

Les diatomées au service du bon état écologique des cours d'eau

“INTERVIEW

MARIE-FRANÇOISE BAZERQUE
Directrice adjointe de la DIREN
Aquitaine

Le ministère de l'Écologie et du Développement durable et le Cemagref ont engagé un partenariat dès les années 80 sur le fonctionnement écologique des cours d'eau. Les travaux de recherche ont trouvé un nouveau souffle avec la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE). Par exemple, les méthodologies d'évaluation existantes sur les diatomées et les invertébrés (indice biologique diatomique, indice biologique global normalisé) ont été adaptées à la logique de la DCE, ce qui a permis de préciser la définition du bon état écologique. Ces travaux ont servi de base aux discussions des groupes de réflexion européens où ils ont trouvé un écho très favorable : pour preuve, l'adoption européenne fin 2006 de la vision française du bon état qui conduit plusieurs autres états membres à repenser leurs méthodes d'évaluation. Cette réussite est surtout due au travail de longue haleine des équipes scientifiques du Cemagref, à leur implication déterminante au niveau européen, ainsi qu'au fait que, sur le fondement de recherches d'un haut niveau scientifique, elles ont su tirer des applications concrètes qui seront utilisées en routine pour la mise en œuvre de la DCE.

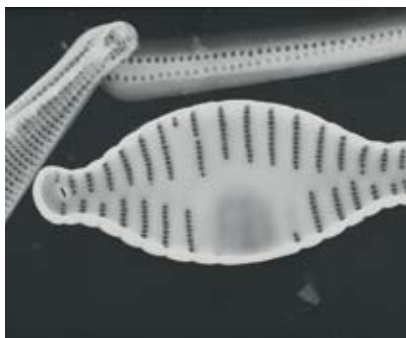
La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), adoptée en 2000, définit une politique européenne de gestion de l'eau dont l'objectif est que tous les milieux aquatiques naturels atteignent d'ici 2015, un bon état écologique. Les diatomées sont des algues indicatrices de la qualité des cours d'eau, bien connues des chercheurs du Cemagref à Bordeaux. L'application de réseaux artificiels de neurones à la base de données accumulée depuis 30 ans par Michel Coste a permis d'identifier les communautés de diatomées caractéristiques du bon état écologique des différents types de cours d'eau de l'hydrosystème français.

Le bon état écologique d'un cours d'eau correspond dans l'esprit de la DCE à un écart léger par rapport à l'état de référence, c'est-à-dire en l'absence d'action de l'homme. Les invertébrés, les poissons, les macrophytes ou les diatomées, sont autant d'êtres vivants indicateurs de cet état. Les diatomées sont des algues unicellulaires, microscopiques, caractérisées par un squelette externe siliceux typique de chaque espèce. Elles sont très sensibles aux conditions du milieu, au point qu'un indice biologique diatomées (IBD) ainsi qu'un indice de polluosensibilité spécifique (IPS) ont été mis au point dans les années 80 par Michel Coste ; ce sont, depuis, les plus utilisés en France ; l'IBD étant la méthode nationale normalisée. Ces indices s'appuient sur l'abondance des espèces dans l'échantillon prélevé et sur leur sensibilité à la pollution.

Michel Coste, spécialiste des diatomées, qui a identifié plusieurs espèces nouvelles, a accumulé 30 ans de connaissances sur leur écologie, leur physiologie et leur mode de vie. Ses recherches ont permis la construction d'une base de données de plus de 14 000 échantillons. L'objectif était d'utiliser des données pour le diagnostic puis le suivi de l'état écologique des cours d'eau, c'est-à-dire pour les vingt-deux hydroécorégions françaises identifiées précédemment par les scientifiques à Lyon. Juliette Tison a consacré sa thèse à Bordeaux à rechercher les communautés particulièrement représentatives de l'état écologique des cours d'eau, dans le respect de la spécificité des vingt-deux grands types de cours d'eau français.

AU DÉPART, DES DONNÉES DE QUALITÉ

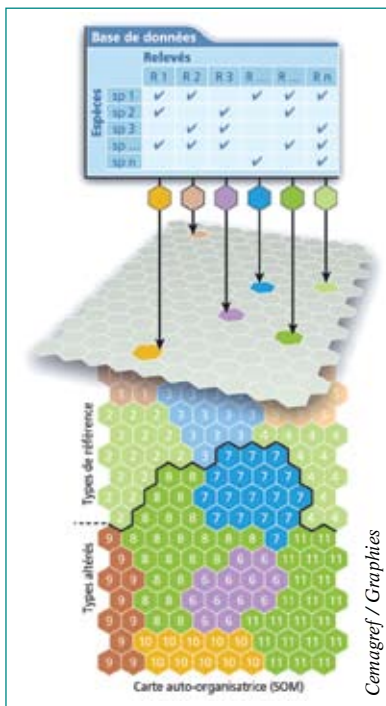
Une base de trois mille échantillons associant conditions physico-chimiques et flores diatomiques a été constituée à partir des 14 000 échantillons biologiques collectés au Cemagref⁽¹⁾. Puis huit cents de ces échantillons prélevés préférentiellement en été et sur substrat dur dans l'ensemble des hydroécorégions françaises, ont été retenus, présentant plus de 1000 espèces. Il fallait, en effet, homogénéiser les données, les regrouper, les trier pour retenir les espèces représentatives des différentes conditions de milieu.





LES RÉSEAUX ARTIFICIELS DE NEURONES POUR SÉLECTIONNER LES ESPÈCES DE RÉFÉRENCES

Les réseaux neuronaux avaient déjà fait leur preuve en écologie, et les scientifiques s'associent alors les compétences de l'université de Toulouse en la matière, dans le cadre du projet Paeqann (Predicting Aquatic Ecosystem Quality using Artificial Neural Networks). Les données des relevés de la flore diatomique ont été analysées à l'aide d'un réseau artificiel de neurones appelé SOM (Self Organizing Map ou carte auto-organisante). Il s'agit d'un modèle mathématique non linéaire capable d'apprentissage qui repère les principaux types de communautés de diatomées et les classes selon leurs affinités sous forme de cartographies. Les résultats ont été confrontés à des techniques plus classiques de classification. L'analyse de la base de données fait apparaître cinq communautés correspondant à un état de référence, et six à un état perturbé du milieu. Par la suite, des indices mathématiques ont été mis au point pour déterminer les espèces les plus représentatives de chaque communauté. Les communautés diatomiques semblent se répartir géographique-ment en fonction du contexte géochimique (pH, conductivité) et altitudinal des cours d'eau. En projetant les cinq communautés de référence sur la carte des hydroécorégions, on obtient une bonne correspondance.



VERS LA NORMALISATION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION DU BON ÉTAT ÉCOLOGIQUE

Les résultats obtenus ont été en permanence soumis à l'expert pour vérification et ont conduit, en juillet 2005, à la production d'une circulaire ministérielle définissant une grille de notation IBD de la qualité des cours d'eau (de 0 à 20) pour chaque hydroécorégion. À chacune correspond ainsi une communauté diatomique de référence. L'objectif à long terme : pouvoir faire de la prédiction de l'état écologique des cours d'eau. Cette valorisation des connaissances est régulièrement enrichie par l'acquisition de nouvelles données du réseau de référence mis en place par les Agences de l'eau. La prochaine étape portera sur l'harmonisation des méthodes de suivi à l'échelle européenne. En complément, les scientifiques mènent des recherches sur la sensibilité des diatomées aux métaux lourds et aux pesticides.

“ INTERVIEW

JEAN-LUC GIRADEL
Maître de conférences
en Écologie quantitative
Institut des sciences
moléculaires (ISM)
Université Bordeaux I - CNRS,
EPCA à Périgueux

Les diatomées constituent une communauté aquatique très riche. Dans le réseau de neurones artificiels, à l'image des neurones du cerveau humain, grâce à des formules mathématiques, des connexions sont établies entre les communautés de diatomées. On peut alors visualiser sur des cartes auto-organisatrices dites de Kohonen, les proximités qui existent entre différents cours d'eau. Le travail avec le Cemagref a été particulièrement fructueux, car Michel Coste a une connaissance parfaite de sa base de données. Le réseau de neurones a ainsi pu être sans cesse enrichi des informations apportées par l'expert. J'ai pu également avancer sur les méthodes de calculs et l'amélioration des algorithmes. Au-delà du partenariat entre le Cemagref et l'Institut des sciences moléculaires sur les diatomées, il s'agit d'une démarche collaborative globale qui progresse de concert avec d'autres organismes et fait avancer la recherche dans plusieurs disciplines.

CONTACTS : CEMAGREF BORDEAUX
Juliette Tison • Tél : 05 57 89 08 57
juliette.tison@cemagref.fr
Michel Coste • Tél : 05 57 89 08 50
michel.coste@cemagref.fr


www.cemagref.fr

(1) La majorité des échantillons de diatomées utilisés pour cette étude sont issus des campagnes nationales de surveillance de la qualité des eaux, et une autre partie d'échantillonnages réalisés en 2001.