

Influence de la variabilité du milieu sur la richesse taxonomique, l'exemple du rapport Rb/Sr dissous et des macro-invertébrés benthiques

Influence of environmental variability on taxonomic richness, the example of dissolved Rb/Sr ratio and benthic macroinvertebrates

P.M. NIREL *, J. PERFETTA, R. REVACLIER

SUMMARY

The aim of this work is to make a contribution to the biodiversity/stability debate. The use of given parameters as indicators of biologic diversity and stability of the chemical composition of water, more specifically, the average number of macroinvertebrate taxons (according to the IGBN) and the variability (standard deviation expressed as a percentage) of the Rb/Sr dissolved ratio, allowed the determination of a significant negative correlation between these two indices. This relationship, based upon the results obtained from 36 sampling sites located on 22 rivers in the canton of Geneva (Switzerland), is interpreted as evidence of the negative impact of temporal variations in water quality on the number of macroinvertebrates species. Though relying upon reductive aspects of biodiversity and stability of ecosystems, it represents an example of the inverse relationship between instability and biologic diversity. Moreover, it tends to emphasize the advantage of using dynamic variations of chemical parameters rather than their absolute values in order to appreciate the loops and relationships occurring in natural ecosystems.

Key-words: *taxonomic richness, physico-chemical indicators, water quality, macroinvertebrates, Rb/Sr.*

RÉSUMÉ

Ce travail est une contribution au débat biodiversité/stabilité. L'utilisation de paramètres pris comme indicateurs de la diversité biologique et de la stabilité du chimisme de l'eau : le nombre de taxons de macro-invertébrés benthiques (selon IGBN) et la variabilité (écart-type exprimé en pourcents) du rapport

Service cantonal d'écotoxicologie, av. Ste Clotilde 23, CP 78, 1211 Genève 8, Suisse.

* Correspondance. E-mail : pascale.nirel@etat.ge.ch

Les commentaires seront reçus jusqu'au 31 mars 2003.

rubidium/strontium dissous, nous a permis de montrer une corrélation négative significative entre les deux indices. Cette relation, établie sur 36 stations de 22 cours d'eaux du genevois, est interprétée comme mettant en évidence un effet négatif de la variabilité temporelle de la qualité de l'eau sur le nombre d'espèces de macro-invertébrés. Bien que reposant sur des aspects réducteurs de la biodiversité et de la stabilité des écosystèmes, elle est un exemple de lien inverse entre l'instabilité et la diversité biologique. Elle tend, en outre, à souligner l'efficacité d'une utilisation dynamique des données physicochimiques par rapport à l'interprétation de valeurs absolues.

Mots clés : *richesse taxonomique, indicateurs physicochimiques, qualité des eaux, macro-invertébrés, Rb/Sr.*

1 - INTRODUCTION

Le présent travail tente de contribuer aux réflexions reliant la biodiversité et la stabilité. Ce débat alimente activement les considérations des écologues et de nombreux travaux ont été publiés sur le sujet. La question demeure posée de savoir si « ...une décroissance de la biodiversité sera accompagnée par une augmentation des forces d'interaction moyennes au sein des écosystèmes et une décroissance concomitante de leur stabilité » (MCCANN, 2000).

L'observation des invertébrés benthiques montre que pour différentes stations d'un même cours d'eau et pour différents cours d'eau dans une même entité géographique, de notables différences apparaissent dans l'espace et le temps. La richesse taxonomique est dépendante de nombreux paramètres, parmi lesquels le chimisme de l'eau est sensé avoir un poids élevé. Il est également admis que l'action de l'homme exerce une influence d'importance variable sur le chimisme de l'eau et que les nuisances induites influencent négativement la richesse biologique des cours d'eau en favorisant quelques espèces opportunistes au détriment d'espèces plus sensibles (TACHET *et al.*, 2000).

Le chimisme des eaux est généralement caractérisé à l'aide de mesures de substances naturellement présentes (oxygène, carbone, azote, phosphore, ions majeurs...) dont les concentrations sont directement affectées par les nuisances. La plupart des paramètres les plus sensibles et indicateurs (DBO, NH_4 , COD etc.) sont très instables dans le milieu aquatique et peuvent s'atténuer rapidement sans laisser de traces significatives.

Des travaux antérieurs nous ont permis de montrer l'intérêt du rapport Rb/Sr dissous comme indicateur de pollution par des stations d'épuration (NIREL *et al.*, 1995 ; NIREL et REVACLIER, 1999). L'avantage majeur de l'utilisation de ce rapport vient du fait que ces deux éléments sont conservatifs, les risques de contamination des échantillons sont faibles, les teneurs naturelles sont basses (du dixième à quelques dizaines de $\mu\text{g/L}$ pour le Rb, du $\mu\text{g/l}$ à quelques centaines pour le Sr) les impacts sont donc plus visibles qu'avec les autres ions majeurs. En outre, le fait qu'il s'agisse d'un rapport de concentrations rend moins critique l'influence des débits. Ainsi, les valeurs naturelles du Rb/Sr dissous d'un même cours d'eau dépendent de la géologie traversée par la rivière

et ses affluents. Des variations de ce rapport sont imputables à des rejets d'eaux contaminées en matières d'origine biologique (lisiers, eaux domestiques partiellement épurées etc.) mais aussi à des rejets d'une eau de chimisme différent en quantité affectant le milieu récepteur. Ainsi, la variation du rapport Rb/Sr dissous dans le temps, nous a paru plus à même de pouvoir caractériser la stabilité du chimisme d'une eau que l'utilisation des valeurs absolues des concentrations en certains éléments.

L'objet de cette étude a donc été d'étudier la relation entre la variabilité du rapport Rb/Sr pris comme indicateur de l'instabilité des systèmes aquatiques étudiés et un indicateur de la diversité biologique, le nombre de taxons selon l'IBGN.

2 – MATÉRIEL ET MÉTHODES

Notre laboratoire effectue des mesures de contrôle sur la qualité des eaux des rivières de la région de Genève. Les prélèvements sont effectués mensuellement et de manière instantanée.

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons de polyéthylène lavés à l'acide nitrique suprapur (Merck) 10 % (v/v) et abondamment rincés à l'eau MilliRo MilliQ. Dès le retour au laboratoire, les échantillons ont été filtrés sur des filtres de porosité 0,45 μm (Millex, Durapore, Millipore) et acidifiés (2 % v/v acide nitrique suprapur). Les valeurs de Rb et de Sr sont mesurées par « *inductively coupled plasma mass spectrometry* (ICP-MS) » sur un VG-PQ2 en configuration standard, avec un nébulisateur Meinhard. Les concentrations sont déterminées en mode quantitatif avec standards externes. Les incertitudes sur les mesures ont été estimées à 2 % pour chaque élément.

Les IBGN ont été déterminés selon la norme Afnor NF T 90-350 (AFNOR, 1992). Le nombre moyen de taxons de chaque station a été calculé à l'aide des valeurs observées lors des quatre campagnes annuelles effectuées. Les 36 stations ont été échantillonnées à des périodes comparables du point de vue du développement de la faune.

Nous avons utilisé les écarts-type des rapports Rb/Sr dissous moyens mesurés dans 22 rivières (36 stations de prélèvement, *figure 1*) exprimés en % de variation. Nous les avons comparés aux nombres moyens de taxons par station. Les données ont été récoltées de 1994 à 1999.

3 – RÉSULTATS ET DISCUSSION

La *figure 2* présente la relation entre la variation annuelle en % du rapport Rb/Sr dissous et la moyenne annuelle de taxons pour une station donnée. Le coefficient de corrélation R est de 0,453, le coefficient de détermination R^2 de

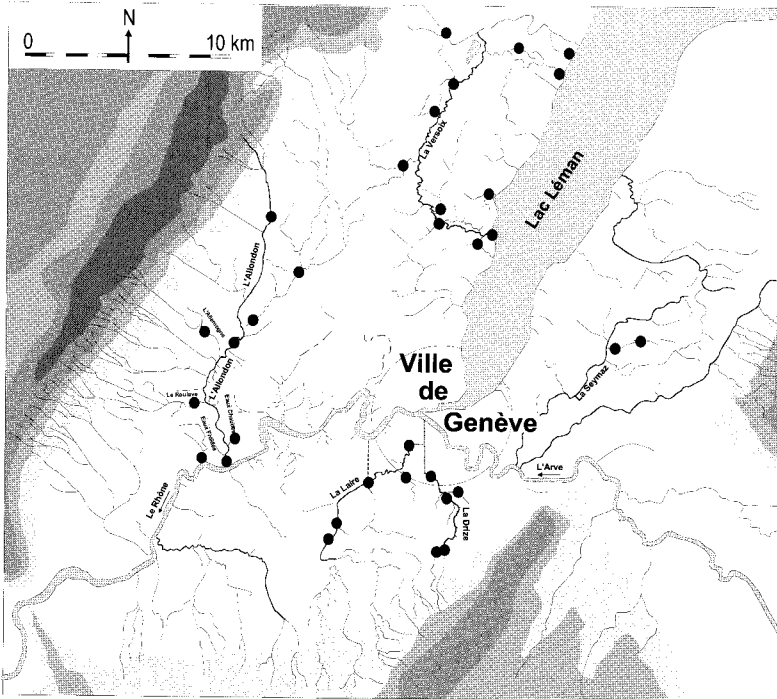


Figure 1 Localisation des stations de prélèvement dans le canton de Genève (CH).

Sampling stations in the canton of Geneva (CH).

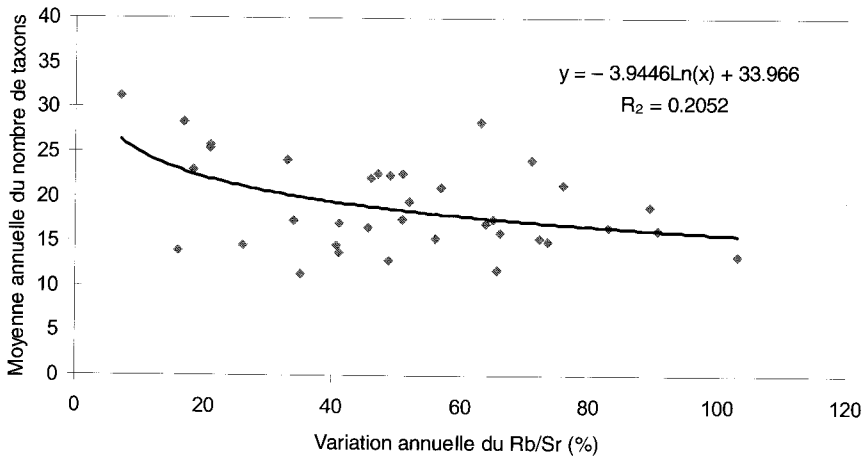


Figure 2 Relation entre les variations annuelles du rapport Rb/Sr dissous exprimé en % et la moyenne annuelle du nombre de taxons identifiés au niveau systématique défini par la norme Afnor NF 90-350.

Relation between annual variations of the dissolved Rb/Sr ratio expressed as a percentage and the annual mean of the observed number of taxa.

0,205. Le test-t effectué montre que la corrélation est significative à $P = 0,01$ (99 %).

Ce coefficient de détermination montre qu'à l'échelle régionale, 20,5 % des variations du nombre de taxon sont expliquées par la variabilité du rapport Rb/Sr que nous avons considéré comme traduisant la variabilité du chimisme de l'eau. Les 79,5 % de variations non expliquées sont liés à d'autres facteurs (hydrologiques, climatiques, écomorphologiques, pollutions par des insecticides, etc.). Ainsi, dans la *figure 2* on observe des stations présentant un faible nombre de taxons et une variation faible du Rb/Sr. L'interprétation du cas inverse (nombre de taxon élevé et variation du Rb/Sr élevée) reste plus problématique et des études complémentaires sont à envisager. Il n'en demeure pas moins que, dans le cas des macro-invertébrés benthiques, l'instabilité « géochimique » d'un système (exprimée par la variation de Rb/Sr dissous) et la diversité biologique de ce même système (exprimée par le nombre de taxons de macro-invertébrés benthiques) semblent liés. L'étude de la courbe présentée *figure 2* permet ainsi d'orienter la recherche afin de comprendre les causes d'un appauvrissement faunistique. L'étude plus fine des boucles de contrôle liant les éléments les uns aux autres dépasse largement le cadre de notre étude.

4 – CONCLUSIONS

L'étude des interrelations au sein des écosystèmes passe par une approche pluridisciplinaire. Dans ce cadre, ces résultats nous paraissent prometteurs dans la mesure où ils mettent en évidence une relation significative entre un paramètre caractéristique du chimisme de l'eau et un paramètre biologique, et ce à l'échelle régionale et sur de nombreuses années.

Enfin, et peut-être surtout, l'utilisation des données en terme de fluctuations plutôt qu'en valeurs absolues est une approche prometteuse dont l'efficacité pour l'analyse des écosystèmes reste à confirmer à l'aide d'études complémentaires (autres paramètres, autres organismes, autres milieux...).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M. Hurni pour les prélèvements d'eau, G. Pfister pour les analyses par ICP-MS et C. Antoine[†], S. Knispel, S. Lavigne pour la détermination des organismes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1992. Indice biologique global normalisé IBGN NF T 90-350. Méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux de surface continentales. Inter Agences de l'eau, Paris.
- McCANN K.S., 2000. The diversity-stability debate. *Nature*, 405, 6783, 228-233.
- NIREL P.M., REVACLIER R., PFISTER G., 1995. Use of the dissolved Rb/Sr ratio as a pollution indicator. *Contaminated Soils: Third International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements*, Paris, May 15-19, (ed. Prost R.), Colloque n° 85, Inra Éditions, Paris, France.
- NIREL P.M., REVACLIER R., 1999. Assessment of sewage treatment plant effluent impact on river water quality using dissolved Rb/Sr ratio. *Environ. Sci. Technol.*, 33, 1996-2000.
- TACHET H., RICHOUX Ph., BOURNAUD M., USSEGLIO-POLATERA Ph., 2000. Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Éditions, Paris.