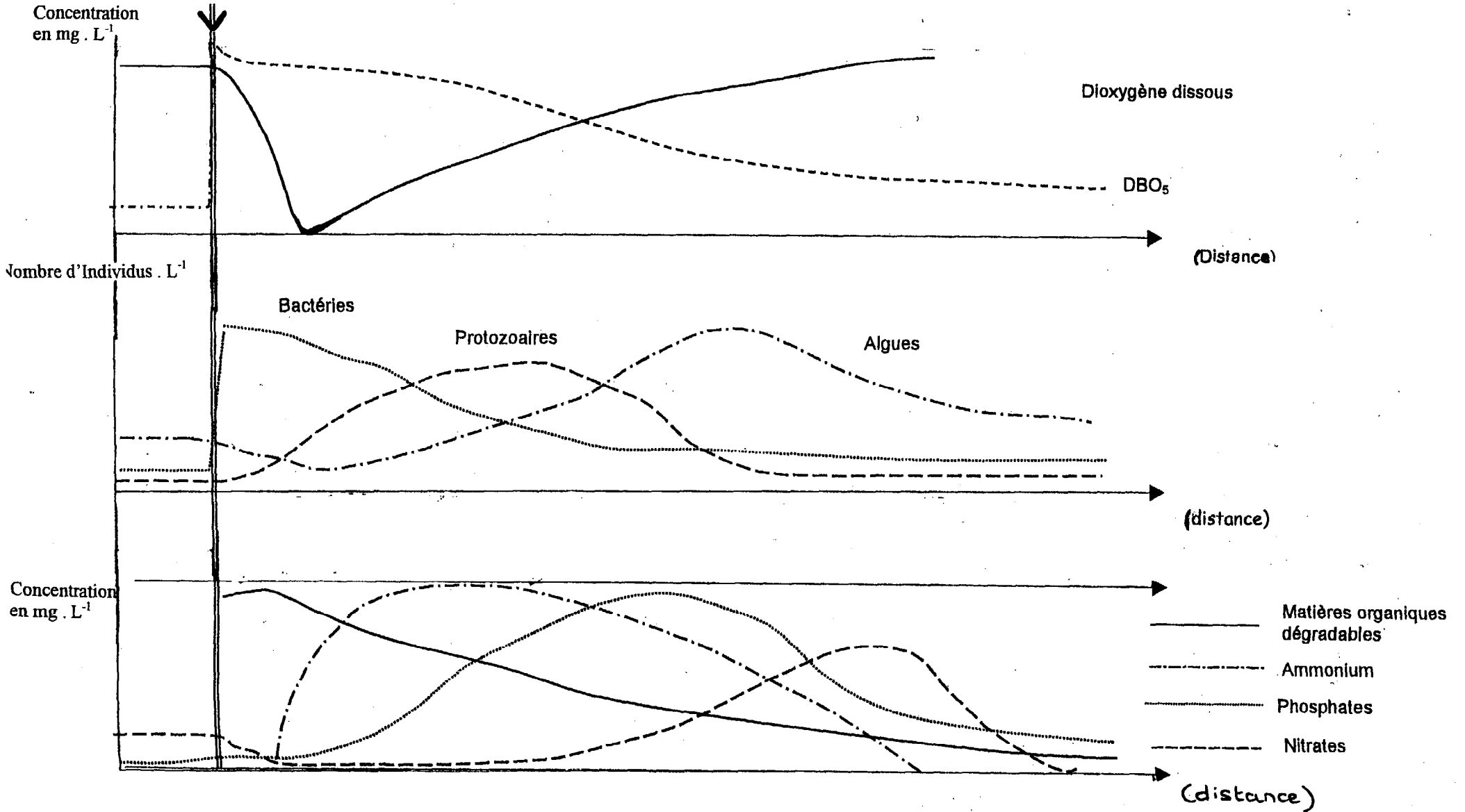
3.5./ Expliquer pourquoi il faut limiter au maximum les apports de nitrates dans la zone anaérobie en station d'épuration.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTBBM	DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4
EPREUVE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX U4		Page : 4 / 8

Document 1 : EVOLUTION DE LA QUALITE D'UN COURS D'EAU APRES UNE POLLUTION PAR DES EAUX USEES

Extrait de *Atlas d'écologie*, par D. Heinrich et M. Hergt, Le Livre de Poche

Eaux usées domestiques



<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTBBM	DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4
EPREUVE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX U4		Page : 5 / 8

**Document 2 : Extrait de « Bactéries et environnement » par Jean PELMONT**

« Le phosphate est une ressource tellement précieuse pour les bactéries qu'elles disposent souvent de plusieurs mécanismes parallèles pour le récupérer. L'entrée du phosphate  $^{32}\text{P}$  dans les cellules bactériennes est très facile à mesurer moyennant certaines précautions. *Escherichia coli* a au moins 4 systèmes d'entrée du phosphate :

1. Le transporteur Pst. C'est une ATPase fonctionnant en association avec une protéine de liaison du périplasme (une situation typique pour divers mécanismes de transports actionnés par l'énergie ATP).
2. Un symporteur  $\text{nH}^+$  /phosphate (**Pit**) fabriqué constitutivement et actionné par le potentiel de membrane.
3. L'antiporteur **UhpT** pouvant échanger deux ions phosphate ou un phosphate contre du glucose-6-phosphate (G6P).
4. L'antiporteur **GlpT** fonctionnant sur le même principe avec le glycérol-3-phosphate.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>SESSION 2003</b>
CODE : MTBBM	DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4
EPREUVE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX U4		Page : 6 / 8

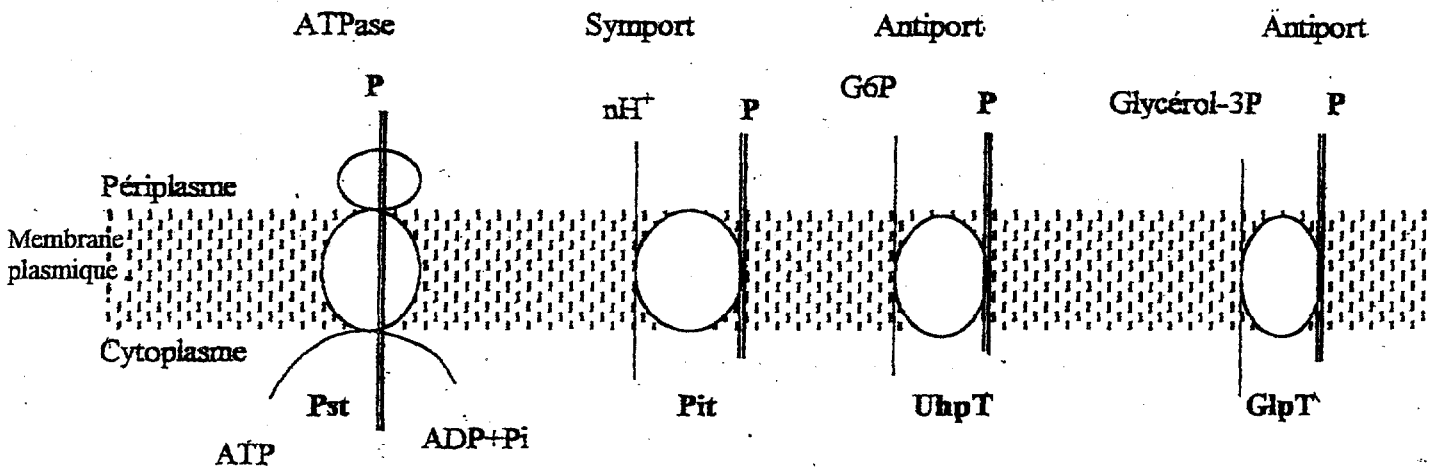
Série* :	Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.
Spécialité/option :	
Repère de l'épreuve :	
Épreuve/sous-épreuve : <i>(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)</i>	

**DOCUMENT REPONSE**

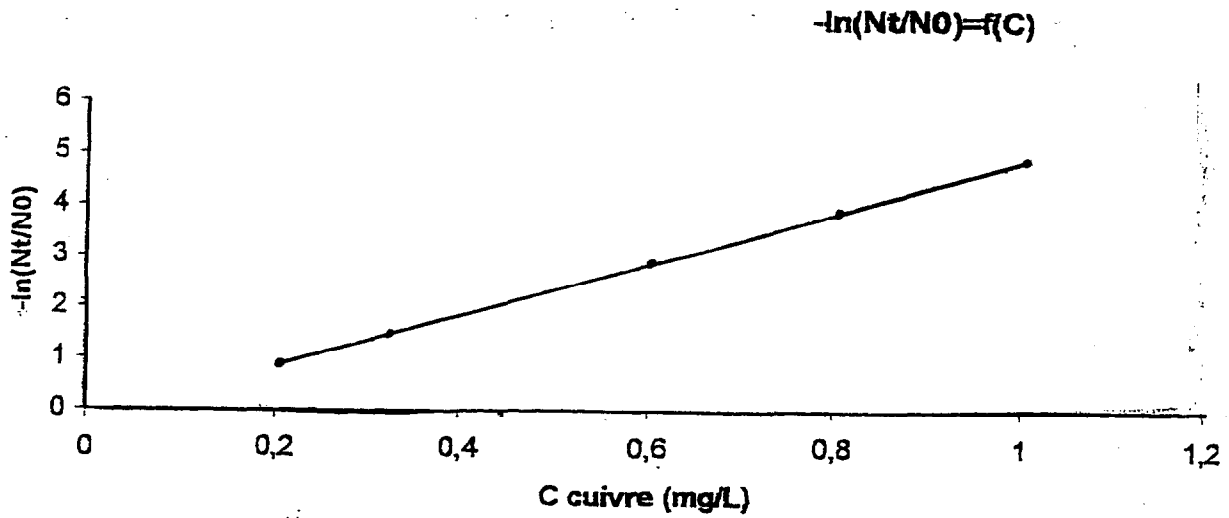
A rendre avec la copie

**ASSIMILATION DU PHOSPHATE CHEZ ESCHERICHIA COLI**

Schéma des 4 systèmes d'entrée du phosphate



**Document 3 : INACTIVATION DES ALGUES PAR LE CUIVRE**



**Document 4 : ETUDE EXPERIMENTALE DE LA DEPHOSPHATATION BIOLOGIQUE**

Concentrations  
en unités arbitraires

