

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

M. Hivet et JP. Hérold

Les mortalités récurrentes de poissons, spécialement des salmonidés, observées dans les rivières de Franche-Comté depuis des années ont alerté les media. Articles et photos font les grands titres de la presse régionale.

Aussi spectaculaires soient-elles, elles ne sont que la conséquence la plus visible d'une grave détérioration du milieu aquatique dont le premier signe a été l'appauvrissement de l'entomofaune aquatique.

Cette dérive se manifeste par la disparition de certaines espèces (perte de diversité) et par un effondrement des populations d'insectes restants (perte d'abondance).

Cette évolution est dénoncée depuis longtemps : publications scientifiques, articles dans la revue nationale de l' Association de protection des eaux et des rivières ANPER-TOS, informations sur les sites pilotés par l'Agence de l'eau et ses relais, l'EPAGE établissement public d'aménagement et de gestion des eaux, CLE commission locale de l'eau, et aux services de l'Etat, DREAL, DDT, DDAS, OFB et aussi de la Région BFC, et des départements de l'arc jurassien.

Pourtant la préfecture du Doubs, après avoir été amenée à interdire la baignade et la consommation des poissons en raison de la prolifération des cyanobactéries et des mortalités de poissons, osait encore écrire : la Loue reste une « **rivière de qualité** » en s'appuyant sur des valeurs d'**IBGN, l'Indice Biologique Global Normalisé qui permet de caractériser l'état écologique d'une rivière en se basant sur l'entomofaune présente**. C'est une méthode standardisée utilisée en hydrobiologie qui apporte des informations de bioévaluation environnementale.

Cependant cet indice ne rend pas compte, ou fort imparfaitement, de la dégradation du milieu aquatique.

On essaie de faire dire à l'IBGN ce qu'il ne peut pas dire, et il sert alors d'alibi à ceux qui veulent nier, grâce à lui, une réalité patente.

Sans faire une critique complète de cet indice, on peut remarquer une dérive des référentiels et une certaine légèreté dans le choix de la famille comme taxon servant à définir les Groupes Faunistiques Indicateurs (GFI). Leur polluosensibilité est très variable à l'intérieur d'une famille et même d'un genre. Seule l'espèce pourrait être signifiante.

En outre l'abondance d'un taxon n'intervient que fort peu dans sa validation comme GFI. Pour des espèces comme celles citées ici, autrefois extrêmement abondantes, ce n'est qu'au voisinage immédiat de l'extinction que leur déclin pourrait être pris en compte par l'IBGN.

Enfin la quantité d'insectes produits sur une portion de rivière est directement fonction de la surface susceptible d'être colonisée par ceux-ci. Le recouvrement de la majeure partie du lit de la rivière par des algues qui n'y proliferaient pas il y a 30 ans suffirait à expliquer la baisse des effectifs d'insectes vivant sur les pierres et les sédiments du fond ou sur les *Fontinalis*, bryophytes elles-mêmes affectées par la prolifération algale. Mais d'autres facteurs sont à prendre en compte.

Il ne suffit pas de dire que les taux de nitrates et phosphates respectent des normes quand on constate que le milieu naturel ne les supporte pas. Il faut avoir le courage de les remettre en cause et rechercher tous les moyens de les réduire.

Cette situation se retrouve dans les rivières karstiques de la région, Doubs, Loue, Dessoubre, Cusancin, Ain et leurs affluents. Les effets des étiages sévères, voire des assecs répétés de secteurs connus de leurs cours amplifient les dégâts.

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 au début des 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 qui a été chargé par le Préfet du Doubs de rédiger un rapport sur les disfonctionnements en cause. Ce rapport, signé du

laboratoire parisien Bioemco, CNRS+INRA+ENS, a été rendu public le 7 mars 2012. Il reste d'actualité.

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 V. 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 sur 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 déclanchaient 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 68-72 et les années 98- 2003 sur la Loue et sur le Doubs amont.

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.

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 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 et même parmi les plus tolérantes quant à la qualité des eaux, comme *Baetis rhodani* et *Serratella ignita*.

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 traîne-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 conpersa*, 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 de son filet-piège qui est vulnérable aux brusques variations de débit, impacté directement par les éclusées des installations hydroélectriques.

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 emmailloté.

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.

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.

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.

Deux espèces particulièrement abondantes ont été une source importante de nourriture pour les poissons et autres consommateurs comme les oiseaux des milieux qui forment les ripisylves (bergeronnettes, cincles ...).

- *Odontocerum albicorne*, grande espèce aux antennes blanches dont le corps peut atteindre 15 mm et les ailes 19 mm, 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 1968-73 et 2001-2004.

Sur la Loue, dans les années 80 elle était encore si abondante que, lors des émergences, on ne voyait plus la rive opposée dans les secteurs de Cléron. De nos jours, il est exceptionnel d'avoir la chance de repérer dans ce secteur 10 insectes en même temps. Une estimation des populations actuelles réduites au millième de leur densité de l'époque antérieure à l'anthropocène récent ne paraît pas exagérée.

Les émergences restent significatives en secteurs amont mais sont sans commune mesure avec ce qu'elles étaient autrefois.

Les mêmes observations sont signalées sur les autres rivières karstiques de la région. Dans la Bienne par exemple, les rejets des industries de mécanique et de galvanoplastie ont eu des effets négatifs durables en voie de résilience.

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'extension sur des substrats envahis progressivement au fil des années.

En conclusion, avec les hydrobiologistes qui ont publié des articles scientifiques et avec des rapports documentés des administrations et des associations 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 substrats avec perte d'accessibilité
- des variations nycthémérales de l'oxygénation à l'interface eau-substrats
- 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 du couple NH₄⁺/NH₃ 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 produits bien connus qui provoquent l'affaiblissement et la perte des ruches de l'abeille domestique, la régression des nombreux insectes pollinisateurs ont des effets tout aussi délétères sur l'entomofaune aquatique.

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 des alimentations et des débits irréguliers et donc une sensibilité très supérieure aux rivières de régions granitiques alluviales qui disposent d'un potentiel d'auto-épuration plus efficace grâce aux flux régulés par la granulométrie.

Ces rivières fragiles 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 réglementations de protection strictes et renforcées.

Quelques références bibliographiques

BOURGOGNE NATURE 2009 Revue scientifique 9/10

Invertébrés aquatiques : espèces patrimoniales, ordinaires et invasives : plusieurs articles de référence

Badot P.M. 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.

<https://www.shnd.fr/2020/07/12/2012-2020-bilan-detude-sur-letat-de-sante-des-rivieres-karstiques/>

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.

Corolla J.P., Kupfer M., Rochefort G., Sohier S. (2012)

La vie en eau douce - les carnets du plongeur
ed. neptune plongée, 416p.

Héroid JP. (2014)

La liste rouge régionale des poissons
Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 95, p 81-82.

Héroid 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.

<https://www.shnd.fr/2022/03/31/la-loue-malade-la-derive-climatique-et-ses-effets-hydrobiologiques/>

Huet M. (1954)

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

Hivet M. et Héroid JP. (1998)

Regards sur la Loue

Revue de l'Association Nationale de Protection des Eaux et des Rivières (T.O.S.) n° 185, 552 p

Noël P. (2004)

Les invertébrés aquatiques introduits en France

Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 90, p 25-34.

Séné 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



P. Troël