

Sujets ES / L des épreuves Enseignement Scientifique Session 2016

PARTIE 2 (6 points)

NOURRIR L'HUMANITÉ

La phyto-épuration, un système naturel et efficace



Si en ville la question de collecte et de traitement des eaux usées ne pose en général pas de problème (les habitations des zones urbaines étant reliées au réseau tout-à-l'égout et les eaux usées traitées dans des stations d'épuration), ce n'est pas forcément le cas en zone rurale. Parce qu'elle est facile à installer, naturelle et inodore, la phyto-épuration peut être particulièrement adaptée à la campagne.

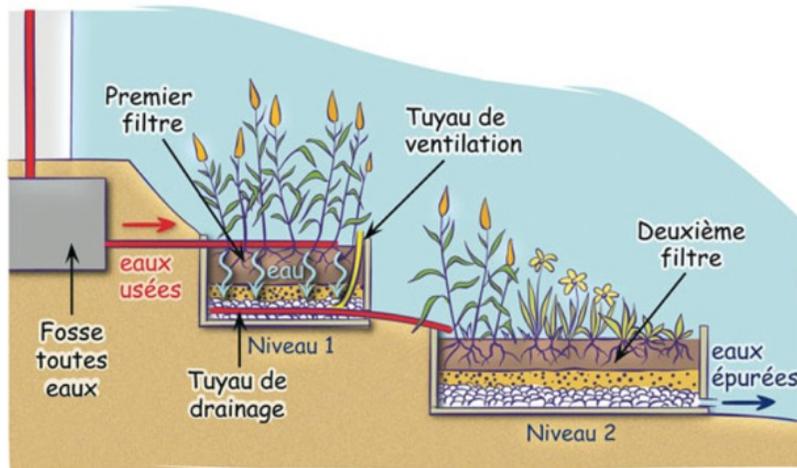
D'après <http://www.consoglobe.com>

Document 1 : « La phyto-épuration : comment ça marche ? »

Dans les systèmes de phyto-épuration, les eaux usées sont dirigées vers des filtres plantés d'espèces végétales soigneusement sélectionnées. On utilise souvent des plantes persistantes émergentes telles que les bambous, roseaux, massettes. La phyto-épuration utilise les bactéries naturellement présentes dans le sol pour épurer l'eau. Certaines d'entre elles, en présence de dioxygène, sont capables de consommer les matières organiques présentes dans les eaux usées pour les transformer en matière minérale assimilable par les plantes, sans dégager de mauvaises odeurs. L'eau devient alors claire. Ce sont les plantes aquatiques qui fournissent, au niveau de leurs racines, le dioxygène indispensable à la survie des bactéries. Par ailleurs, elles sont capables d'absorber en grandes quantités les ions nitrate ou phosphate. Ces filtres plantés reproduisent donc un écosystème épuratoire naturel.

D'après <http://www.consoglobe.com>

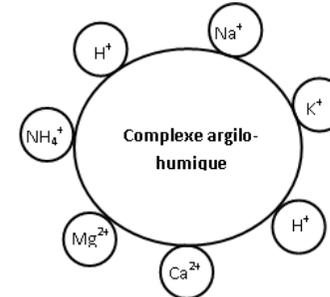
Schéma d'un système de phyto-épuration



D'après <http://www.consoglobe.com>

Document 2 : Quelques ions du sol

Document 2a : Schéma des interactions entre le complexe argilo-humique et les ions du sol



Document 2b : Nom et formule de quelques ions

Nom	Formule	Nom	Formule
ammonium	NH ₄ ⁺	hydronium	H ⁺
magnésium	Mg ²⁺	sodium	Na ⁺
potassium	K ⁺	nitrate	NO ₃ ⁻
calcium	Ca ²⁺	phosphate	PO ₄ ³⁻

Document 3 : Normes européennes de quelques paramètres chimiques

- concernant le rejet pour les eaux résiduaires

Paramètre	Concentration maximale admissible en mg.L ⁻¹
Azote total	15
Phosphore total	2
Total des matières solides en suspension	35

- concernant les eaux destinées à la consommation humaine

Paramètre	Concentration maximale admissible en mg.L ⁻¹
Nitrate	50
Nitrite	0,50
Sulfate	250
Sodium	200

D'après <http://www.ineris.fr>

QUESTIONS :

Question 1 :

Justifiez l'intérêt de choisir des plantes capables d'absorber les ions nitrate et phosphate.

Question 2 :

On se propose de tester l'efficacité d'un système de phyto-épuration de ce type, en réalisant un dosage de l'azote total de la matière organique contenue dans les eaux épurées à la sortie du dernier bassin.

Pour cela, l'échantillon d'eau épurée est minéralisé pour que l'élément azote se retrouve sous forme d'ammoniac puis la solution obtenue est dosée par la méthode dite de « dosage par comparaison ».

Protocole expérimental :

– On prélève un volume $V_{eau} = 20,0$ mL de solution témoin contenant de l'azote dont la concentration massique C_0 est de $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ puis on effectue un dosage colorimétrique avec une solution d'acide chlorhydrique. On observe un changement de couleur pour un volume d'acide versé $V_1 = 18,2$ mL.

– On prélève ensuite un échantillon d'eau épurée de même volume $V_{eau} = 20,0$ mL à la sortie du dernier bassin et on effectue le dosage colorimétrique de la même façon que pour la solution témoin. Pour observer le même changement de couleur, il a fallu verser cette fois un volume $V_2 = 7,1$ mL d'acide.

On précise que la concentration massique en azote est proportionnelle au volume d'acide versé pour un volume d'eau prélevé identique.

Le système de phyto-épuration utilisé permet-il d'atteindre un résultat conforme aux normes européennes concernant le rejet d'azote dans l'environnement ?

Aide aux calculs : $\frac{20 \times 18,2}{7,1} \approx 51$; $\frac{20 \times 7,1}{18,2} \approx 7,8$; $\frac{18,2 \times 7,1}{30} \approx 4,3$; $\frac{30 \times 7,1}{18,2} \approx 12$

Question 3 :

À votre avis, une eau ainsi traitée et épurée peut-elle être considérée comme potable ? Justifiez.

CORRECTION :

► 1. Le complexe argilo-humique (CAH) présent dans le sol est un agrégat portant la charge négative. Il fixe les ions positifs du sol qui constituent les nutriments pour les plantes. Les ions phosphates PO_4^{3-} et nitrates NO_3^- sont des ions négatifs qui peuvent se fixer à leur tour sur les cations du CAH. Mais ces ions massifs et peu retenus par le CAH sont lessivés lors des pluies et arrosages et aboutissent dans les nappes phréatiques qu'ils polluent. Les plantes capables d'absorber les phosphates et les nitrates évitent le phénomène de lessivage, d'où l'intérêt de les choisir dans les systèmes de phyto-épuration.

► 2. Les résultats du dosage de l'azote total provenant des eaux épurées indiquent la concentration massique C de cet élément dans ces eaux. Ainsi, on obtient C en raisonnant par proportionnalité:

$$C \leftrightarrow V_1$$
$$C_0 \leftrightarrow V_2$$

$$\text{donc : } C = \frac{V_2 \times C_0}{V_1} \approx 12 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$$

En comparant cette concentration avec la valeur maximale d'azote total admise par les normes européennes, on constate que $12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, ce qui nous permet de conclure que le système de phyto-épuration permet d'atteindre un résultat conforme aux normes concernant les rejets d'azote.

► 3. Pour être potable, une eau doit répondre à des normes strictes sur la concentration des ions qu'elle contient. L'eau épurée par phyto-épuration est claire et conforme aux normes qui permettent son rejet dans la nature en ce qui concerne l'azote qu'elle contient, mais rien ne permet de considérer qu'elle puisse répondre aux normes de potabilité en ce qui concerne le phosphate, le sulfate ou d'autres ions dissous. Elle ne serait donc a priori pas potable.