

■ Développements futurs :

Les développements futurs consisteront à poursuivre le travail de recherche engagé sur les « Traits Fonctionnels ». Dans la Chaudanne, on testera la faisabilité et la viabilité de sondes physico-chimiques de terrain, en relation avec les relevés biologiques et les calculs de flux de substances. En particulier, la dynamique de circulation des flux hyporhéiques sera modélisée et comparée avec l'évolution des peuplements d'invertébrés interstitiels (Ruysschaert *et al.* 2002). La mise en place de mesures de gestion (conservation, réhabilitation) va se concrétiser à court terme, de même que le transfert des outils opérationnels de suivi écologique.

La prise en compte de nouveaux sites ateliers est prévue, notamment en Rhône-Alpes (la Saône dans l'agglomération Lyonnaise, cours d'eau périurbains du bassin de l'Yzeron...) et en Alsace.

■ Documents publiés :

- Barraud S., Bertrand-Krajewski J.L., Alfakih E., Boisson J.C., Winiarski T., Breil P., Lafont M., Namour Ph., 2001. Analyse des échelles spatio-temporelles de scrutation d'un hydrosystème soumis aux rejets urbains de temps de pluie. *Acta Sémi. MATE, « Métrologie dans les milieux aquatiques et les eaux urbaines », Nancy (France) 26-27 avril 2001* : 55-63.
- Bernoud S. 1998. Réponse écologique d'un ruisseau périurbain aux rejets de temps de pluie. *TFE Mastère « Eau Potable et Assainissement », ENGEES* : 55 pp.
- DCCE 2000. Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23/10/2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Adoptée le 22 décembre 2000*.
- Durbec A., Lafont M. & Camus J.C., 1992. Etude de la vulnérabilité à la pollution du champ captant de Chasse-sur-Rhône (38). *BUGEAP/Cemagref*. 16 pp.
- Fropier N., 2002. Effets écologiques des rejets urbains de temps de pluie dans un ruisseau péri-urbain. Synthèse et moyens de rémediation. *TFE ENGEES* : 64 pp
- Lafont M. 2001. A conceptual approach to the biomonitoring of freshwater : the Ecological Ambience System. *J. Limnol.*, 60 (1) : 17-24.
- Lafont M., Camus J. C & Rosso A. 1996. Superficial and hyporheic oligochaete communities as indicators of pollution and water exchange in the River Moselle, France. *Hydrobiologia*, 334 : 147-155.
- Lafont M., Breil P., Namour Ph, Camus J.C., Malard F. & Le Pimpec P. 2001a. Concept d'Ambiance Ecologique dans les Systèmes aquatiques continentaux (AESY). In : *Actes du Séminaire « Etat écologique des milieux aquatiques continentaux » Lyon, France, 20-21 mars 2001, document Cemagref-GMA* : 136-153.
- Lafont M., Vigneron S. & Fournier A., 2001b. Evaluation de l'effet des rejets polluants sur les milieux aquatiques situés en paysages imperméabilisés : proposition d'une approche intégrée. *Cemagref-BELY* : 22 pp.
- Nogueira, S., 2001. Incidence des rejets urbains de temps de pluie sur les communautés d'invertébrés interstitiels (oligochètes et crustacés) d'un petit cours d'eau périurbain. *Cemagref/BELY*: 42 pp.
- Orczyk, C., 2001a. Etude du devenir de la matière organique apportée par les rejets urbains de temps de pluie dans un ruisseau périurbain : développement d'une démarche méthodologique et application à la Chaudanne. *Cemagref Lyon/ISA/Faculté Libre des Sciences de Lille* : 105 pp.
- Orczyk, C., 2001b. Dispositif GEDO Grézieu-la-Varenne ; guide technique version 0. *Cemagref Lyon* : 49 pp.
- Ruysschaert F., Lafont M., Breil P., Nogueira S. & Namour Ph., 2002. Modelling of combined sewer overflows transfer and self-purification into a small river (PhD. Thesis). In : *Discharged urban waters : Ressource or Risk ? First World Wide Workshop for Junior Environmental Scientists, 21-24 May 2002, Domaine de Chérioux, Vitry-sur-Seine, France, Vol.1* : 101-108.
- Walsh C.J., Sharpe A.K., Breen P.F. & Sonneman J.A., 2001. Effects of urbanization on streams of the Melbourne region, Victoria, Australia. I. Benthic macroinvertebrate communities. *Freshwat. Biol.*, 46: 535-551.

Appréciation et suivi de l'état écologique d'un ruisseau périurbain soumis à des rejets urbains de temps de pluie.

Résumé:

L'examen des invertébrés interstitiels de la Chaudanne, ruisseau péri-urbain de l'ouest lyonnais, a permis de caractériser l'effet des rejets de déversoirs d'orage. En hautes eaux, un effet « eutrophisation » prédomine, alors qu'en basses eaux, on constate l'existence d'un effet « boues polluées », qui caractérise un état accusé d'altération de la biodiversité et doit être éradiqué. Des outils opérationnels de suivi écologique de ces effets sont à présent disponibles et transférables.

■ Cadre Général et contexte

Ce projet vise à connaître les relations entre les flux de polluants, provenant de rejets intermittents de temps de pluie, et la dégradation de la qualité écologique d'hydrosystèmes situés dans des paysages urbanisés. Le but est de préserver ou de restaurer/réhabiliter un « bon état écologique » dans le milieu récepteur, dans un contexte de développement durable et réaliste.

En particulier, le milieu hyporhéique est plus réactif aux pollutions chimiques et moins réactif aux stress hydrauliques que les habitats superficiels. Il peut, comme les sédiments fins, stocker et garder la mémoire des contaminations passées ou présentes. Cette observation concerne aussi les grands cours d'eau (Durbec *et al.* 1992 ; Lafont *et al.* 1996), et présente un intérêt appliqué certain, notamment lorsque les sédiments fins sont absents.

L'évaluation de l'état biologique d'un milieu aquatique est usuellement réalisée à partir d'organismes superficiels (algues, macrophytes, invertébrés, poissons). Cependant, l'examen des invertébrés interstitiels (oligochètes, crustacés) des sédiments grossiers superficiels et du milieu hyporhéique (milieu saturé situé sous le lit du cours d'eau), a été privilégié dans le cas des milieux en paysages urbanisés, où les perturbations hydrauliques peuvent constituer une cause majeure d'altération des communautés de macro-invertébrés superficiels (Walsh *et al.* 2001).

Le site expérimental instrumenté est constitué par la Chaudanne, ruisseau péri-urbain de l'ouest de l'agglomération lyonnaise. Le choix du site a été dicté par divers impératifs et le cours d'eau devait :

- être représentatif des écosystèmes aquatiques péri-urbains de l'ouest lyonnais
- être d'accès et d'instrumentation faciles
- présenter un gradient d'imperméabilisation des sols environnants
- permettre de tester des mesures de réhabilitation et de prévention

■ Contacts

Michel LAFONT, UR BELY (1), Cemagref, 3 bis Quai Chauveau, CP 220, 69 336 LYON Cedex 09
Tel : 04 72 20 87 21, Fax : 04 78 47 78 75, e-mail : michel.lafont@cemagref.fr

Auteurs : Lafont M.(1), Nogueira S.(1), Fropier N.(1), Breil P.(2), Namour Ph.(3), Fournier T.(2), Camus J.C.(1), Le Pimpec P.(3), Gorini D. (3), Ruysschaert F.(2) & Queau H.(1). (2), (3) : UR Hydrologie/Hydraulique et UR Qualité des Eaux du Cemagref Lyon

■ Objectifs spécifiques de l'étude :

Ils consistent :

- à comprendre le fonctionnement écologique de la Chaudanne, où prédominent les sédiments poreux superficiels et le milieu hyporhéique,
- à mettre au point des outils opérationnels de caractérisation du fonctionnement écologique
- à proposer des mesures de réhabilitation et de prévention efficaces et durables

Les bioindicateurs retenus sont donc les communautés d'invertébrés interstitiels des sédiments grossiers superficiels et du milieu hyporhéique (oligochètes et crustacés). Ces bioindicateurs sont peu sensibles aux altérations de l'habitat physique et très réactifs aux altérations physico-chimiques. Les données obtenues sur les bioindicateurs sont mises en relation avec les données hydrauliques, notamment les hydrogrammes, et les flux de substances chimiques apportées par les rejets polluants (déversoirs d'orage). Ces recherches constituent les premiers maillons d'une « bioindication fonctionnelle opérationnelle », validée au plan scientifique et transférable à des organismes d'application. Elles se fondent sur le développement du concept « d'ambiance écologique » (EASY, Lafont 2001), et se déclinent selon 4 étapes (qualitative, quantitative, synthétique, opérationnelle), qui suivent une démarche qualité recherche (Lafont *et al.* 2001a).

■ Résultats :

Les 2 premières étapes (qualitative et quantitative) ont permis i) d'enrichir la connaissance du fonctionnement de la Chaudanne, à partir d'Analyses en Composantes Principales normée (ACPN) sur les biocénoses d'oligochètes et de crustacés (Nogueira 2001 et Fig. 1 & 2), et ii) d'améliorer l'instrumentation physico-chimique du site (Orczyk 2001a), avec la proposition d'une démarche qualité en matière de gestion d'installations fixes de terrain (bungalows, sondes *in situ*, Orczyk, 2001b). Des mises au point métrologiques ont également été effectuées (Barraud *et al.* 2001).

Le secteur témoin (station 1, Fig. 1 & 2) révèle un état écologique fonctionnel représenté par des espèces d'invertébrés interstitiels sensibles à la pollution et caractéristiques de sédiments superficiels et hyporhéiques perméables (Traits Fonctionnels TRFs « perméabilité » et « intolérance »). En outre, ce phénomène est constant depuis 1998 si l'on se réfère au travail de Bernoud (1998). Le secteur témoin pourrait donc constituer un modèle fonctionnel de « bon état écologique » à préserver ou à réhabiliter.

Les sites récepteur de rejets (2, 3 et 4) présentent les deux tendances fonctionnelles suivantes :

- 1) soit le milieu est caractérisé par la forte prolifération d'invertébrés interstitiels résistants à la pollution des eaux, mais dans un contexte physique qui reste perméable (Trait Fonctionnel « eutrophisation ») ; cette tendance s'avère caractéristique des rejets du DO en périodes de hautes eaux (Fig. 2) ;
- 2) soit le milieu est caractérisé par la prédominance d'espèces d'oligochètes favorisées par la présence de boues polluées dans les interstices des sédiments (TRFs « effet boues polluées ») ; cette tendance est caractéristique des rejets du DO en périodes d'étiage (Fig. 1).

Les deux tendances fonctionnelles relevées en aval des rejets sont plus variables dans les sédiments de surface et plus constantes dans le milieu hyporhéique (Nogueira 2001 ; Fropier 2002). Elles sont également liées à l'augmentation significative, par rapport à la station 1, des teneurs en NH₄⁺ et en phosphore dans les eaux de surface et hyporhéiques.

Au cours de la 3^{ème} étape (synthèse), on a pu confirmer que l'effet « boues polluées » s'avérait plus dangereux pour la biodiversité du milieu que l'effet « eutrophisation » (Fropier 2002). La dernière station du ruisseau (station 4) semble le réceptacle final de tous les rejets, et l'effet boues est permanent dans le milieu hyporhéique. Il y a donc une trilogie de facteurs à considérer pour comprendre le fonctionnement du système : la pluie, les débits du cours d'eau et la nature des rejets déversés par le DO (notamment la quantité de boues polluées véhiculées par le réseau), chaque facteur de la trilogie n'étant pas suffisant à lui-même pour expliquer les effets constatés.

La 4^{ème} étape (Opérationnelle) a déjà débuté par la rédaction de guides techniques généraux (Lafont *et al.* 2001b) ou métrologiques en chimie du milieu récepteur (Orczyk 2001b). Les premières mesures concrètes de prévention et de remédiation ont été proposées sur la Chaudanne (Fropier 2002) : passage en réseau séparatif, nettoyage des rues, meilleur curage du réseau actuel, mise en place de chaussées poreuses, de bassins d'orage, etc.

Cette dernière étape peut se poursuivre par le transfert des outils de mesure des Traits Fonctionnels, basés sur l'examen des invertébrés interstitiels superficiels et hyporhéiques. Cette méthodologie est à présent validée (Fropier 2002), et transférable à des opérateurs.

L'étude des communautés d'invertébrés interstitiels repose en effet sur des protocoles standardisés d'échantillonnage sur le terrain et de traitement des échantillons au laboratoire. Une méthodologie opérationnelle simplifiée est aussi disponible et ne considère plus que 2 variables biologiques, le pourcentage d'oligochètes Tubificidae (indicateurs d'effet boues), et les effectifs de crustacés (indicateurs d'eutrophisation).

■ Le cadre d'utilisation :

La prise en compte des Traits Fonctionnels, à partir de l'examen simplifié ou complet des communautés d'invertébrés interstitiels, pourrait intervenir :

- dans le cadre d'études d'impact ;
- lors de suivis de routine, notamment lorsque des mesures de prévention et de réhabilitation ont été mises en œuvre ;
- pour participer à la mise en place d'observatoires écologiques ;
- afin d'évaluer les dommages fonctionnels subis par le milieu récepteur et aider à la décision publique en matière de gestion des rejets urbains, notamment dans le cadre du respect de la Directive-Cadre sur la qualité écologique des milieux aquatiques (DC-CE 2000).

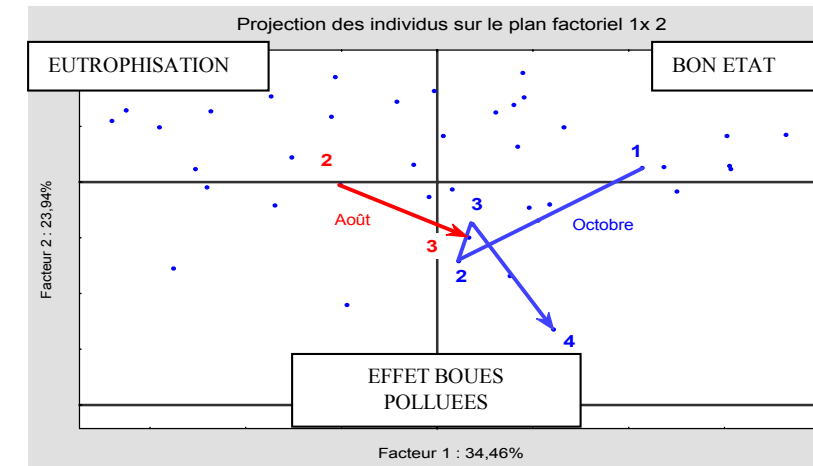


Figure 1. Trajectoires saisonnières des stations de la Chaudanne dans le plan F1-F2 de l'Analyse en Composantes Principales normée (ACPN) ; période de basses eaux (août et octobre 2000) ; 1 : station témoin exempte de rejets urbains ; 2 : amont immédiat du déversoir d'orage (DO) ; 3 : aval immédiat du DO ; 4 : aval plus lointain du DO ; d'après Nogueira (2001).

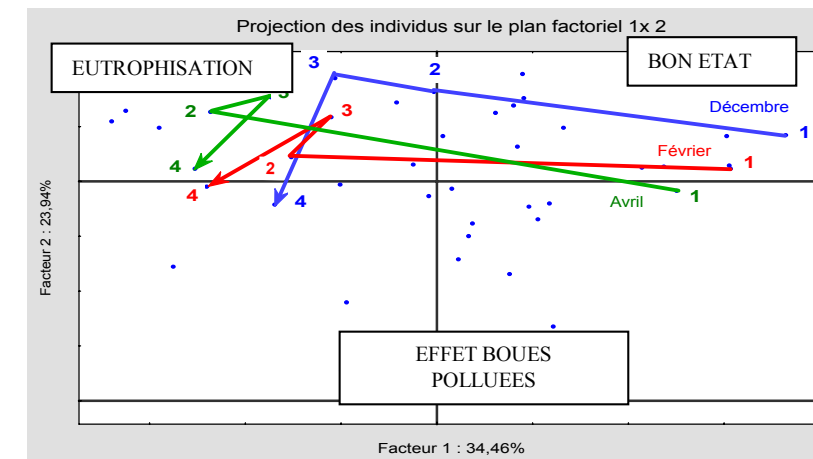


Figure 2. Trajectoires saisonnières des stations de la Chaudanne dans le plan F1-F2 de l'Analyse en Composantes Principales normée (ACPN) ; période de hautes eaux (décembre 2000, février et avril 2001) ; 1 : station témoin exempte de rejets urbains ; 2 : amont immédiat du déversoir d'orage (DO) ; 3 : aval immédiat du DO ; 4 : aval plus lointain du DO ; d'après Nogueira (2001).