



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.

1. Étude du lac (47 points)

1.1. Analyse structurale

1.1.1. 2,5 pts (0,5 par réponse)

1. précipitations...
2. infiltration
3. ruissellement
4. évaporation
5. évapotranspiration

1.1.2. 3 pts

- **Porosité** : représente la **quantité de pores** dans une roche ; elle est **directement liée** à la **quantité d'eau qu'une roche peut contenir**.

- **Perméabilité** : capacité que possède une roche à se **laisser traverser par l'eau**.

L'argile est une roche imperméable mais possédant une **forte porosité** : l'eau contenue dans ces pores **n'est pas mobile**, elle **ne peut être extraite gravitairement** ; le fort pourcentage d'eau de rétention explique cette imperméabilité.

1.1.3. 1 pt

Lorsque l'eau s'infiltré dans le sol, cette **infiltration va constituer le mur** par la rencontre avec une couche imperméable qui va constituer **le mur ou le plancher (ou l'aquiclude ou le substratum...)** de l'aquifère.

1.2. Analyse écologique

1.2.1. 2 pts

Trophie : intensité de la **production primaire** → lac oligotrophe - lac eutrophe (voire hypertrophe).

1.2.2.

1.2.2.1. 0,5 pt

N et P : éléments **limitant la croissance** des organismes.

1.2.2.2. 5 pts

Pour les 2 graphes, on remarque une **augmentation importante de la concentration en P et en N dans le lac entre 1986 et 2006**. Cela traduit un **apport de polluants** (azote, phosphore, matière organique) entre 1986 et 2006.

P : * 1986 : très peu de phosphore dans le lac ;

* 2006 : **augmentation importante en P surtout dans les profondeurs** du lac → l'augmentation de la [P] suit pratiquement une droite entre 12 et 30 m de profondeur.

Le phosphore provient essentiellement de la **matière organique morte** (production primaire notamment) ou la matière organique exogène qui va tomber au fond du lac et être **minéralisée** par les **décomposeurs (détritivores et les minéralisateurs = bactéries) du benthos**. Ce phosphore, présent sous forme d'**orthophosphates chargés négativement**, va être **piégé dans les sédiments** (précipitation avec des ions ferriques notamment). Lorsque les sédiments deviennent **réducteurs** (passage du fond du lac en anaérobiose en 2006), les orthophosphates sont alors **relargués** à partir du fond du lac, où ils vont diffuser jusqu'à la surface, où ils seront **consommés par les organismes photosynthétiques**.

Remarque : petit pic au niveau de la thermocline → minéralisation d'une partie de la matière organique morte à ce niveau.

N : les 2 courbes ont le même aspect avec en moyenne 2 fois plus d'azote en 2006 par rapport à 1986 : - **faible concentration en surface** → **consommation** de l'azote par les **organismes photosynthétiques**.

- **forte concentration en profondeur** présentée sous forme d'un plateau → **minéralisation**, comme pour le P, au niveau du benthos, mais **diffusion plus aisée de l'ammonium** qui n'est pas piégée dans les sédiments et diffusent plus facilement jusqu'à la surface.

1.2.3.

1.2.3.1. 5 pts

1986 :

en surface, la concentration en O_2 proche de 100% de saturation va rester **quasi constante** sur environ 5 m de profondeur puis **diminuer faiblement** jusqu'à environ 80% de saturation en O_2 à - 30 m.

→ En surface, la **diffusion de O_2 à partir de l'atmosphère** et surtout la **production d' O_2** par les **organismes photosynthétiques** vont maintenir une concentration en O_2 forte sur environ 11 m.

→ En profondeur, la **production de matières organiques étant faible = lac oligotrophe**, les décomposeurs ont une **faible activité = pas de consommation de l' O_2** .

2006 :

en surface, la concentration en O_2 , proche de 120% de saturation, va **rapidement diminuer** pour s'annuler à - 20 m.

→ En surface, l'eau étant riche en P et en N, les organismes photosynthétiques présentent une **activité accrue** avec pour conséquence une **forte production en O_2** = l'eau est sursaturée en O_2 .

→ En profondeur, la **forte quantité de matière organique morte est minéralisée** par les décomposeurs, en **consommant l' O_2 du lac = forte activité des décomposeurs**. Très vite, par l'activité des décomposeurs, le lac passe en **anaérobiose**.

1.2.3.2. 1 pt

Épilimnion et hypolimnion.

1.2.3.3. 2 pts

Surface : en été, la concentration en O_2 est **plus forte**.

Pendant l'été : → **forte intensité lumineuse** : l'activité des organismes **phototrophes est augmentée**.

→ température du lac élevée : **activité enzymatique accrue et croissance des organismes accélérée**.

Profondeur : en mai et septembre, augmentation de la concentration en O₂ = basculement du lac qui se traduit par une **homogénéisation du lac**, avec pour effet un enrichissement en O₂ du fond du lac.

1.2.4. 1 pt

Forte concentration en N, P, matières organiques ; forte activité des décomposeurs ; fond du lac en anaérobiose = **lac eutrophe**.

1.2.5.

1.2.5.1. 1 pt

La photosynthèse représente la **conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique** afin de permettre l'**assimilation du CO₂ en carbone organique**.

1.2.5.2. 3 pts

	Photosynthèse oxygénique	Photosynthèse non oxygénique
Type respiratoire	Aérobie strict	Anaérobie strict
Photosystème (PS)	2 PS	1 seul PS
Donneur d'électrons	H ₂ O	H ₂ S, H ₂

1.2.5.3. 2 pts

Photosynthèse oxygénique : cyanobactéries, plantes, algues.

Photosynthèse non oxygénique : bactéries pourpres ou vertes.

1.2.5.4. 1 pt

Les organismes photosynthétiques sont des organismes **autotrophes** qui assimilent directement le CO₂ pour fabriquer de la matière organique. Plus la photosynthèse est active, plus la quantité de CO₂ assimilée est importante.

1.2.5.5. 5 pts

1986 :

l'intensité de la photosynthèse est **faible** (20 mg C/m³/jour) et **constante**, sur une profondeur relativement **étendue**, allant de 0 m à - 10 m. Puis on observe une chute de l'intensité de la photosynthèse dans le fond du lac.

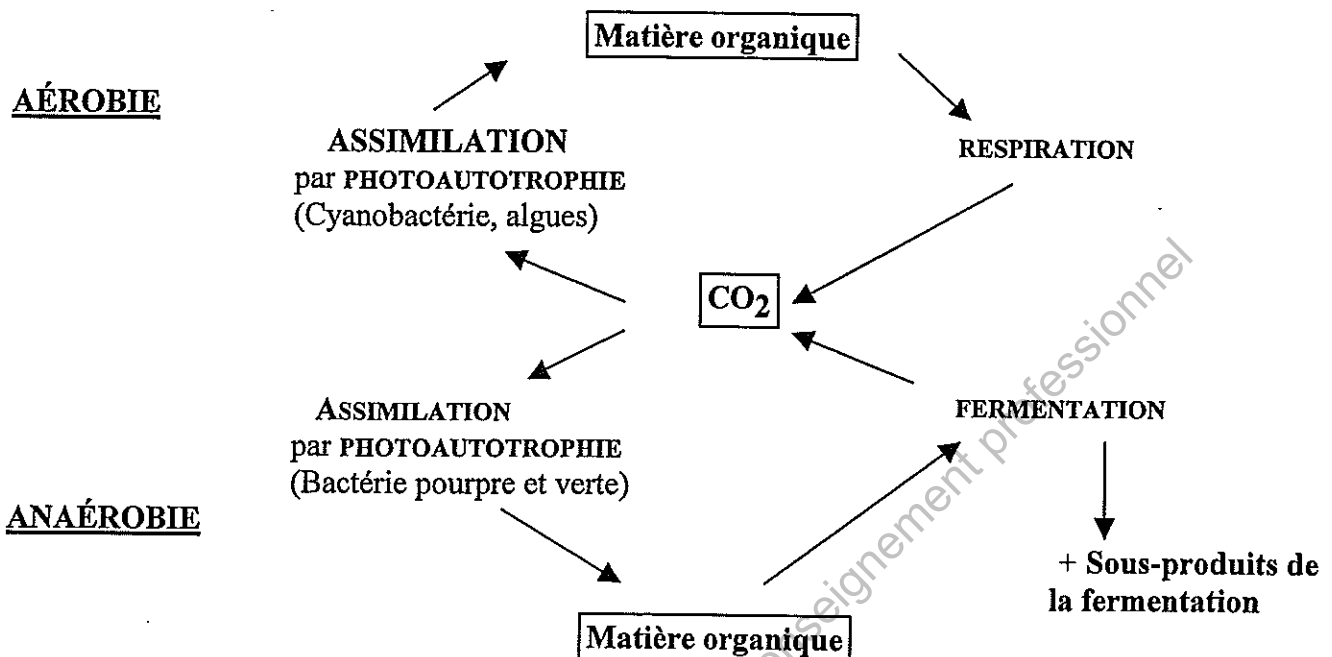
Le lac étant considéré comme oligotrophe, la **quantité d'organismes photosynthétiques est faible** (peu de phosphore et d'azote) ; le lac est très transparent, bien oxygéné (peu de consommateurs) et la **lumière pénètre sur une grande profondeur**. Ainsi, les organismes photosynthétiques aérobies (cyanobactéries, algues) pourront se développer jusqu'au moins 10 mètres de profondeur. En dessous, la lumière devient le **facteur limitant** et ces organismes ne peuvent plus se développer.

2006 :

on observe une stratification plus nette des organismes photosynthétiques sous la forme de **2 pics** d'incorporation du CO₂ : un premier pic vers 0 – 2 m mètres de profondeur et l'autre vers - 20 m. En 2006, la pollution minérale augmente parallèlement à la **quantité d'organismes photosynthétiques et la turbidité s'accroît** : la lumière **pénètre plus difficilement** dans le lac. Le premier pic est donc composé d'**organismes photosynthétiques aérobies**, la concentration **chutant rapidement** vraisemblablement due à la lumière = **élément limitant** de la croissance de ces organismes.

Le deuxième pic est provoqué par la croissance des **organismes photosynthétiques anaérobies** (bactéries pourpres et vertes) qui trouvent à – 20 mètres les conditions propices à leur croissance, en particulier l'anaérobiose.

1.2.6. 3 pts



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

1.3.1. 3 pts

	Eau du lac
Caractères physico-chimiques :	
- minéralisation	Minéralisation dépendante de la nature des roches en contact avec l'eau ; temps de séjour de l'eau assez court = minéralisation faible à moyenne.
- éléments organiques - MES	Présence importante de ces éléments.
- température	Grande variation en fonction de la profondeur.
- concentration O_2	Grande variation en fonction de la profondeur.
Caractères microbiologiques	Assez médiocres = présence de nombreuses bactéries.

1.3.2. 3 pts

- Pré-oxydation : élimination des micro-organismes, algues, oxydation du fer et du manganèse, élimination de la couleur, oxydation pesticides (amélioration de l'étape de coagulation floculation) ...
- Coagulation/floculation/décantation/filtration : élimination des MES et matières colloïdales + fer et Mn.
- Inter-ozonation : traitement de finition en particulier en oxydant toutes les molécules de CODR en CODB.
- CAG : oxydation du CODB par la biomasse fixée sur le CAG + élimination de molécules diverses responsables des goûts et des odeurs.
- Remise à l'équilibre : eau du lac souvent agressive → problème d'attaque des canalisations.
- Désinfection finale : effet bactériostatique et rémanent du chlore pour éviter les recroissances dans les réseaux.

1.3.3. 1 pt

Mise en place des périmètres de sécurité immédiat, rapproché et éloigné.

1.3.4. 2 pts

- Augmentation de la quantité de coagulant et de floculant utilisés par la filière de traitement d'eau
- plus de colmatage des filtres = augmentation de la fréquence de lavage des filtres.
- Apparition de molécules toxiques (cyanobactéries); augmentation de la concentration en molécules responsables de goûts et d'odeurs, H₂S : par exemple augmentation de la concentration en fer/Mn, ammonium.

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

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

2.1.1. 2 pts

- Obligation de la mise en place d'un traitement de l'azote et du phosphore.
- Classement en zone sensible si rejet des effluents dans une rivière à faible débit, à proximité d'un lac ou plan d'eau, d'une zone de baignade

2.1.2. 1 pt

STEP > 100 000 EH → Pt = 1 mg/L ou rendement épuratoire = 80 % : paramètre conforme car rendement épuratoire = 85%.

2.1.3. 1 pt

NGL = azote global = NK (azote ammoniacal + azote organique) + azote oxydé (nitrate, nitrite).

2.1.4. 1 pt

STEP > 100 000 EH → NGL = 10 mg/L ou rendement épuratoire = 70 % : paramètre non conforme car NGL = 17 mg/L et rendement épuratoire de 65%.

2.1.5. 2,5 pts

- Janvier à mai : paramètre NGL conforme.
- Mai à septembre : paramètre NGL non conforme → correspond à la période où la fromagerie rejette ces effluents = surcharge organique se traduisant par un mauvais traitement de l'azote.
- Septembre à décembre : paramètre NGL non conforme → malgré le retour à un fonctionnement normal, la station semble éprouver des difficultés à de nouveau traiter l'azote correctement.

2.1.6. 3 pts

Le principe de la détermination de l'IBGN repose sur le **prélèvement de la faune benthique**, selon un **procédé d'échantillonnage précis**, repéré par un type de support et une vitesse du courant. Les organismes sont alors **identifiés et classés** dans divers **taxons indicateurs**, parallèlement, on compte le **nombre total de taxons déterminé**.

Un tableau représentant, les différents taxons indicateurs classés suivant un gradient de polluosensibilité décroissant et le nombre total de taxons déterminés, permet de donner une note de 0 à 20 caractérisant la **qualité de l'eau de la rivière**.

L'intérêt de la détermination de cet indice présente l'avantage d'être **plus synthétique et moins aléatoire** (l'impact d'une pollution accidentelle reste appréciable pendant quelques semaines) que des dosages chimiques ou des recherches bactériologiques ponctuels. Les résultats de l'IBGN permettent d'**étudier directement l'impact d'une pollution sur la vie de la rivière**.

2.1.7. 2,5 pts

- En amont de la STEP, l'IBGN est **bon** = l'eau **n'est pas polluée**.
- En sortie immédiate de la STEP, l'IBGN est **mauvais** : la STEP entraîne une **pollution de la rivière qui entraîne la disparition des espèces polluosensibles**.
- Pour le site de prélèvement 3, on observe une amélioration de cet indice = **autoépuration** du cours d'eau par les organismes présents, c'est à dire utilisation de la pollution exogène apportée, par la STEP, par les organismes présents (bactéries en particulier) comme source d'énergie et de carbone. Cette **autoépuration ne semble pas suffisante** (IBGN de 10) sachant que le lac se situe directement en aval de ce site de prélèvement.

2.2. Analyse du dysfonctionnement sur la station d'épuration

2.2.1. 2 pts

- Aérobie : présence d'O₂ et de nitrates.
- Anoxie : absence d'O₂ et présence de nitrates.
- Anaérobiose : absence d'O₂ et de nitrates.

La mesure du potentiel redox (sonde redox) permet de différencier ces 3 états.

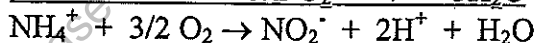
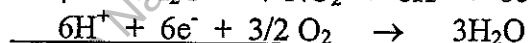
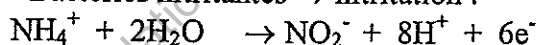
2.2.2.

2.2.2.1. 3 pts

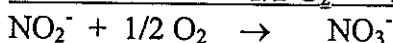
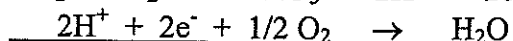
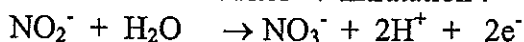
- Type respiratoire : aérobic strict.
- Source d'énergie : bactérie chimiolithotrophe.
- Source de C : autotrophe.

2.2.2.2. 4 pts

- Bactéries nitritantes → nitritation :



- Bactéries nitratantes → nitratation :

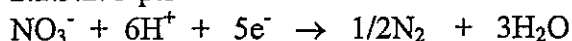


2.2.3.

2.2.3.1. 2 pts

- Source d'énergie : oxydation de la matière organique.
- Source de C : carbone organique.

2.2.3.2. 3 pts



Nitrate : accepteur terminal dans la chaîne respiratoire.

L'anoxie est obligatoire car l'oxygène réprime la synthèse de la NRA.

2.2.4. 3 pts

Pour la nitrification : celle-ci est **optimale lorsque la charge massique est faible** = 0,1 kg DBO₅/kgMVS.j, ce pourcentage de nitrification diminuant rapidement lorsque Cm augmente.

Pour la dénitrification : celle-ci est **optimale lorsque la charge massique est forte** = 1 kg DBO₅/kgMVS.j, ce pourcentage de dénitrification diminuant rapidement lorsque Cm baisse.

On peut observer qu'une **quantité importante** de matières organiques (Cm fort) **favorise la croissance des chimio-organotrophes hétérotrophes** responsable de la dénitrification. Or ces dernières ont besoin d'azote ammoniacal directement assimilable pour synthétiser leur propre matière organique (rapport 100/5). Ces bactéries possèdent un métabolisme actif et un **taux de croissance nettement supérieur** par rapport aux bactéries nitrifiantes autotrophes. En rentrant en **compétition directe pour la consommation de l'azote ammoniacal avec les nitrifiantes**, à forte charge, ces bactéries hétérotrophes seront donc majoritaires et **élimineront les autotrophes** par compétition directe vis à vis de NH₃. Pour que les nitrifiantes se développent, il leur faut un **âge des boues élevé** (taux de croissance faible) et une charge massique faible afin que les chimio-organohétérotrophes aient un faible taux de croissance.

2.2.5. 1 pt

Nitrification impossible.

2.2.6. 2 pts

- Obliger la fromagerie à réaliser un traitement de leur effluent avant rejet dans le réseau d'eaux usées.
- Augmenter la taille du bassin d'aération (construction d'un deuxième bassin utilisable uniquement les 4 mois où la fromagerie libère ces effluents) afin de baisser Cm et permettre la nitrification.
- Construire un troisième étage de traitement où serait traité spécifiquement l'azote (ex biofor N et DN).

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