

# Le Grès du Luxembourg: un îlot de biodiversité pour les diatomées des ruisseaux

Olivier MONNIER, Martial FERRÉOL, Alain DOHET,  
Lucien HOFFMANN, Henry-Michel CAUCHIE & Luc ECTOR

Centre de recherche public-Gabriel Lippmann  
Cellule de recherche en environnement et biotechnologies  
41, rue du Brill, L-4422 Belvaux  
monnier@lippmann.lu

**Mots-clés:** assemblages; diatomées; écologie; grès; Luxembourg; ruisseaux

## Introduction

Depuis 1994, de nombreux inventaires de diatomées ont été réalisés dans les rivières et les ruisseaux du Luxembourg à des fins d'évaluation de la biodiversité et de suivi de la qualité biologique des eaux. L'étude de la répartition des 156 taxons les plus significatifs en terme d'occurrence montre tout d'abord une séparation marquée entre les deux principales régions géologiques du Luxembourg, l'Oesling et le Gutland. Par ailleurs, le Müllerthal, région du Gutland dominée par les formations gréseuses, présente une richesse spécifique supérieure aux secteurs encadrants. Cette originalité est attestée par la découverte récente d'une espèce nouvelle, *Achmanthidium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot et Ector 2004 (Monnier *et al.* 2004). Les cours d'eau (bassins de l'Ernz Blanche et de l'Ernz Noire) du Müllerthal constituent probablement une zone refuge pour cette espèce fréquente dans les rivières calcaires des Alpes françaises, des Pyrénées et de la chaîne Cantabrique (Espagne). Faisant suite à ces observations, cette étude tente de dégager la spécificité de la flore des diatomées des zones gréseuses du Luxembourg et de la relier à une spécificité des caractéristiques environnementales des cours d'eau sur substrat gréseux.

## Matériel et méthodes

105 échantillons ont été prélevés dans des ruisseaux dont la longueur n'excède pas 4,25 km: 44 échantillons proviennent de ruisseaux gréseux et 61 échantillons proviennent de cours d'eau au bassin versant développé sur d'autres substrats sédimentaires au Luxembourg. Parallèlement, 19 variables physio-géographiques et physico-chimiques ont été relevées. 104 taxons de niveau

spécifique et infra-spécifique ont été inventoriés avec une fréquence relative égale ou supérieure à 1 % dans au moins un échantillon.

L'analyse de cette base de données s'est faite en plusieurs étapes. Plusieurs méthodes ont été utilisées, dans un souci de confirmation mutuelle des résultats obtenus et de complémentarité, afin de dégager les spécificités des peuplements de diatomées des ruisseaux sur grès, en termes d'assemblages, de taxons et de leurs relations avec les paramètres environnementaux.

A partir du tableau des inventaires taxinomiques (données biotiques), les taxons les plus caractéristiques des ruisseaux sur grès ont été déterminés suivant la méthode des espèces indicatrices de Dufrêne & Legendre (1997). Les groupes d'échantillons présentant des assemblages de diatomées similaires ont été définis suivant la méthode de classification de Ward (1963) (Fig. 1a). Dans le but de confirmer cette classification et de visualiser les taxons les plus représentatifs, les données biotiques ont également été traitées par analyse factorielle des correspondances, donnant deux ordinations couplées, celle des assemblages (Fig. 1b) et celle des taxons (Fig. 1c). Une analyse canonique des correspondances de la matrice des données biotiques par la matrice des données abiotiques a été faite afin de déterminer la relation entre paramètres biotiques (taxons, Fig. 1e) et paramètres environnementaux (Fig. 1d). Le rapport de l'inertie totale de l'analyse canonique des correspondances sur celle de l'analyse factorielle des correspondances, visualisable sur la figure 1f, a permis de déterminer l'importance du lien entre composition des assemblages et paramètres environnementaux.



## Résultats et discussion

51 taxons sont communs aux deux substrats géologiques: 27 sont spécifiques des grès et 26 sont spécifiques des autres types de terrains sédimentaires, essentiellement marneux. Proportionnellement au nombre de points de prélèvement, la richesse spécifique des diatomées des ruisseaux sur grès est 1,42 fois supérieure à celle observée pour les autres ruisseaux.

La classification de Ward (1963) répartit les assemblages de diatomées en quatre groupes majoritaires (Fig. 1a), dont le plus important est aussi représentatif à 76 % des sites sur grès (groupe 2), ce qui en montre la spécificité. Inversement, les trois autres groupes (1, 3 et 4) sont principalement composés d'assemblages de sites marneux.

L'analyse factorielle des correspondances des inventaires de diatomées (Fig. 1b) confirme que les quatre groupes d'assemblages sont bien différenciés. Les groupes 1, 3 et 4, dans lesquels dominent les assemblages de sites marneux, se répartissent selon l'axe horizontal. Le groupe 2, dominé par les assemblages de sites gréseux, se positionne par rapport à l'axe vertical. Le traitement des taxons par analyse factorielle des correspondances (Fig. 1c) montre la même tendance que le traitement au niveau des assemblages (Fig. 1b). La répartition des espèces selon l'axe horizontal correspond à un gradient de pollution, puisqu'on trouve à gauche les taxons les plus sensibles et à droite les plus tolérants (Fig. 1c). Les espèces positionnées vers le haut par rapport à l'axe vertical (Fig. 1c) correspondent aux taxons qui possèdent les valeurs indicatrices les plus fortes avec l'analyse des espèces indicatrices de Dufrêne & Legendre (1997). Les huit taxons les plus représentatifs du grès sont: *Achnanthydium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot 1999, *Geissleria acceptata* (Hustedt) Lange-Bertalot et Metzeltin 1996, *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing 1844, *Adlafia* sp. aff. *suchlandtii* (Hustedt) Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin 1998, *Diatoma moniliformis* Kützing 1833, *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen 1938, *Encyonema minutum* (Hilse ex Rabenhorst) D. G. Mann 1990 et *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow 1875. Le traitement par analyse canonique des correspondances des 19 variables environnementales (Fig. 1d) montre que beaucoup d'entre elles sont auto-corrélées. Les fortes valeurs propres confirment la présence de paramètres structurants. Ces valeurs propres, comparées à celles de l'analyse factorielle des correspondances, indiquent que les paramètres abiotiques pris en compte dans la présente étude expliquent 25,5 % de la composition des assemblages diatomiques. La charge en nitrates, à l'exclusion de tout autre paramètre de pollution, apparaît comme le critère le plus important pour expliquer la composition des assemblages sur grès. La température, l'oxygène dissous, le pH et la pente du cours d'eau, liés aux caractéristiques

physiques des cours d'eau, apparaissent moins déterminants. En ce qui concerne l'ensemble des sites, d'autres paramètres de pollution, surtout organique, apparaissent comme les facteurs les plus structurants. La minéralisation de l'eau semble également jouer un rôle. L'analyse canonique des correspondances entre les variables abiotiques et les variables biotiques (Fig. 1e) confirme la relation qui existe entre la répartition des taxons et les conditions environnementales. A quelques exceptions près, la distribution des taxons apparaît donc conditionnée par les paramètres de qualité des eaux. Ces conclusions concordent avec celles de Rimet *et al.* (2004), établies à l'échelle du Luxembourg. Enfin, les différences entre les assemblages prédits en fonction des paramètres abiotiques et les assemblages observés sont relativement faibles (Fig. 1f) et la structure d'ensemble est conservée.

En conclusion, la flore diatomique des ruisseaux s'écoulant sur substrat gréseux apparaît présenter de réelles spécificités, qui sont le reflet de conditions de milieux sensiblement différentes de celles rencontrées dans les ruisseaux s'écoulant sur d'autres substrats sédimentaires au grand-duché de Luxembourg.

## Remerciements

Ce travail est une contribution au projet MODELE-COTOX, financé par le Fonds national de la recherche du Luxembourg.

## Bibliographie

- Dufrêne M. & Legendre P. 1997. - Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.
- Lecoite C., Coste M. & Prygiel J. 1993. - "OMNIDIA" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.
- Monnier O., Lange-Bertalot H., Rimet F., Hoffmann L. & Ector L. 2004. - *Achnanthydium atomoides* sp. nov., a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg. *Vie et Milieu* 54: 129-138.
- Rimet F., Ector L., Cauchie H.-M. & Hoffmann L. 2004. - Regional distribution of diatom assemblages in the headwater streams of Luxembourg. *Hydrobiologia* 520: 105-117.
- Ward J. H. 1963. - Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58: 236-244.

**Abstract of the presentation****Sandstone of Luxembourg: a small island of biodiversity for the diatoms of the brooks**

**Keywords:** assemblages; brooks; diatoms; ecology; Luxembourg; sandstone

The diversity of the epilithic diatoms in the rivers of Luxembourg is organized according to the two great natural areas: the schisto-quartzose plateau of the Oesling in the north, and the sedimentary (mainly marls), partly gritty, formations of the Gutland in the south of the country. The mineralization of water appears as the primary cause of the distribution of these algae. More locally, other environmental characteristics and human activities seem to explain the distribution of the taxa. In the Gutland, the occurrence of many taxa mainly

distributed on the sandstones, raised the question of the influence of the gritty substrates on the diversity of the diatoms. Ward's classification and correspondence analyses show that assemblages on sandstone are quite different than those on marl. The same trend is displayed when species are taken into account. Canonical correspondence analysis of abiotic variables explains 25.5 % of the specificity of diatom assemblages on sandstone. The most indicative species of sandstone is *Achmanthidium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot.