

L'importance du fonctionnement morphodynamique du cours d'eau sur les habitats des éphémères. L'exemple d'une rivière de montagne : l'Ariège (Pyrénées centrales françaises)

par Alexis MERCIER

Géodynamique des milieux naturels et anthropisés, UPRES-A-6042 CNRS
Maison de la Recherche, 4, rue Ledru, F- 63057 Clermont-Ferrand cedex

Mots-clés : Colmatage, éphéméroptères, anthropisation, dynamique morphologique, Ariège.

Le fonctionnement morphodynamique d'un cours d'eau est un élément fondamental pour son équilibre biologique. Ainsi, lorsque l'homme modifie la fréquence des débits qui remobilisent la charge de fond (ou débits morphogènes), il favorise le colmatage. On remarque alors un impact fort sur les populations d'éphémères qui deviennent alors moins nombreuses et moins diversifiées, une partie de leur habitat étant moins favorable à leur développement.

Influence of river morphodynamic on Mayflies habitat use. Example of the Ariège river (Pyrenean mountains, France).

Keywords : warping, ephemeroptera, anthropic disturbances, morphological dynamics, Ariège river.

Morphodynamic is a key element in river ecological functioning. It can be disturbed by anthropic activities in terms of morphogenetic discharges (i.e. bankfull discharges) that are likely to favour warping. We found that human disturbances induce a decrease in Mayflies abundance and diversity, due to the disappearing of the natural habitat characteristics needed to complete their life cycles.

1. Introduction

Comme la majorité des insectes aquatiques peuplant les rivières d'eau vive, les éphémères sont très dépendants du substrat qui forme leur habitat (VERNEAUX, 1973). Certains colonisent les blocs et les galets (Heptageniidae, Oligoneuriidae) alors que d'autres préfèrent les graviers, les sables et les limons (Ephemeridae). Selon certaines théories, au-delà même de la granulométrie, le fonctionnement morphodynamique est l'élément déterminant de l'implantation d'un grand nombre d'espèces (CASTELLA & AMOROS, 1988 ; GALDEAN, 1992 ; FOECKLER *et al.*, 1994 ; GALDEAN *et al.*, 1995). Certains éphémères préférant les secteurs en voie d'érosion, d'autres préférant les zones de transit de matériaux ou encore de dépôts (tableau 1).

Erosion	Erosion Transport	Transport	Accumulation de cours supérieur	Accumulation de cours aval
<i>Baetis melanonyx</i> <i>Baetis alpinus</i> <i>Rhithrogena semicolorata</i> <i>Oligoneuriella rhenana</i> <i>Ecdyonurus venosus</i> <i>Epeorus sylvicola</i> <i>Ecdyonurus insignis</i>	<i>Baetis rhodani</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Caenis macrura</i>	<i>Alainites muticus</i> <i>Baetis buceratus</i> <i>Habrophlebia fusca</i> <i>Potamanthus luteus</i> <i>Caenis luctuosa</i> <i>Ecdyonurus dispar</i> <i>Heptagenia sulphurea</i>	<i>Nigrobaetis niger</i> <i>Baetis scambus</i> <i>Baetis vernus</i>	<i>Caenis horaria</i> <i>Caenis robusta</i> <i>Habrolaetoides confusa</i>

Tableau 1. Les principales espèces d'éphémères représentatives du fonctionnement morphodynamique. D'après GALDEAN, 1992.

Table 1. The main families of Mayflies showing the morphological dynamic of stream. In GALDEAN, 1992.

Ainsi, quel qu'en soit le principe, il est évident que les éphémères sont particulièrement sensibles à la dynamique morphologique de la rivière où ils sont implantés. Le moindre changement d'ordre morphodynamique peut être très défavorable à certaines espèces, le colmatage en étant un bon exemple (MARMONIER, 1988 ; AMOROS & WADE in AMOROS & PETTS, 1993). Si parfois ce phénomène est naturel, dans le cas de bassin versant fournissant beaucoup d'argiles et de limons comme celui de l'Isère¹, l'homme est souvent responsable de ce changement.

Pour essayer de comprendre ce phénomène, nous allons étudier le cas de la rivière Ariège dans les Pyrénées françaises et voir par quels facteurs l'homme peut être responsable du colmatage et en quoi celui-ci affecte les populations d'éphémères.

2. Le colmatage : un phénomène largement anthropique

Lorsqu'on recherche les causes du colmatage, deux éléments explicatifs principaux se dégagent.

Le premier est l'importance de la charge solide fine², qu'elle soit charriée ou le plus souvent en suspension. Quand ce type de transport solide domine la charge totale, il remplit tous les interstices sur le fond et les berges.

Le second provient d'une diminution du rythme naturel de remaniement de la charge grossière de fond. La baisse de la fréquence du charriage des blocs et des galets laisse plus de temps aux matériaux fins pour investir les espaces entre les éléments les plus grossiers. Dans ce cas, nous sommes le plus souvent en présence d'une interférence de l'homme car il est peu fréquent qu'une diminution du remaniement des matériaux grossiers trouve une origine naturelle dans les variations du climat. D'une manière générale, il s'agit ici fréquemment d'une conséquence de la construction de barrages. Les exploitants interceptent tout ou partie des hautes eaux pour remplir des barrages destinés à favoriser l'irrigation ou à produire de l'énergie électrique.

1. En crue, sur cette rivière, des valeurs de M.E.S. de 20 g.L⁻¹ ont été mesurées (PEIRY, 1997).

2. C'est-à-dire d'une granulométrie allant des sables fins aux argiles, soit moins de 0,5 mm.

Si on examine le cas de l'Ariège, ce processus peut être mis en évidence. Sur son cours supérieur, un grand nombre de barrages sont présents, ils captent les hautes eaux printanières pour remplir les réservoirs vidés durant l'hiver (MERCIER, 1999). Dans le détail, il s'avère qu'entre 1906-1935 et 1967-1996³, les débits morphogènes⁴ ont diminué de 44 % en raison de cette activité humaine⁵ (figure 1). Sur le terrain, cette transformation de la morphodynamique se traduit par une activité morphologique du fond du lit moins fréquente dans le temps, mais aussi plus réduite spatialement à l'échelle du chenal.

Ainsi, on remarque qu'un fort colmatage est observable dans beaucoup de secteurs, principalement là où la baisse des débits morphogènes se traduit par une raréfaction des épisodes de remaniement des fonds. Les blocs, les galets et les graviers paraissent alors comme cimentés les uns aux autres par les éléments fins en général limoneux.

Pour chercher à mesurer ce phénomène, nous avons pratiqué une analyse granulométrique des alluvions remplissant les interstices entre les blocs et les galets. Cette démarche a consisté à prélever ces alluvions, durant l'étiage, puis à déterminer leur structure granulométrique par tamisage en laboratoire⁶. Pour cela, les matériaux ont été traités au peroxyde d'hydrogène pour éliminer la matière organique, puis ils ont été séchés en étuve (24 h à 105 °C) après l'adjonction d'une quantité minimale de défloculant (métaphosphate de sodium) pour éviter un durcissement au séchage. A l'issue de cette opération, il s'avère que ce colmatage de certains secteurs s'observe très bien sur la granulométrie des matériaux interstitiels aux blocs et aux galets. En plus d'être plus présents qu'ailleurs, les matériaux sont plus fins là où la rivière est colmatée (figure 2).

Alors que l'origine de cette transformation est largement anthropique, quels peuvent être ses effets sur la faune benthique, en particulier sur les populations d'éphémères.

3. Les effets du colmatage sur les éphémères

Dans les cours d'eau de montagne, la plupart des éphémères ont un besoin vital d'interstices entre les blocs et les galets, que se soit comme habitat ou comme zone de refuge contre les crues ou les prédateurs. Sur l'Ariège, les seules espèces pouvant se passer d'un tel milieu vivent, soit dans les dépôts sableux à sablo-limoneux (*Ephemera danica* par exemple), soit dans des débris végétaux sur les bords (*Torleya major* par exemple). Dans tous les cas, il s'agit d'espèces peu fréquentes, pour ne pas dire accidentelles.

Lorsqu'on examine la distribution des éphémères en fonction de la fréquence du remaniement des alluvions, il apparaît nettement que les populations sont les plus abondantes et les plus diversifiées là où les dépôts des alluvions sont remis en mouvement fréquemment. A l'inverse, là où les matériaux sont déposés depuis longtemps, où le colmatage est le plus important, on observe une faible densité d'éphémères et une diversité particulièrement réduite.

Sur cette thématique, nous avons réalisé une étude sur l'Ariège en amont et en aval de Varilhes entre 1995 et 1998. Pour cela, nous avons fait une série de deux campagnes de prélèvements en mars et fin juillet sur près de 20 stations pour moitié représentatives des secteurs colmatés et pour moitié des secteurs dont les fonds sont remobilisés plusieurs fois par an (en moyenne entre 1992

3. Analyse hydrologique réalisée à la station de Foix (DIREN Midi-Pyrénées).

4. Ce sont les débits qui remettent en mouvement la charge grossière de fond, soit environ 110 m³.s⁻¹ à Foix, (MERCIER, 1999).

5. Dans le même temps on n'observe pas de changement de la pluviométrie susceptible d'expliquer cette baisse.

6. Ces opérations ont été effectuées au Laboratoire de l'UPRES-A-6042 à Clermont-Ferrand.

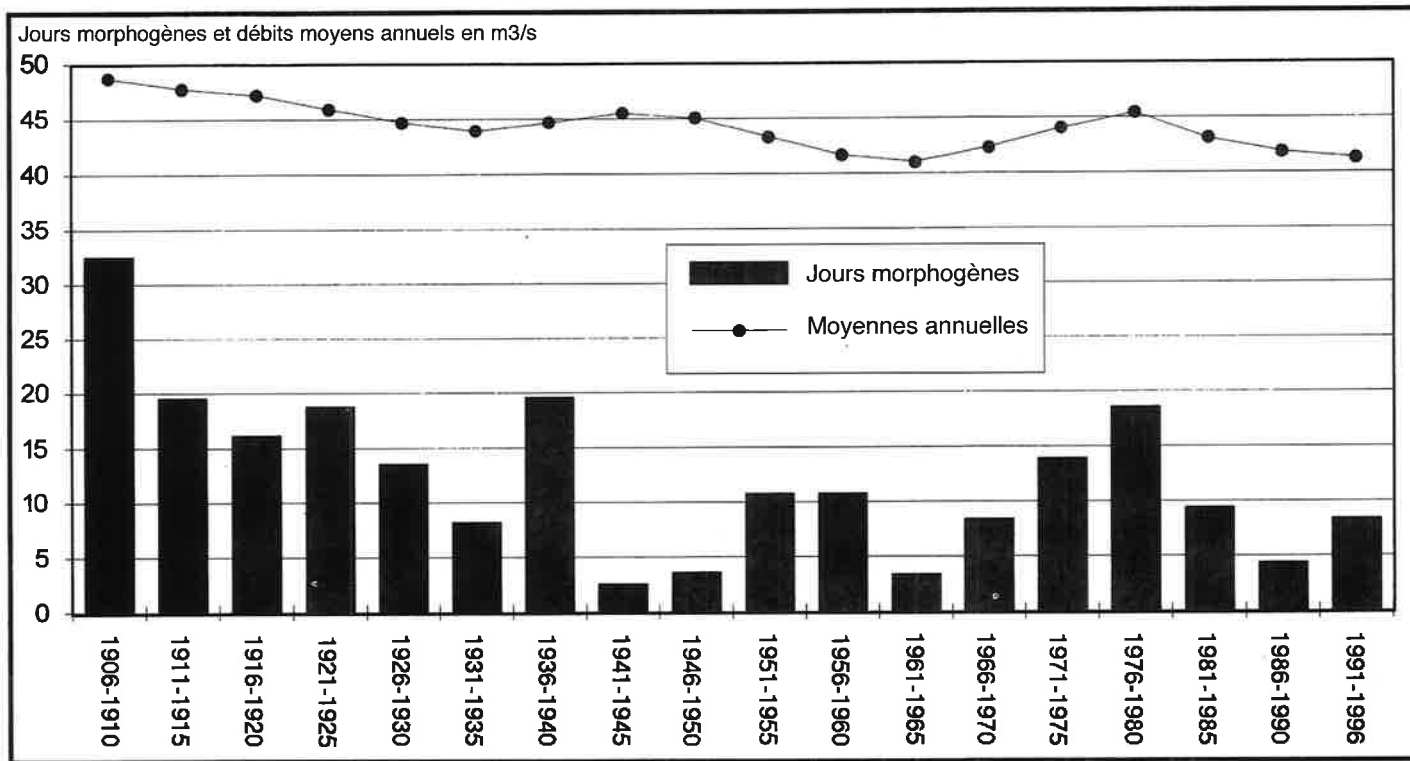
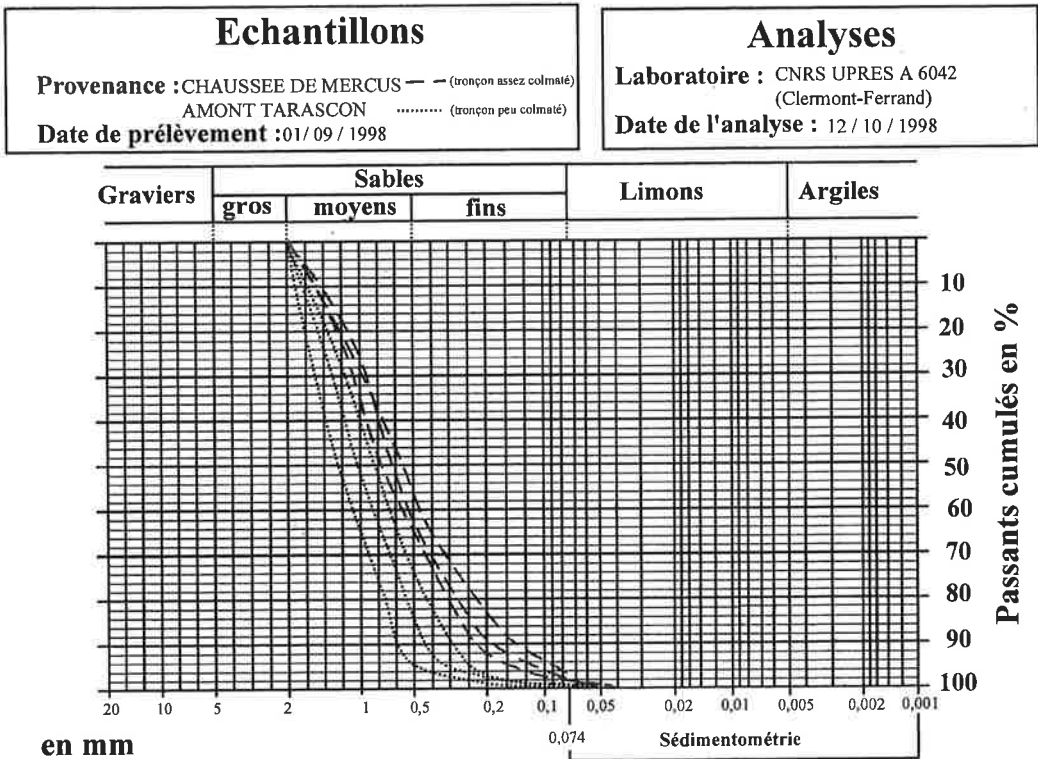


Fig. 1. Evolution des débits morphogènes et des modules annuels à Foix depuis 1906.



A. Mercier, 1999.

Fig. 2. Comparaison des granulométries interstitielles entre un secteur colmaté et un secteur fréquemment remanié.

et 1995). La collecte des larves d'éphémères, par placette de 1/20 m², s'est faite par utilisation d'un matériel proche du *type Surber* (GAY, 1995) avec un vide de maille d'environ 600 µm. Dans une dernière phase, une détermination au genre a été effectuée par l'utilisation de clé (TACHET *et al.*, 1980), puis après un conditionnement des larves (tube rempli d'alcool à 70 %), les insectes ont été transmis à la coordination du programme d'Inventaire des Ephémères de France (INVFMR) pour une détermination à l'espèce.

D'une manière synthétique, les résultats de cette étude nous montrent que là où le colmatage est faible à nul, on trouve en moyenne 10 espèces et 150 individus par m². A l'inverse, on ne trouve que seulement 3 espèces et 25 individus par m², en moyenne, là où les fonds sont fortement colmatés (tableau 2).

En définitive, si ces résultats sont malheureusement assez partiels, ils montrent bien l'opposition entre les secteurs où l'activité morphogénique faible induit un colmatage et ceux où, à l'inverse, le fréquent remaniement des alluvions garantit une structure ouverte des fonds. Il s'avère dans ce cas que la fréquence du colmatage, par l'importance des conséquences induites, est un facteur déterminant pour les populations d'éphémères au même titre que certaines pollutions considérées comme très défavorables aux insectes aquatiques (métaux lourds, organochlorés, ...).

4. Conclusion

A l'issue de ces résultats, plusieurs éléments méritent d'être mis en avant en raison de leur portée.

Tout d'abord, l'anthropisation des débits que nous avons décrite pour l'Ariège est responsable de l'établissement de conditions morphodynamiques favorables au colmatage des fonds. En écrêtant les hautes eaux, les barrages induisent une plus rare activité morphodynamique qui permet aux matières fines de s'insérer pour longtemps entre les galets et donc de colmater les habitats par effet cumulatif.

En second lieu, l'importance du colmatage est fondamentale pour les populations d'éphémères, notamment les Heptageniidae et les Oligoneuriidae. Une structure fermée des alluvions est sans aucun doute un facteur très pénalisant pour les espèces d'eau vive. Au-delà même des populations, cette réalité pose des problèmes pour l'utilisation des insectes aquatiques comme indicateur de la qualité de l'eau. En effet, l'eau peut être sans pollution et le colmatage, en interdisant une bonne implantation des éphémères, peut fausser les résultats.

Cette considération dépasse même l'ordre des éphéméroptères dans la mesure où aucun plécoptère n'a été observé en dehors des zones favorables alors qu'il s'agit d'un ordre qui regroupe la plupart des taxons indicateurs témoignant d'une eau indemne de pollution.

Zones non colmatées	Zones colmatées
<i>Oligoneuriella rhenana</i> <i>Ecdyonurus venosus</i> <i>Ecdyonurus insignis</i> <i>Baetis rhodani</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Baetis lutheri</i> <i>Serratella ignita</i> ⁷ <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Ephemera danica</i> <i>Nigrobaetis niger</i> <i>Epeorus sylvicola</i>	<i>Baetis rhodani</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Serratella ignita</i>

Tableau 2. Les effets du colmatage sur la composition des éphémères dans l'Ariège. (Détermination effectuée pour partie par M. BRULIN, INVFMR).

7. Ex *Ephemerella ignita*.

8. Ex *Baetis niger*.

Travaux cités

- AMOROS, S.C. & G.E. PETTS. 1993. Hydrosystèmes fluviaux. Paris, Masson, 300 p.
- CASTELLA, E. & S.C. AMOROS. 1988. Freshwater macroinvertebrates as functional descriptors of a dynamics of former river beds. *Verhandlungen der internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **23** (3), 1299-1305.
- FOECKLER, F., W. KRETSCHMER, O. DEICHNEIR & H. SCHMIDT. 1994. Les communautés de macroinvertébrés dans les chenaux abandonnés par une rivière en cours d'incision, la basse Salzach (Bavière, Allemagne). *Revue de Géographie de Lyon, Lyon*, **69** (1) 1994, 31-40.
- GALDEAN, N. 1992. Utilisation of mayflies (insecta, ephemeroptera) for dividing some romanian running waters into zones. *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, Vol. XXXII, 1992, Bucarest, 399-423.
- GALDEAN, N., P. BACALU & G. STAICU. 1995. Biological division of the river Crisul Alb and Crisul Negra (Romania) into zones according to the mayflies fauna and of the ichthyofauna. *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, Vol. XXXV, 1995, Bucarest, 567-592.
- GAY, C. 1995. Indice Biologique Global Normalisé, N.F. T 90-350, guide technique. Ministère de l'Environnement, Agences de l'Eau, Conseil Supérieur de la Pêche, Grenoble, 69p.
- MARMONIER, P. 1988. Biocénoses interstitielles et circulation des eaux dans le sous-écoulement d'un chenal aménagé du Haut-Rhône français. Thèse de doctorat, Université de Lyon 1, 2 volumes, 161p et 108p.
- MERCIER, A. 1999. L'anthropisation d'un système fluvial à haute énergie : l'exemple de l'Ariège (Pyrénées centrales françaises). Thèse de doctorat, Université de Limoges, 374p et annexes.
- PEIRY, J.L. 1997. Recherche en géomorphologie fluviale dans les hydrosystèmes fluviaux des Alpes du Nord. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, université J. Fourier, Grenoble, 308 p.
- TACHET, H., M. BOURNAUD & P. RICHOUX. 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique). Université Lyon I, Association Française de Limnologie, 156p.
- VERNEAUX, J. 1973. Cours d'eau de Franche-Comté. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. *Annales Scientifiques de l'Université de Besançon*, 260 p.