



# Influence de l'acidification des eaux sur les macroinvertébrés benthiques

(Versant lorrain des Vosges)

GUEROLD FRANCOIS

MÉMOIRE SOUTENU LE 9 OCTOBRE 1987

D.E.A SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMBRES DU JURY

PRÉSIDENT M. J.C PIHAN  
M. M NOURISSON  
M. , D VEIN  
M. J.L SALLERON

# SOMMAIRE

|   |          |
|---|----------|
| INTRODUCTION .....  | 1        |
| <b>PARTIE I .....</b>   | <b>3</b> |
| 1. OBJECTIFS .....  | 4        |
| 2. DESCRIPTION DU CADRE D'ETUDE .....   | 4        |
| 3. PROCESSUS D'ACIDIFICATION DES EAUX DE SURFACE .....                                | 6        |
| 3.1. Aspects géochimiques .....   | 6        |
| 3.2. Processus <b>hydrométéorologiques</b> .....                                      | 8        |
| 3.2.1. La fonte des neiges .....  | 8        |
| 3.2.2. Influence des pluies .....   | 9        |
| 3.2.3. Autres phénomènes pouvant influencer la<br>composition chimique de l'eau ..... | 9        |
| 4. RESULTATS CONCERNANT 21 RIVIERES VOSGIENNES .....                                  | 11       |
| 4.1. Caractéristiques physico-chimiques .....   | 11       |
| 4.1.1. Paramètres reliés à l'acidification .....                                      | 11       |
| a) Les ions hydrogènes .....  | 16       |
| b) Aluminium .....  | 16       |
| c) $\text{SO}_4^{2-}$ et $\text{NO}_3^-$ - Sulfates et nitrates .....                 | 17       |
| 4.1.2. <b>Critères d'acidification</b> .....  | 17       |
| a) Relation pH - calcium .....  | 17       |
| b) Relation pH - aluminium .....  | 19       |
| c) Rapport $\text{HCO}_3^- / \text{SO}_4^{2-}$ .....                                  | 20       |
| 4.2. Etude des populations d'invertébrés benthiques .....                             | 23       |
| 4.2.1. Introduction .....   | 23       |
| 4.2.2. Récolte de l'information biologique .....                                      | 24       |
| a) Techniques de <b>prélèvement</b> .....   | 24       |
| b) Traitement des échantillons .....  | 25       |
| c) Expression des <b>donnée</b> brutes .....  | 25       |
| 4.2.3. Expression et <b>interprétation</b> des données .....                          | 26       |
| a) Méthodes biologiques de détection des<br>pollutions .....                          | 26       |
| b) Indices biotiques de Tuffery et <b>Verneaux</b><br>(1967) .....                    | 27       |
| c) Indices de diversité .....   | 28       |
| d) Coefficient d'affinité coenotique .....  | 29       |
| 4.2.4. Résultats .....  | 30       |
| a) Abondance et diversité .....   | 30       |
| b) LB. et I.Q.B.G. ....   | 34       |

|  |    |
|--|----|
| c) Corrélations .....  | 35 |
| d) Structure des populations .....   | 38 |
| 5. CONCLUSION .....  | 45 |
| a) Traitement par le carbonate de calcium .....  | 46 |
| b) Traitement par le carbonate de sodium .....   | 46 |
| <br>   |    |
| PARTIE II .....  | 48 |
| 1. OBJECTIFS I .....   | 49 |
| 2. DESCRIPTION DU CADRE D'ETUDE .....  | 50 |
| 2.1. Rouge-Rupt et Grand-Clos .....  | 50 |
| 2.1.1. Le Rouge-Rupt .....   | 50 |
| 2.1.2. Le Grand-Clos .....   | 52 |
| 2.2. Grand-Rupt et Foulot .....  | 53 |
| 2.2.1. Le Grand-Rupt .....   | 53 |
| 2.2.2. Le Foulot .....   | 55 |
| 3. QUALITES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX .....   | 55 |
| 3.1. Caractéristiques physico-chimiques .....  | 55 |
| 3.2. Evolution temporelle .....  | 61 |
| 3.2.1. pH .....  | 62 |
| 3.2.2. Aluminium .....   | 62 |
| 3.2.3. Sulfates et nitrates .....  | 64 |
| 3.2.4. Rapport $\text{HCO}_3/\text{SO}_4$ .....  | 64 |
| 3.2.5. Calcium et magnésium .....  | 67 |
| 3.3. Evolution simultanée des différents <b>paramètres</b> impliqués<br>dans le processus d'acidification des eaux ..... | 67 |
| 3.3.1. <b>Méthode</b> des diagrammes ioniques .....  | 67 |
| 3.3.2. Résultats .....   | 69 |
| 3.4. Conclusion .....  | 69 |
| 4. ETUDE DES POPULATIONS DE MACROINVERTEBRES<br>BENTHIQUES .....   | 72 |
| 4.1. Choix des stations d'échantillonnage et des campagnes .....   | 72 |
| 4.2. Technique de prélèvements .....   | 72 |
| 4.3. Résultats .....   | 73 |
| 4.3.1. Tableaux des données biologiques .....  | 73 |
| 4.3.2. <b>I.B.</b> et I.Q.B.G. ....  | 73 |
| a) Indice biotique : <b>I.B.</b> .....   | 73 |
| b) Indice de qualité biologique globale : I.Q.B.G. ....  | 78 |
| 4.3.3. Abondance .....   | 78 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.3.4. Indice de diversité .....  | 81  |
| 4.3.5. Structure des populations .....  | 81  |
| 4.3.6. Population au niveau des sources .....   | 86  |
| 5. DISCUSSION .....   | 86  |
| <br>  |     |
| BIBLIOGRAPHIE .....   | 93  |
| <br>  |     |
| ANNEXES .....   | 101 |
| Annexe 1 : Tableau standard de détermination des indices biotiques  |     |
| Annexe 2 : Limites des déterminations pratiques   |     |
| Annexe 3 : Valeurs de l' <b>I.B.G.</b> selon la nature et la variété taxonomique du macrobenthos                        |     |
| Annexe 4 : Liste des <b>135</b> taxons utilisés   |     |
| Annexe 5 : Echantillonneurs   |     |
| Annexe 6 : Qualité physico-chimique des eaux de 21 rivières vosgiennes situées sur le versant lorrain du Massif Vosgien |     |

## INTRODUCTION

L'acidification des eaux de surface par les retombées atmosphériques a **été** constatée depuis de nombreuses années au Canada, dans le Nord-Est des Etats Unis, en Scandinavie et en Europe Centrale (Johnson et al., 1972 ; Almer, 1974 ; Oden, 1976 ; Paces, 1985) et plus récemment en Allemagne de l'Ouest (Schoen et al., 1983 ; Wieting, 1986). En France, la région la plus touchée est celle des Vosges, **où** les premiers signes d'acidification des eaux superficielles ont été constatés en **1981** (Schoen et al., 1983).

Toutefois les premières analyses d'acidité des précipitations datent de 1973 (Bourrié, **1976**).

Depuis, des études ponctuelles réalisées par Massabuau et al. (1987) ont mis en **évidence** le rôle des précipitations acides dans les processus d'acidification des torrents vosgiens, où la truite Salmo trutta fario a complètement disparu.

**Dans** ce travail nous allons étudier l'influence des conditions physico-chimiques **engendrées** par les précipitations acides sur les populations de macroinvertébrés benthiques.

**La première** partie se rapporte à l'étude globale des populations de macroinvertébrés de quatorze cours d'eau vosgiens en se basant sur les données physico-chimiques **concernant** vingt et une rivières.

**La deuxième** partie est consacrée à l'étude particulière de la macrofaune benthique de quatre torrents situés dans une région sensible au processus d'acidification.

**Les** données physico-chimiques concernant les cours d'eau à l'étude proviennent d'un programme de surveillance organisé par l'Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse en collaboration avec le Conseil Supérieur de la Pêche.

**Dans** le cadre du Quatrième Programme des Communautés Européennes (1986-1990), un projet d'étude a été proposé pour un financement partiel. N'ayant pas été retenu, **il** est actuellement repris pour étude par le Ministère de l'Environnement.

**L'étude** actuellement en cours est subventionnée par l'Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse.

D'après Sutcliff et Carrick, les conditions du milieu agiraient indirectement en **réduisant** la production primaire **et/ou** la décomposition **bactérienne**, créant ainsi un manque de nourriture qui affecterait les organismes herbivores, provoquant une diminution de leur nombre. Toutefois Hall et al. (1980) font remarquer qu'une **réduction** des **invertébrés** intervient avant toute diminution des ressources trophiques. Des **études** concernant la physiologie d'espèces appartenant à d'autres groupes taxonomiques (Diptères, **Coléoptères**, Trichoptères, **Plécoptères**) seraient souhaitables afin de préciser si les altérations décrites chez les Epheméroptères peuvent être généralisées.

En conclusion, trois hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'altération dans la diversité et l'abondance des macroinvertébrés benthiques.

L'augmentation de la concentration en ions hydrogènes peut agir :

- a) directement en affectant la physiologie des organismes
- b) indirectement en augmentant les concentrations en métaux qui ont un effet toxique sur les individus
- c) en **réduisant** les ressources en nourriture.

Actuellement il semblerait qu'une réponse physiologique des organismes, soit directement au niveau des mécanismes **d'échanges** ioniques, **et/ou** indirectement par le biais de la toxicité des métaux, principalement l'aluminium, serait la raison majeure des perturbations observées au niveau de l'édifice biologique.

Dans les rivières vosgiennes où des pH très bas et des concentrations en aluminium **élevées** existent, soit tout au long de l'année, soit en période de "**stress**" acide, les organismes aquatiques sont confrontés à des **problèmes** toxicologiques, comme l'atteste la **disparition** de la truite S. trutta fario de nombreux cours d'eau. La réponse des **macroinvertébrés** benthiques à de telles conditions semble ne pas être aussi rapide que celle des poissons (Berril et al., 1987).

Toutefois toutes les **espèces** ne **présentent** pas la même sensibilité, certaines apparaissant même tolérantes.

Une étude plus **détaillée** doit être poursuivie sur plusieurs cycles annuels car on peut **émettre l'hypothèse** que certaines **espèces réalisent** leur cycle en dehors des périodes de stress acides et qu'elles se trouvent ainsi protégées de l'action **néfaste** de l'**acidification** ; **par** contre d'autres **espèces présentent** sans doute une **concor-**

**dance** entre la période maximale d'acidification et leur **présence** sous une écophase la plus sensible. Ces **espèces** disparaissent donc **à** un moment ou **à** un autre de leur cycle. Une connaissance des **espèces** et de leur cycle **s'avère** indispensable **à** la compréhension fine de l'impact de l'acidification des eaux sur les **macroinvertébrés** benthiques.

Afin **d'acquérir** des connaissances plus approfondies sur les modifications des populations de macroinvertébrés, **engendrées** par l'acidification des torrents, nous proposons de mener des **études** sur la **dérive** des organismes.

**Des** recherches visant **à** évaluer les conséquences d'une acidification expérimentale, dans des conditions semi-naturelles, sur les populations **d'invertébrés** benthiques, mais également sur le **développement** de la truite Salmo trutta fario, seraient **à** envisager.