



# Épuration des eaux usées : quand le phosphore piège le phosphore

**Le filtre planté de roseaux est un procédé extensif d'épuration bien adapté au traitement des eaux usées des petites collectivités. Son exploitation requiert peu de technicité et aucune consommation d'énergie. Son efficacité est aujourd'hui prouvée en ce qui concerne l'élimination du carbone et la nitrification. En revanche, ce n'est 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.**

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 d'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 existents 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 adaptés. 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 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.

## **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 deux 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 P, impact du développement de biomasse, teneur en calcium, pH...) et le 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 1m<sup>2</sup> 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 phosphore 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 ■



A. Lénaïard

### **Contact scientifique**

Cemagref Lyon

**Pascal Molle**

Tél. 04 72 20 87 87

pascal.molle@cemagref.fr

Service communication - Photos Cemagref - Édition 2007

[www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr)

*d'eau... Cemagref - Chercheurs d'eau...*

 **Cemagref**