

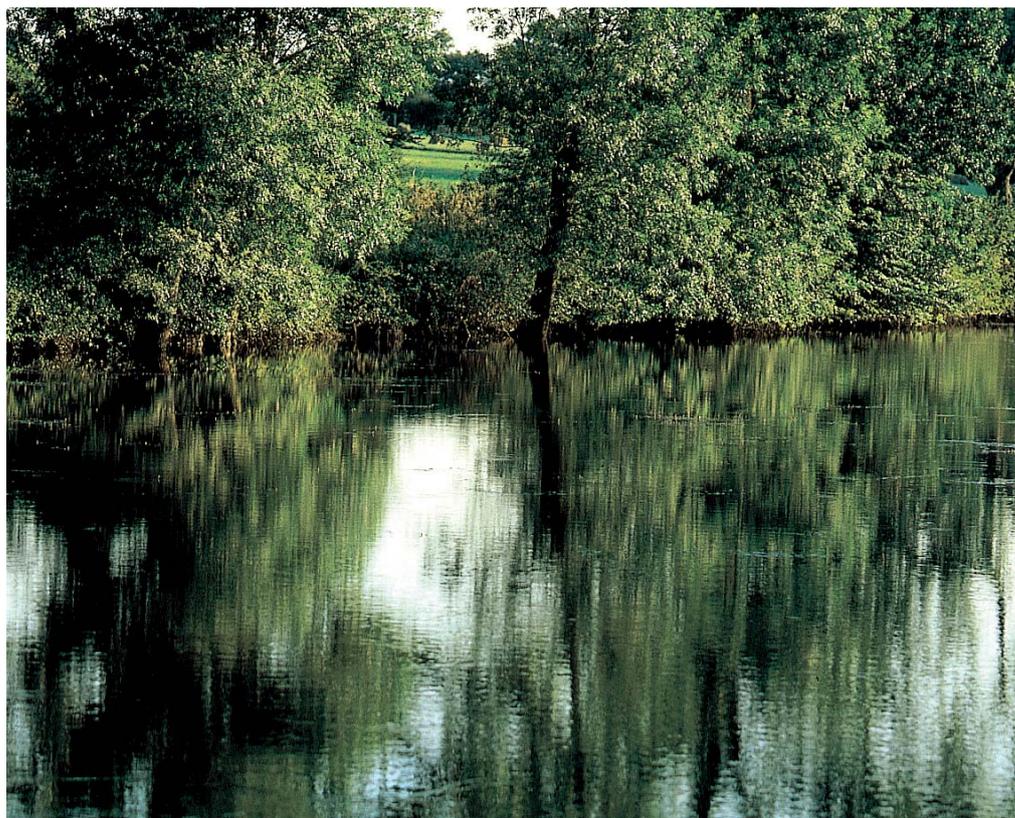
Du facteur limitant au facteur de maîtrise

Face à l'eutrophisation, seul le phosphore compte

Prolifération d'algues et d'autres végétaux aquatiques, production abondante de poissons, mais de piètre qualité... Tels sont les signes visibles de l'eutrophisation des milieux aquatiques.

L' eutrophisation des milieux aquatiques désigne le passage d'un état « oligotrophe », caractérisé par une faible fertilité engendrant une faible production végétale, à l'état « eutrophe », caractérisé par une fertilité élevée engendrant une forte production végétale. D'une faible production de poisson, mais d'excellente qualité (truite, saumon...), elle conduit dans un premier temps à une production abondante, mais de piètre qualité (tanche, gardon...), puis, si l'état s'aggrave, à la disparition de la vie animale et parallèlement à la perte d'autres usages de l'eau (baignade, plaisance, alimentation en eau potable...).

Lorsque la lumière, la température, l'hydrodynamique et toutes les autres conditions environnementales sont favorables, c'est la biodisponibilité des nutriments présents dans l'eau -gaz et minéraux en so-



La prolifération des algues est, dans un premier temps, la partie la plus visible des problèmes d'eutrophisation des eaux.

lution- qui commande la prolifération des végétaux aquatiques. Parmi les éléments minéraux nécessaires, c'est celui pour lequel la demande (correspondant à la teneur dans le végétal) est la plus forte par rapport à l'offre (teneur dans l'eau) qui va limiter la synthèse de nouveaux tissus.

Une question de dose

Le facteur limitant dans un milieu nutritif est l'azote ou le phosphore selon que N/P (en masse) y est respectivement < 7 ou > 10.

La question posée est de

savoir lequel de l'azote et/ou du phosphore il convient de traquer pour maîtriser le développement accéléré des algues et des végétaux d'espèces supérieures.

En conditions naturelles, du fait qu'il est relativement plus abondant que le phosphore pour satisfaire les besoins nutritionnels des végétaux aquatiques, l'azote ne peut pas limi-

ter leur croissance. Le facteur limitant, c'est le phosphore.

Le déversement de quantités croissantes de phosphore finit par lui faire perdre, momentanément, son statut de facteur limitant au profit de l'azote, ce qui a lieu pour un rapport N/P dans l'eau inférieur à 7. Mais la carence relative en azote a pour effet de stimuler la fixation de l'azote moléculaire dissous dans l'eau, par des cyanobactéries, organismes spécialisés, mais ubiquistes (eaux douces et milieux marins). Le déficit relatif d'azote dû aux activités humaines est ainsi comblé par de l'azote d'origine atmosphérique disponible en quantité illimitée. La croissance végétale

▶ Un fragile équilibre. Les hydrosystèmes sont profondément modifiés par la croissance incontrôlée des végétaux aquatiques et notamment la prolifération des cyanobactéries.

Guy Barroin
INRA - THONON-LES-BAINS*

dépend donc encore des seuls apports de phosphore : le facteur limitant, c'est encore le phosphore.

La croissance incontrôlée des végétaux aquatiques en réponse à la pollution par les phosphates a pour conséquence de modifier profondément la structure et le fonctionnement des hydrosystèmes en relation, notamment, avec la prolifération des cyanobactéries, les « algues bleues » particulièrement nuisantes. Ces modifications s'accompagnent d'une dégradation de la qualité de l'eau qui équivaut à celle provoquée par la pollution organique et qui se traduit par des pertes d'usages touchant de nombreux intérêts économiques voire vitaux.

Le nitrate permet de lutter contre les cyanobactéries

Pour remédier à cette situation, il est inutile, voire nuisible, d'intervenir sur l'azote. Le facteur de maîtrise, c'est le phosphore. En effet :

- toute réduction de l'azote est globalement vouée à l'échec du fait de l'activité compensatrice des fixatrices d'azote. Seule une réduction des phosphates peut venir à bout des cyanobactéries, qu'elles soient ou non fixatrices d'azote.
- seule une réduction du phosphore permet de ramener la prolifération végétale à une valeur proche de ce qu'elle est en conditions naturelles. Toute réduction de l'azote ne peut qu'éventuellement arrêter le processus de dégradation au niveau atteint quand la situation est suffisamment catastrophique pour qu'on s'y intéresse. Cette solution parfaitement insuffisante suppose par ailleurs l'absence de l'activité compensatrice des fixatrices d'azote à tout instant et en tout point de l'hydrosystème, supposition intenable.

Les mesures locales, notamment dans les milieux estuariens, ne suffisent pas à inverser la tendance.

Non seulement réduire les apports de nitrate n'est pas le bon moyen de lutter contre la pollution par les phosphates, mais la présence de nitrate contribue à lutter contre deux conséquences particulièrement fâcheuses de cette pollution : la charge interne de phosphore et les cyanobactéries fixatrices d'azote. Il est cependant hors de question qu'un ajout de nitrate puisse venir à bout des cyanobactéries non fixatrices d'azote. Leur présence résultant d'un manque de lumière provoqué par l'auto-ombrage du phytoplancton stimulé par les apports de phosphore, leur élimination ne peut résulter que d'une intervention sur ces derniers.

▶ Pour intervenir efficacement contre la pollution par le phosphore, il faut agir tôt, avant que la situation ne se dégrade de façon difficilement réversible.

Alors que la pollution par les phosphates concerne l'ensemble du réseau hydrographique en suivant un gradient amont-aval, les excès de végétation, témoins de cette pollution, ne touchent que les zones suffisamment calmes pour permettre aux algues et aux

herbiers de proliférer et de se multiplier. Quand l'ensemble fonctionnel [écosystème récepteur + bassin versant] est de taille limitée et que la pollution par les phosphates dont il est l'objet est de faible intensité, ou qu'elle n'est pas trop ancienne, il est relativement aisé d'améliorer la qualité de l'écosystème. Par contre, les milieux de grande taille ayant reçu depuis longtemps d'importantes quantités de phosphore mises en mémoire dans les sédiments sont très difficilement récupérables.

Ce constat concerne également le milieu marin, pas fondamentalement différent du milieu d'eau douce, à commencer par les zones estuariennes. Exceptionnelles par leur fertilité naturelle, elles le sont aussi par leur fragilité, en raison notamment de leur positionnement à l'aval ultime du réseau hydrographique continental. Et ce ne sont pas des mesures locales visant l'azote qui risquent d'améliorer leur état. ■

* Extraits des articles :

1) Phosphore, azote et prolifération des végétaux aquatiques. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, n°48, février 2003.

2) Phosphore, azote, carbone... du facteur limitant au facteur de maîtrise. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, n°52, septembre 2004.

La biomasse et les particules avides de phosphore

Le terme phosphore (P) englobe les innombrables composés phosphatés présents dans l'environnement. Au delà de cette diversité, le phosphore présente quelques caractéristiques clés qui expliquent sa dynamique et son impact.

En raison de sa forte affinité pour la phase solide minérale et du prélèvement actif par les êtres vivants, le phosphore est stocké préférentiellement, dans la biomasse, à la surface des sols et dans les sédiments. Dans un territoire rural, l'essentiel du stock (plus de 90 %) est dans le sol. Le phosphore est transféré vers les eaux de surface sous forme d'ions en solution (la seule forme directement assimilable par les végétaux, algues comprises), de composés organiques dissous, et sous des formes associées à des particules (P particulaire). Le phosphore particulaire est la forme dominante en période de crue (sa concentration peut alors atteindre le mg P/l). La principale propriété du phosphore particulaire à considérer est sa « biodisponibilité » c'est à dire son aptitude à fournir du phosphore assimilable pour les algues.

© D.R.

