

**SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT**  
FRANÇAIS / ENGLISH

**SURVEILLANCE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX  
D'EFFLUENTS AQUEUX DE SITES INDUSTRIELS  
PAR LES DIATOMEES DULÇAQUICOLES**

**MONITORING OF ENVIRONMENTAL IMPACTS  
OF INDUSTRIAL SITES WASTEWATERS  
BY FRESHWATER DIATOMS**

avril 2010

A. BOUCHEZ, U. DORIGO, F. RIMET - INRA THONON



Créée en 1989 à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD – REseau COopératif de Recherche sur les Déchets – est le fruit d'une triple coopération entre industriels, pouvoirs publics et chercheurs. L'objectif principal de RECORD est le financement et la réalisation d'études et de recherches dans le domaine des déchets et des pollutions industrielles. Les membres de ce réseau (groupes industriels et organismes publics) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

- ✓ En Bibliographie, le document dont est issue cette synthèse sera cité sous la référence :  
**RECORD**, Surveillance des impacts environnementaux d'effluents aqueux de sites industriels par les diatomées dulçaquicoles, 2010, 175 p, n°07-1016/1A.
  
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

## **RESUME**

Les rivières sont sujettes à une pression de pollution importante. Leur qualité écologique peut-être suivie par différents bio-indicateurs dont les diatomées. Ces micro-algues omniprésentes dans les écosystèmes aquatiques présentent une diversité exceptionnelle. Elles sont utilisées en routine pour évaluer les niveaux de pollution en nutriments et matières organiques en rivière. Le 1<sup>er</sup> objectif de cette étude était de réaliser un état des connaissances bibliographiques sur ce bio-indicateur par rapport à des pollutions industrielles. Plusieurs métriques sont apparues prometteuses : les déformations du squelette des diatomées, la disparition des grandes tailles de certains taxons ou encore la sélection de certaines guildes écologiques.

Le 2<sup>ème</sup> objectif était d'utiliser ces métriques pour évaluer des pollutions par micropolluants à différentes échelles spatiales. Pour des contaminations en monomère (methacrylate de méthyle) étudiées en mésocosmes lotiques, ainsi que pour les contaminations par pesticides à l'échelle d'un grand bassin hydrographique nous conseillons d'analyser l'évolution de l'abondance des formes de vie. L'analyse des classes de taille s'est révélée être une métrique à retenir pour les micropolluants minéraux. Enfin, les classes de salinité sont recommandées pour évaluer l'impact de soudières.

## **MOTS CLES**

Pollutions industrielles, rivière, bio-indication, diatomées

## **SUMMARY**

Rivers are subject to pressure of important pollutions. Their ecological quality can be assessed by different bio-indicators, including diatoms. These micro-algae present in all aquatic ecosystems show an exceptional diversity. They are routinely used to evaluate nutrient and organic matter pollution levels in rivers. The 1<sup>st</sup> objective of this study was to give a state of the art about this bio-indicator in relation to industrial pollutions. Several metrics appeared to be promising: deformities of the diatom skeleton, disappearance of the large size of some taxa or the selection of particular ecological guilds.

The 2<sup>nd</sup> objective was to use these metrics to assess micropollutants pollutions at different spatial scales. For monomer contamination (methyl methacrylate) studied in lotic mesocosms, as well as contamination by pesticides across a large watershed, the evolution of life-forms abundances are advised to be analyzed. The analysis of size classes proved to be a metric to be used for mineral micropollutants. Finally, the classes of salinity are recommended to assess the impact of soda industries.

## **KEY WORDS**

Industrial pollutions, river, bio-indication, diatoms

### Français

Les rivières sont sujettes à des perturbations physiques et chimiques qui sont à l'origine d'une dégradation croissante de la qualité de l'eau. Cette qualité peut être suivie par l'analyse de paramètres physiques et chimiques qui caractérisent l'origine de la perturbation et renseignent sur la nature des polluants, ou alors par une analyse biologique qui permet d'identifier ces mêmes perturbations par leurs effets sur les communautés animales et végétales en place. Parmi les différents composants biologiques présents dans l'eau, les diatomées constituent d'excellents bio-indicateurs de la qualité de l'eau grâce à leur omniprésence dans les milieux aquatiques, leur diversité, leur rôle fonctionnel et leur sensibilité envers une multitude de polluants. Les outils de bioindication diatomées actuellement existant permettent d'évaluer la concentration en matière organique et en nutriments. Mais les diatomées sont également sensibles aux polluants industriels qui contribuent à dégrader la qualité de l'eau en rivière. Les principaux polluants industriels sont les matières en suspension, liées en particulier aux matières organiques, les métaux lourds et des polluants organiques persistants parmi lesquels on trouve les hydrocarbures, les acides et les bases qui modifient le pH de l'eau.

Le premier objectif de l'étude est de réaliser un état des connaissances bibliographiques, en vue de fournir des informations pertinentes sur les capacités des diatomées pour la bio-indication de pollutions industrielles en rivière. Il apparaît que les pistes les plus prometteuses sont les suivantes :

- L'analyse de la fréquence des anomalies morphologiques (déformation du squelette des diatomées) : de nombreuses études montrent une augmentation de la fréquence de ces anomalies en fonction de la présence de micropolluants.
- La réduction du biovolume total des communautés en présence de micropolluants a été montrée dans certaines expériences en écotoxicologie.
- La réduction de la longueur de certains taxons en présence de micropolluants a également été démontrée dans plusieurs expériences.
- Sélection des taxons de petites tailles : la présence de toxiques sélectionnerait plutôt des taxons de petites tailles, et par conséquent les relations taille/ressource prédites en macroécologie ne seraient plus applicables.
- Sélection de certaines guildes écologiques : une guilda est un ensemble de taxons qui coexistent dans un même milieu et qui peuvent posséder des adaptations spécifiques aux facteurs abiotiques. Ces guildes ont déjà été décrites pour les diatomées par rapport à des paramètres de trophie (concentration en nutriments) et de saprobie (concentration en matières organiques). Certaines de ces guildes seraient plus adaptées à résister à la présence de micropolluants.
- De la même façon que pour les guildes écologiques, certaines formes de vie seraient plus adaptées à résister à la présence de micropolluants.

Le deuxième objectif de ce rapport est d'établir un diagnostic de la qualité de l'eau en situation polluée en utilisant uniquement l'outil biologique diatomées. Nous avons étudié les effets de différents types de pollutions à diverses échelles d'étude. La première échelle est l'étude d'une pollution en monomère (methacrylate de methyle) en mésocosme. Une échelle intermédiaire a été l'étude d'une pollution *in situ* d'une soudière (sel et micropolluants) sur un cours d'eau. L'échelle la plus large a été l'étude de l'effet d'une pollution par divers polluants (pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques, micropolluants organiques et minéraux) *in situ* à l'échelle régionale. Différentes métriques diatomiques ont été analysées, telles que la présence de formes tératologiques, l'augmentation ou la diminution de certaines formes de vie, la diversité taxonomique, la présence de taxons remarquables, l'abondance de taxons colonisateurs et enfin les classes de salinité de Van Dam. Pour les pollutions industrielles en sortie de soudières nous recommandons d'utiliser les classes de salinité de Van Dam et d'approfondir les connaissances relatives aux formes tératologiques. Pour les contaminations en monomère, ainsi que par les pesticides nous conseillons d'analyser l'évolution de l'abondance des formes de vie. Enfin, en ce qui concerne les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les micropolluants organiques aucune tendance n'a pu être dégagée pour les métriques analysées, alors que l'analyse des classes de taille s'est révélée être une métrique à retenir pour les micropolluants minéraux. En conclusion, des nouvelles métriques, telles que les formes de vie ou les formes tératologiques, semblent être prometteuses pour analyser les effets de toxiques.

## English

Rivers are subject to physical and chemical perturbations leading to an increasing degradation of the water quality. Water quality can be followed either by measuring physical and chemical parameters which characterise the origin of perturbation and the nature of pollutants, or through biological analyses which allow to identify these perturbations through their effects on animal and vegetable communities. Among the biological components present in aquatic ecosystems, diatoms constitute excellent bio-indicators of water quality, due to their ubiquity in water, their diversity, their function role and their sensitivity with regard to a multitude of pollutants. Existing diatom bioindication tools are adapted to assess organic matter and nutrient levels in water. But diatoms are also sensitive to industrial pollutants which contribute to degrade the water quality in rivers. The principal industrial pollutants are suspended particulate matter, mainly linked to organic matter, hydrocarbons, heavy metals and persistent organic pollutants, among them, acids and bases modifying the water pH.

The first aim of the study is to realise a state of the knowledge in literature to give pertinent information about the ability of diatoms as bio-indicators of industrial pollutions in rivers. The most interesting metrics to use in this framework were the following:

- Analysis of morphological anomalies frequency (deformities of diatom skeleton): numerous studies show an increase of these anomalies frequency with presence of micropolluants.
- Total biovolume reduction of communities in presence of micropolluants has also been showed in several ecotoxicological studies.

- Length reduction of some taxa in presence of micropollutants has been demonstrated in some experiments.
- Selection of small sized taxa: presence of toxic would select small sized taxa, and so relations size/resource predicted in macroecology would not be applicable any more.
- Selection of particular ecological guilds: an ecological guild gathers taxa co-existing in a same environment and which have specific adaptations to abiotic factors. These guilds have already been described for diatoms for trophic (nutrient concentration) and saprobic (organic matter concentration) parameters. Some guilds would be more adapted to resist to micropollutants presence.
- In the same way as ecological guilds, some particular life-forms would be more adapted to resist to micropolluants presence.

