

Transfert du phosphore dans les bassins agricoles

(J.M. Dorioz)

Table des matières

I.	Le phosphore et l'eutrophisation.....	2
A.	Le phosphore	2
B.	L'eutrophisation.....	2
II.	Les transferts dans les bassins versants.....	3
III.	La charge externe, l'analyse des risques, les mécanismes rétroactifs et les perspectives d'évolutions.....	4
A.	La charge externe	4
B.	L'analyse de risque	5
1.	Décomposition des phénomènes	5
2.	Facteurs de risque.....	5
3.	Facteurs de maîtrise.....	5
4.	Propositions d'action	6
C.	Les mécanismes rétroactifs	6
D.	Les perspectives d'évolution.....	6
1.	...Du point de vue du phosphore.....	6
2.	...Du point de vue des transferts dans les bassins versants.....	7
3.	...Du point de vue de la stratégie de réduction de la charge externe	7
	Bibliographie.....	8

Les recherches réalisées à l'INRA Thonon s'inscrivent dans le cadre d'une thématique "Transferts de polluants des bassins versants aux plans d'eau". L'objectif est de mieux comprendre les ordres de grandeurs et les mécanismes du transfert, pour proposer une réflexion sur la maîtrise de la pollution. Le champ d'étude inclut, chaque fois que cela est possible, le bassin versant et les activités humaines qui s'y développent, la rivière et ses sédiments, ainsi que les impacts au niveau des plans d'eau.

Considérant le terrain régional et ses multiples enjeux liés à l'eau, la "demande" et les possibilités de collaboration avec les limnologues, nous avons focalisé nos recherches sur le phosphore, son transfert dans les bassins versants agricoles et la stratégie de réduction de la charge externe en phosphore des milieux lenticques.

La persistance des pollutions dues au phosphore dans les milieux lenticques et l'accroissement prévisible de la contribution des pollutions diffuses indiquent l'intérêt de poursuivre un travail sur le transfert du phosphore et d'augmenter son caractère opérationnel.

I. Le phosphore et l'eutrophisation

A. Le phosphore

Il provoque une pollution dont les conséquences s'apparentent à celles d'une pollution organique : l'eutrophisation. L'impact d'un apport de P à un lac ou à un plan d'eau, dépend de l'époque des apports (état du lac), de la quantité apportée (kg/an/ha de plan d'eau) et de sa qualité (spéciation, biodisponibilité potentielle, etc.).

L'essentiel du phosphore provient des bassins versants (charge dite externe). Pour être pertinente vis-à-vis du problème de l'eutrophisation, l'étude des transferts doit rendre compte au maximum des facteurs clefs de l'impact, ce que nous avons tenté de réaliser notamment en étudiant les variations de la biodisponibilité du phosphore selon son origine.

Nous confirmons que la fraction "soluble" (P-soluble $<0,45 \mu\text{m}$) peut être considérée comme totalement biodisponible et qu'inversement, la biodisponibilité potentielle du phosphore particulaire est très variable. Cependant, dans le contexte du "support sédimentaire" homogène typique de la région lémanique, la biodisponibilité du P-particulaire est proportionnelle à la teneur en phosphore des suspensions.

B. L'eutrophisation

A l'origine, désigne l'évolution qui accompagne le vieillissement d'un lac de l'état oligotrophe (peu nourri) à l'état eutrophe (bien nourri) au travers des divers paramètres qui caractérisent un état trophique et en relation avec le lent comblement de la cuvette lacustre. Par extension, désigne l'évolution accélérée par l'homme, indépendamment du comblement de la cuvette, sous le nom d' "eutrophisation artificielle" ou "anthropique", devenue "eutrophication", "dystrophisation", "hypertrophisation", etc.

A cette pluralité du vocabulaire s'ajoute une confusion sémantique, non seulement entre le phénomène naturel et le phénomène artificiel mais également entre le phénomène artificiel volontaire (fertilisation) et le phénomène artificiel involontaire (pollution), entre la cause (modification de facteurs externes) et l'effet (altération de paramètres internes), entre les divers facteurs externes, entre les divers paramètres internes, etc.

Cette confusion, fort utile pour alimenter les débats, ne facilite pas la résolution du problème. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser le terme de "pollution par les phosphates" qui ne laisse planer aucun doute sur la responsabilité de l'homme, ni sur le caractère nuisant de la conséquence, ni sur l'identité du facteur perturbateur. A noter que cette appellation n'a rien d'osé ni de récent comme en témoigne le titre d'un ouvrage de base de l'US EPA "Comprehensive Management of Phosphorus Pollution" qui date de 1974.

II. Les transferts dans les bassins versants

L'état d'un plan d'eau dépend de son bassin versant. Ceux-ci sont, en général, complexes et diversifiés d'où la tendance en limnologie appliquée, à considérer les bassins versants comme des boîtes noires générant des "flux spécifiques" (kg/ha/an émis par un mode d'occupation des sols type). Cette approche ne permet pas un diagnostic satisfaisant ni au niveau des causes, ni au niveau des impacts. Nous avons donc tenté de poser les bases d'une interprétation fonctionnelle du "système de transfert" de phosphore qu'est le bassin versant d'un plan d'eau.

En bref, le transfert du P-total dans un bassin versant est un phénomène discontinu composé de phases d'émissions et de transports, de stockages et d'exportations. Les sédiments et les érodats jouent un rôle clef dans cette dynamique, comme régulateur des teneurs en P-soluble, comme transporteur ou comme facteur de rétention du P-total. Notre analyse de ces mécanismes repose sur l'étude de la variabilité saisonnière et spatiale des flux de phosphore dans des bassins agricoles de taille et d'organisation diverses. Les données hydrochimiques qui caractérisent les exportations à l'exutoire lors des divers types d'épisodes hydrologiques sont mises en relation avec les paramètres et variables décrivant l'état du bassin (stocks, connections, écoulements, etc.). Ces données sont organisées en une typologie des régimes d'exportation, mettant en évidence les couplages existants entre état du bassin – sources de P-total actives – stockage – voie de transport et "type de phosphore" exporté. L'information obtenue est interprétable en terme d'impact potentiel et de bilan des origines. Elle sert de base à des propositions méthodologiques pour l'échantillonnage et l'évaluation de la pollution diffuse ainsi qu'à une réflexion sur sa maîtrise.

III. La charge externe, l'analyse des risques, les mécanismes rétroactifs et les perspectives d'évolutions

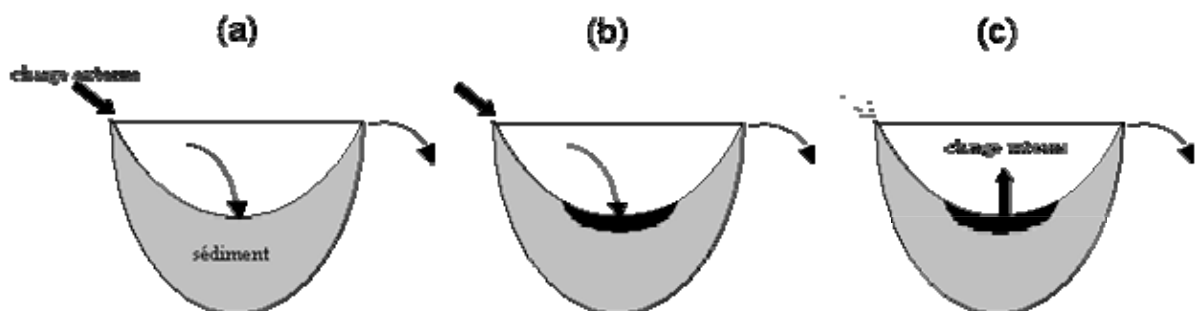
A. La charge externe

Cette réflexion fait partie intégrante de la recherche. Elle s'appuie sur des expériences concrètes de gestion des territoires ruraux de la région lémanique (échelle 200 km²). L'objectif final est de fournir une aide à la décision concernant la lutte contre les apports diffus de phosphore, ce qui nécessite de révéler la diversité et la hiérarchie des causes en incluant à la fois les phénomènes physiques (écoulements, etc.) et les pratiques agricoles (travail du sol, etc.). Ainsi posé, le problème traité nous oblige à sortir du cadre du "bassin versant expérimental" et à développer une approche pluridisciplinaire associant des mesures, des enquêtes et des observations de terrain.

Le diagnostic obtenu cherche à décrire les facteurs de risque au niveau parcelle, exploitation agricole et bassin versant. Ceci permet de formuler des propositions d'action différenciées selon le type d'exploitation agricole et selon l'organisation de l'espace.

La charge externe est la quantité totale d'un élément, d'une substance, d'un matériau...déchargée dans un lac en provenance du bassin versant et de l'atmosphère (a). La charge externe en phosphore comprend les apports mineurs d'origine naturelle et les apports majeurs d'origine anthropique plus ou moins traités: domestiques (détergents, effluents physiologiques), agricoles (élevage, cultures) et industriels.

Il existe également une charge interne qui provient des sédiments et des macrophytes. Cette charge interne n'est pas indépendante de la charge externe, au contraire, elle représente l'accumulation de la fraction qui n'a pas été exportée et qui n'est pas dans l'eau (b). Ainsi mise hors circuit elle peut être réactivée quand les circonstances s'y prêtent et constituer un des mécanismes rétroactifs qui s'opposent à la régénération d'un plan d'eau (c).



B. L'analyse de risque

1. Décomposition des phénomènes

Dans des bassins agricoles élémentaires représentatifs on établit les relations entre teneurs moyennes en P, NO₃, NH₄ ou Cl ou et descripteurs des bassins (occupation des sols, organisation du bassin..). Pour P les descripteurs pertinents ainsi mis en évidence se rapportent à l'état de surface et à la connexion hydraulique des parcelles (Wang et al, soumis). Pour NO₃ c'est le reliquat dans le sol à l'entrée de l'hiver et la surface de sols hydromorphes. Il convient ensuite de comprendre la variabilité de ces phénomènes pour définir les facteurs de risque.

2. Facteurs de risque

Des parcelles représentatives de la diversité milieu/pratique font l'objet de suivis qui révèlent les facteurs de risque des pertes des sols (certaines pratiques de travail ou modes d'occupation des sols). Les phénomènes tampon sont abordés à partir de la cartographie des éléments du paysage susceptible de jouer ce rôle. Le diagnostic est validé a posteriori par des suivis hydrochimiques.

3. Facteurs de maîtrise

Les enquêtes montrent les liens entre les pratiques ou aménagements à risque identifiés précédemment et les choix faits en terme de systèmes d'exploitations et de développement local. Certains résultats sont surprenants puisque le risque ne croît pas systématiquement avec l'intensification! En fait, dans les cas étudiés, le risque est maximum surtout dans les types d'exploitation dont la mécanisation est mal adaptée à la surface gérée. Ce problème est distribué par grandes zones de développement. Une autre distribution s'observe pour les effets tampon selon l'organisation des paysages et les politiques communales. Les orientations du développement constituent donc des facteurs de maîtrise jouant à la fois sur les émissions et les pouvoirs tampon.

4. Propositions d'action

Elles sont élaborées en commun avec les partenaires à partir du diagnostic sur les facteurs de maîtrise et s'accompagnent d'une réflexion sur les bilans de P, les leviers économiques et sur la possibilité de créer des effets en retour (*feed back*) positifs entre la qualité des eaux et les activités agricoles du bassin (INRA Système Agraire Développement (SAD)).

C. Les mécanismes rétroactifs

Le phosphore n'a pas un comportement conservatif, son temps de séjour dans la cuvette lacustre n'étant pas identique à celui de l'eau. Aux très faibles concentrations, son temps de séjour est inférieur à celui de l'eau car divers phénomènes physico-chimiques et biologiques (algues "denses" = diatomées) l'éliminent de la colonne d'eau par sédimentation. Cette situation est mal vécue par le pisciculteur qui ne retrouve pas dans l'eau le phosphore qu'il y a déversé volontairement pour en augmenter la fertilité et produire du poisson.

Aux très fortes concentrations, c'est l'inverse; son temps de séjour est supérieur à celui de l'eau grâce à des mécanismes rétroactifs qui tendent à maintenir sa présence dans la colonne d'eau malgré les efforts fournis pour diminuer sa charge externe. Cette situation est mal vécue par le gestionnaire qui, ne voyant pas la qualité de l'eau s'améliorer, imagine que la mise à la diète phosphorée est inutile, ou, pire, que ce n'est pas le phosphore le responsable.

Ces mécanismes rétroactifs sont de deux sortes. Les uns se situent à l'interface eau/sédiment. Ils contribuent à fournir une charge interne en P à partir du stock accumulé au fil des ans et réactivé en cas de désoxygénation, situation engendrée par la pollution par les phosphates. Les autres ont leur siège dans la colonne d'eau elle-même. Ils mettent en jeu les modifications de la biocénose dues à ce type de pollution, à commencer par le développement d'algues flottantes, de grande taille, voire même toxiques, ce qui s'oppose à leur élimination par sédimentation ou par consommation.

D. Les perspectives d'évolution...

1. ...Du point de vue du phosphore

Il nous semblerait important de mieux préciser :

1. L'effet de la surconcentration du P dans les sols vis-à-vis des émissions de P-total (quantité, qualité, modalités), y compris sous prairie intensive
2. L'effet du stockage transitoire du P-particulaire sur la spéciation et la biodisponibilité de celui-ci
3. L'effet des apports, en terme d'impact, sur la zone d'interface bassin – lac (rôle des colloïdes, etc.).

2. ...Du point de vue des transferts dans les bassins versants

Ces questions nécessiteraient peut-être un renouvellement des méthodes de spéciation, et à coup sûr une mise en commun entre la limnologie et l'agronomie, de tests et de valeurs seuils. En matière d'écoulement et de bassin versant, il nous paraît important de créer les outils permettant de repérer facilement les zones actives pour le transfert du P et de raisonner l'effet de l'organisation spatiale des bassins, sur les écoulements.

3. ...Du point de vue de la stratégie de réduction de la charge externe

Ce travail sur la maîtrise de la pollution diffuse, au delà de l'intérêt pratique et local, constitue un test en vraie grandeur de l'aptitude de nos connaissances à contribuer à maîtriser un problème d'environnement. Il souligne les difficultés d'une approche globale pluridisciplinaire et l'importance de certaines lacunes de notre fond de connaissance sur le phosphore dans l'environnement ainsi que sur les bassins versants.

Bibliographie

BARROIN G., 1999. Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau, Agences de l'Eau, 215 pages + figures.