

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.

Barème effectué sur 120 points

u 3

PARTIE I : ECOLOGIE GENERALE ET APPLIQUEE

I-1 Définir la notion d'écosystème.

3 points**Biocénose (biotique) + biotope (abiotique)****Ensemble des interactions qu'établissent les êtres vivants entre eux et avec leur biotope.**

I-2 Légendes

5 points**1-précipitations 2- infiltrations 3- ruissellement 4-évaporation 5- évapotranspiration**

I-3 Schématiser une chaîne alimentaire possible pour ce lac en illustrant chaque niveau trophique par un exemple (quatre niveaux trophiques sont demandés).

4 points (4 x 0,5) + (4 x 0,5)**Producteur → Herbivore (ou consommateur de 1^{er} ordre) → Carnivore 1 (ou consommateur de 2^{ème} ordre → Carnivore 2 (ou consommateur de 3^{ème} ordre)****Exemple 1 : Phytoplancton → zooplancton → ablette → perche****Exemple 2 : Algues vertes (ou Chlorophycées) → Rotifères → Larves d'insectes (éphémères) → Petits Crustacés (daphnies)*****Remarque : on acceptera, soit un exemple de population, soit des exemples d'individus de cette population.***

II-1- Que signifient les termes oligotrophe, mésotrophe et eutrophe ?

5 points**Oligotrophe : Faible production primaire car faibles apports en éléments nutritifs.****Mésotrophe : Production primaire limitée car lac moyennement chargé en éléments nutritifs.****Eutrophe : Les apports continuels et importants en éléments nutritifs favorisent la très forte intensité photosynthétique. La matière organique est ainsi produite en grande quantité ; elle sédimente et se décompose.**

II- 2 Justifier l'état eutrophe du lac « Beugin ».

5 points**Transparence : 2,5 m implique le classement au stade eutrophe ou mésotrophe ou méso-eutrophe.****Conductivité : 300 mS.cm⁻¹ implique le classement au stade eutrophe ou hyper-eutrophe.****Chlorophylle : 11,3 µg.L⁻¹ implique le classement au stade eutrophe.**

Phosphore Total (Pt) : 0,039 mg.L⁻¹ implique le classement au stade eutrophe.

Conclusion : tous les critères indiquent que le lac est au stade eutrophe.

II-3 Définir la conductivité d'une eau et donner deux facteurs qui l'influencent. **5 points**

La conductivité mesure la capacité d'une eau à conduire le courant électrique.

Tous les ions dans l'eau y participent et pas uniquement les ions minéraux, mais aussi les molécules organiques sous forme ionisées.

Facteurs modifiant la conductivité :

- La présence d'ions (nitrites, nitrate d'ammonium, sels d'acides organiques, chlorures, sodium...).
- La viscosité de l'eau et sa température.

II-4-1 En quelle année le lac est-il devenu eutrophe ? Expliquer le lien entre la concentration en phosphore total, la concentration en chlorophylle et l'évolution vers un état eutrophe du lac. **4 points**

Le lac est devenu eutrophe en 2009 comme le montrent les deux paramètres chlorophylle ($> 8 \mu\text{g.L}^{-1}$) et Phosphore total (Pt) $> 0,030 \text{ mg.L}^{-1}$).

Plus la concentration en Phosphore augmente, plus la concentration en algues microscopiques augmente d'où l'augmentation de la concentration en chlorophylle traduisant une accélération de l'activité photosynthétique et donc une étape vers l'eutrophisation.

II- 4-2 Indiquer deux sources anthropiques à l'origine de ce phosphore. **3 points**

Deux exemples parmi les suivants :

- **Engrais : monohydrogénophosphate HPO_4^{2-} ou dihydrogénophosphate H_2PO_4^-**
- **Rejets de stations d'épuration : phosphore organique (acides nucléiques, nucléotides, phospholipides membranaires...)**
- **Détergents, lessives : polyphosphates**
- **IAA : phosphore organique (acides nucléiques, nucléotides, phospholipides membranaires...)**
- **Cosmétiques, dentifrice (substances tensioactives ou détergentes)**

II-5-1 Expliquer la chute brutale de concentration en O_2 apparue dès 3 mètres de profondeur en 2009.

4 points

On observe une concentration en O_2 importante en surface et un effondrement à 3 mètres. En surface, la prolifération des algues entraîne une activité photosynthétique importante avec production d' O_2 . La matière organique (algues, apports de matières organiques extérieures) sédimente dans le fond du lac. Des micro-organismes aérobies dégradent cette

matière organique morte en consommant l'O₂ dissous dans l'eau. La concentration en O₂ diminue donc rapidement car la photosynthèse n'est plus possible en profondeur par manque de lumière. Le milieu devient réducteur : apparition d'une zone anaérobie en profondeur. Des micro-organismes anaérobies prennent le relais pour réaliser des fermentations (production d'acides organiques et de gaz H₂S, CO₂, CH₄, NH₃...).

II-5-2 En 2004, le lac étant oligomésotrophe, le lac est clair. Les rayons lumineux pénètrent assez profondément et donc l'activité photosynthèse se réalise probablement jusqu'à 3 m de profondeur, d'où une concentration en O₂ probablement maintenue constante jusqu'aux 3 mètres du lac « Beugin ».

4 points

II-5-3 En 2004, on observe un gradient décroissant de températures depuis la surface jusqu'à 3 mètres. Les rayons lumineux pénètrent moins bien dans les couches plus basses. En 2009 le lac est devenu eutrophe, la remontée des sédiments du fond diminue la profondeur du lac et homogénéise les températures. La masse d'eau est moins élevée et donc plus facilement réchauffée par le soleil et par l'intense métabolisme fermentaire.

4 points

II-5-4 Présenter, à l'aide de schémas, l'ensemble des étapes de l'eutrophisation.

14 points

Principales notions attendues (ci-dessous): 10 points ; clarté des schémas (cf verso) : 4 points

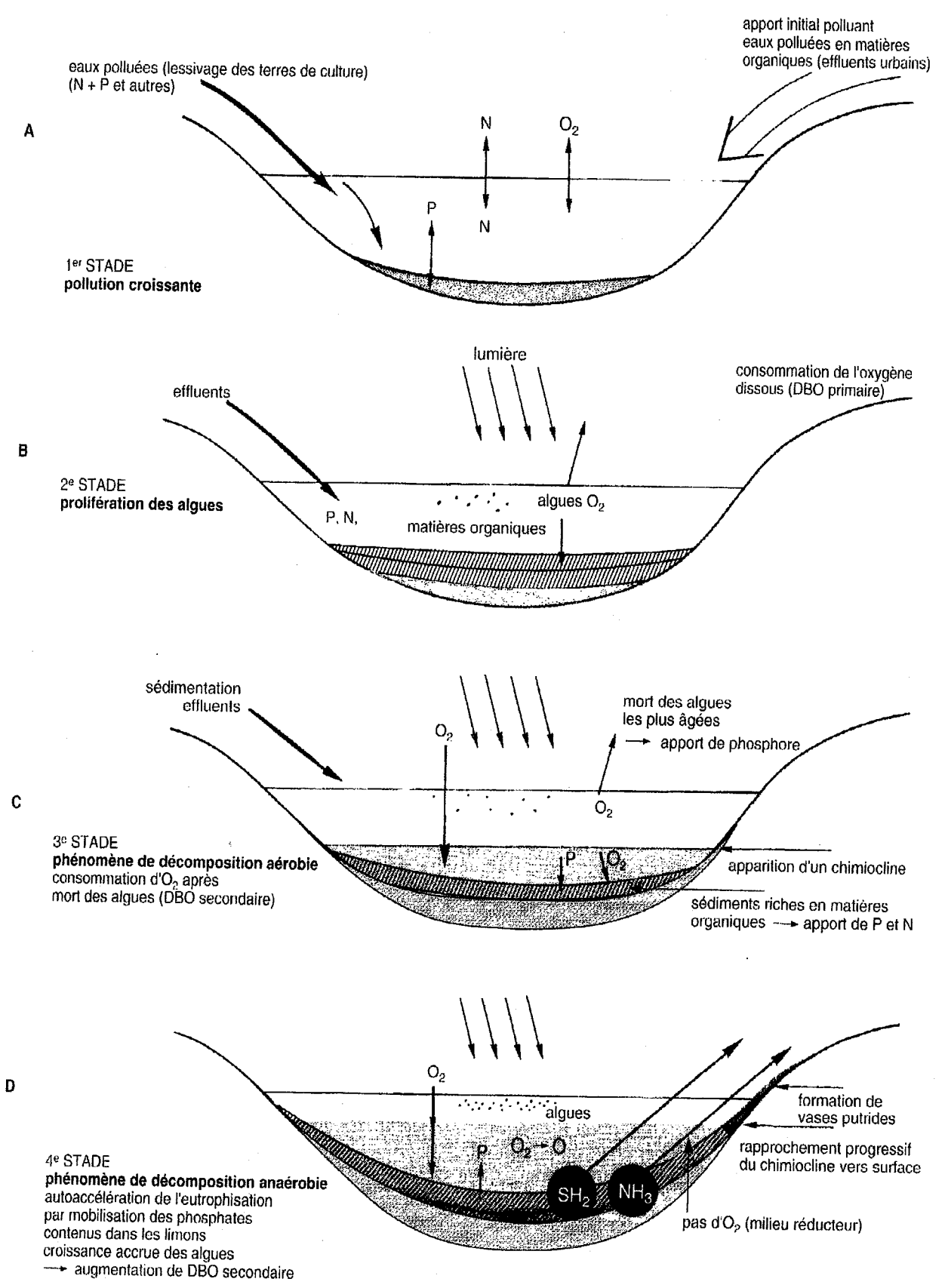
1. Des nutriments phosphorés et azotés, notamment des orthophosphates et nitrates, sont déversés en grande quantité dans le milieu aquatique.
2. Les eaux ainsi enrichies permettent la multiplication rapide d'espèces aquatiques en particulier la prolifération d'algues ou de cyanobactéries. Ces espèces sont difficilement éliminées par les organismes présents dans l'écosystème. Le développement éventuel de plantes flottantes, telles les lentilles d'eau, empêche le passage de la lumière donc la photosynthèse dans les couches d'eau inférieures, et gêne également les échanges avec l'atmosphère. La consommation d'O₂ devient supérieure à la production d'O₂.
3. La décomposition de la matière organique morte favorise la croissance des bactéries hétérotrophes qui consomment de l'oxygène dissous. Le dioxygène est rapidement épuisé.
4. Le milieu devient alors facilement hypoxique puis anoxique, ce qui favorise l'apparition de composés réducteurs et de gaz délétères (H₂S, méthane).
5. Il peut en résulter la mort d'organismes aquatiques aérobies (insectes, crustacés, poissons, mais aussi végétaux), dont la décomposition, consommatrice d'oxygène, amplifie le déséquilibre.

II-5-5 Enoncer deux conséquences possibles quant à l'exploitation économique du lac « Beugin ».

3 points

Coût plus élevé du traitement de l'eau du lac pour la rendre potable.

Touristique : baignade et activités de loisir limitées.



PARTIE 2 : HYGIENE PUBLIQUE ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

1- Définir le terme : Equivalent-Habitant (EH).

3 points

L'Equivalent Habitant ou l'E.H. est une unité de mesure exprimant la charge polluante contenue dans 180 litres d'eau usée, c'est-à-dire la production d'un habitant et pour un jour. L'Equivalent Habitant permet de déterminer le dimensionnement des stations d'épuration en fonction de la charge polluante.

2- Que signifie « située en zone sensible »? A l'aide de l'annexe 4, préciser les conséquences que cela entraîne pour la station d'épuration. 5 points

Une zone sensible est une partie du territoire où la nécessité de préserver le milieu aquatique et les usages qui s'y attachent justifie la mise en œuvre d'un traitement plus rigoureux des eaux résiduaires urbaines avant leur rejet.

Le principal critère d'appréciation est le risque d'eutrophisation du milieu mais d'autres critères nécessitant un traitement complémentaire peuvent être retenus comme par exemple la qualité bactériologique pour les zones conchylicoles ou les zones de baignades.

Au niveau de la station, cela implique des traitements plus poussés : traitement tertiaire (élimination de l'azote et du phosphore) pour répondre aux exigences plus strictes concernant certains polluants.

3.1 Donner les principales réactions de transformation des différentes molécules azotées (organiques et minérales) arrivant à la station ; préciser le type de micro-organismes impliqués (genres et types respiratoires). 10 points

- Azote organique (protéines, urée) \rightarrow NH_4^+ par les bactéries ammonifiantes banales (genres : *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Proteus*...) type respiratoire : aérobie.
- Nitrification :

$\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ par les bactéries nitrifiantes (genre : *Nitrosomonas*) type respiratoire aérobie)

$\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ par les bactéries nitrifiantes (Genre : *Nitrobacter*) type respiratoire aérobie)

- Dénitrification :

2 voies possibles :

$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+$ par de nombreuses bactéries possédant une nitrate réductase (genres : *E. coli*, *Clostridium*) et un type respiratoire anaérobie.

$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$ atmosphérique par les bactéries dénitrifiantes au sens strict (*Thiobacillus denitrificans*) type respiratoire anaérobie ou respiration nitrates (*Pseudomonas*).

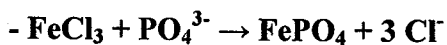
3.2 Compléter l'annexe 5 (à rendre avec la copie), à l'aide des légendes numérotées de 1 à 8.

4 points

4 - La station d'épuration a décidé de mettre en place une technique de déphosphatation par voie chimique. Expliquer le principe de ce traitement. **4 points**

L'élimination du phosphore se fait en ajoutant un réactif (chlorure ferrique) qui donne naissance à un précipité complexe insoluble de phosphate de fer.

La réaction entre le chlorure ferrique et les ions phosphates s'écrit de la façon suivante :



On récupère les phosphates précipités par filtration ou décantation

5- La station d'épuration a fait le choix d'une valorisation agricole de ses boues par épandage. Un des traitements préalable est l'hygiénisation par chaulage.

5.1 Préciser l'objectif et le principe de cette méthode. **4 points**

Objectif : éliminer les micro-organismes pathogènes présents dans les boues pour éliminer tous risques de contamination des cultures.

Principe : le chaulage se traduit par l'augmentation du pH, lié éventuellement à une augmentation de la température (tout pathogène est détruit à un pH > 12 à une température > 55°C pendant 75 min. ou > 60°C pendant 10 min.)

5.2 Citer deux autres filières de valorisation des boues d'épuration. **2 points**

Deux filières parmi : Incinération, Compostage, Méthanisation

PARTIE 3 : HYGIENE ET PROPRETE DES BATIMENTS ET DES LOCAUX

1- Donner la principale différence entre nettoyage et bionettoyage. **3 points**

- **Nettoyage : mise en propreté : absence de salissure, incluant poussière, tache, et mauvaise odeur. Un simple nettoyage permet une propreté physique (élimination des salissures) et une propreté chimique (élimination des résidus de détergent).**
- **Bionettoyage : idem + propreté biologique (élimination des micro-organismes).**

2- Le bionettoyage en industrie peut s'effectuer en 5 étapes. Nommer chacune d'elles et indiquer leurs objectifs. **5 points**

Étapes	Justification
Prénettoyage (ou dégrossissage)	1. Eliminer les déchets 2. Eliminer les salissures non adhérentes
Nettoyage	Eliminer les salissures adhérentes et en particulier les matières organiques qui diminuent l'activité du désinfectant
Rinçage intermédiaire	Eliminer les salissures et le produit
Désinfection	Réduire le niveau de biocontamination au niveau requis selon la zone
Rinçage final (en IAA seulement)	Eviter le contact du désinfectant avec la denrée alimentaire, risque de toxicité

3- Nommer deux appareils couramment utilisés pour le nettoyage des locaux en industrie agroalimentaire. **2 points**

Canon à mousse, Nettoyeur vapeur

4- Le terme de TIAC « toxi-infection alimentaire collective » est-il adapté au cas présenté en annexe 6 ? Justifier la réponse.

2 points

On peut définir une TIAC (toxi-infection alimentaire collective) comme une intoxication alimentaire supposant au moins deux cas groupés imputables au même aliment avec des manifestations similaires dues à une contamination par un microorganisme ou une toxine. (Toutefois, les intoxications ne sont pas forcément des infections, et les véritables infections ne mettent pas forcément en jeu de toxine. C'est pourquoi le terme d'infection d'origine alimentaire est préféré même si, parfois, le terme de toxi-infection et le sigle TIAC ont été conservés). Explications entre parenthèses non exigées.

5- Comment expliquer que les coprocultures (analyse des selles) n'aient pas révélé la présence de bactéries pathogènes ? Peut-on qualifier cette intoxication alimentaire d'intoxication ? **4 points**

- Les bactéries présentes dans l'aliment n'étaient plus viables.
 - Les bactéries présentes dans l'aliment n'ont pas franchi la barrière de l'estomac.
- Ceci permet de confirmer que l'origine de la maladie est due à la présence d'une toxine préformée dans l'aliment. Il s'agit donc d'une intoxication.

6- Indiquer l'origine probable de la contamination du plat de viande par *Staphylococcus aureus* et les facteurs qui l'ont favorisée. A quel moment cette contamination a-t-elle été probablement réalisée ?

10 points

La contamination du plat de viande est probablement d'origine humaine. En effet, *S. aureus* est une bactérie présente sur la peau et les muqueuses de l'homme.

Facteurs ayant favorisé l'intoxication :

- Plat riche en lipides et protéines (croissance bactérienne favorisée)
- La viande a été décongelée et recongelée (déstructuration de la viande qui favorise un développement bactérien)
- Après la cuisson, le plat a été laissé à température ambiante (favorable à la croissance de la bactérie).
- Le plat a été consommé plusieurs jours après sa préparation (durée d'incubation suffisamment longue pour permettre le développement de la bactérie).
- Le plat n'a pas été réchauffé avant consommation à une température $>$ ou $= 65$ °C.

La présence dans le plat de viande de coliformes fécaux (origine fécale) sensibles à la chaleur montre que la contamination a certainement eu lieu après cuisson de la viande (la

cuisson les aurait détruits) et que les conditions d'hygiène ne sont pas respectées dans cette famille.

7- Quelles mesures simples familiales auraient pu éviter la survenue d'une intoxication alimentaire des 4 convives ? **4 points (4 réponses attendues)**

- **Lavage des mains**
- **Hygiène des surfaces**
- **Non alternance de phases de congélation et décongélation (déstructuration de la viande)**
- **Chauffage du plat à une température $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (dénaturation de la toxine).**
- **Ne pas stocker les plats cuisinés à température ambiante (développement bactérien facilité).**