

QUÉBEC SCIENCE AU SECONDAIRE

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE



DU PHOSPHORE A LA TONNE

CAHIER DE L'ÉLÈVE

Durée	Clientèle visée	Article lié
75 minutes	Les élèves de deuxième année du deuxième cycle. Science et technologie de l'environnement (STE)	« Du phosphore à la tonne » (Magazine Québec Science, volume 57, numéro 5, janvier-février 2019, page 10-11), rédigé par le journaliste Etienne Plamondon Emond.

CAHIER DE L'ÉLÈVE

1. Les résidents qui vivent autour de certains lacs peuvent observer tranquillement la mort de celui-ci.

« Le phosphore fait la vie dure à nos écosystèmes aquatiques, où sa surabondance entraîne une prolifération de cyanobactéries et étouffe ces milieux biologiques. »

- a. Qu'est-ce qu'une cyanobactérie ?

1

- b. Par quel processus la cyanobactérie produit-elle du dioxygène ?

1

- c. Pourquoi la hausse du phosphore dans les lacs contribue à l'augmentation de la quantité des cyanobactéries ?

1 2

- d. Pourquoi affirme-t-on que la cyanobactérie « étouffe ces milieux biologiques ? »

1 2

- e. Comment s'appelle ce phénomène ?

1

2. L'eutrophisation des lacs et des cours d'eau est un phénomène naturel et complexe. Tout lac finit par mourir un jour et à se transformer en tourbière, puis en prairie. Toutefois, l'activité humaine et la prolifération des cyanobactéries peuvent accélérer ce processus.



- a. Classe dans l'ordre les différentes étapes de l'eutrophisation d'un lac.
 - i. Mort des végétaux de profondeur qui réalisaient la photosynthèse et formation de sédiments.
 - ii. Formation d'un écran physique qui bloque les rayons du Soleil.
 - iii. Prolifération des microorganismes en profondeur du lac et diminution du taux d'O₂ dans le lac.
 - iv. Prolifération des plantes aquatiques et des cyanobactéries.
 - v. Accumulation de sédiments au fond. Formation d'un marais, d'une tourbière puis d'une prairie.
 - vi. Par manque d'O₂, mort de la grande majorité des êtres vivants dans le lac et formation d'une épaisse couche de vase.

1 2

- b. Quelles sont les activités humaines qui peuvent accélérer le processus d'eutrophisation des lacs ? Nommes-en au moins deux.

1 2

2. Les cyanobactéries (ou algues bleu-vert) ne sont pas l'œuvre de l'humain. En fait, c'est même plutôt l'inverse ! Il y a très longtemps, soit environ 2,4 milliards d'années, ces bactéries ont participé à l'expansion de la vie sur Terre. En effet, lors de la Grande Oxydation, ces bactéries se sont tellement reproduit qu'elles ont rempli l'atmosphère du « déchet » de la photosynthèse : le dioxygène.

- a. Quelle est l'équation chimique de la photosynthèse ?

1

- b. Avec le temps, le taux d'O₂ a augmenté dans l'air de la Terre, ce qui a permis à d'autres bactéries d'utiliser ce « déchet » et de faire de la respiration cellulaire. Quelle est l'équation chimique de la respiration cellulaire ?

- c. Quel type de bactérie est arrivée en premier ?
- Les photosynthétiques
 - Les non photosynthétiques

ÉTUDE DE CAS : LA VILLE DE BONS-GRAINS

Réponds aux questions suivantes en utilisant la carte ci-dessous. Ou utilise celle remise en annexe.



État d'alerte dans la ville de Bons-Grains

Le lac Trois-Poissons est contaminé par des cyanobactéries. Une fine couche d'algue bleu-vert se retrouve sur le dessus du lac et sécrète des toxines : des cyanotoxines. Celles-ci sont dangereuses pour la santé des animaux, même des humains. La baignade et tout sport nautique ont été suspendus jusqu'à nouvel ordre.

La ville de Bons-Grains a plus de 500 000 habitants. Son économie provient de quelques usines, des services financiers et des fermes, mais le plus grand employeur est le barrage hydroélectrique qui peut générer une puissance de 150 mégawatts. Le réservoir d'eau du barrage est aussi le réservoir d'eau potable de la ville. Une voie ferrée, passant au sommet de la crête de la colline, connecte Bons-Grains à Pâtéville au Nord-est et à Stockville au sud-ouest.

Vous faites partie de l'équipe de recherche déployée afin de déterminer la cause de cette éclosion de cyanobactéries. Vous identifiez rapidement 5 entreprises sur la carte du secteur, qui pourraient être en cause.

Ferme Genest

Ferme familiale depuis plus de 20 ans, cette ferme certifiée biologique produit des fruits et légumes par la permaculture, sans pesticides, ni herbicides. Un petit verger et une érablière viennent d'être inaugurés afin de compléter leurs installations. Les animaux qui y résident produisent le fumier nécessaire à l'enrichissement des sols, ceux-ci peuvent s'abreuver à même la Rivière Froide. Les propriétaires vendent leurs produits au marché local tous les dimanches, en plus d'offrir des paniers biologiques.

Ferme Gagnon

Cette ferme est le plus grand producteur de choux en Amérique du Nord. Selon les propriétaires, cette ferme doit sa grande production à la qualité de ses équipements de production et à l'épandage préventif d'herbicides, d'insecticides et d'engrais. La Ferme Gagnon puise l'eau nécessaire à l'arrosage de ses choux à même la Rivière Chaude. D'ailleurs l'été très chaud et sec a augmenté considérablement la quantité d'eau requise.

Camping Bonaventure

Petit camping ou plus d'une centaine de roulottes sont installées de manière permanente. Le camping garde aussi 20 places pour les gens de passage. L'accès au lac Trois-Poissons est très important pour la rentabilité du camping puisqu'on y propose la location de bateaux à voile, de pédalos et d'autres embarcations non motorisées. Lieu de détente, dans la nature, l'entreprise est appréciée de la communauté puisqu'elle procure un retour aux sources en n'offrant que très peu de commodité moderne. L'entreprise était d'ailleurs en route vers un achalandage record, mais l'éclosion des cyanobactéries compromet leur année.

L'usine Merickle

L'usine est spécialisée dans la fabrication d'engrais de différentes concentrations. Elle importe des ingrédients et fabrique de l'engrais contenant du phosphore sous forme d'ions phosphate, de l'azote sous forme de nitrate et du potassium. Leur usine affirme que le contrôle qualité est à la fine pointe de la technologie et qu'ils mesurent régulièrement les taux de contaminants dans la Rivière Pourpre afin de demeurer sous les seuils prescrits. L'usine vient de décrocher le plus gros contrat de son existence, fournissant désormais l'engrais pour les Fermes Économiques Enr.

Le barrage hydroélectrique

Le barrage est la plus grande fierté des bonsgrainsiens. En effet, celui-ci est une prouesse d'architecture et il est même possible de circuler en auto sur le dessus du barrage. Le barrage produit son électricité à même le réservoir d'eau potable de la ville de Bons-Grains. Des travaux d'amélioration du barrage viennent tout juste de terminer et ils ont pu monter le réservoir à des niveaux jamais atteints!

3. Comme l'équipe de recherche dans l'article de Québec Science « Phosphore à la tonne », les scientifiques utilisent différentes stratégies pour analyser les sources de contaminants.

a. En tant que scientifique, en utilisant les informations à ta disposition, explique pourquoi ces entreprises présentent un potentiel de risque. Pour chacune d'entre elles, émetts des hypothèses de sources de contaminants.

Ferme Gagnon

Ferme Genest

Camping Bonaventure

Barrage hydroélectrique

Usine Merickle

1 2

4. Tu commences par visiter le barrage hydroélectrique. Ce dernier vient tout juste d'être rénové, et le niveau d'eau a augmenté, inondant de nouveaux terrains.

a. À l'aide d'un schéma, décris le cycle du phosphore.

Cycle du phosphore

1 2 3 4

- b. Selon tes connaissances sur le cycle du phosphore, comment l'inondation d'un terrain pourrait-elle augmenter le taux de phosphore dans l'eau ? Quel en serait l'impact ?

1 2

5. Tu poursuis par la visite de la ferme de choux Gagnon. Cette ferme utilise de manière abondante des engrais pour ses plantations. Ils affirment que sans cela, il ne pourrait pas offrir d'aussi beaux choux, aussi peu chers.

- a. Que contient de l'engrais ?

1

- b. Pourquoi l'engrais peut-il être dommageable pour les cours d'eau ?

1 2

6. Par la suite, tu fais la visite de la Ferme Genest qui pratique de la permaculture. Ce type de culture est caractérisé par de nombreux types de fruits et légumes cultivés dans de petits espaces, souvent en association. Aussi, le fumier utilisé pour les récoltes provient des poules et des autres animaux présents sur la ferme. Ces animaux peuvent s'abreuver directement dans la Rivière Froide.

- a. Quelle est la source de contamination potentielle ?

1

- b. En te basant sur le cycle du phosphore, explique pourquoi cette source de contamination est dommageable pour l'environnement.

1 2

7. Un bassin versant est le territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Tous les contaminants versés à l'intérieur de ce secteur sont susceptibles de se retrouver dans le cours d'eau qui les draine.

a. Sur la carte, combien de bassins versants sont représentés au final ? Nomme-les en utilisant la rivière qui recueille l'eau de tout le bassin.

1 2 3

b. En utilisant le concept de bassin versant, élimine trois entreprises parmi les 5 suspectes identifiées initialement. Justifie.

Entreprises éliminées :

Justification :

1 2 3

8. Le phosphate est le principal facteur limitant pour la prolifération des cyanobactéries. Plus il y a de phosphate dans l'eau, plus celles-ci peuvent se développer. Pour qu'un cours d'eau soit dit « eutrophe », donc en cours d'eutrophisation, les échantillons d'eau doivent contenir plus de 0,03 ppm de phosphate.

a. L'usine de Merickle procède régulièrement à des analyses d'eau de la rivière pourpre afin de mesurer l'impact sur l'environnement du rejet de ses eaux usées. Voici les données de leurs dernières analyses. Convertis en ppm chacun des résultats donnés en ug/L, puis compare-les au seuil recommandé de 0,03 ppm.

Date	Résultat (µg/L)	Résultat (ppm)
21-07-2018	10	
28-07-2018	11	
4-08-2018	15	
11-08-2018	12	
18-08-2018	9	

1 2

- b. Est-ce que l'usine de Mireckle a raison d'affirmer qu'elle rejette moins de phosphate que le seuil de 0,03 ppm recommandée ?

1

- c. Sachant que l'eau de la rivière se renouvelle continuellement, est-il possible que l'usine soit quand même responsable de l'éclosion des cyanobactéries ? Explique pourquoi.

Justification :

1 2 3

9. En te rendant au camping Bonaventure, tu rencontres le propriétaire, M. Bonaventure. Il se dit un amateur de la nature et du lac. Il entretient de grands espaces verts et dégagés jusqu'au lac, principalement en gazon, pour que les vacanciers puissent voir le lac Trois-Poissons de partout et y accéder facilement. Quelques grands arbres matures complètent le paysage.

Puis, tu évalues les installations septiques. Les toilettes sont connectées au circuit d'égout de la ville et quelques points d'eau potable sont connectés à l'aqueduc. Aussi, en voulant économiser de l'eau potable, le propriétaire a construit un ingénieux système de récupération d'eau provenant du lac et de la pluie (eaux grises) pour alimenter les jeux d'eaux, les douches et les laveuses.

- a. Dans ce que vous observez, quelles sont les sources potentielles de contamination de phosphore ?

1 2

- b. Donnez deux conseils à M. Bonaventure pour limiter la contamination ?

1 2

10. Selon toi, quelle(s) entreprise(s) est (sont) responsable(s) de la contamination du Lac Trois-Poissons par les cyanobactéries ? Justifie.

1 2

11. Selon ton analyse, rédige une recommandation par entreprise analysée afin que celle-ci améliore son impact environnemental.

Ferme Gagnon

Ferme Genest

Camping Bonaventure

Barrage hydroélectrique

Usine Merickle

1 2 3 4 5

Total /50

POUR ALLER PLUS LOIN

Judith essaie d'en apprendre davantage sur les cyanobactéries. Sur Wikipédia, elle y a lu que ces bactéries...

« [...] fixent par photosynthèse le carbone du dioxyde de carbone et libèrent du dioxygène. ».

Ne prenant pas le temps de lire l'article au complet, elle voit, dans les cyanobactéries, une solution aux changements climatiques. En effet, les cyanobactéries pourraient, par photosynthèse aider à diminuer la quantité de CO₂ dans l'air ! Après tout, c'est ce qu'elles ont contribué à faire il y a 2,4 milliards d'années !

Écris une lettre à Judith qui explique ce que tu en penses.

- Selon toi, est-ce que cette solution serait viable à long terme ?
- Qu'arriverait-il à la biodiversité des lacs et rivières s'il y avait une explosion de la quantité de cyanobactéries ? Pourquoi ?
- Y aurait-il une autre solution ?



Conçu et réalisé grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.

Recherche, rédaction, conception : Zapiens Communication Scientifique

Annexe

