



Notions élémentaires sur le phosphore

Pratiques de gestion optimales pour réduire
la quantité de phosphore de source agricole

Canada



La Fédération
de l'agriculture
de l'Ontario **FAO**

INTRODUCTION

Le phosphore (P) est un élément naturel et l'un des principaux nutriments pour la croissance des cultures, des plantes et des algues. Il revêt plusieurs formes chimiques.

Dans les écosystèmes terrestres comme les terrains boisés ou les terres cultivées, on le trouve à la surface des particules de sol ainsi que dans les minéraux du sol, la solution du sol, les plantes et les animaux.

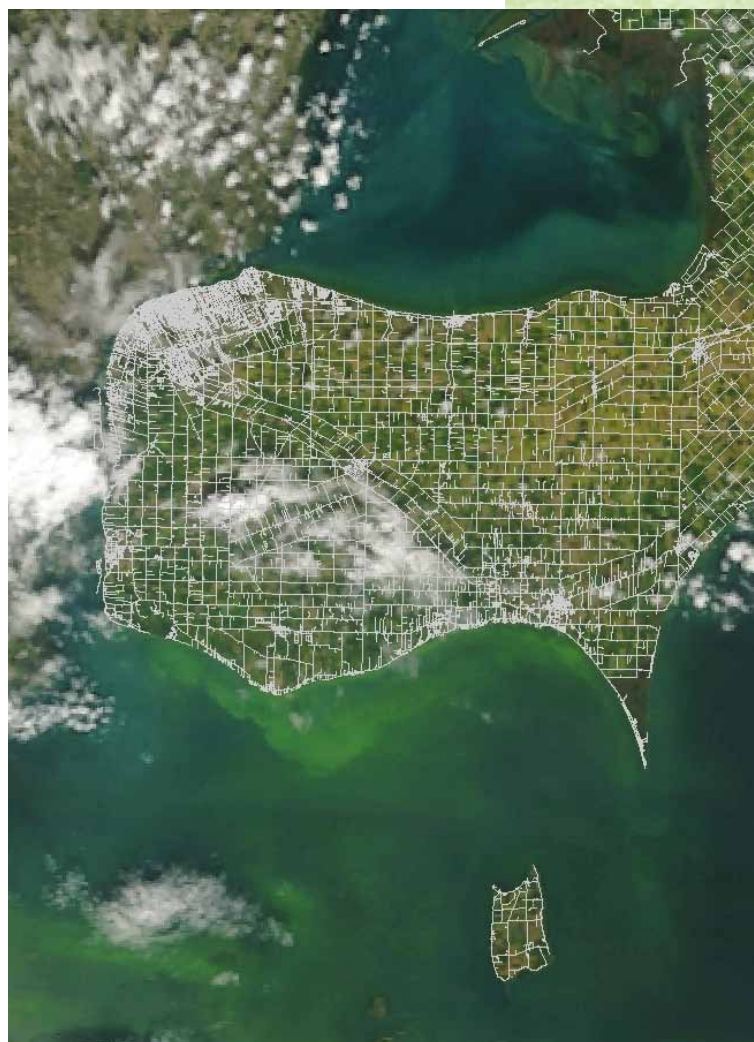
Dans les écosystèmes aquatiques comme les cours d'eau ou les lacs, on le trouve en solution, lié aux sédiments en suspension ou précipités, et dans les plantes et animaux aquatiques.

Outre cette présence naturelle dans les écosystèmes, on trouve le phosphore sous plusieurs formes dans les activités humaines industrielles, urbaines et agricoles. Une très grande fuite de phosphore attribuable à ces activités dans l'environnement nuit aux écosystèmes aquatiques. Dans l'eau douce, une teneur élevée en phosphore peut :

- diminuer la quantité d'oxygène dans les lacs, les étangs et les rivières, ce qui nuit aux poissons d'eaux froides
- accélérer la croissance des plantes aquatiques et créer une prolifération d'algues, ce qui diminue la qualité de l'eau d'irrigation, contamine l'eau destinée au bétail, salit les plages, détériore la qualité de l'eau potable municipale et privée et augmente les frais de traitement.

Tout le monde peut prendre des mesures pour diminuer la fuite de phosphore dans l'environnement. Ce livret vise à aider les lecteurs :

- à connaître les sources et les formes de phosphore provenant des activités agricoles
- à découvrir l'impact du phosphore sur les écosystèmes aquatiques
- à reconnaître les occasions d'adopter des pratiques agricoles durables (pratiques de gestion optimales ou PGO) qui peuvent faire diminuer la quantité de phosphore de sources agricoles.



Le phosphore contribue à la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans certaines parties des Grands Lacs. Remarquez les tons de vert dans le lac Érié et le lac Sainte-Claire sur cette photo.

SOURCES DE POLLUTION PAR LE PHOSPHORE

SOURCES PONCTUELLES ET DIFFUSES

La pollution par le phosphore a des sources *ponctuelles* et *diffuses*. Une source ponctuelle signifie que le polluant pénètre dans le plan d'eau à un endroit précis. Une source diffuse est moins facile à reconnaître, car elle provient d'endroits diffus et variables dans le paysage.

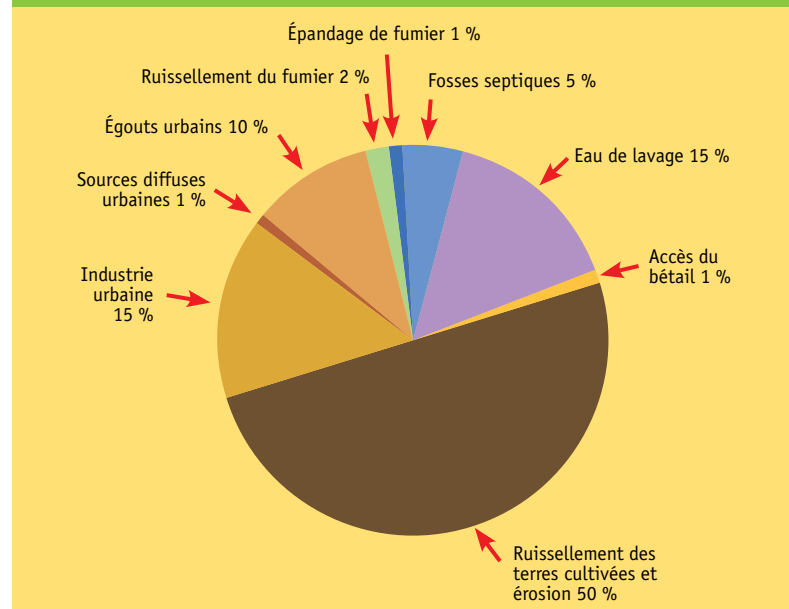
Dans les régions urbaines, parmi les sources ponctuelles de pollution par le phosphore, on compte l'industrie et les installations de traitement des eaux usées. Les eaux de ruissellement urbaines sont considérées comme une source urbaine diffuse.

Dans les régions rurales, la majorité de l'apport en phosphore est attribuable à des sources diffuses, comme l'érosion des terres cultivées et le ruissellement vers l'eau de surface; cependant, cela varie d'un bassin hydrologique à l'autre. Les sources suivantes, mal gérées, sont des sources ponctuelles agricoles possibles :

- l'eau de lavage des centres de traite
- les solutions de nutriments des serres
- le ruissellement des enclos de bétail et de l'engrais entreposé.

Le phosphore est un nutriment essentiel pour les écosystèmes naturels et il est essentiel pour la croissance des cultures et l'élevage du bétail.

SOURCES DE PHOSPHORE PÉNÉTRANT DANS LES RIVIÈRES ET LES LACS D'UN BASSIN HYDROLOGIQUE DE L'ONTARIO



Chaque bassin hydrographique est unique. Ce diagramme montre les contributions de diverses sources en phosphore à un bassin hydrologique du sud-ouest de l'Ontario.

Source : Étude sur le nettoyage des plages rurales du réservoir Fanshawe



L'érosion du sol et le ruissellement de nutriments favorisent la croissance des algues et autres plantes aquatiques, ce qui diminue la quantité d'oxygène dans l'eau de surface. Cela détériore la qualité de l'eau potable et de l'eau pour les loisirs et de l'habitat des poissons.



On peut diminuer le risque de pollution de l'eau de surface par le phosphore en adoptant des PGO pour l'épandage du fumier, du compost, des biosolides et des engrais minéraux.



Dans les serres, on emploie des solutions de nutriments pour fertiliser les cultures florales et légumières. Le traitement et l'entreposage adéquats des solutions de nutriments usagées réduiront le risque de ruissellement de phosphore vers l'eau de surface.

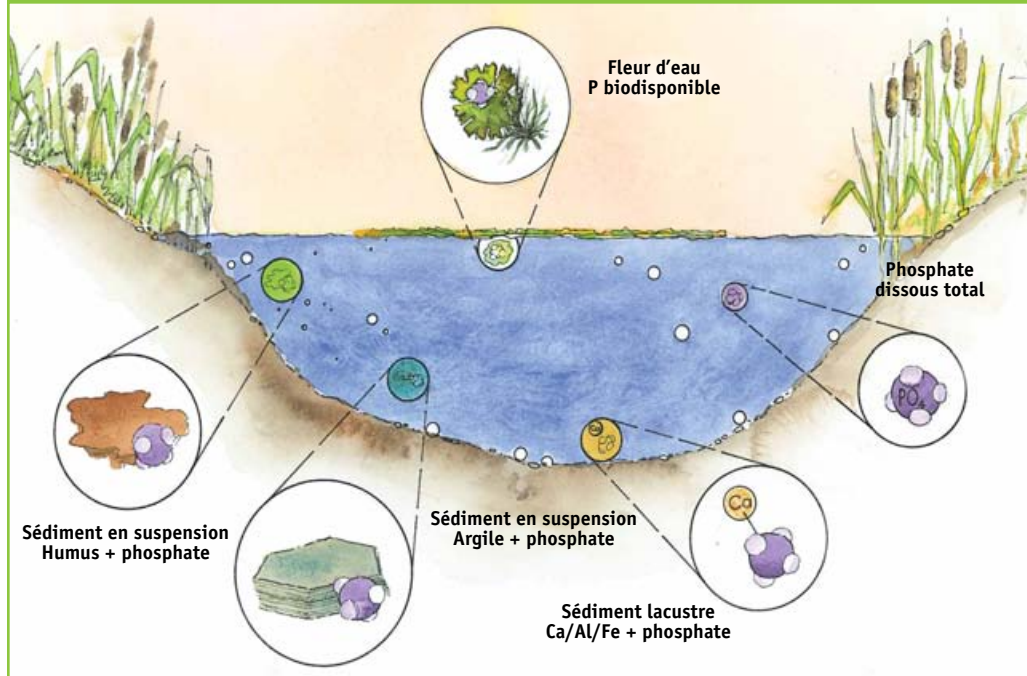
ENRICHISSEMENT DE L'EAU DE SURFACE PAR LE PHOSPHORE – LACS, RIVIÈRES ET RUISSEAUX

On peut examiner le phosphore dans l'environnement de deux manières : dans l'eau de surface et dans le sol. Dans l'eau douce non polluée, la croissance des plantes aquatiques, notamment les algues, est habituellement limitée par la faible teneur de phosphore. Lorsqu'on ajoute du phosphore dans l'eau, un plus grand nombre d'algues et d'autres plantes peuvent pousser. Au cours des dernières décennies, la croissance abondante d'algues a rendu l'eau de certains lacs et de certaines rivières de l'Ontario désagréable ou inadéquate pour la consommation ou la natation.

On parle d'*eutrophisation* pour décrire l'enrichissement en nutriments lorsque la croissance des plantes aquatiques est excessive. L'une des principales préoccupations que cause l'eutrophisation est son impact sur la quantité d'oxygène. Les grandes quantités de nutriments entraînent une croissance rapide des algues, qui peuvent former de grandes fleurs d'eau. Les algues poussent vite, mais une algue particulière ne vit pas longtemps. La masse mourante d'algues ajoute de la matière organique, qui finit par se décomposer. À mesure que les bactéries consomment cette masse de matière organique, elles utilisent également l'oxygène dissous dans l'eau.

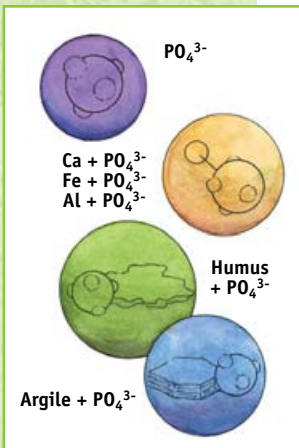
Comme nous, les poissons et les autres organismes aquatiques ont besoin d'oxygène. La truite, le saumon et certains insectes aquatiques, comme l'éphémère commune, la perle et la phrygane, sont particulièrement sensibles aux faibles quantités d'oxygène.

FORMES DE PHOSPHORE DANS UN LAC



Le phosphore est dynamique dans l'eau de surface et passe continuellement d'une forme à l'autre, à moins d'être emprisonné dans les sédiments profonds du fond du lac.

- Phosphate (PO_4^{3-})
- Phosphates de calcium ($\text{Ca} + \text{PO}_4^{3-}$)
- Phosphates de fer ($\text{Fe} + \text{PO}_4^{3-}$)
- Phosphates d'aluminium ($\text{Al} + \text{PO}_4^{3-}$)
- Humus + phosphate (PO_4^{3-})
- Argile + phosphate (PO_4^{3-})



PHOSPHORE DANS L'EAU DE SURFACE

On emploie habituellement trois termes pour décrire le phosphore dans les eaux de ruissellement, les cours d'eau et les lacs :

1. Le **phosphore total dissous** (PTD), souvent appelé phosphore dissous, qui se définit comme le phosphore qui traverse un filtre de 0,45 micron. Le phosphore total dissous est essentiellement un orthophosphate (PO_4^{3-}) dissous dans l'eau, mais il peut comprendre du phosphore organique dissous. Dans certains cas, seul l'orthophosphate du phosphate total dissous est signalé et appelé phosphore réactif dissous (PRD).
2. Le **phosphore particulaire** (PP) est également appelé phosphore sédimentaire. Il s'agit du phosphore en suspension ou qui se trouve dans les sédiments d'un lac. Il constitue la différence entre le phosphore total (voir ci-dessous) et le phosphate dissous total et se définit comme suit :
 - des composés de phosphore insolubles, formés par les réactions entre le phosphate et les minéraux en solution – ce sont les cercles orange appelés calcium (Ca), fer (Fe) ou phosphate (PO_4^{3-}) d'aluminium (Al)
 - du phosphore lié aux sédiments – ce sont les cercles bleus appelés argile + phosphate (PO_4^{3-})
 - du phosphore organique, lié à la surface des composés organiques, notamment les organismes vivants, ou intégré à ces derniers – ce sont les cercles verts appelés humus + phosphate (PO_4^{3-}).
3. Le **phosphore biodisponible** (PBD) est le phosphore assimilable par les algues; dans l'illustration, il s'agit de la mention « Fleur d'eau/P biodisponible ». Il s'agit de la partie du phosphore total assimilable par les algues. Il comprend tout le phosphore total dissous et la partie du phosphore particulaire que peuvent extraire les algues.

Le phosphore biodisponible est une mesure de l'impact de la quantité de phosphore provenant de diverses sources sur la qualité de l'eau.

Le phosphore particulaire est moins disponible à court terme dans les systèmes aquatiques. À long terme, si la concentration de PBD est faible dans l'eau, une plus grande quantité de phosphore particulaire peut se dégager.

Le phosphore total (PT) et la quantité totale de phosphore dissous et de phosphore particulaire dans un échantillon d'eau ($PT = PDT + PP$). P biodisponible – PDT et un peu de PP.

Le phosphore est dynamique dans l'eau de surface et passe continuellement d'une forme à l'autre, à moins d'être emprisonné dans les sédiments profonds du fond du lac.

Voir la description de l'interaction entre ces diverses formes de phosphore dans l'eau de surface à la page suivante.

Bien que toutes les formes de phosphore ne soient pas également assimilables pour les organismes aquatiques, elles constituent toutes une préoccupation pour les écosystèmes aquatiques. En général, les formes de phosphore plus solubles sont assimilables immédiatement par les organismes aquatiques, tandis que le phosphore lié aux sédiments ou précipité à titre de minéral insoluble a des répercussions plus lentes mais à plus long terme sur la qualité de l'eau.

La conversion du phosphore particulaire en une forme biodisponible dépend des facteurs suivants :

- teneur de phosphore dans les particules et l'eau environnante
- pH et alcalinité de l'eau
- taille des particules
- quantité de sédiment dans l'eau : une plus grande proportion de phosphore se détachera du sédiment dans l'eau propre que dans l'eau trouble.

S'il y a un manque de phosphore dissous, les algues peuvent produire de la *phosphatase*, qui permet de libérer une plus grande quantité de phosphore particulaire en formes que les algues peuvent utiliser. C'est la raison pour laquelle la qualité de l'eau ne s'améliore pas toujours immédiatement lorsque les sources de phosphore diminuent.

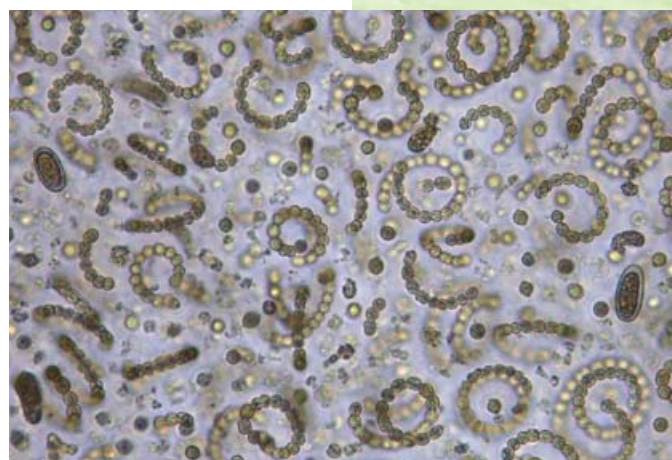


Le dégagement de phosphore sédimentaire se poursuit jusqu'à ce que ce dernier soit épuisé ou emporté en aval.

Les mollusques et d'autres formes de vie aquatiques filtrent l'eau pour obtenir des nutriments. Les coquilles contiennent de fortes teneurs de phosphore et de calcium. Ces organismes sont semblables à des « comptes d'épargne » de phosphore vivants et peuvent entreposer de grandes quantités de phosphore biodisponible. Comme la coquille se décompose lentement, le phosphore est recyclé.

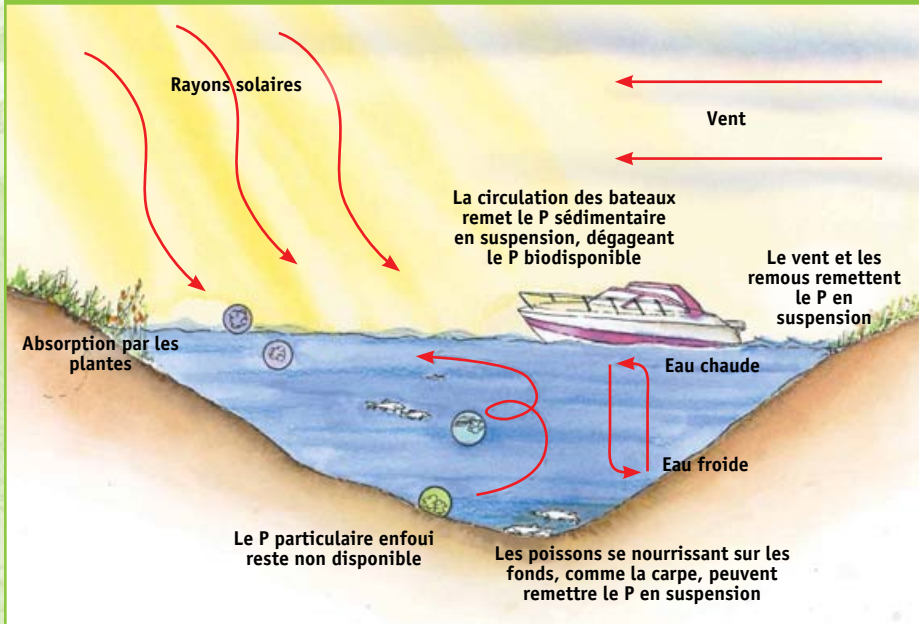
Cependant, les excréments de mollusques, qui se décomposent rapidement près des rives, contiennent beaucoup de phosphore biodisponible et peuvent contenir beaucoup de phosphore dissous. L'invasion d'espèces exotiques comme cette moule zébrée a contribué à la diminution de la quantité de phosphore dans les eaux profondes des Grands Lacs, tout en faisant augmenter les concentrations de phosphore près des rives.

Une trop grande quantité de phosphore fait augmenter le nombre de cyanobactéries (algues bleu-vert) dans les eaux de surface. Les algues bleu-vert produisent une vaste gamme de toxines nocives pour les animaux et les humains.



La quantité de phosphore assimilable par les algues ne diminue pas aussi rapidement que les réductions de l'afflux de P en raison de l'effet de tampon des processus naturels.

CYCLE DU P PARTICULAIRE DANS L'EAU DE SURFACE ET LES SÉDIMENTS

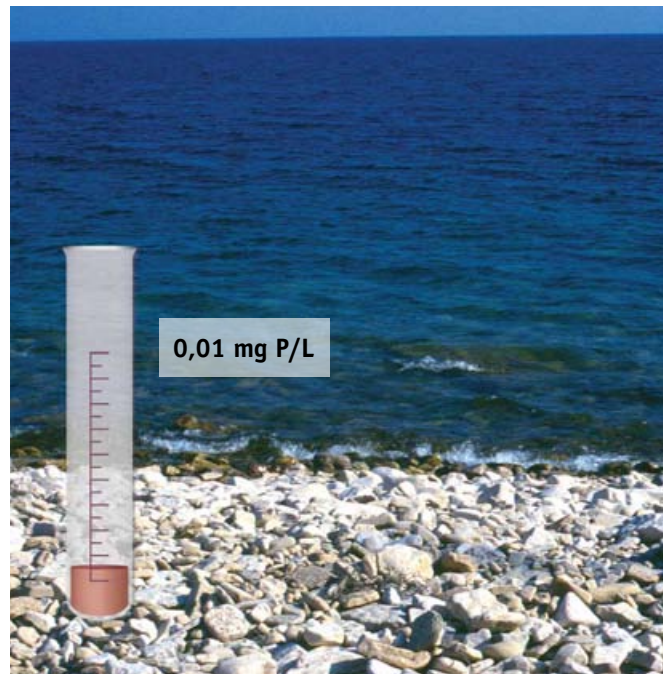
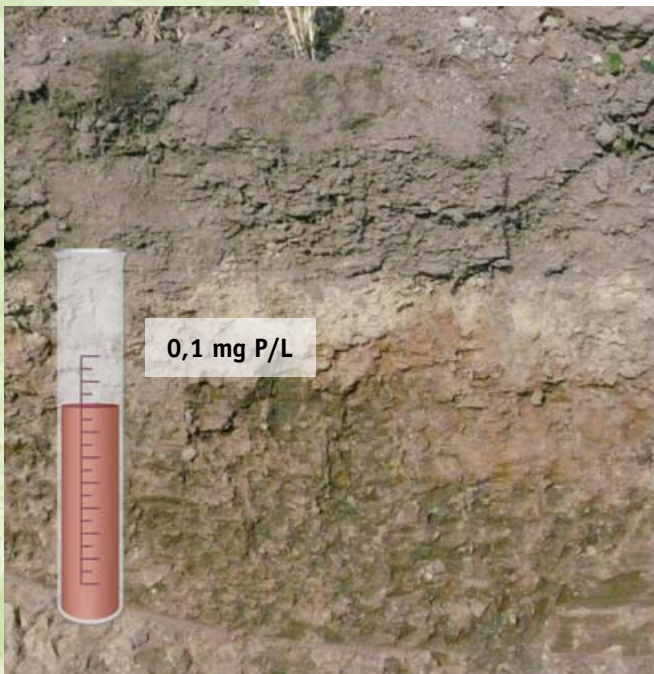


Dans certains écosystèmes aquatiques intacts, le P particulaire est assez peu disponible. Il est emprisonné dans les sédiments enfouis, ou encore sa forme chimique peut être relativement insoluble ou ne pas beaucoup réagir avec les autres produits chimiques aquatiques.

Cela peut changer si les écosystèmes aquatiques sont perturbés. Le vent et les vagues dans les lacs peu profonds, la circulation de bateaux à moteur et les poissons se nourrissant sur les fonds, comme la carpe, peuvent remettre le P particulaire en suspension, ce qui entraîne un dégagement de PBD. Habituellement, les eaux des lacs se renouvellent au printemps et à l'automne. Le renouvellement se produit lorsque la température et la densité de l'eau sont les mêmes à toutes les profondeurs, ce qui lui permet de se mélanger librement. Le phosphore peut alors être ramené des eaux profondes.

Le manque d'oxygène dans les eaux de fond peut amorcer un dégagement de P dissous à partir des phosphates de fer qui se trouvent dans les sédiments.

À court terme, le P dissous représente le plus grand problème, parce qu'il est immédiatement assimilable par les algues. Cependant, comme le phosphore particulaire peut devenir du phosphore dissous dans certaines conditions avec le temps, la grande quantité de phosphore sédimentaire peut également entraîner une surcroissance de plantes aquatiques (eutrophisation).



La concentration de phosphore dans la solution d'un sol fertile pour la croissance des plantes est d'environ 0,1 mg P/L. Les concentrations acceptables dans l'eau d'un lac sont habituellement de moins de 0,01 ou 0,02 mg P/L, selon la concentration naturelle de phosphore dans le système. Les petites fuites provenant des terres cultivées peuvent avoir d'importantes répercussions sur la qualité de l'eau des lacs.