

Épuration des eaux usées : quand le phosphore piège le phosphore

Cemagref / ITAC + / V. SECCHI



Les filtres plantés de roseaux et le lagunage naturel sont deux procédés extensifs d'épuration bien adaptés au traitement des eaux usées des petites collectivités. Leur exploitation requiert peu de technicité et aucune consommation d'énergie. Contrairement au lagunage naturel qui, produisant des algues, ne peut respecter les rejets les plus contraignants de la matière carbonée, les filtres plantés de roseaux permettent l'élimination du carbone et une nitrification aujourd'hui maîtrisée. Ce n'est en revanche pas le cas du phosphore, molécule responsable de l'eutrophisation des rivières. L'enjeu pour les scientifiques du Cemagref est de concevoir un procédé simple, bon marché et respectueux de l'environnement pour éliminer le phosphore.

“ INTERVIEW

JEAN-CLAUDE FARDEAU
Chargé de mission à l'INRA

Les filtres plantés de roseaux sont développés en milieu rural par le Cemagref pour épurer les eaux usées. Les apatites, minéraux phosphatés complexes, sont parfois utilisées comme barrières dans les stockages de déchets dangereux, tels les déchets radioactifs. Nous avons donc imaginé d'utiliser les apatites au sein des filtres plantés pour assurer l'épuration des eaux, et en particulier pour capturer les phosphates qui sont à l'origine de l'eutrophisation des eaux. Pascal Molle et son équipe du Cemagref à Lyon ont fourni tous les moyens matériels et leur compétence en hydrodynamique pour mener à bien les recherches sur le procédé. J'ai apporté mon expertise en matière de phosphates. Dès lors, nous avons entamé des tests sur des dizaines d'apatites pour épurer les eaux usées de leur phosphore. Les apatites, pièges à phosphates, ne constituant plus un sujet de recherche à l'INRA, le travail mené par le Cemagref reste crucial pour trouver des solutions adaptées à l'épuration des eaux de petites collectivités rurales.

Engrais, détergents, cosmétiques, aliments pour le bétail sont des substances riches en phosphore que l'on retrouve dans les eaux usées d'origine domestique ou industrielle. Dans les rivières, le phosphore, à de hautes concentrations, favorise le développement des algues et de végétaux conduisant à la disparition de l'oxygène dissous et, par conséquent, des poissons et autres espèces. On parle d'une eutrophisation du milieu qui résulte d'un véritable déséquilibre de l'écosystème aquatique.

En 1999, les scientifiques ont constaté les lacunes des procédés de traitement pour le phosphore dans les petites communes de moins de 2000 habitants. Dans une station de filtres plantés de roseaux, par exemple, seul 30 % du phosphore est éliminé. La proportion diminue fortement une fois que tous les supports minéraux sont saturés. Les traitements du phosphore existent mais sont réservés aux stations d'épuration intensive. Ils consistent en l'ajout de réactifs chimiques qui précipitent le phosphore. Pour les petites collectivités, ce procédé requiert une technicité et un coût non adapté. À Lyon, les chercheurs du Cemagref ont exploré une nouvelle voie de traitement, l'utilisation de filtres minéraux.

À LA RECHERCHE D'UN MATÉRIAU POUR FIXER LE PHOSPHORE

L'enjeu pour les scientifiques est de trouver des matériaux permettant de retenir les orthophosphates sur une phase solide par des mécanismes d'adsorption et de précipitation. En outre, ces matériaux doivent résister au temps et retenir le phosphore de façon pérenne. D'un point de vue expérimental, il est difficile de recréer le processus naturel en laboratoire, et le recul nécessaire pour en mesurer l'efficacité fait défaut. Des tests ont été effectués sur une quinzaine de matériaux à base de calcium, d'hydroxyde de fer et/ou d'aluminium à différentes échelles : en systèmes fermés pour étudier les mécanismes réactionnels, en systèmes ouverts (colonnes de laboratoire) pour étudier les cinétiques dans des conditions hydrodynamiques plus proches de la réalité, ainsi qu'en pilote expérimental pour y intégrer un facteur d'échelle. L'apatite a finalement été retenue pour son fort pouvoir de fixation du phosphore.

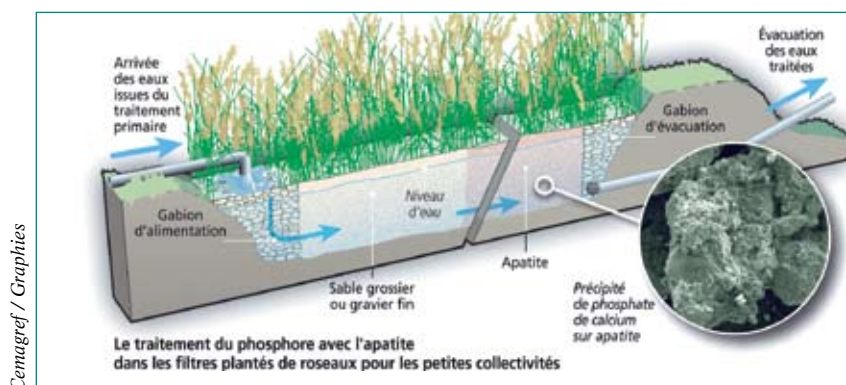
“INTERVIEW

DIRK ESSER

Directeur de Société d'ingénierie
Nature et Technique (SINT)

C'est un partenariat de longue date et de cœur qui lie ma société SINT au Cemagref, et en particulier l'équipe de Lyon qui travaille sur les filtres plantés de roseaux.

J'ai créé ma société à la suite d'un stage de DEA réalisé au Cemagref. Je trouvais vraiment dommage que ce savoir-faire ne soit pas exploité et réalisé. Après quelques discussions, dans un contexte favorable au transfert de connaissances, j'ai créé la société SINT et signé avec le Cemagref un contrat d'exclusivité de cession de savoir-faire sur les filtres plantés, pour 5 ans, reconduit 3 ans. Aujourd'hui, plus de 500 stations d'épuration ont été construites par la SINT selon ce procédé et presque autant par des concurrents, qui entre temps, se sont positionnés sur le marché. Pour contribuer aux recherches sur le phosphore et les apatites, la SINT a mis à disposition du Cemagref une station d'épuration expérimentale pour mener à bien les travaux de l'équipe de Pascal Molle et a réalisé, avec son accord, une station pilote.



UN MINÉRAL PROMETTEUR : L'APATITE

L'apatite est une roche de phosphate de calcium naturelle attrayante pour son pouvoir de fixation sur le long terme. Après 2 ans de tests, l'apatite présente la même cinétique de précipitation qu'au départ. Il se forme en surface un précipité stable de phosphate de calcium : l'hydroxyapatite. Il a fallu ensuite étudier finement les cinétiques de précipitation, les valeurs limites atteignables en fonction des caractéristiques des eaux d'entrée (concentrations en Phosphore (P), impact du développement de biomasse, teneur en calcium, pH...) et du type d'apatite utilisé. L'objectif final était de mettre en évidence le réalisme d'un tel procédé en termes de performances d'une part, et de volume de réacteur à mettre en jeu, d'autre part. Ce critère est important, car il faut concevoir des procédés compatibles avec les surfaces d'exploitation des stations, ce qui est le cas de l'apatite qui requiert moins de 1m² par équivalent/habitant. Ce procédé a fait l'objet d'un brevet Cemagref en 2004, accessible à tous afin d'encadrer le développement de la filière, compte tenu de l'importance du choix de l'apatite. En effet, parmi la cinquantaine d'apatites existantes, il convient de faire le bon choix entre les performances de rétention du P et les performances hydrodynamiques du système.

MESURER L'EFFICACITÉ DE L'APATITE EN CONDITIONS RÉELLES

Le procédé est actuellement en phase de validation en taille réelle dans le cadre d'un projet du pôle de compétitivité Axelera (projet Rhodanos). Il s'agit de tester en taille réelle trois qualités d'apatites différentes en conditions contrôlées (pilotes expérimentaux) et en conditions réelles (stations de 200 et 2000 EqH). Ce projet de 2 ans, coordonné par le Cemagref, est réalisé en collaboration avec le laboratoire IRCELYON (Université Lyon I), deux sociétés (SINT, Suez environnement) ainsi que le Cerphos au Maroc. L'objectif est de définir des règles de dimensionnement adaptées et de garantir une production stable de matériau de qualité.

CONTACTS : CEMAGREF LYON

Pascal Molle • Tél : 04 72 20 87 35
pascal.molle@cemagref.fr
Alain Liénard • Tél : 04 72 20 87 18
alain.lienard@cemagref.fr


www.cemagref.fr