



# *Des boues comme du béton*

**À Clermont-Ferrand, Jean-Christophe Baudez a mis au point une méthode simple pour prévoir le comportement des boues résiduelles pâteuses et améliorer leur épandage. Il se sert d'un test habituellement utilisé pour caractériser les bétons et il corrige la norme française pour mesurer leur teneur en eau...**

Épurer les eaux usées dans une station d'épuration, c'est se retrouver d'un côté avec de l'eau propre et de l'autre avec des boues qu'il faut éliminer. Chaque année, près de sept millions de tonnes de boues sont produites en France. Selon les estimations, on devrait même arriver à 20 millions de tonnes dans dix ans avec les nouvelles directives européennes sur l'assainissement des agglomérations. Alors que faire de ces boues ? Aujourd'hui, 60 % de la production est épandue. Cela ne représente que 2 à 3 % de la surface agricole utile. Épandre les boues des stations d'épuration dans des conditions de fertilisation raisonnée s'avère indispensable pour améliorer l'image de la filière. Pour cela, il s'agit de mieux connaître la composition des boues et leur évolution dans le temps. Jean-Christophe Baudez a relevé le défi. En 2002, il a obtenu pour ses recherches le premier prix de l'AGHTM Saur de la Recherche pour l'Environnement et le prix Jean Valembois remis par la Société hydrologique de France et EDF pour les avancées marquantes de la mécanique des fluides opérationnelle.

## **DES CENTAINES DE PRÉLÈVEMENTS**

En France, la plupart des communes n'ont pas les moyens de mettre en place des techniques de déshydratation performantes de leurs boues. Résultat, les boues sont surtout pâteuses. Leur composition est très hétérogène tout au long de l'année, leur épandage s'avère difficile et mal contrôlé. Pour comprendre le comportement mécanique des boues, Jean-Christophe a tout d'abord cherché à savoir de quoi elles étaient constituées. Pour cela, il a effectué des centaines de prélèvements dans une dizaine de stations d'épuration de taille moyenne afin de trouver des caractéristiques communes. Il a décrit les échantillons par leur rhéologie et leurs caractéristiques physico-chimiques. Ainsi, malgré leur grande diversité, il s'avère que toutes les boues pâteuses ont un comportement similaire. Elles se fluidifient en vieillissant.

## **ÉLASTIQUES À VISQUEUSES**

La boue est toujours un mélange d'eau et de matières solides. Les solides interagissent entre eux et avec l'eau.

Quelques heures suffisent pour que la structure de la boue évolue : d'abord viscoélastique linéaire, puis brutalement liquide pouvant se restructurer et redevenir solide si la vitesse de déformation est inférieure à une vitesse critique, dépendant de la composition de la boue. On parle alors de vieillissement physique.

En fermentant, la boue vieillit également d'une autre manière. Ce vieillissement chimique est essentiellement dû à la production d'acides gras volatils induisant une diminution des interactions solide-solide alors que les interactions solide-eau ne varient pas.

Le vieillissement physique tend à solidifier la boue et le vieillissement chimique, prépondérant, tend à la liquéfier : la compétition entre ces deux phénomènes rend les boues difficiles à caractériser.

## DU LABO AU TERRAIN

Connaître le comportement des boues est indispensable pour les gestionnaires des stations d'épuration et pour les prestataires d'épandage. Pour les premiers, il leur est essentiel de prévoir et prédire la tenue en tas. C'est un critère important pour le stockage qui représente 10 à 20 % du coût de la filière, et même 40 % pour certaines boues liquides. Avec les dernières avancées du Cemagref, il vaudrait mieux stocker en plusieurs tas en fonction de l'âge qu'en un seul. Cela permettrait d'avoir des lots de boues plus homogènes et donc d'avoir un épandage de meilleure qualité.

Que cela soit pour optimiser le stockage ou l'épandage, il est nécessaire de transférer les résultats du laboratoire

au terrain. Il s'agit alors de retrouver simplement les caractéristiques pertinentes des boues, telles que leur tenue en tas et leur viscosité.

## UN TEST POUR BÉTON ET UNE NORME À REVOIR

Jean-Christophe a pu mettre en évidence que le comportement des boues ne dépend, in fine, que de deux variables quelque soit la boue et son âge : le seuil de contrainte et une variable liée à la teneur en eau. Le seuil de contrainte est repris par un test traditionnel d'effondrement des bétons. Il suffit de laisser s'effondrer sous son propre poids ou sous une pression supplémentaire, un volume de boue moulé dans un cylindre. Pour mesurer la teneur en eau, il faut déshydrater les boues. La norme NF utilisée jusqu'ici est dérivée de la mécanique des sols. Elle implique un séchage à 105 °C pendant 24 heures. Grâce aux recherches de Jean-Christophe, il s'avère dorénavant qu'elle n'est pas adaptée aux matériaux organiques. En effet, à 105 °C, les acides gras passent sous forme gazeuse. Ils seront donc mesurés en même temps que la teneur en eau, ce qui fausse le résultat obtenu. Dans ce cas, la norme américaine paraît mieux adaptée avec un séchage à 60 °C pendant 72 heures.

Les méthodes de mesure simplifiées mises au point pour caractériser les boues pâteuses apparaissent comme des outils indispensables aux gestionnaires de stations d'épuration pour optimiser leur stockage et aux prestataires d'épandage pour mieux régler leurs épandeurs. Une étape indispensable si l'on veut que la filière épandage soit mieux acceptée, même pour les boues pâteuses... ■

### Perspectives de recherches

La détermination de la teneur en eau demande du temps : 72 heures. Or, dans certains cas, il est nécessaire d'obtenir l'information plus rapidement. Les travaux du Cemagref s'orientent actuellement vers une double caractérisation, rhéologique et électrique par spectroscopie d'impédance, permettant d'obtenir une image fiable des évolutions de la structure et d'évaluer les cinétiques de vieillissement chimique, d'hydratation ou de déshydratation. Le couplage des deux techniques permet de donner une image générale du matériau, du point de vue de la microstructure et de la macrostructure, et de prédire à terme ses évolutions.

### Contact scientifique

Cemagref Clermont-Ferrand  
**Jean-Christophe Baudez**  
Tél. 04 70 47 74 36  
jean-christophe.baudez@cemagref.fr