



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**

session 2011

BTS MÉTIERS DE L'EAU

BIOCHIMIE BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX – U. 4

SESSION 2011

—
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 13 pages, numérotées de 1/13 à 13/13.

Activités agricoles et qualité d'un cours d'eau

On compte en France environ 250 000 kilomètres de ruisseaux, rivières et fleuves. Ces cours d'eau, source de vie, alimentent en eau potable, irriguent des cultures, abreuvent des animaux, sont utilisés par certaines industries. En fonction des interactions avec les milieux qu'ils traversent, ils peuvent subir des atteintes importantes : pollutions diverses, prélèvements successifs, assèchement...

Le cas d'une rivière, l'Arton, est ici évoqué. Il s'agit de l'affluent d'un grand fleuve, lui-même sujet à l'eutrophisation et en grande partie placé en zone sensible. Le débit de l'Arton est modeste avec environ 100 litres par seconde en période de basses eaux. L'agglomération la plus importante est composée de nombreux hameaux et regroupe 1 500 habitants.

La carte du **document 1 (page 6/13)** résume le réseau hydrographique et l'occupation des sols. Nous sommes dans une région de cultures céréalières intensives (en aval) et d'élevage (en amont). Deux stations d'épuration et une unité de production d'eau potable se trouvent sur le trajet de la rivière.

Nota bene : « j » = abréviation de « jour ».

1. Structure et fonctionnement des écosystèmes de la rivière (28 points)

Les cours d'eau constituent des écosystèmes appelés hydrosystèmes. Ce sont des milieux hétérogènes abritant des représentants de tous les groupes d'organismes vivants dont certains figurent au **document 2 (page 7/13)**.

1.1. **Nommer** les taxons auxquels appartiennent les organismes A, B, E, F et G du **document 2 (page 7/13)**.

Parmi ces organismes, certains sont procaryotes, d'autres eucaryotes.

1.2. **Donner** trois différences entre cellules procaryotes et cellules eucaryotes.

1.3. **Préciser** à laquelle de ces deux catégories (procaryote ou eucaryote) appartient chacun des organismes A, E et F.

1.4. **Citer** les sources d'énergie et de carbone de l'organisme E.

Au sein du biotope, les organismes constituant la biocénose établissent des interactions dont les plus évidentes concernent l'alimentation et le partage de l'espace. Des chaînes alimentaires se mettent en place entre organismes assurant la transformation de la matière minérale en matière organique. Un schéma de chaîne alimentaire est présenté dans le **document 3 (page 8/13)**. La matière organique est ensuite retransformée en matière minérale. Ainsi, l'écosystème est le siège d'un cycle de la matière, alimenté en énergie par le rayonnement solaire.

1.5. **Définir** les termes « **saprophytes** » et « **producteurs primaires** ».

1.6. **Citer** l'organite et la voie métabolique qui permettent aux organismes eucaryotes photoautotrophes de couvrir leurs besoins énergétiques et carbonés.

1.7. À l'aide du **document 3 (page 8/13)**, pour chaque niveau 3a, 3b, 3c et 3d de la chaîne alimentaire : (**à réaliser sur la copie**)

- **citer** le type trophique pour la source de carbone et la source d'énergie ;
- **donner** un exemple d'organisme tiré du **document 2 (page 7/13)**.

Les organismes chimio-hétérotrophes puisent leur énergie dans l'oxydation de composés chimiques. Au cours de ces oxydations, des protons et des électrons sont pris en charge par des coenzymes, NAD^+ et FAD , qui sont alors réduits respectivement en $NADH, H^+$ et $FADH_2$.

1.8. **Nommer** les processus de réoxydation des coenzymes réduits présentés au **document 4 (page 9/13)**.

Préciser deux caractéristiques de chacun de ces deux processus.

*Certaines bactéries utilisant le soufre, dont le métabolisme diffère, peuvent utiliser un processus similaire au processus n°2 du **document 4** avec, dans certains cas, élaboration de molécule toxique.*

1.9. **Citer** un exemple de molécule toxique soufrée.

Décrire une situation, courante en traitement des eaux, au cours de laquelle on observe cette nuisance.

Préciser les origines de la molécule citée en exemple.

2. Étude physico-chimique et hydrobiologique (27 points)

*Grâce à des analyses effectuées régulièrement sur des échantillons d'eau prélevés en trois points de la rivière, des cartes de qualité de l'eau ont été établies. Le **document 5 (page 10/13)** présente différentes mesures et dosages complémentaires réalisés aux points de prélèvement (voir **document 1, page 6/13**).*

2.1. Dans le **tableau 2** du **document 5** figurent les indices biologiques globaux normalisés (IBGN).

Citer les étapes de leur technique d'obtention.

Donner l'intérêt de la détermination de l'IBGN.

*Dans le **tableau intitulé « phytoplancton »** du **document 6 (page 11/13)**, on constate que la qualité des cours d'eau se dégrade quand la teneur en chlorophylle et le taux de saturation en dioxygène augmentent.*

2.2. **Nommer** le phénomène à l'origine de cette dégradation.

Expliquer les mécanismes à l'origine de l'augmentation de la teneur en chlorophylle et du taux de saturation en dioxygène.

Donner les causes probables de ces augmentations.

2.3. À l'aide du **document 1** et du **document 6**, commenter le **tableau 1** du **document 5**.

Conclure quant à la qualité de l'eau en regard de l'activité agricole.

2.4. À l'aide du **document 6**, commenter les résultats du **tableau 2** du **document 5**, en précisant les classes de qualité pour chaque paramètre.

Conclure quant à la qualité de l'eau en regard de l'activité agricole.

Le long du trajet de la rivière, il y a de nombreux hameaux. Il s'agit d'un habitat dispersé, souvent ancien et dépourvu de système d'assainissement des eaux usées. La rivière représente alors un exutoire à ces rejets domestiques.

Il s'agit donc d'une pollution par de la matière organique. Cependant, cette pollution a peu d'incidence sur le milieu naturel du fait de la biodégradation.

2.5. **Commenter** les courbes et l'évolution des paramètres physico-chimiques du **document 7 (page 12/13)**.

Expliquer l'évolution des populations de microorganismes en relation avec les paramètres physico-chimiques.

Les installations d'élevage entraînent une forte pollution ammoniacale des sols et rivières.

2.6. **Expliquer** pourquoi les concentrations élevées en nitrates de la rivière sont liées à cette pollution ammoniacale, en précisant les processus biochimiques et le type trophique des microorganismes impliqués.

3. Impact de la présence des nitrates sur la production d'eau potable (25 points)

L'eau de cette rivière est utilisée pour la production d'eau potable. La législation actuelle impose une limite de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaine de 50 mg.L^{-1} en ions nitrates.

3.1. **Justifier** la limitation de la concentration en ions nitrates dans l'eau potable.

*Un traitement de dénitrification hétérotrophe est réalisé par biofiltration. Le schéma de l'installation est présenté au **document 8 (page 13/13)**.*

3.2. **Expliquer** le principe de cette biofiltration.

3.3. **Définir** le terme hétérotrophe.

En **déduire** la nature et le rôle du produit 1, puis **identifier** le produit 2.

3.4. **Écrire** l'équation globale de réduction des nitrates lors de la dénitrification biologique et **nommer** l'enzyme impliquée.

En **déduire** la nature du produit 3 (**document 8**).

Il existe un autre procédé de dénitrification biologique : la dénitrification autotrophe.

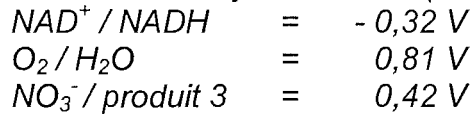
3.5. **Expliquer** pourquoi ce dernier procédé est plus rarement employé en s'appuyant sur les caractéristiques de croissance des microorganismes impliqués.

*Le type respiratoire des bactéries responsables de la dénitrification est étudié par ensemencement en gélose profonde Viande-Foie et en gélose profonde Viande-Foie supplémentée en nitrates de sodium. Les résultats sont présentés dans le **document 9 (page 13/13)**.*

3.6. **Analyser** ces résultats.

3.7. À l'aide des potentiels redox fournis ci-dessous, **comparer** l'efficacité métabolique de l'utilisation de dioxygène et de nitrate.

Potentiels standard d'oxydoréduction (à 30 °C et à pH = 7) :



3.8. **Justifier** les conditions physico-chimiques optimales pour une dénitrification efficace.

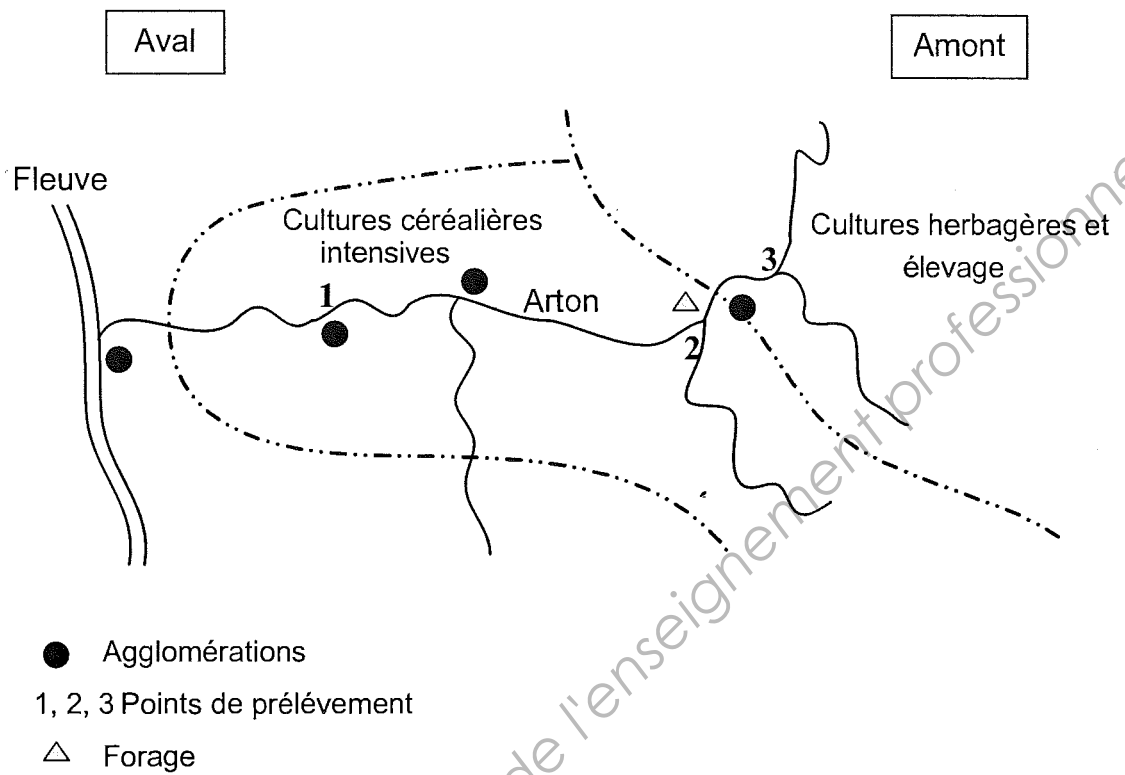
En cas de fonctionnement incomplet du procédé, il apparaît dans l'eau un produit facilement mis en évidence par addition du réactif de Griess.

3.9. **Nommer** ce produit.

3.10. **Proposer** un traitement complémentaire permettant l'élimination du produit précédent.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Document 1 : l'Arton

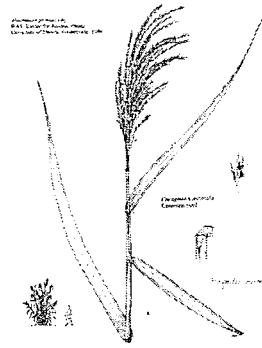


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

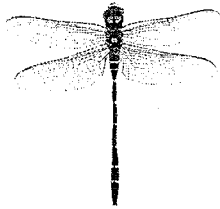
Document 2 : exemples d'organismes



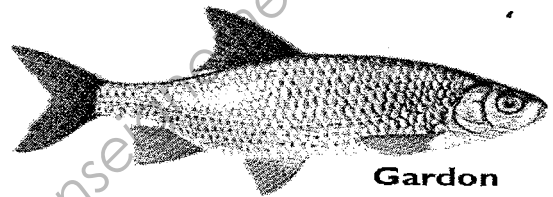
L = 100 μm
Organisme A



5 cm
Organisme B



L = 4 cm
Organisme C : insecte (Libellule)
(Gardon)

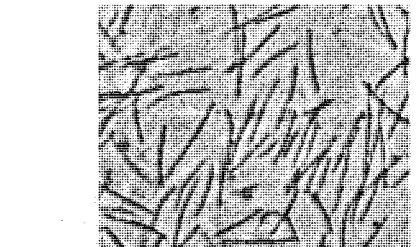
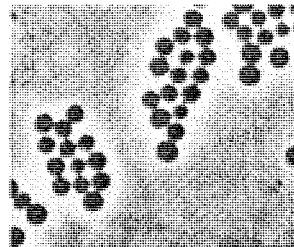


Gardon
Rutilus rutilus

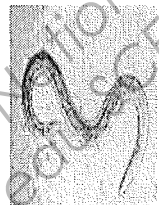
L = 20 cm
Organisme D : poisson



10 μm
Organisme E

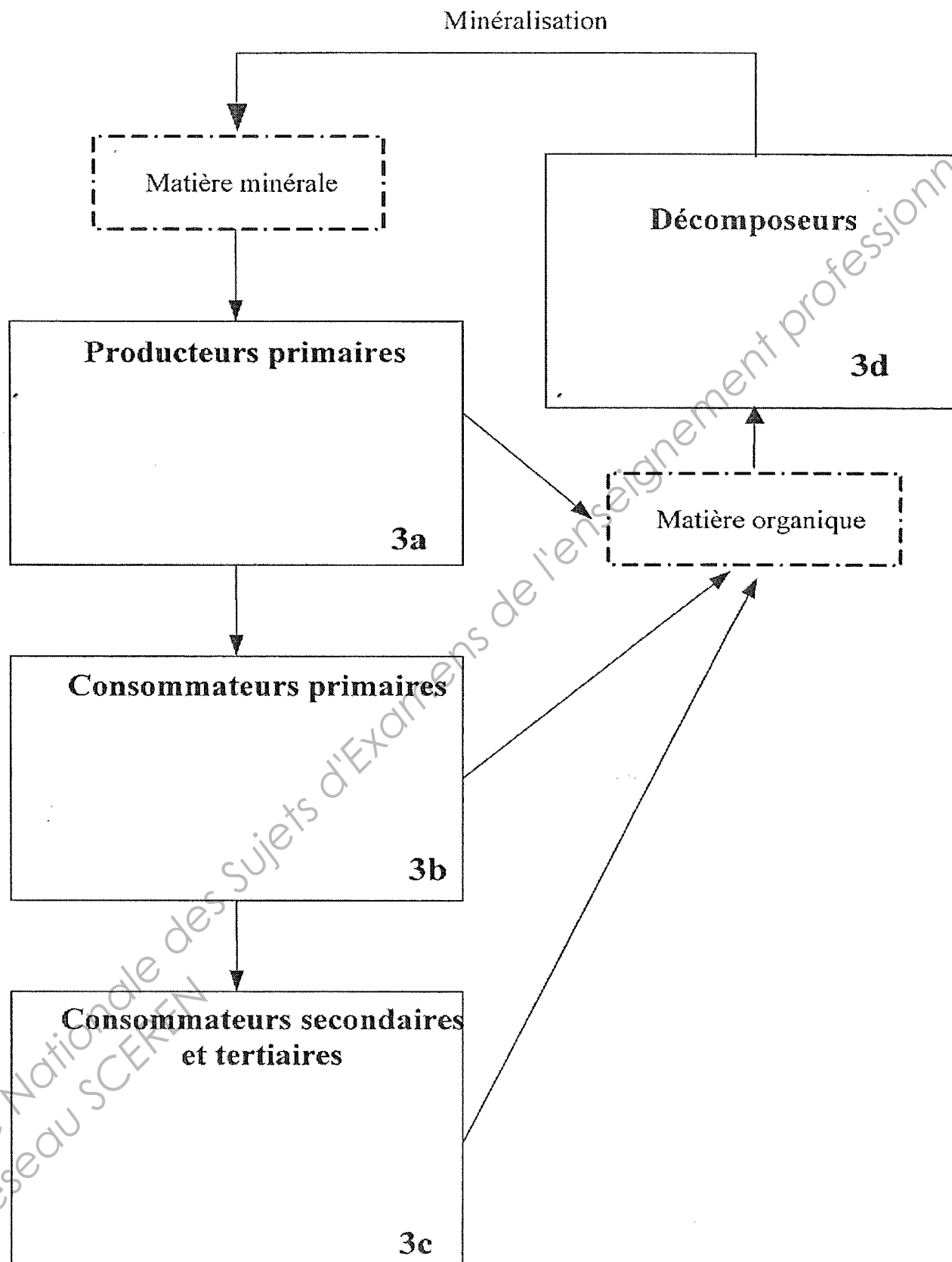


5 μm
Organismes F



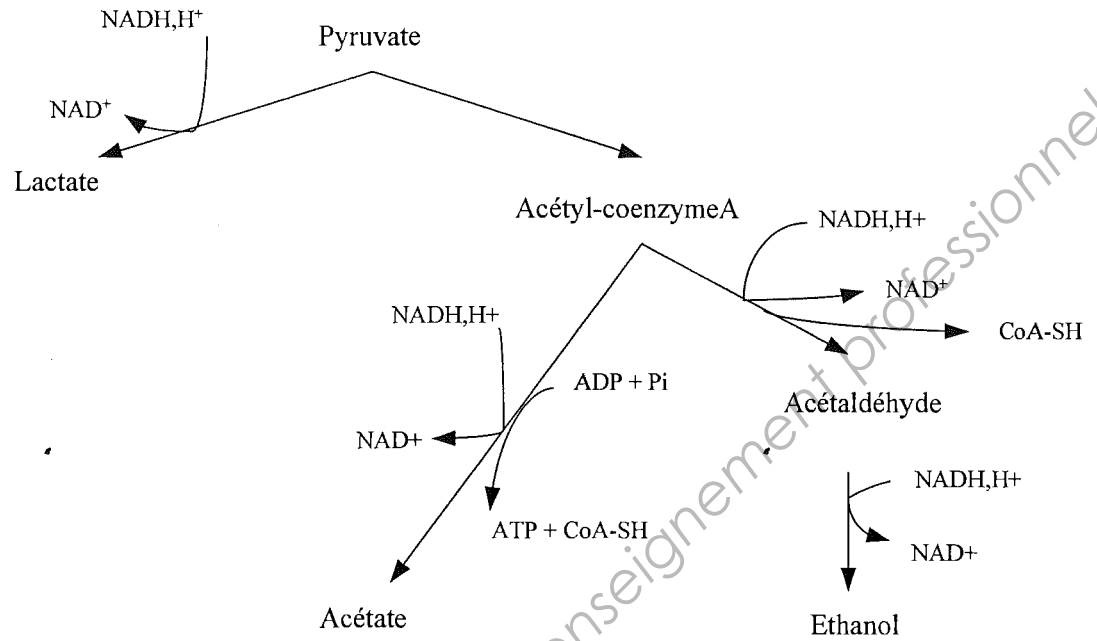
100 μm
Organisme G

Document 3 : la chaîne alimentaire en eau courante

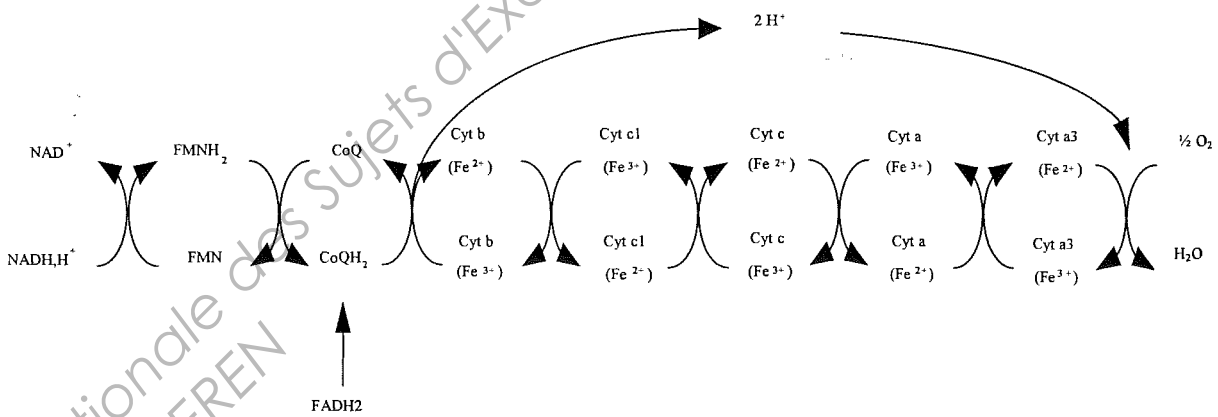


Document 4 : réoxydation des coenzymes réduits

• Processus 1



• Processus 2



Document 5 : mesures et dosages complémentaires

- Tableau 1

Point de prélèvement	Date	Débit $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	DBO_5 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	DCO $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
1	21/05	0,320	3,4	48
	09/07	0,193	2,0	45
	10/09	0,112	3,7	47
2	21/05	0,171	3,8	39
	09/07	0,065	3,1	37
	10/09	0,036	3,2	36
3	21/05	0,130	3,2	29
	09/07	0,070	2,4	27
	10/09	0,042	2,4	26

- Tableau 2

Les valeurs fournies correspondent à des moyennes annuelles.

Point de prélèvement	Indice permanganate $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	NO_3^- $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	IBGN
1	8	45	14
2	6	42	15
3	4	40	18

Document 6 : grille d'interprétation des qualités des cours d'eau

- **Qualité physico-chimique**

Matières organiques et oxydables					
Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Médiocre	Rouge Très mauvaise
Oxygène dissous (mg.L ⁻¹)	8	6	4	3	
Taux de saturation O ₂ (%)	90	70	50	30	
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	3	6	10	25	
DCO (mg.L ⁻¹)	20	30	40	80	
IP (mg.L ⁻¹)	3	5	8	10	
COD (mg.L ⁻¹)	5	7	8	12	
NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	0,5	1	1,5	4	
NKT ((mg.L ⁻¹)	1	2	4	6	

Matières azotées					
Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Médiocre	Rouge Très mauvaise
NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	0,1	0,5	2	5	
NKT ((mg.L ⁻¹)	1	2	4	10	
NO ₂ ⁻ (mg.L ⁻¹)	0,03	0,1	0,5	1	

Nitrates						
Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Médiocre	Rouge Très mauvaise	Noir
NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	2	10	25	50	75	

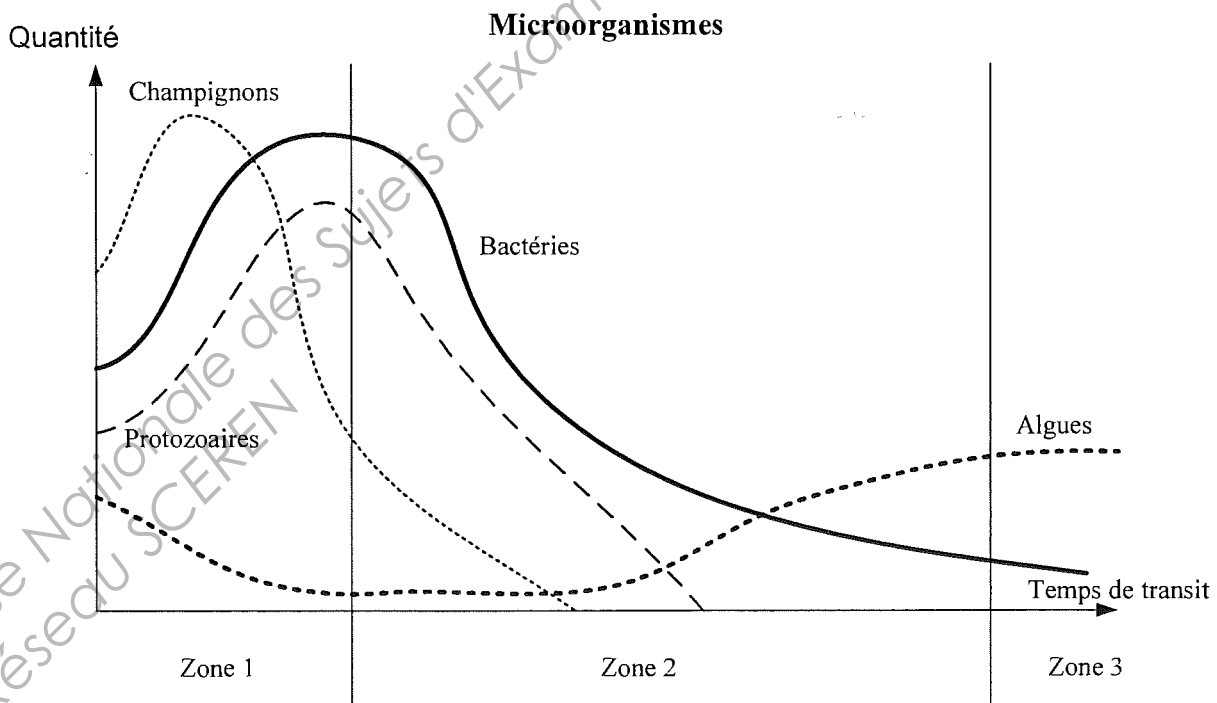
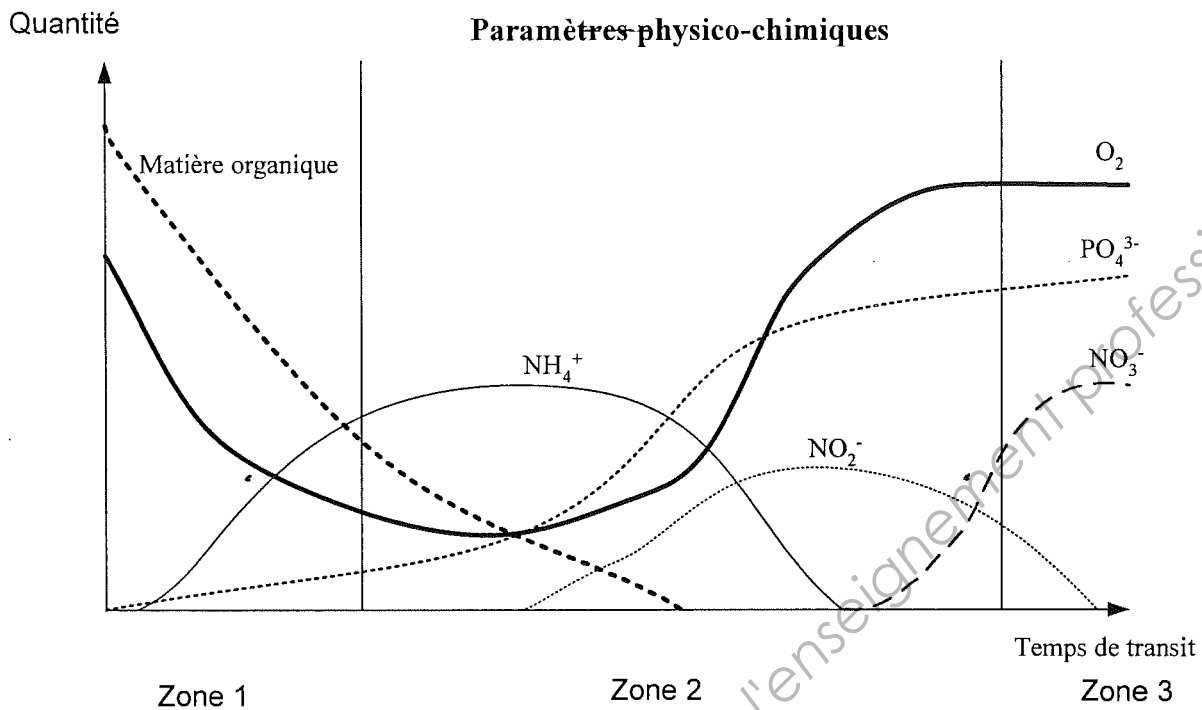
Matières phosphorées					
Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Médiocre	Rouge Très mauvaise
Phosphore total (mg.L ⁻¹)	0,05	0,2	0,5	1	
PO ₄ ³⁻ (mg.L ⁻¹)	0,1	0,5	1	2	

Phytoplancton					
Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Médiocre	Rouge Très mauvaise
Taux saturation en O ₂ (%)	0,1	0,5	2	5	
pH	1	2	4	10	
Chlorophylle + phéopigments (µg.L ⁻¹)	0,03	0,1	0,5	1	

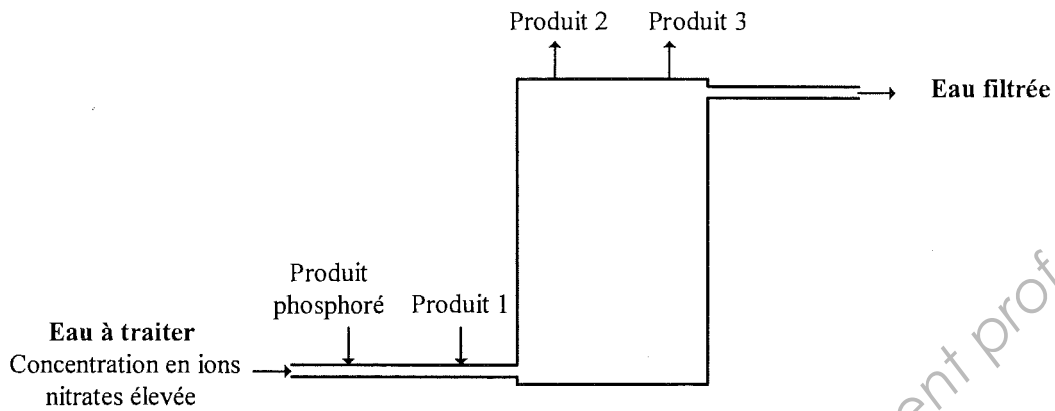
- **Qualité biologique**

Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)					
Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Médiocre	Rouge Très mauvaise
IBGN	20 à 17	16 à 13	12 à 9	8 à 5	4 à 0

Document 7 : schéma général de la biodégradation



Document 8 : schéma de l'installation de biofiltration



Document 9 : étude du type respiratoire

