

# BTS MÉTIERS DE L'EAU

## BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX – U. 4

SESSION 2007

---

Durée : 4 heures  
Coefficient : 4

---

Aucun document n'est autorisé.

L'usage de la calculatrice est interdit.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

<b>BTS MÉTIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2007</b>
<b>Biochimie biologie et microbiologie des eaux – U. 4</b>	<b>MTBBM</b>	<b>Page : 1/11</b>

## DIAGNOSTIC ET AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU D'UN LAC

*Un lac qui sert actuellement de site de production d'eau destinée à la consommation humaine est menacé par un problème d'eutrophisation, en particulier l'été. Une étude sur l'origine de ce problème a été entreprise afin de tenter d'y remédier.*

### 1. Étude du lac (47 points)

#### 1.1. Analyse structurale

*Ce lac est une composante du cycle de l'eau schématisé en **annexe 1** (page 7/11).*

##### 1.1.1. Cycle de l'eau

**Préciser** sur la copie les légendes 1 à 5 du cycle de l'eau.

*La formation du lac est liée à celle d'une contre-pente qui empêche l'écoulement des eaux et d'une nécessaire imperméabilité des terrains sous-jacents (une couche argileuse dans le cas présent).*

##### 1.1.2. Définir la porosité et la perméabilité d'une roche par rapport à l'eau.

**Justifier** l'imperméabilité de l'argile.

##### 1.1.3. Préciser l'importance des roches imperméables dans la formation d'une nappe d'eau souterraine.

#### 1.2. Analyse écologique

*Afin d'évaluer l'état trophique du lac, on réalise en 2006 une étude sur la variation de la concentration en phosphore, azote et dioxygène, en fonction de la profondeur. Cette étude est représentée sous forme graphique et comparée à une autre étude effectuée en 1986. Les résultats sont présentés sur les graphes en **annexes 2, 3 et 4** (respectivement page 7 et 8/11). (Études réalisées la journée, pendant le mois d'août.)*

##### 1.2.1. Définir la notion de trophie.

**Citer** les deux états extrêmes de trophie d'un lac.

##### 1.2.2. Étude de la variation de la concentration en phosphore et azote dans le lac

1.2.2.1. **Préciser** la signification de ces deux éléments chimiques par rapport à la croissance des organismes vivants du lac.

1.2.2.2. **Interpréter** les deux graphes des **annexes 2 et 3** (page 7/11), en expliquant les variations rencontrées en fonction de la profondeur et en réalisant une étude comparative entre les deux années d'étude (1986 et 2006). L'analyse peut éventuellement s'appuyer sur les résultats présentés en **annexe 4** (page 8/11).

##### 1.2.3. Étude de la variation de la concentration en dioxygène dans le lac

1.2.3.1. **Analyser** le graphe de l'**annexe 4** (expliquer les variations rencontrées en fonction de la profondeur ; réaliser une étude comparative entre les années 1986 et 2006).

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2007
Biochimie biologie et microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM	Page : 2/11

*Afin de comprendre, en 2006, les variations de la concentration en dioxygène en fonction des saisons, une étude comparative est entreprise, dont les résultats sont indiqués en **annexe 5 (page 8/11)**. Cette étude est réalisée à la surface et dans le fond du lac.*

1.2.3.2. **Nommer** les deux couches d'eau représentant respectivement la surface et le fond du lac.

1.2.3.3. **Interpréter** soigneusement le graphe de l'**annexe 5** en expliquant, en particulier, les deux pics observés sur la courbe du fond du lac.

1.2.4. À l'aide des résultats précédents, **conclure** quant à l'état trophique du lac en 2006.

*On décide de s'intéresser aux organismes photosynthétiques peuplant le lac et accomplissant soit la photosynthèse oxygénique, soit la photosynthèse non oxygénique. On réalise donc des prélèvements à tous les niveaux du lac et on mesure la quantité de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> et par jour, pour évaluer l'intensité de la photosynthèse. Cette étude est représentée sous forme graphique et comparée à celle effectuée en 1986. Les résultats sont présentés sur les graphes de l'**annexe 6 (page 9/11)**. (Études réalisées au cours du mois d'août.)*

1.2.5. Étude de la photosynthèse dans le lac

1.2.5.1. **Définir** la photosynthèse.

1.2.5.2. **Citer** les différences existant entre les organismes accomplissant la photosynthèse oxygénique et la photosynthèse non oxygénique (comportement vis-à-vis du dioxygène, photosystème, donneur d'électrons).

**Présenter** les résultats sous forme d'un tableau.

1.2.5.3. **Citer** un organisme accomplissant la photosynthèse oxygénique et un autre accomplissant la photosynthèse non oxygénique.

1.2.5.4. **Expliquer** pourquoi la mesure de l'intensité de la photosynthèse se fait par mesure du CO<sub>2</sub> assimilé.

1.2.5.5. **Interpréter** le graphe de l'**annexe 6**, si nécessaire à l'aide de l'**annexe 4 (page 8/11)**.

1.2.6. **Schématiser** le cycle du carbone au niveau du lac pendant l'été 2006.

### 1.3. Analyse du captage d'eau destinée à la consommation humaine

*Les ouvrages de prise d'eau sont situés à environ 12 mètres de profondeur et débouchent dans un puits alimentant l'usine de traitement d'eau. Cette usine comporte une filière de traitement très complète (**annexe 7, page 9/11**).*

1.3.1. **Donner** les caractéristiques physico-chimiques (minéralisation, température, concentration en dioxygène, concentration en matières en suspension ou éléments organiques) et microbiologiques d'un tel captage d'eau de surface.

1.3.2. **Justifier** la mise en place de cette filière de traitement d'eau, en expliquant **succinctement** le rôle de chaque étape de traitement.

<b>BTS MÉTIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2007</b>
<b>Biochimie biologie et microbiologie des eaux – U. 4</b>	<b>MTBBM</b>	<b>Page : 3/11</b>

1.3.3. **Donner** les précautions à prendre pour protéger la ressource.

1.3.4. **Citer** deux problèmes liés au phénomène d'eutrophisation que peut rencontrer l'exploitant de l'usine.

*Afin de remédier à ce problème d'eutrophisation et de dégradation du lac, une étude approfondie est entreprise. Elle porte sur la recherche de l'origine de la pollution.*

## **2. Recherche de l'origine de la pollution (33 points)**

*Le lac est alimenté par une rivière qui est soumise, à différents niveaux, à diverses sources potentielles de pollution. Ainsi une station d'épuration de 110 000 équivalent-habitants, située en zone sensible, rejette ses effluents environ 8 km en amont du lac.*

*Une étude a été réalisée pour évaluer l'impact de cette station sur l'environnement.*

### **2.1. Évaluation de l'impact de la station d'épuration sur l'environnement**

2.1.1. **Préciser** les conséquences du classement en zone sensible sur le type de traitement mis en œuvre dans la station.

**Donner** deux exemples qui justifient le classement en zone sensible d'une zone de rejet.

*La station d'épuration comporte la filière de traitement suivante :*

- *prétraitement ;*
- *traitement physico-chimique avec du chlorure ferrique / décanteur lamellaire ;*
- *bassin d'aération fonctionnant alternativement en aérobiose puis en anoxie ;*
- *décantation.*

*Les affluents bruts sont de type urbain avec en plus le fonctionnement saisonnier d'une fromagerie (ouverte de mai à septembre) qui crée une surcharge organique. Pendant ces cinq mois, l'excès de charge organique oblige l'exploitant à augmenter son taux de traitement en chlorure ferrique, au niveau de l'étage physico-chimique, et à adapter le fonctionnement de son bassin d'aération.*

*En analysant l'ensemble des résultats en sortie de station, il s'avère que les paramètres DBO<sub>5</sub>, DCO, MES, sont conformes aux exigences épuratoires minimales de l'arrêté du 22/12/94 (**annexe 8, page 10/11**). Cependant, si le rendement épuratoire moyen annuel est de 85%, il s'avère que de mai à septembre on observe dans les effluents de sortie une concentration en phosphore total d'environ 5 mg/L. Inversement, en ce qui concerne le paramètre NGL, on observe des dépassements de norme, avec une concentration moyenne annuelle de 17 mg/L et un rendement épuratoire moyen annuel de 65%.*

2.1.2. **Justifier** la conformité du paramètre phosphore total (**annexe 8**).

2.1.3. **Donner** la signification du terme NGL.

**Préciser** la nature des composants de NGL.

2.1.4. **Justifier** la non-conformité du paramètre NGL (**annexe 8**).

*L'annexe 9 (page 11/11) représente l'évolution de la concentration en NGL en sortie de station ainsi que les rendements épuratoires sur l'année.*

2.1.5. **Analyser** le graphique de l'**annexe 9** dans le contexte précédemment décrit.

<b>BTS MÉTIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2007</b>
<b>Biochimie biologie et microbiologie des eaux – U. 4</b>	<b>MTBBM</b>	<b>Page : 4/11</b>

Afin d'évaluer l'impact de cette pollution en été, on réalise la détermination de l'IBGN à différents niveaux de la rivière :

- point P1 : en amont de la station d'épuration IBGN = 17/20 ;
- point P2 : en sortie immédiate de la station d'épuration IBGN = 5/20 ;
- point P3 : à 8 km de la station, juste avant le lac IBGN = 10/20.

2.1.6. **Donner** la signification et le principe de détermination de l'IBGN.  
**Préciser** l'intérêt de la détermination de cet indice.

2.1.7. **Interpréter** les résultats obtenus pour les différents points de prélèvement.  
**Justifier** en particulier l'amélioration de l'indice du point P3.

## 2.2. Analyse du dysfonctionnement sur la station d'épuration

Face aux problèmes rencontrés sur la station par rapport aux dépassements de norme pour le paramètre NGL, on décide de s'intéresser au traitement de l'azote sur la filière. Il s'avère que l'azote est abattu, majoritairement, au niveau du traitement biologique, lors de la succession des phases aérobie/anoxie. La charge massique en entrée de bassin, prévue pour un fonctionnement optimal, doit être proche de  $0,1 \text{ kg DBO}_5 \cdot \text{kgMVS}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$ .

2.2.1. **Préciser** la signification des termes "aérobie", "anoxie" et "anaérobiose".  
**Citer** la technique de mesure permettant de différencier précisément ces trois états.

2.2.2. Étude de la nitrification

2.2.2.1. **Préciser** le comportement vis-à-vis du dioxygène, la source d'énergie et la source de carbone des bactéries responsables de la nitrification.

2.2.2.2. **Citer** les deux groupes de bactéries intervenant dans la nitrification.  
**Écrire** les réactions effectuées par chacun des deux groupes.

2.2.3. Étude de la dénitrification

2.2.3.1. **Préciser** la source d'énergie et de carbone des bactéries responsables de la dénitrification.  
**Citer** le type trophique de ces bactéries.

2.2.3.2. **Écrire** l'équation bilan de la dénitrification.  
**Détailler** le rôle des nitrates dans le métabolisme bactérien.  
**Expliquer** pourquoi l'anoxie est obligatoire à la réalisation de la dénitrification.

Afin de comprendre si le dysfonctionnement observé l'été sur la station affecte la nitrification ou la dénitrification, des expériences sont effectuées sur un pilote : on étudie la variation du taux de nitrification et de dénitrification, en fonction de la charge massique appliquée à l'entrée du pilote (voir annexes 10 et 11, page 11/11).

2.2.4. **Interpréter** les graphes présentés en annexes 10 et 11.

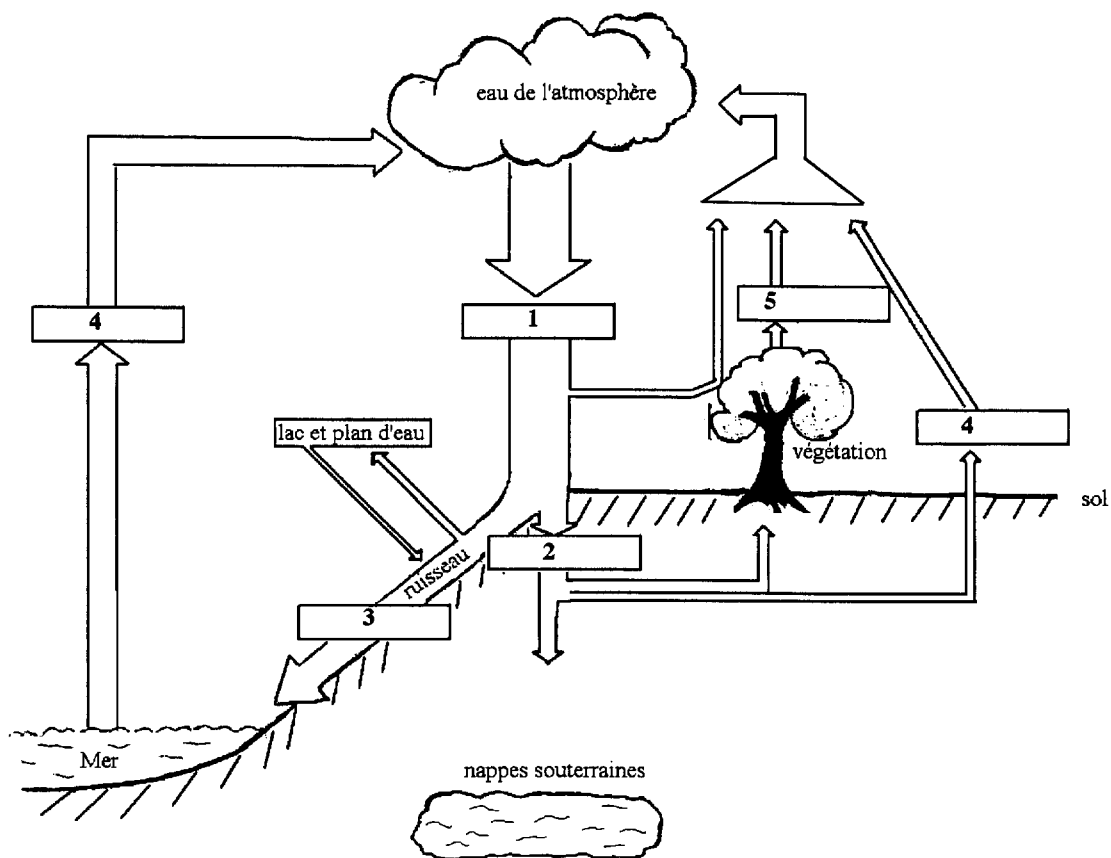
BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2007
Biochimie biologie et microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM	Page : 5/11

2.2.5. *La charge massique mesurée en entrée de bassin biologique, pendant les 5 mois d'été, est d'environ 1 kg DBO<sub>5</sub>. kgMVS<sup>1</sup>.j<sup>-1</sup>.*

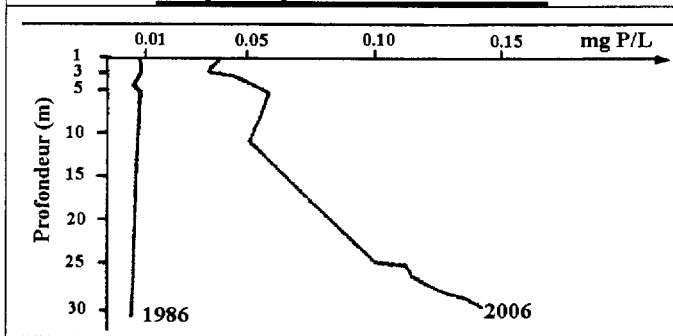
**Conclure** quant à l'efficacité du traitement de l'azote à l'aide de cette donnée et des analyses graphiques précédentes.

2.2.6. **Proposer** des solutions techniques à ce dysfonctionnement.

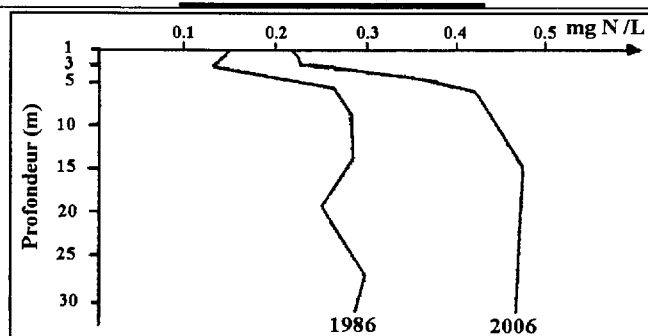
## Annexe 1 : cycle de l'eau



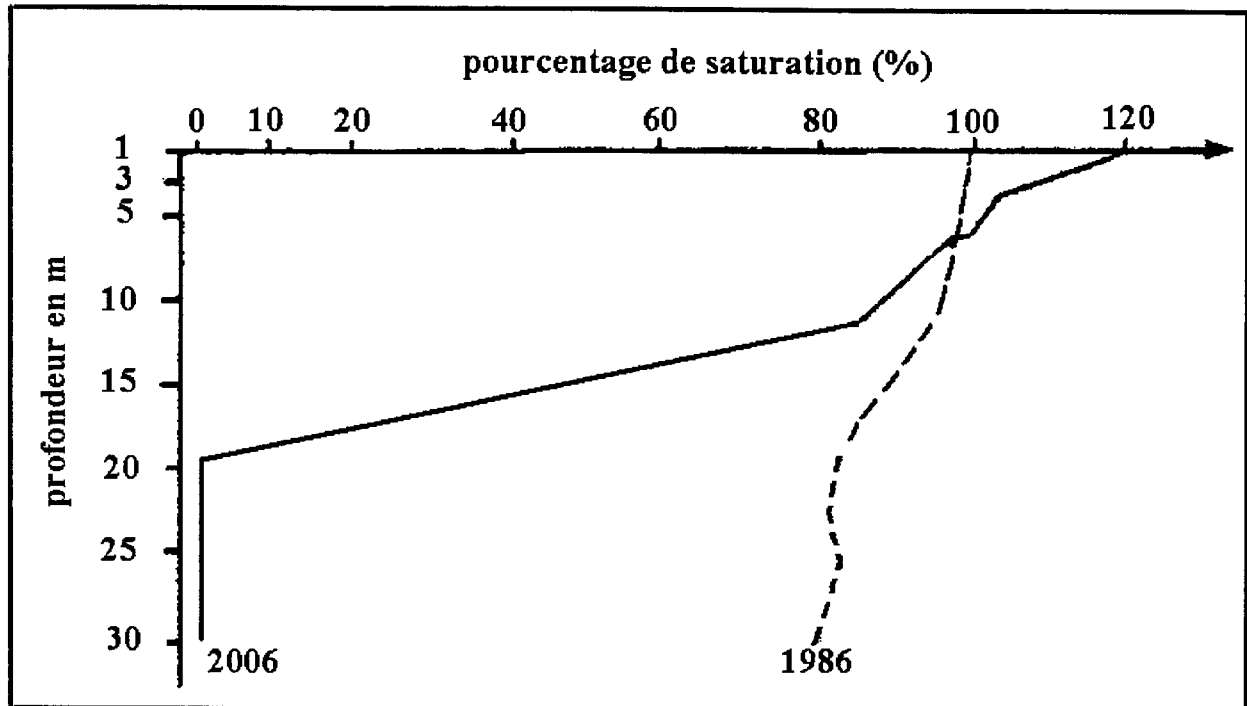
**Annexe 2 : évolution de la concentration en phosphore dans le lac**



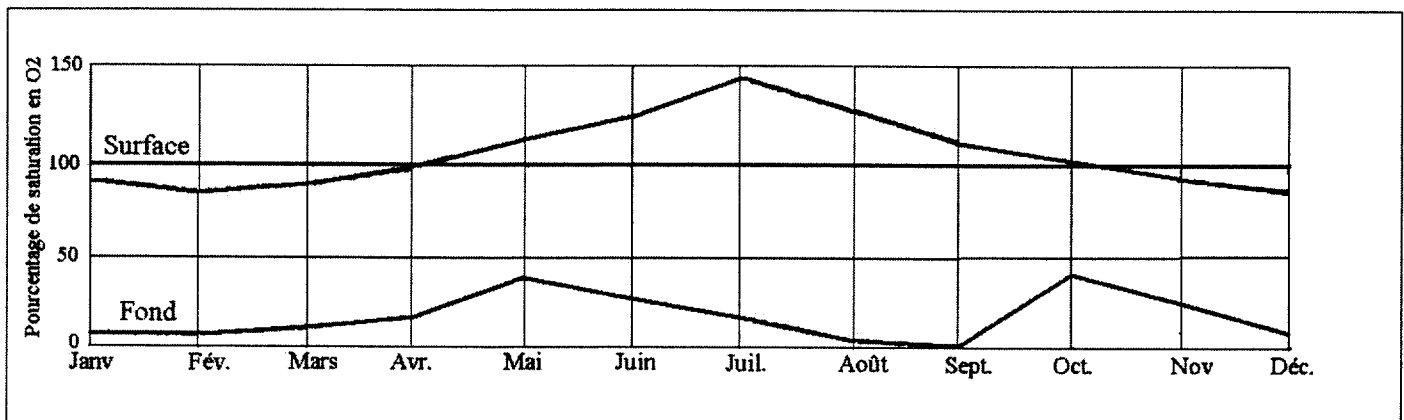
**Annexe 3 : évolution de la concentration en azote dans le lac**



**Annexe 4 : évolution de la concentration en dioxygène dans le lac**

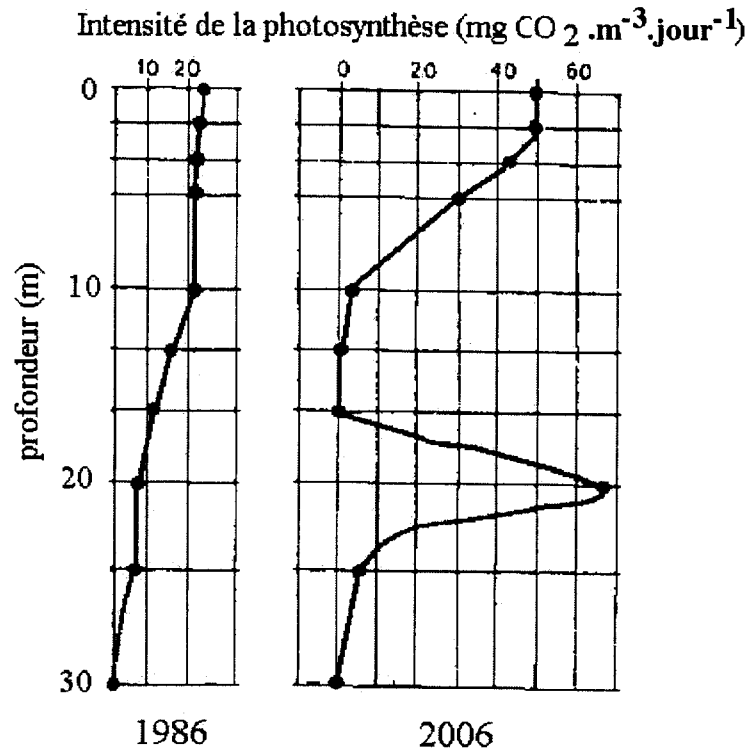


**Annexe 5 : variation de la concentration en dioxygène au cours de l'année**

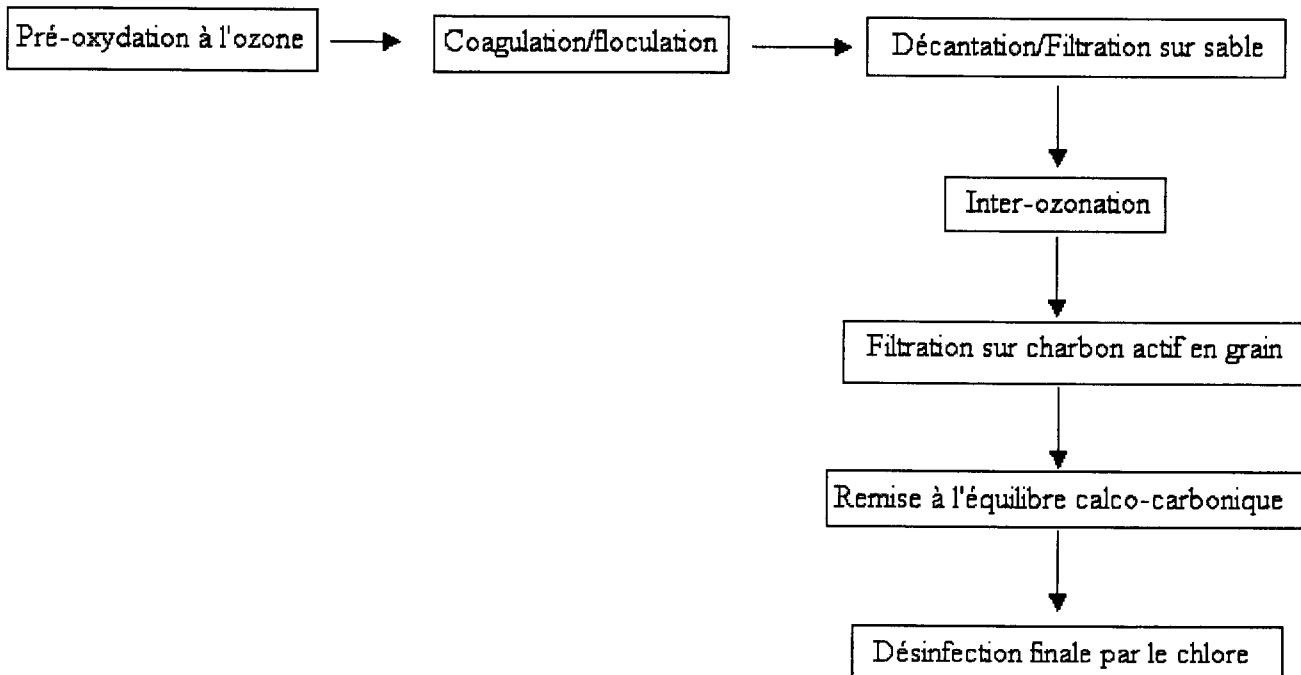




## Annexe 6 : intensité de la photosynthèse dans le lac



## Annexe 7 : filière de traitement mise en place pour rendre consommable l'eau de la retenue



## Annexe 8 : arrêté du 22/12/94

<b>EXIGENCES EPURATOIRES MINIMALES</b> ( Arrêté du 22 décembre 1994)
---

	Paramètres	Concentration maximale	Rendement minimal	Charge de pollution reçue	Règles de conformité	
					Nombre de dépassements autorisés	Valeurs réductrices
ZONES NORMALES POLLUTION CARBONÉE	DBO5 (1)	25 mg/L	70%	2000 à 10.000 EH		
			80%	> 10.000 EH		
	DCO (1)	125 mg/L	75%	Toutes charges	(3) Voir tableau n°6 de l'arrêté du 22/12/94	(4) DBO5 = 50 mg/L DCO = 250 mg/L MES = 85 mg/L
MES	35 mg/L (2)	90%	Toutes charges			
ZONES SENSIBLES AZOTE ET/OU PHOSPHORE	NGL	15 mg/L	70%	10.000 à 100.000 EH	(5) Valeurs à respecter en moyenne annuelle	
		10 mg/L		> 100.000 EH		
	P <sub>T</sub>	2 mg/L	80%	10.000 à 100.000 EH		
		1 mg/L		> 100.000 EH		

(1) Pour le lagunage: analyses réalisées sur échantillons filtrés

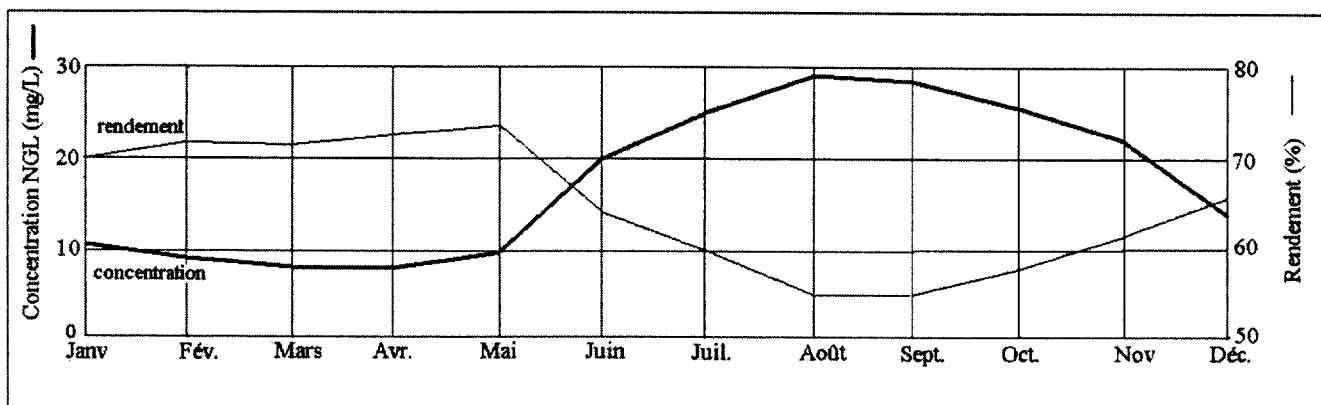
(2) Pour le lagunage: cette valeur est fixée à 150 mg/L

(3) Un échantillon moyen journalier est déclaré conforme, si l'une au moins des deux valeurs (concentration au rejet-rendement épuratoire) figurant dans l'autorisation de rejet, est respectée.

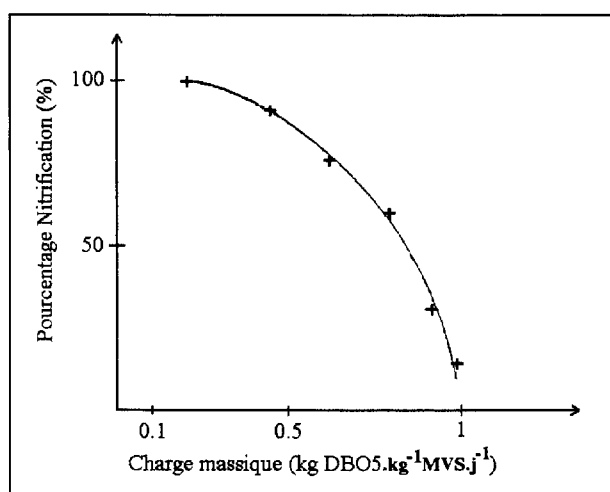
(4) Parmi les échantillons moyens journaliers déclarés non conformes, aucun d'entre eux ne doit dépasser les valeurs réductrices.

(5) La station est déclarée conforme sur l'année considérée pour N et/ou P, si l'une au moins des deux valeurs (concentration moyenne annuelle au rejet-rendement épuratoire moyen annuel) figurant dans l'autorisation de rejet est respectée.

**Annexe 9 : évolution de la concentration en NGL sur l'effluent de sortie et des rendements épuratoires sur l'année**



**Annexe 10 : influence de la charge massique sur l'efficacité de nitrification**



**Annexe 11 : influence de la charge massique sur l'efficacité de dénitrification**

