

Suite

Déclin de l'entomofaune aquatique, une biodiversité en péril dans les rivières karstiques

M. Hivet et JP. Hérol

Cette situation se retrouve dans les rivières karstiques de la région Franche-Comté à substrat calcaire : Doubs, Loue, Dessoubre, Cusancin, Ain et leurs affluents.

Pour avoir une vision claire de l'évolution des populations d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères, il serait nécessaire de réaliser rapidement un travail scientifique de prélèvement dans des conditions identiques à celles dans lesquelles a opéré J. Verneaux dans les années 70 et de comparer les résultats obtenus à ceux qu'il a publiés dans sa thèse (1973) qui sert de référence.

Des données faunistiques ont été publiées par un comité d'experts présidé par J.F. Humbert qui a été chargé par le Préfet du Doubs de rédiger un rapport sur les dysfonctionnements en cause. Ce rapport, signé du laboratoire parisien Bioemco, a été rendu public le 7 mars 2012.

On peut discuter certains points de ce rapport mais le constat global est sans appel : « milieu fortement dégradé ». La partie du rapport consacrée aux macro-invertébrés benthiques, due à Valérie Verneaux de l'Université de Franche-Comté est particulièrement intéressante car elle confirme et valide des observations de terrain. Cette contribution souligne une évolution des populations d'invertébrés benthiques que l'on peut résumer en quelques mots : glissement vers l'amont des populations avec diminution du nombre d'espèces et de leur abondance et aussi disparition des groupes ayant les plus fortes exigences écologiques.

Cela vaut pour les communautés de Plécoptères, d'Ephéméroptères et de Trichoptères. Le glissement vers l'amont avait été mis en évidence pour les peuplements de poissons par une étude du CSP en 1998-1999 dont nous avons rendu compte dans le n° 196 de la publication ANPER-TOS .

Revenons sur l'évolution de ces trois groupes.

Les Plécoptères

Ce sont des insectes à métamorphoses incomplètes. Leur développement passe par l'œuf, la larve qui grandit par des mues successives et l'adulte ou imago. Beaucoup d'espèces sont de petite taille (moins de 1 cm) alors que les plus grandes comme *Dinocras cephalotes* peuvent atteindre une longueur de corps de 25 mm et une envergure de 45 mm.

Les larves sont caractérisées par des pattes terminées par deux griffes tarsales et deux filaments caudaux (les cerques). La respiration cutanée peut être complétée par des branchies en touffes au niveau des hanches (coxae) et de l'anus.

Les petites espèces sont végétariennes (diatomées, algues filamenteuses) et détritivores. Les grandes espèces (Perlidae et Perlodidae) ont une alimentation animale (protozoaires-vorticelles-nématodes, diptères-simulies et chironomes).

Après plus de vingt mues, la larve qui a des sacs alaires bien développés (on la désigne alors abusivement sous le nom de nymphe) est prête pour l'émergence, donc la transformation en imago. Elle rampe hors de l'eau et s'accroche sur un support de pierre ou végétal, et l'adulte s'extrait de l'enveloppe nymphale par une fente dorsale. Il est caractérisé par des ailes repliées sur le dos, et son unique fonction est la reproduction.

Nous avons observé au dessus de la Loue, dans les années 60-70 des rassemblements alimentaires de rapaces : buse, faucon crécerelle et faucon pèlerin, milan noir et milan royal, tournoyant dans une ascendance pour se nourrir de la grande espèce *Dinocras cephalotes* alors particulièrement abondante lors d'une éclosion massive. Le vol lourd et la disponibilité de l'espèce déclenchait la prédation . De tels spectacles ne peuvent plus être observés aujourd'hui.

Les Plécoptères sont particulièrement sensibles à la dégradation de leur biotope et constituent de ce fait d'excellents indicateurs de la qualité du milieu.

J. Verneaux, dans une étude sur le réseau hydrographique du Doubs publiée en 1973 a présenté ses résultats en définissant des classes d'abondance numérotées de 1 à 5 selon des critères pertinents pour chaque famille. (0-absent, 1-présent mais faible, 2- peu abondant, 3- moyennement abondant, 4- riche, 5- abondant). Ces nombres allant de 0 à 5 sont appelés « **cotes d'abondance** ». Pour quantifier l'abondance d'un ordre d'insectes on définit aussi un « **indice d'abondance** » qui est la somme des cotes d'abondance de tous les genres appartenant à cet ordre.

Cet indice d'abondance reflète à la fois la diversité générique et l'abondance des représentants. La disparition d'un genre de même que la baisse de ses effectifs entraînent une diminution de l'indice d'abondance.

On a suivi l'évolution des populations de Plécoptères entre les années 1968-72 et les années 2000- 2003 sur deux rivières : la Loue et le Doubs.

Sur la Loue l'indice d'abondance des Plécoptères passe de 18 à 10 à Maisières , à l'aval d'Ornans, et de 23 à 10 dans le secteur de Chenecey.

Pour le Doubs cet indice d'abondance des Plécoptères est passé de 13 à 5 à l'aval du Châtelot et de 24 à 2 au niveau de la Goule.

Résultats dramatiques pour la Loue et catastrophiques pour le Doubs.

Il paraît légitime d'attribuer la responsabilité de ces différences au fonctionnement des usines hydroélectriques qui perturbent gravement l'écosystème du Doubs frontalier, et aux arrivées des eaux karstiques qui véhiculent des rejets toxiques des stations d'épurations et des activités agricoles (lisiers et pesticides).

Les publications du Laboratoire de Chronoenvironnement de l'Université de Franche-Comté confirment ces soupçons.

Des modifications récentes depuis 2020 du règlement d'eau des barrages ont apporté des améliorations, comme aussi les travaux réalisés sur la station d'épuration de la Chaux de Fonds (CH).

Cependant la prolifération des algues filamenteuses est toujours le signe d'un excès d'azote et de phosphore dépendant des pratiques agricoles .

Les Ephéméroptères

Le représentant connu de tous est la Mouche de Mai *Ephemera danica*.

Les éphéméroptères sont également des insectes à métamorphoses incomplètes. Mais, grande originalité de cet ordre d'insectes, les éphéméroptères présentent deux stades ailés successifs: d'abord le subimago non sexuellement mature aux ailes opaques et à la coloration terne, puis l'imago aux ailes transparentes.

Lors de la transformation du subimago en imago l'insecte abandonnera sur le support où il s'était posé une enveloppe vide : l'exuvie.

Les imagos effectueront un vol nuptial avant que les femelles fécondées aillent déposer leurs œufs sur ou dans l'eau.

Les larves présentent des pattes terminées par une seule griffe et le plus généralement trois filaments caudaux ou cerques. La respiration est assurée par des trachéobranchies implantées latéralement sur les segments abdominaux.

Les éphéméroptères constituent un groupe très diversifié quant à la morphologie et au mode de vie des larves.

-Larves fouisseuses du genre *Ephemera*, avec leur corps cylindrique et leurs branchies relevées sur le dos.

-Larves pétricoles des Heptageniidae au corps aplati plaqué au substrat et aux branchies étalées latéralement.

-Larves rampantes des Ephemerellidae se déplaçant lentement parmi les mousses ou sur les pierres.

-Larves nageuses des Baetidae appelées encore larves pisciformes qui sont très mobiles.

Il est fréquent que les larves migrent vers les rives quand elles atteignent les derniers stades de leur développement, ce qui les rend vulnérables aux brusques variations de niveau.

Arrivée au dernier stade, la larve aux sacs alaires sombres et bien développés (on l'appelle alors couramment nymphe) monte à la surface de l'eau pour se transformer en subimago qui trouve refuge dans la végétation des rives avant de subir, dans les jours qui suivent, la transformation en imago. Au repos, imagos et subimagos portent les ailes dressées.

Lors du vol nuptial, les imagos participent à des rassemblements spectaculaires au cours desquels les mâles effectuent un vol pendulaire et s'accouplent avec les femelles qui pénètrent dans l'essaim de mâles. L'accouplement est immédiatement suivi de la mort des mâles et du retour des femelles vers la rivière où elles déposent leurs œufs avant de dériver mourantes, au fil de l'eau.

On constate un effondrement des effectifs pour plusieurs espèces pourtant parmi les plus tolérantes quant à la qualité des eaux, comme *Ephemerella* sp.

Les Trichoptères

Les insectes appartenant à cet ordre subissent des métamorphoses complètes. Le cycle vital comprend le stade de l'œuf, les stades larvaires, un stade nymphal et le stade ailé ou imago. Les larves les plus connues sont les traînes-bûches ou porte-bois. Elles vivent cachées dans un étui de soie sur lequel sont collés des petits cailloux ou des débris végétaux selon les espèces et les milieux qu'elles habitent.

Parfois, comme chez les Limnephilidae l'étui est fait d'un mélange d'éléments minéraux et végétaux.

D'autres larves ne construisent pas d'étuis et rôdent en prédateurs parmi les pierres comme les *Rhyacophila*.

D'autres enfin construisent un filet de capture terminé par un tube au fond duquel la larve s'abrite. C'est le cas d'une espèce, *Plectrocnema conspersa*, non trouvée lors des inventaires pratiqués sur le Doubs franco-suisse alors qu'elle est citée en aval à Soubey (Suisse) en 2000 et 2005-2006. Ce fait s'explique par la fragilité du filet-piège qui est vulnérable aux brusques variations de débit, impact direct des installations hydroélectriques fonctionnant par éclusées.

A l'état de nymphe, toutes les espèces sont également protégées par un étui. A l'intérieur de celui-ci on trouve, avant l'émergence, un insecte enveloppée d'un cocon de soie. Cette nymphe est dite « libre » car tous les appendices (pattes, antennes) sont séparés du corps, contrairement à la chrysalide du papillon dans laquelle l'imago est comme emmaillottée.

Les larves des espèces à fourreau fixent celui-ci sur le fond par l'extrémité postérieure et obturent partiellement l'orifice antérieur.

Les larves sans fourreau construisent une logette de petits cailloux à l'intérieur de laquelle on retrouve la nymphe dans son cocon, souvent fixée sur les galets.

Pour l'émergence, les nymphes nagent grâce à leurs pattes frangées de soies natatoires soit vers la surface de l'eau soit vers les rives où les imagos se débarrassent de l'enveloppe nymphale, et prennent leur envol.

Avec leurs ailes repliées en toit sur le dos, les insectes ailés ressemblent grossièrement à de petits papillons de nuit aux antennes filiformes. Mais les ailes des Trichoptères sont couvertes de poils et non d'écailles. (*trichos*=poil).

Deux espèces furent particulièrement abondantes et ont été une source importante de nourriture pour les poissons :

- *Odontocerum albicorne*, grande espèce aux antennes blanches dont le corps peut atteindre 15 mm et les ailes 19 mm, elle est en forte régression.

- *Brachycentrus subnubilus*, une petite espèce sombre dont la longueur de l'aile ne dépasse pas 9 mm chez le mâle et 14 mm chez la femelle. Sa période de vol se situe en avril. Cette espèce, qui se caractérise par des émergences massives, a presque disparu du Doubs entre les années 1975 et 2005.

Dans les années 80 elle était encore si abondante que, lors des émergences, on ne voyait plus la rive opposée dans les secteurs de moyenne Loue. De nos jours, il est exceptionnel d'avoir la chance de repérer dans ce secteur 10 insectes en même temps dans son champ visuel. Une

estimation des populations actuelles au millième de leur densité de l'époque ne paraît pas exagérée.

Les émergences restent significatives en zone amont mais sont sans commune mesure avec ce qu'elles étaient autrefois. Les mêmes observations sont signalées sur les autres rivières de la région.

A l'opposé les Hydroptilidae représentent une famille prospère avec, à Parcey, en basse Loue, une progression de 1700 %. Or ces trichoptères minuscules (1.5 à 3 ou 4 mm) ont des larves consommatrices d'algues filamenteuses dont on a pu voir l'extention sur des substrats envahis progressivement au fil des années.

En conclusion, avec les hydrobiologistes qui ont publiés des articles scientifiques et avec des rapports documentés des administrations on peut mettre en cause une pollution chronique liée à une charge excessive en nutriments, nitrates et phosphates, ce qui entraîne :

- la diminution des ressources alimentaires pour certains macro-invertébrés
- le colmatage des subtrats avec perte d'accessibilité
- des variations nycthémérales de l'oxygénation à l'interface eau-substrat
- des apports importants de matière organique en décomposition en fin de période de développement algal avec anoxie lors de la dégradation de cette matière organique excédentaire et la libération d'ammoniac du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ toxique dans les eaux interstitielles des substrats.

On doit signaler aussi l'utilisation de plus en plus fréquente de produits vétérinaires insecticides rémanents comme l'invermectine , anti-parasite appliqué systématiquement avant la mise à l'herbe des bovins.

Les effets cumulés de ces évolutions entraînent la perte de biodiversité et la perte d'abondance des populations de toutes les espèces polluosensibles.

Les rivières karstiques ont une sensibilité très supérieure aux rivières de régions granitiques alluviales qui disposent d'un potentiel d'auto-épuration plus efficace. Ces rivières de tête du bassin versant Rhône dans l'arc jurassien doivent être considérées comme des refuges de la biodiversité de l'entomofaune et donc accéder à des types de contraintes environnementales incluant des règlementations de protection renforcées.

Quelques références bibliographiques

BOURGOGNE NATURE 2009 Revue scientifique 9/10 Invertébrés aquatiques : espèces patrimoniales, ordinaires et invasives. : plusieurs articles de référence.

BADOT PM et DEGIORGI F, 2020. Étude de l'état de santé des rivières karstiques en relation avec les pressions anthropiques sur leurs bassins versants. Université de Franche-Comté .UMR 6249.

CRETIN JY. MORA F, ROBERT JC. 2008. Quelques arthropodes invasifs passés, présents et à venir en Franche Comté. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs 92, p27-38.

DORIS : *La vie en eau douce*, Ed Neptune Plongée 2012, 415

HEROLD JP. 2014. La liste rouge régionale des poissons menacés en Franche-Comté. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 95, p 81-82.

HEROLD JP. 2020 L'anthropocène : comment l'homme a modifié les peuplements des rivières et des lacs de l'espace jurassien ; Bull ;Soc.Hist.Nat..Doubs , 98, p 15-20.

HUET M. 1954. Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes. Bulletin français de Pisciculture, p 41-53.

HIVET M. et HEROLD JP. 1998. Regar.ds sur la Loue. Revue de l'Association Nationale de Protection des Eaux et des Rivières (T. O. S.) n° 185, p 552p

NOËL P, 2004. Les invertébrés aquatiques introduits en France. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 90. p 25-34

SENE G. 2017. Les micropolluants et les pesticides dans les cours d'eau franc-comtois. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 96, p 97-111.

VERNEAUX J. 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherche écologique sur le réseau hydrographique du Doubs : essai de biotypologie. Ann. Scient. Univ. Fr. Comté. Biol. Anim. 3, 9, 260 p

Avec l'aimable autorisation de l'auteur de ces dessins d'éphémère, de trichoptère et de plecoptère



P. Troël