

L'anthropocène : comment l'homme a modifié les peuplements des rivières et des lacs de l'espace jurassien

On situe le début de l'anthropocène à la fin du 18^e siècle avec l'essor de l'ère industrielle et le développement des échanges internationaux. Cette période a été baptisée ainsi et théorisée pour la première fois par Paul Josef Crutzen, prix Nobel de chimie en 1995.

Mais dès 1778 Buffon écrivait déjà dans *Les Époques de la Nature* : « La face entière de la Terre porte aujourd'hui l'empreinte de la puissance de l'homme ».

Tout récemment Michel Magny en 2019 explore les relations entre la crise écologique actuelle et la « crise de l'homme » qui caractérise l'anthropocène. En 2020 le laboratoire derChrono-environnement de l'Université Bourgogne-Franche-Comté rend un rapport très complet sur l'état de santé des rivières karstiques et les pressions anthropiques qu'elles subissent.

Cette période, encore appelée « l'âge de l'homme » correspond à l'impact exercé par toutes les populations humaines en forte croissance sur l'environnement naturel, qu'il soit géologique ou biologique. Il est marqué par des interventions de plus en plus fréquentes, importantes et durables sur les milieux originels préhistoriques et sur la répartition et la maîtrise des espèces, en particulier sur celles du monde aquatique.

Ces pratiques sont déjà fréquentes dès le Moyen Âge : transport, introduction, et acclimatation de poissons d'élevage en milieux aménagés comme dans la région des Mille étangs en Haute-Saône ou dans le cadre géographique de la Bresse jurassienne.

Dès la fin du 18^e siècle s'est développée une aquaculture plus spécialisée, avec des évolutions sur les pratiques d'élevage, puis aussi des interventions sur le génome pour « améliorer » les rendements et donc la rentabilité des espèces aquatiques.

Par la suite, des modifications de l'espace naturel initial avec des techniques de génie géologique ouvrent des milieux nouveaux comme les ballastières de plaine pour la

recherche de granulats ou des retenues des barrages hydroélectriques en moyenne montagne. Et les ambitions vont jusqu'aux travaux gigantesques du barrage de Vouglans visible depuis la station orbitale. Ainsi la trace de l'homme est présente dans toute la région, même en zone d'altitude avec la création de retenues d'eau pour assurer de la neige de culture en hiver.

L'artificialisation des cours d'eau pour la navigation a été accompagnée de recalibrages et d'enrochements sur des longueurs impressionnantes. Jusqu'aux petits ruisseaux qui ont subi des aménagements multiples : moulins, forges, et scieries pour exploiter la force hydraulique.

La gestion officielle des milieux aquatiques qui est confiée aux AAPPMA (Associations agréées de pêche et de protection des milieux aquatiques) contribue également à « réguler » les peuplements des eaux douces par des déversements ou des quotas de prélèvements d'espèces piscicoles depuis de très nombreuses années.

On propose ici un examen des données disponibles dans l'aire géographique constituée par l'arc jurassien et donc faisant partie du bassin versant amont du Rhône et de ses affluents. Il présente une unité géologique et une géographie simple avec un réseau de rivières bien connu, souvent modifiées ou rendues navigables, et une variété de lacs intéressante : d'origine glaciaire ou anthropique.

Sur ces « masses d'eau » en terme administratif, ou sur ces milieux dulcicoles en terme scientifique, il est possible de faire un bilan des espèces disparues et des espèces nouvelles, introduites et/ou invasives, résultat des activités et de la pression humaines.

Il s'agit de préciser les réels bouleversements de la biodiversité d'espèces dulcicoles, de repérer la dynamique des populations dépendantes des conditions climatiques dans le cadre du réchauffement actuel et prévisible, mais aussi soumises aux objectifs d'aménagement et de gestion des milieux aquatiques pratiqués dans le passé.

POINT DE SITUATION

Il faut rappeler que les Sociétés savantes, dès la fin du 19^{ème} siècle étaient aussi des **Sociétés d'acclimatation**, donc promouvaient des pratiques de transport d'espèces inconnues, depuis des pays lointains, pour localement évaluer leur potentiel d'acclimatation et « enrichir » le patrimoine régional.

Les activités d'aquariophilie ont aussi donné l'impulsion à des introductions multiples d'espèces d'eau douce provenant du monde entier pour exposer et tenter de reproduire des espèces extraordinaires par leurs couleurs, leurs formes ou leurs comportements.

Des membres d'associations multiples entrent souvent en compétition dans la reproduction d'espèces provenant de tous les continents. Et quelques fois la réussite est telle que déverser des exemplaires d'espèces exotiques dans les cours d'eau ou les plans d'eau locaux est même encouragé « pour voir », ainsi en est-il du poisson-chat ou de la perche soleil.

La mode d'acheter en cadeau aux enfants un poisson exotique ou une tortue aquatique pour mettre dans un bac sur leur table de jeux, conduit souvent à lâcher dans le milieu naturel, l'animal devenu encombrant. C'était le cas classique de la tortue de Floride qui a été vendue en nombre incroyable à des prix dérisoires, et qu'on trouve maintenant installée en Europe.

Les hommes ont toujours transporté des animaux pour leurs élevages et donc très souvent pour leur alimentation, comme les moines qui apportaient avec eux des carpes, les transportaient dans de la paille humide et les libéraient dans des étangs creusés ou aménagés de leurs mains, et ceci pour avoir le poisson à manger le vendredi et les jours dits « maigres ». Carpes communes, carpes cuir ou carpes miroir conviennent très bien.

Les Sociétés de pêche ont aussi depuis longtemps tenté et/ou réussi à introduire des espèces nouvelles de poissons pour diversifier l'offre halieutique et faire plaisir à leurs sociétaires. Ces pratiques sont plus fréquentes en eaux closes.

Les « alevinages » de masse : déversements de juvéniles ou d'adultes d'espèces piscicoles diverses pour renforcer le potentiel d'une rivière sont toujours pratiqués et profitent plus aux aquaculteurs qu'aux milieux aquatiques qui ont une résilience certaine et éliminent souvent les intrus inadaptés à la climatologie locale.

Cependant la pisciculture intensive de truites arc-en-ciel est devenue une industrie qui génère des marchés importants et qui les gère fort bien. Elle représente actuellement une production de 37000 tonnes par an en France. Les truites triploïdes stériles ont une croissance plus rapide et donc une rentabilité meilleure ; la sélection de variétés typologiques diversifie également l'offre.

Cette aquaculture en lien avec des promotions de pêche à la ligne, s'adresse également à ceux qui cherchent juste un moment de détente. Ces installations sont souvent situées sur des cours d'eau ou leurs annexes, modifiant ainsi les réseaux naturels.

Le cas des eaux closes permet facilement des réussites économiques comme le montre bien la maîtrise de la gestion d'étangs naturels anciens ou artificiels plus récents. Rappelons les étangs de la Bresse jurassienne où se pratique un élevage extensif des carpes depuis des siècles, comme dans les Mille étangs des Vosges saônoises ou les étangs du Sundgau.

Les extractions de granulats dans les plaines alluviales des basses vallées ont transformé des milieux naturels ou agricoles en succession de ballastières plus ou moins bien gérées. Ce sont des milieux nouveaux pour des espèces nouvelles ! Tout est alors possible, du laisser-aller total à la renaturation spontanée, jusqu'à la création de bases de loisir avec des pêcheries organisées, des centres d'accueil pour un public spécialisé qui vient se mesurer à des carpes trophées, des carpes asiatiques ou des esturgeons sibériens ou sterlet albinos de taille record. C'est un nouveau monde de techniques sophistiquées et de spécialistes affûtés.

D'autres plans d'eau et réservoirs artificiels sont dédiés aux salmonidés d'élevage de taille impressionnante recherchés par d'autres spécialistes de la pêche, qui ne regardent pas à la dépense ni aux déplacements lointains.

Ailleurs, les zones d'extraction de granulats laissent des plans d'eau réaménagés en partie pour le loisir-baignade comme dans la boucle du Doubs à Osselle ou à Champdivers dans le Jura.

Dans les eaux libres la situation est beaucoup plus contrastée avec la cohabitation des espèces en voie de disparition, des espèces en danger ou en régression, mais aussi des espèces en expansion géographique et numérique notable dont celles qui sont invasives.

Au niveau régional, les biologistes réunis dans le cadre du Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) ont dressé la liste des espèces menacées, selon la nomenclature officielle de l'UICN, l'Union internationale pour la conservation de la nature, dont le siège est à Gland en Suisse.

Ce référentiel a été créé en 1964 pour coordonner et unifier les méthodes d'inventaire des espèces animales et végétales et constituer ainsi une base de données unique.

Les données proviennent de spécialistes de l'Office français de la Biodiversité et de ses antennes régionales (qui reprend l'ancien ONEMA Office national de l'eau et des milieux aquatiques), des Fédérations de pêche, mais également des biologistes universitaires, des associations spécialisées et les Services de l'Etat dont la DREAL.

Pour la Franche-Comté la liste rouge des poissons a été validée en 2014.

Un point de situation de la faune piscicole a été fait lors de la fusion de la Bourgogne et de la Franche-Comté en une grande région par Bouchard et Hérold 2017, en tenant compte de l'existence des quatre bassins versants qui drainent cet espace géographique étendu sur 47484 km² (plus grand que la Suisse) à savoir le Rhône, la Loire, la Seine et le Rhin (via la Jougna puis l'Orbe et l'Aar).

Mais on s'en tiendra pour cette présente évaluation à la partie drainée par le Rhône sous la férule de l'Agence de bassin RMC (Rhône-Méditerranée et Corse) qui concerne donc l'essentiel de l'arc jurassien géographique. Les bassins de la Loire et de la Seine ont une géologie et une hydrologie différentes ; ils font partie du domaine atlantique et comptent des espèces qui sont dépendantes de ces milieux.

La diversité des peuplements

On peut faire un bilan des espèces présentes actuellement dans les eaux douces de Franche-Comté et les placer en deux catégories : celles d'ici, les autochtones, et celles venues d'ailleurs, les allochtones : déplacées spontanément sans obstacles par des voies nouvelles, canaux construits surtout au 19^{ème} siècle, ou transportées et importées de régions lointaines. Mais les choses se compliquent si on souhaite préciser l'origine de ces espèces et la façon dont elles se sont installées : par introduction d'origine humaine ou par migration progressive dans le réseau des rivières et des canaux.

Une première liste est celle des espèces qui ont toujours été présentes dans les rivières de l'arc jurassien et de Franche-Comté référencées de mémoire et de publications anciennes, donc ce sont les espèces dites natives ou autochtones :

able de Heckel, ablette, anguille, apron du Rhône, barbeau fluviatile, blageon, bouvière, brème bordelière, brème commune, brochet, chabot, chevaine, épinoche, épinochette, gardon, goujon, lamproie de Planer, loche d'étang, loche épineuse, loche franche, lote, ombre commun, perche, rotengle, spirin, tanche, toxostome, truite commune, vairon, vandoise, soit **30 espèces**.

Une deuxième liste est celle des espèces nouvelles ou allochtones :

amour blanc, aspe, black bass, carassin commun, carassin doré, carpe argentée, carpe commune, corégone, esturgeon(s), grémille, hotu, ide melanote, perche soleil, poisson chat, pseudorasbora, sandre, saumon de fontaine, silure, truite arc en ciel, et le gobie demi-lune, le dernier arrivé, provenant du bassin du Danube présent en Lorraine et dans la Saône amont, soit **20 espèces**.

NB : pour plus d'informations sur les espèces et pour leurs noms latins se reporter à l'annexe et à la publication de Bouchard et Hérold 2017.

Des tentatives d'introduction ont échoué avec le huchon ou saumon du Danube, le cristivomer du Canada, l'omble chevalier des lacs arctiques et d'autres mal documentées.

Ce score étonnant montre qu'en un siècle **40 % des espèces** présentes maintenant **sont des espèces nouvelles** dans nos rivières et nos lacs. L'action de l'homme est responsable de ce grand chamboulement qui ne s'est pas toujours fait sans dégâts.

Les rapports prédateurs/proies en particulier ont évolué au détriment temporaire d'espèces autochtones, il en est ainsi du sandre ou du silure qui ont sans doute impacté les populations de cyprinidés locales. Mais un équilibre nouveau se remet en place en quelques années, après des adaptations aux milieux et des adaptations comportementales.

Quel est alors le rôle de l'homme ?

Il apparaît d'évidence : depuis la construction des grands barrages sur le Rhône pour permettre la navigation fluviale plusieurs espèces ont été stoppées dans leurs migrations vers l'amont (anadrome) qui étaient indispensables à leur reproduction. Ainsi Donzère- Mondragon construit en 1952 a coupé définitivement la route vers les frayères.

Le bilan est lourd : sont **classées disparues** les espèces suivantes :

L'alose feinte du Rhône qui ne fréquente plus que sa basse vallée, alors qu'elle était bien présente dans la Saône, le Doubs, et pêchée déjà du temps des Gallo-Romains à Vesontio devenue Besançon. Jusqu'en 1860 il en était vendu en quantité au marché de la ville à la période de remontée (d'après Ogérien 1863).

Comme l'alose, la lamproie de rivière et le flet remontaient jusqu'en Franche Comté, ils sont classés « espèces éteintes au niveau régional » selon les critères de l'UICN.

D'autres sont **classés « en danger critique »** : l'anguille, l'apron et la loche d'étang.

L'anguille également ne peut plus réaliser sa montaison ni sa dévalaison vers ses lieux de ponte. Elle a été maintenue présente un certain temps par des déversements après transport depuis des lieux de capture proches des estuaires atlantiques.

L'apron du Rhône a perdu 90% de son aire de répartition, il en reste des populations isolées dans la Loue et le Doubs amont.

La loche d'étang est presque un fossile vivant : son nom latin est *Misgurnus fossilis*. Elle est en limite de répartition dans les étangs du Territoire de Belfort.

Ces espèces sont condamnées si des mesures de protection et de gestion ne sont pas décidées rapidement.

Classés « en danger » : la lote, l'ombre et le toxostome.

Tous les trois subissent le colmatage et la pollution des sédiments accompagnée périodiquement du développement

de cyanophycées et d'algues envahissantes. Leur reproduction devient aléatoire.

Leur avenir est incertain, là encore une gestion adaptée de leurs habitats est indispensable pour assurer leur survie. Pour l'ombre la réglementation de sa pêche est impérative : la pratique de la graciación (no kill) est également nécessaire pour rétablir ses effectifs.

Classés « vulnérables » : le blageon, le brochet, la truite fario, la lamproie de Planer.

Leurs habitats sont bien différents, mais le point commun essentiel reste la nécessité du bon état de leurs sites de reproduction.

Soit au total une dizaine d'espèces dont l'avenir dépend de la protection des habitats face aux pollutions de toute nature et aux travaux et réaménagements des cours d'eau pour leur permettre une libre circulation avec des passes à poissons efficaces.

L'évolution climatique est un facteur non maîtrisable dans les prochaines années, il est donc difficile de se projeter à l'échelle du demi-siècle ; mais si la projection de l'évolution actuelle des températures se poursuit il est clair que des modifications dans l'équilibre fragile des espèces sont très probables. Sinon les espèces ubiquistes deviendront dominantes.

La mondialisation, aussi chez les poissons

Le constat : **40 % des espèces** recensées ne sont pas originaires de l'aire géographique jurassienne. Ainsi, sur une cinquantaine d'espèces, nombreuses sont celles introduites par l'Homme, et certaines se sont si bien acclimatées qu'elles donnent l'impression d'avoir toujours été là. La mémoire des faits est courte !

On rappelle les carpes introduites il y a des siècles par les Romains puis par les moines qui devaient manger du poisson tous les vendredis et les jours maigres. Elles sont d'origine ponto-caspienne, présentes dans le Danube, elles peuvent être qualifiées de première espèce invasive dans l'est de la France. Elles ont modifié bien des milieux d'eaux closes.

Puis la perche-soleil originaire d'Amérique du Nord est importée en France par des Sociétés d'Acclimatation en 1877, pour l'originalité de sa forme et de sa robe, donc par curiosité scientifique, elle est diffusée et répandue partout.

Il en est de même pour le poisson-chat d'Amérique du Nord (1871) puis du black-bass américain (dans les années 1890), de la truite arc-en-ciel (Montagnes Rocheuses, 1884) et des carpe amour, carpe argentée et carpe à grosse tête importées d'Extrême-Orient pour tenter la lutte biologique contre la prolifération des algues en étangs.

Pour conforter le loisir pêche, le sandre originaire de l'est de l'Europe, est introduit autour des années 1920 dans le Rhin et la Saône. L'esturgeon sibérien, et le pseudorasbora,

provenant du bassin du fleuve Amour élevés en pisciculture sont déversés en eaux closes depuis 1975, mais rappelons incidemment qu'ils peuvent aussi véhiculer des parasites !

Le silure en provenance de l'Europe centrale a été introduit dès les années 1855 par curiosité scientifique – un poisson qui dépasse les deux mètres voire trois mètres dans le Danube vaut un essai – puis il a aussi progressé *via* les canaux en direction de l'ouest et s'est installé progressivement dans toutes les rivières de plaine où il est bien, voire trop présent aux yeux de certains : +270 % d'occurrence en 9 ans !

Toutes ces espèces s'installent et créent un équilibre nouveau avec le milieu. Le sandre, par exemple, mais d'autres n'ont pas encore atteint ce niveau d'équilibre et sont en progression comme le silure. D'autres encore trouvent dans nos rivières des eaux, encore trop froides, qui les empêchent de se reproduire comme le black-bass ou achigan, mais qu'on trouve reproducteur dans les canaux, les étangs ou les réservoirs.

Ainsi, les rivières de l'arc jurassien ont-elles vu apparaître **20 espèces, toutes introduites par l'Homme**, et disparaître 4 espèces, toutes autochtones. A priori, sur un plan comptable, le bilan est plutôt positif et la biodiversité a augmenté. C'est indéniable.

Sauf que les espèces qui ont disparu sont des espèces *patrimoniales* qui sont menacées partout ailleurs. Et que les espèces nouvelles sont, à part probablement l'esturgeon, des espèces qui sont largement représentées et florissantes sur le reste de la planète.

Les interrogations qui s'imposent :

L'augmentation numérique des espèces est-elle un signe de bonne santé des milieux dulcicoles du Jura ? Une biodiversité s'évalue-t-elle en terme comptable ?

Les altérations dans l'équilibre des populations piscicoles sont-elles liées à l'évolution des pratiques agricoles et des rejets des industries et des agglomérations ?

La dérive climatique, avec déjà + 1,5 °C en moyenne, a-t-elle des conséquences notables sur la répartition géographique des espèces ? Et sur leur survie ?

L'invasion de certaines espèces est-elle dommageable aux populations autochtones ?

A quelle échelle de temps peut-on analyser les gains ou les pertes en biodiversité ?

On est en droit de penser que dans le passé et après la dernière glaciation, les populations piscicoles sont restées stables pendant quelques milliers d'années malgré des fluctuations mal répertoriées. La paléontologie et l'archéologie n'apportent pas d'informations pertinentes.

En revanche on dispose de données bibliographiques qui remontent aux écrits de Buffon, un bourguignon (environ 1750) puis de Cuvier, un franc-comtois de Montbéliard (environ 1800) puis du frère Ogérien un jurassien (environ 1860) puis encore de Olivier, un membre de la Société

d'émulation du Doubs (1894) et quelques autres qui ont apporté des éléments sur la faune piscicole avant les grands travaux de canalisation du réseau Freycinet qui ont duré de nombreuses années à la fin du 19^{ème} siècle.

Le gabarit Freycinet a été validé par la loi en 1879 (soit 39 mètres, longueur des sas d'écluses). Il est à présent surtout utilisé par la navigation de plaisance. Sa construction a favorisé le passage nord-sud mais surtout est-ouest et a permis alors l'avancée de bien des espèces vers l'ouest via ce réseau depuis le Danube et son bassin versant.

L'ambition et les objectifs des Sociétés d'acclimatation ont fait le reste des apports en provenance des Amériques ou de l'Extrême-Orient, jusqu'à ce que toute introduction soit interdite tardivement par l'administration.

Le changement climatique en cours, d'origine anthropique, influe assurément sur la répartition des espèces tout au long du gradient longitudinal des rivières. C'est d'abord la température qui permet de définir la zonation d'un cours d'eau : zone à truite, à ombre, à barbeau, à brème selon Huet (1947) ou les niveaux B1 à B9 selon Verneaux (1973).

L'ouvrage récent de Bichet et col. : *Histoire du climat en Franche-Comté, du Jurassique à nos jours* met en évidence cette dérive non maîtrisée qui trouve son origine dans la somme des activités humaines.

Certains poissons, les salmonidés en particulier, ne supportent pas les températures estivales dépassant 25 °C, et encore moins les pics de canicules à 27 °C ; ces poissons sténothermes limitent leurs biotopes aux têtes des bassins versants, aux eaux fraîches, faisant perdre l'intérêt halieutique de nombreux parcours de rivières réputées.

Les grands travaux d'aménagement, c'est le cas des retenues de barrages hydroélectriques qui sont exemplaires : ces « masses d'eau » utilisées pour la production hydroélectrique ont une inertie thermique importante et modifient donc le régime thermique des eaux à l'aval, et donc les peuplements.

Dans le haut Doubs au Chatelot, au Refrain, à la Goule, et dans les autres plans d'eau de la vallée, des tentatives d'introduction d'espèces ont été pratiquées au début du siècle dernier : cristivomer, omble chevalier, omble de fontaine et bien sûr la truite arc-en-ciel : sans succès de reproduction.

Dans la vallée de l'Ain, la rivière à salmonidés a été totalement bouleversée : Vouglans une « masse d'eau » créée en 1968, de 600 millions de m³, longue de 30 km, a complètement modifié la répartition des espèces piscicoles basée maintenant sur les cyprinidés et leurs prédateurs. La BRA, basse rivière d'Ain en subit les conséquences.

Les prélèvements d'eau dans sa nappe alluviale pour asperersion continue des cultures de maïs en période de canicule sont une aberration écologique.

Les réserves d'eau : les tourbières ont été drainées et leur rôle dans la régulation des nappes phréatiques perturbé, et ce, à grand coup de pelleteuses. Le travail des hommes s'est poursuivi de nombreuses années pour maîtriser aussi les cours des rivières comme on l'a vu sur le Drueon



Travaux de construction du barrage de Vouglans (1966)

redressé, ou la basse Loue enrochée pour trouver des surfaces agricoles nouvelles. Ces pertes de réserves hydriques se font sentir en cas de sécheresse et se traduisent par des assecs ou des étiages dramatiques pour la faune dulcicole. De plus, la reprise de l'érosion régressive a perturbé le lit de la rivière et ses annexes.

Les zones humides et les tourbières n'ont pas retrouvé leurs fonctionnalités modifiées par des travaux continus pendant des décennies. Mais enfin une politique nouvelle de travaux de remise en état est à présent initiée et/ou programmée comme dans les tourbières de Frasné du Haut-Doubs, ou dans la Réserve naturelle nationale de l'île du Girard à la confluence Doubs-Loue. Des techniques nouvelles assurent un impact minime sur les substrats et une résilience rapide des milieux qui retrouvent l'eau nécessaire à l'équilibre de la flore spécifique.

Les lacs naturels du Jura, en revanche, comme celui du lac de Joux en Suisse, celui de Saint-Point en France, et ceux de Chalain et de la dizaine de ses voisins dans le Jura conservent une stabilité structurelle et hydrologique assez remarquable qu'on espère durable malgré une pression touristique croissante et perturbante.

On constate dans ces lacs une introduction réussie, celle du corégone en provenance du lac de Neuchâtel qui a donné des résultats exceptionnels, salués par les hydrobiologistes, les pêcheurs et les gastronomes. (Vivier 1957).



Corégone : in DORIS (Kupfer, Rosso, Héroid 2014)

Le corégone (*Coregonus lavaretus*) espèce lacustre grégaire appelé aussi palée, lavaret, bondelle ou féra, selon les sites, est une espèce polymorphe autochtone du lac Léman et du lac du Bourget. Toutes les autres populations lacustres ont été introduites avec succès sans entraîner de déséquilibre biologique !

La diversité génétique et phénotypique du genre *Coregonus* est remarquable, toutes les formes des lacs alpins et jurassiens seraient des variétés locales, soit une vingtaine de sous-espèces ou écotypes, provenant probablement de trois espèces fondatrices... C'est un bel exemple de diversification spécifique et d'adaptation, réalisées au cours du 20^e siècle.

Cependant les données de l'Agence de l'eau montrent que la dérive anthropique existe aussi dans ces eaux qui semblent préservées : les analyses de l'eau du lac du Grand-Maclu (photo ci-dessous) qui alimente directement la commune voisine, et de ses voisins, le Petit-Maclu et le lac d'Ilay alertent sur la présence de très nombreux pesticides et de leurs métabolites. Les concentrations ne sont pas encore au-delà des normes, mais leur présence indique une évolution qui interpelle sur la situation sanitaire de la ressource.

Une accumulation de ces substances toxiques dans les sédiments fins est un mauvais pronostic pour l'avenir !



**Le grand Maclu et au fond le lac d'Ilay
situés sur la dépression morainique et le synclinal Crétacé**

L'évolution des pratiques agricoles : conséquences

Au cours des siècles l'agriculture vivrière a nourri les hommes, puis le développement de l'agriculture intensive avec des quantités croissantes d'engrais et de pesticides a provoqué des dystrophies dramatiques. L'augmentation constante de l'apport d'azote, de phosphore et de potassium sous forme minérale a modifié le contexte historique des exploitations agricoles de Franche-Comté. La diversité floristique des prairies permanentes s'appauvrit au profit des cultures d'herbes destinées à l'élevage de l'aire AOP Comté. En conséquence, des répercussions notables sur la santé des rivières sont apparues même à distance de ces

pratiques nouvelles. Le jurassique karstique avec ses circulations souterraines importantes et sa rétention hydrique complexe est le réseau de transfert de toutes ces pollutions.

Il faut lire le récent ouvrage de Pierre Chauve et Jacques Mudry (BFC-Nature 2024) qui explique combien la connaissance de ce karst est essentielle.

Depuis la fin des années 1960, un faisceau de signes, de mesures et d'observations montrent que **les rivières de Franche-Comté subissent une érosion lente mais continue de leurs fonctions biologiques.**

Et voici plus d'une décennie que les mortalités piscicoles ont ravagé ces rivières. Certaines espèces ont subi une chute impressionnante de leurs populations, les salmonidés tout particulièrement, dans la Loue, le Doubs, le Cusancin, le Dessoubre, la Bienne, l'Ain ...

Les constats, les analyses, les rapports, les réunions, les expertises sur le terrain, les conférences officielles, n'ont abouti à aucune décision permettant d'espérer une amélioration certaine de l'état des rivières.

Plus récemment les étiages estivaux, les augmentations des températures maximales, les développements d'algues, les colmatages des fonds, puis les fortes crues hivernales, ont aggravé une situation devenue critique !

L'étiage et les températures exceptionnelles des étés 2018, 2019 et 2020 puis 2022 et 2023 ont encore provoqué une prolifération des algues (*Cladophora*, *Vaucheria*, *Spirogyra*...) qui peuvent par endroits atteindre 4 à 5 kg par mètre carré en poids essoré.

L'effet de ce recouvrement du substrat perturbe la vie et le développement des larves d'invertébrés (éphémères, trichoptères...) dont certaines ont un cycle de vie pluriannuel. Cette faune joue un rôle essentiel dans l'équilibre biologique d'une rivière.

En fin d'automne, la dégradation de ces masses de végétaux par les processus de fermentation/décomposition entraîne une anoxie des substrats et un dépôt de vases ; puis tout est entraîné par les crues d'automne, quand elles surviennent ; sinon, les frayères restent colmatées et les poissons perturbés dans leur reproduction. Les invertébrés sont menacés dans leur survie : c'est la dégradation progressive de la qualité des cours d'eau.

Quand de tels «accidents» climatiques se reproduisent plusieurs années de suite, c'est la banalisation des milieux et la porte ouverte aux chevaines ou chevesnes (*Squalius cephalus*) ubiquistes qui s'adaptent sans difficultés à ces situations au détriment des salmonidés.

La situation actuelle est bien décrite par le rapport du Laboratoire de Chrono-environnement de février 2020 intitulé : **Étude de l'état de santé des rivières karstiques en relation avec les pressions anthropiques sur leurs bassins versants, par P.-M. Badot et F. Degeorgi et coll.,**

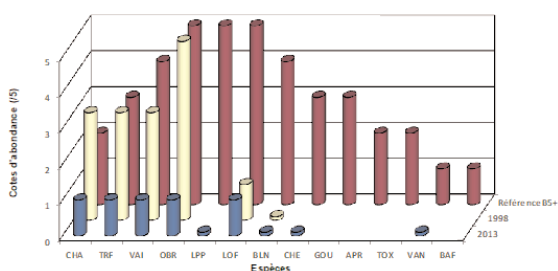
réalisé à la demande de l'Etat, de la Région et du Département du Doubs.

Or la résilience (aptitude d'un écosystème à se reconstituer) devrait théoriquement être optimale après 10 ans. Ce n'est pas le cas ! Les relevés des pêches électriques et les observations des biologistes donnent un retour inférieur à 50% du potentiel initial, basé sur les données de Jean Verneaux 1975. Les résultats de 2019 dans le secteur de Mouthier, zone amont de la Loue, montrent encore une diminution durable des effectifs.

C'est donc bien que les perturbations perdurent. Les travaux publiés par nos collègues ont bien ciblé les origines de ces dystrophies : azote + phosphore + pesticides + produits de traitements des animaux et des végétaux + dégradation des sols, sources de MES, matières en suspension qui ensuite se déposent et colmatent les fonds.

L'estimation de la vitesse de dégradation de cette biodiversité perturbée doit faire référence à des données fiables de comptages et d'analyses des populations : on estime que les données de Verneaux publiées depuis 1971 sont une des meilleures références dans l'article : *Faune dulçaquicole de Franche-Comté*, parue dans les Annales scientifiques de l'Université de Besançon. Par la suite des séries de pêches électriques de sondage pratiquées par les Fédérations de pêche et les hydrobiologistes universitaires ont complété les données au fil des années et montrent, pour certaines espèces, une dérive mortifère.

Pour bien comprendre cette dérive voici un exemple de graphique qui concerne la moyenne Loue et qui illustre cette chute des abondances des différentes espèces. Sans entrer dans le détail des espèces identifiées par leurs codes officiels de l'administration de l'ONEMA et de l'OFB on visualise parfaitement les dégâts depuis l'année de référence, et la disparition de 4 espèces.



Et voici encore un exemple concret et récent d'une évolution dramatique : le Sérén. Dans le cadre du contrat de rivière un suivi des populations d'ombre commun fait état d'une situation catastrophique des rivières du bas Bugey et d'une extinction de l'ombre. Il convient de rappeler que le Sérén était emblématique pour cette espèce et constituait une zone essentielle de reproduction pour le Rhône dans son cours amont.

QU'EN EST-IL DES AUTRES ESPECES DULCICOLES ?

Les poissons ne sont que les représentants du sommet d'une chaîne trophique dont les invertébrés aquatiques occupent les étages inférieurs. Les hydrobiologistes constatent une baisse extrêmement importante de leurs populations depuis plus de 40 années.

Cette baisse est difficile à chiffrer précisément, faute de comptages nécessitant des spécialistes trop peu nombreux, mais quelques exemples très parlants permettent de se faire une idée de l'ordre de grandeur des pertes.

PARMI LES INSECTES

Le petit **Trichoptère** *Brachycentrus subnubilus*, particulièrement abondant dans les années 80 est au bord de l'extinction. A l'époque, les émergences étaient si massives que l'on ne voyait plus la rive opposée dans les secteurs de la Loue moyenne, du Dessoubre et de l'Ain. La visibilité était la même que par tempête de neige. De nos jours il est exceptionnel d'avoir la chance d'y repérer 10 insectes en même temps dans son champ visuel. Sur le fond de la rivière chaque touffe de mousse ou bryophyte *Fontinalis* était le support de nombreux fourreaux contenant la larve ou la nymphe de cet insecte.

Une estimation des populations actuelles au millième de leur densité de l'époque ne paraît pas exagérée. Les émergences restent significatives sur les parcours amont, mais sont sans commune mesure avec ce qu'elles étaient alors.

Un autre Trichoptère de taille plus importante et apparaissant dès le début mai, *Odontocerum albicorne*, formait de véritables essaims autour des saules. On l'observe encore mais en très petit nombre. Comme l'espèce précédente il constituait une proie très énergétique pour l'alimentation de la truite et de l'ombre en début de saison.

Chez les **Plécoptères**, les vols de grandes Perles (*Dinocras cephalotes*) étaient également très spectaculaires. M Hivet a décrit à l'époque dans le bulletin du Groupe Naturaliste de Franche-Comté la façon dont les rapaces se nourrissaient de ces insectes qui volaient en quantités inimaginables pour l'observateur d'aujourd'hui.

Les grandes Perles représentent un bio-indicateur fiable car elles sont exigeantes quant à la qualité de l'eau et leur diminution est facilement compréhensible. Elles n'apparaissent plus qu'en très petit nombre.



Larve de plécoptère, présente en eaux vives et pures, espèce polluosensible

Chez les **Ephéméroptères**, une petite espèce très répandue, *Ephemerella* = *Serratella ignita*, connaît, elle aussi, un déclin dramatique. Pour rappel, dans les années 75-80, les vols nuptiaux étaient compacts au-dessus de la Loue. On n'observe plus jamais de telles densités mais le plus souvent le vol pendulaire de quelques individus seulement. Or il s'agit d'une espèce relativement tolérante vis à vis de la pollution.

On constate aussi la modification de la répartition des espèces le long du linéaire des rivières : des espèces d'eaux tempérées remontent vers l'amont avec l'évolution positive des moyennes de température, comme l'éphémère *Potamanthus luteus* : présente sur le cours du Doubs dans le secteur aval de Dole, et qui à présent est identifiée sur la Loue.

PARMI LES MOLLUSQUES

Le Lamellibranche appelé mulette ou moule perlière est en voie de disparition.

Margaritifera margaritifera vit dans les eaux oligotrophes des ruisseaux qui naissent dans les Vosges saônoises sur des sites sableux ou graveleux. Cette moule autrefois très abondante a subi les étiages sévères liés aux canicules, et le colmatage des fonds. Elle a un cycle de vie complexe qui nécessite un hôte pour ses larves, un poisson, la truite fario. L'espèce est classée en danger, et l'évolution climatique ne lui laisse que peu de chances de survie.

En revanche deux espèces de mollusques bivalves sont nouvelles pour nos eaux douces : la moule zébrée et la corbicule : elles ont été qualifiées d'espèces envahissantes. La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) forme des colonies fixées sur substrat rocheux par un byssus. Arrivée probablement sous forme larvaire dans des eaux de ballast de navires de commerce elle s'est répandue de façon explosive.



La corbicule ou palourde asiatique (*Corbicula fluminea*) vit dans un substrat meuble de graviers elle est maintenant bien implantée dans les rivières et les lacs du Jura.

Elle représente des biomasses importantes, sources de nourriture pour des prédateurs aquatiques ou des canards plongeurs qui étaient encore rares localement il y a un demi-siècle.

PARMI LES CRUSTACÉS

Les écrevisses sont représentées par des espèces d'origine bien différentes et des populations très variables en nombre :

1. des écrevisses natives ou indigènes souvent répertoriées dans la littérature sous l'appellation ICS (pour *Indigenous Crayfish Species*), en forte régression et ayant disparu de la plus grande partie de leurs anciennes aires de répartition.
2. des écrevisses exotiques (allochtones ou non-indigènes) classées NICS (*Non Indigenous Crayfish Species*), qui sont de plus en plus nombreuses et répandues.

Trois espèces autochtones - toutes en voie de disparition - dont l'écrevisse à pattes rouges (*Astacus astacus*), principalement, mais aussi *Austropotamobius torrentium* et *Austropotamobius pallipes*, sont actuellement « réfugiées » dans quelques secteurs apicaux de sous bassins versants, mais ces zones sont vulnérables aux effets du dérèglement climatique, des étiages sévères et écologiquement cernées par les espèces exotiques qui progressent de plus en plus vers l'amont des cours d'eau.

Les enquêtes réalisées par l'ONEMA depuis 1975, ont toutes montré une expansion forte et continue des espèces exotiques et le recul des espèces natives, qui ont été décimées par une maladie, l'aphanomycose transmise par les intrus, puis en plus fortement concurrencées par les espèces exotiques introduites : l'écrevisse du Pacifique (*Pacifastacus leniusculus*) et l'écrevisse rouge de Louisiane (*Procambarus clarkii*) qui ont montré une très forte expansion géographique, ainsi que par l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) déjà bien implantée, et peut-être plus récemment par d'autres espèces introduites (*Orconectes juvenilis*, *Astacus leptodactylus*). En 2018 et 2019 trois nouvelles espèces d'écrevisses allochtones ont été signalées en France, pour un total de neuf actuellement ; résultat d'introduction qui représentent une menace pour la faune native. La situation est complexe et évolutive et des introductions ayant pour but des élevages à destination gastronomique sont toujours d'actualité, même sans autorisations. (Collas 2020)

On observe aussi des espèces qui se déplacent vers les habitats qui leur conviennent mieux. Ainsi une crevette d'eau douce, la caridine (*Atyaephyra desmaresti*) endémique du sud de la France et du pourtour méditerranéen est présente maintenant en Franche-Comté et remonte les rivières de France vers la Hollande. En effet, les populations du Sud déclinent suite aux sécheresses et étiages sévères de plus en plus fréquents et effectuent un déplacement vers le Nord accompagnant le réchauffement des eaux et les biotopes où sa reproduction n'est pas perturbée.

D'autres crustacés du genre *Hemimysis*, la crevette rouge sang, très prolifique, s'installe dans les plans d'eau et les ballastières provenant de la région ponto-caspienne et aussi le gammare du Danube du genre *Dikerogammarus* en rivière.



L'écrevisse rouge de Louisiane : invasive en forte expansion

N.B. : Le crabe chinois *Eriocheir sinensis*, adapté à l'eau douce et à l'eau de mer remonte le Rhin et est localement invasif, mais pour sa reproduction il a besoin de dévaler jusqu'aux lieux de ponte en milieu marin. Il n'a pas pu s'implanter dans les rivières du Jura en raison de cette contrainte physiologique.

L'ensemble de ces mouvements de populations s'est réalisé sur une échelle de temps très réduite : quelques décennies, et la situation est encore loin d'avoir trouvé son équilibre. Des espèces nouvelles, allochtones, envahissantes / invasives sont identifiées chaque année. D'autres disparaissent : c'est la 6^e extinction de masse !

Les invertébrés aquatiques introduits en France qui ont reçu le nom de néozoaires sont estimés à 150 espèces introduites de façon fortuite ou volontaire (Noël 2004). Les principaux groupes concernés sont les crustacés, les mollusques, mais aussi les vers, dont des vers parasites.

Or il est très difficile de lutter contre le processus global de dispersion des espèces : les lois et règlements sont insuffisants en France, et les quelques textes existants ne sont que très peu appliqués. On observe que des foyers de dissémination peuvent gagner du terrain de proche en proche et constituer des sortes de métastases qui à leur tour essaient sans limites.

ET MÊME DES BRYOZOAIRES

La pectinatelle : *Pectinatella magnifica* forme des boules gélatineuses qu'on observe à présent dans les eaux douces du secteur des Vosges saônoises appelé les Mille étangs et dans de nombreux autres étangs et ballastières.

Les colonies de cet organisme, encore méconnu du grand public, intriguent et inquiètent parfois les pêcheurs ou promeneurs, qui les rencontrent pour la première fois.

P. Notteghem les a signalées dès 1996 dans les étangs du Morvan, et leur dispersion a été très rapide. (Bourgogne Nature 2009).

Elle est aussi présente en Bresse jurassienne. L'espèce est originaire d'Amérique du Nord.

Fixées à des supports immergés, à faible profondeur, les colonies de pectinatelles peuvent avoir des dimensions très variables (de quelques centimètres à un mètre) formées par des milliers de zooïdes élémentaires (de quelques

millimètres), microphages filtreurs, pourvus de tentacules ciliés.

Elles se présentent donc sous la forme de disques, de boules plus ou moins ovoïdes, lorsqu'elles sont fixées sur des racines ou des plantes aquatiques. Non toxiques, elles sont parfois à l'origine de perturbations dans les étangs de pisciculture.

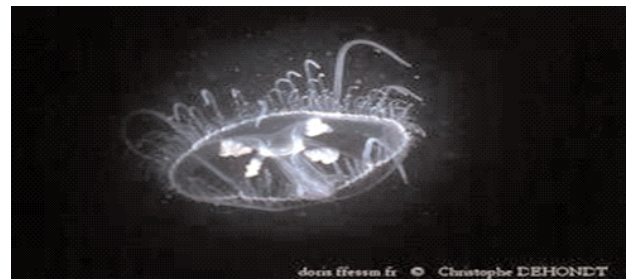
C'est une espèce invasive dont la dispersion très rapide serait assurée par les oiseaux qui fréquentent les eaux closes ou par les transferts de poissons : alevinages et repeuplements d'étangs à étangs très pratiqués en automne.



La Pectinatelle

ET AUSSI DES MEDUSES

Une méduse d'eau douce, donc un hydrozoaire, *Craspedacusta sowerbii* présente une alternance de générations : l'une sexuée, la forme méduse, et l'autre la forme asexuée, un polype fixé. Elle vit dans les eaux calmes et n'est visible qu'au stade méduse.



Méduse d'eau douce d'origine asiatique

Elle a été remarquée pour la première fois en 1928 en provenance de Chine, importée très probablement avec des plantes d'aquarium. Sa dispersion a été provoquée par ce commerce international. La forme méduse mesure environ 2 cm et apparaît lorsque la température de l'eau dépasse 25 °C, c'est alors une « éclosion » spectaculaire.

Un autre hydrozoaire est considéré comme invasif : c'est le cordylophore de la Caspienne, forme coloniale fixée sans stade méduse. Mal répertorié car peu visible. Présence probable.

Et les vertébrés : amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères ?

Pour mémoire : grenouille rieuse, tortue de Floride, harle bièvre, grand cormoran, ouette d'Egypte, rat musqué, ragondin, raton laveur... et bien d'autres, autant d'espèces

qui étaient inconnues dans notre région il y a un siècle et qui ont profité de dynamiques propres liées aux modifications des milieux aquatiques et de leurs annexes, mais aussi à des introductions volontaires mal maîtrisées, ou à des buts de profits financiers, comme le commerce des fourrures. Pour plus d'informations, se référer au numéro spécial du bulletin de la SHND qui développe ces sujets en détail (1999, tome 87).

CONCLUSION

L'anthropocène, même si la date précise de son origine ne fait pas consensus, est une réalité chronologique. Cette réalité, admise par tous, ou presque, est liée à l'augmentation des populations sur tous les continents et aux besoins qu'elles expriment en termes de qualité de vie et d'offre de services systémiques. Cette boulimie croissante de consommation a un impact évident sur les milieux naturels et les espèces qui en sont dépendantes. L'augmentation de la productivité agricole et des pratiques industrielles performantes ainsi que les échanges induits, ont des conséquences non maîtrisées en termes de déchets et de pollutions, ainsi un étage géologique appelé *poubelien* est identifié par certains spécialistes.

Même à l'échelle d'une aire géographique réduite comme celle de l'arc jurassien les effets de ces bouleversements sont remarquables.

La diversification des origines des espèces dulcicoles est la conséquence des échanges multiples que pratiquent les hommes : en provenance de l'Est de l'Europe, de l'Extrême-Orient, ou des Amériques : tous les modes de transport sont utilisés, de l'eau des ballasts des navires, aux transports des plantes décoratives des jardinerie par avion, et même des introductions volontaires mais illégales d'espèces rares et menacées.

Les conséquences sont parfois imprévisibles, les invasives sont souvent non maîtrisables après leur introduction. L'exemple des incidents graves allant jusqu'à l'obturation des canalisations de centrales hydroélectriques provoqués par des chapelets de moules zébrées fixées solidement par leur byssus donne une idée de ce que peuvent être les effets dévastateurs de telles pratiques.

Le remplacement d'espèces autochtones fragilisées par des invasives dynamiques est clairement documenté dans le cas des écrevisses.

La multiplicité des espèces nouvelles, en expansion envahissante ou introduites, est remarquable. En un peu plus d'un siècle, avec un maximum entre les années 1860 à 1940, toutes les tentatives d'introduction étaient les bienvenues. Ainsi 40 % des poissons présents au 21^e siècle sont issus de ces tentatives : avec des réussites variables.

Puis un peu plus tard, on observe l'accélération des arrivées des invertébrés : ceux qui accompagnent les échanges commerciaux multiples entre les continents ; introduits volontairement, comme ces écrevisses qui sont maintenant dominantes.

Quelles prévisions peut-on proposer pour les décennies à venir ?

Si on prend en compte l'évolution climatique probable avec des sécheresses et des canicules de plus en plus fréquentes, la diminution des réserves d'eau douce et les demandes de plus en plus pressantes des usagers pour des destinations domestiques, agricoles, industrielles ou de loisir, on imagine que des conflits majeurs seront d'actualité prochainement.

Donc la pression anthropique va augmenter et la biodiversité ne pourra qu'en subir les effets globalement négatifs. Nombres de rapports alertent sur l'urgence de la situation. Mais en réaction, la prise en responsabilité récente de la protection des milieux et des espèces d'intérêt régional conduit la collectivité et l'administration à créer plus de zones protégées : les Parcs naturels, les Réserves naturelles, les Espaces naturels sensibles, au niveau régional et même local avec des sentiers de découverte ou des plans d'eau protégés. L'ensemble devrait représenter plus d'un dixième de la surface du territoire où la réglementation et les conditions seraient réunies pour une biodiversité en bon état.

Les neuf dixièmes sans aucune protection sont alors l'objet de tous les laisser-aller, avec des travaux qui modifient les milieux, éradiquent les haies indésirables, suppriment les ruisseaux des cartes des réseaux connus, bétonnent des surfaces considérables.

Il reste indispensable que la protection des milieux aquatiques soit la préoccupation de tous les citoyens, élus, administratifs, gestionnaires, consommateurs et ceci dans l'ensemble des bassins versants à commencer par celui que chacun connaît le mieux.

Cela demande un effort d'information, de promotion, de planification et d'investissement piloté par une direction volontariste sous contrôle de scientifiques responsables.

En attendant cette (ré) évolution la biodiversité aquatique est encore modifiée sans limites avec des crises épisodiques liées aussi à la dérive climatique en cours.

Il reste un objectif essentiel : décrire l'évolution des peuplements à l'échelle des modifications anthropiques et décider comment, dans un souci de conservation d'un patrimoine écologique irremplaçable, assurer un développement durable en accord avec les sciences de la nature, seule chance de pérennité pour notre espèce et toutes les autres.

Quelques références bibliographiques

Collectif, 2010. Invertébrés aquatiques : espèces patrimoniales, ordinaires et invasives. *Revue scientifique Bourgogne Nature*, n° 9-10, 255 p. : plusieurs articles de référence.

BADOT P.-M et DEGIORGI F. (coord.), 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. 47 p.

- BICHET V. GARNIER E. GRESSER P. MAGNY M. RICHARD H. VERMOT - DESROCHES B., 2015. *Histoire du climat en Franche-Comté du Jurassique à nos jours*. Ed Belvédère, Pontarlier.
- BOUCHARD J. et HEROLD J.-P., 2017. La faune piscicole des 4 bassins versants de la Bourgogne Franche-Comté : plus de diversité ? *Revue scientifique Bourgogne-Nature* 25 : p 149-163.
- COROLLA J.-P. KUPFER M. ROCHEFORT G. SOHIER S., 2012, *La vie en eau douce, les carnets du plongeur*, Éd. Neptune Plongée, 415 p.
- COLLAS M., JULIEN C. et MONNIER D., 2007. La situation des écrevisses en France, résultats des enquêtes nationales réalisées entre 1977 et 2006 par le conseil supérieur de la pêche. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, n° 386, 1-38.
- COLLAS M., 2020. Ecrevisses exotiques envahissantes en France. *Courrier de la Nature*, n° 325, 24-31.
- COSTE J., 1855. Acclimatation et domestication des poissons. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 41, 924-927.
- CRETIN J.-Y., MORA F. et ROBERT J.-C., 2008. Quelques arthropodes invasifs passés, présents et à venir en Franche-Comté. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 92, 27-38.
- HEROLD J.-P., 1996-1999. Les poissons : le point sur les espèces disparues et nouvelles au cours des XIXe et XXe siècles en Franche-Comté. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 87, 63-72.
- HEROLD J.-P., 2000-2001. L'apron ou l'ermite de la Loue. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 88, p 31-32.
- HEROLD J.-P., 2004. La Caridine, crevette d'eau douce indicative du changement de climat. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 90, 43-46.
- HEROLD J.-P., 2014. La liste rouge régionale des poissons menacés en Franche-Comté. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 95, 81-82.
- HUET M., 1954. Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes. *Bull. fr. Piscic.* n° 175, 41-53.
- HIVET M. et HEROLD J.-P., 1998. Regards sur la Loue. *Revue de l'Association Nationale de Protection des Eaux et des Rivières* (T. O. S.) n° 185, p 3-7
- KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN É. Et ALLARDI J. (coord.), 2011. *Les Poissons d'eau douce de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 552 p.
- KUPFER M. et HEROLD J.-P., 2016, in : DORIS, 26/03/2025 : *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774), <https://doris.ffessm.fr/ref/especie/1461>
- MAGNY M., 2019. *Aux racines de l'anthropocène. Une crise écologique reflet d'une crise de l'homme*. Éd. Le Bord de l'eau, 385 p.
- NOËL P., 2004. Les invertébrés aquatiques introduits en France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 90, 25-34.
- OGERIE E., 1863. *Histoire naturelle du Jura et des départements voisins. Tome 3, Zoologie vivante*. Masson Paris, 610 p.
- OLIVIER E., 1894. Poissons et Batraciens du Doubs. *Bull. Soc. Centr. Aquicult.* Fr. 6, (1), 81-91.
- PERSAT H. et KEITH P., 1997. La répartition géographique des poissons d'eau douce en France : qui est autochtone et qui ne l'est pas ? *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, n° 344-345, 15-32.
- ROESCH C., 1901. La pêche et les poissons dans le Territoire de Belfort. *Bull. Soc. Émul. Belfort*. 20, 233-247.
- SENE G., 2017. Les micropolluants et les pesticides dans les cours d'eau franc-comtois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 96, 97-111.
- VERGON J.-P., CRANEY E., PINSTON H. et HEROLD J.-P., 2005. *Les poissons amphibiens et reptiles de la montagne jurassienne*, Néo Éditions, Besançon, 184 p.
- VERNEAUX J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherche écologique sur le réseau hydrographique du Doubs : essai de biotypologie. *Ann. Sci. Univ. Fr. Comté, 3e sér. Biol. Physiol. Anim.*, 9, 1-260.
- VERNEAUX J., 1977. Biotypologie de l'écosystème eaux courantes. *C. R. Acad. Sci. Paris., sér. D*, 283, 77-79.
- VIVIER P., 1957. Acclimatation de la Palée du lac de Neuchâtel dans le lac de Saint-Point. *Bull. Fr. Piscic.*, n° 186, 30-31.

Plus d'infos :

HEROLD J.-P./ Biologiste, Docteur ès sciences : publié dans le bulletin de la Société d'histoire naturelle du Doubs 2020/2021 : shnd.fr

Et le dernier arrivé : le Gobie demi-lune *Proterorhinus semilunaris*, présent dans la Saône

Il est arrivé par le canal de l'Est, et est signalé à Ray-sur-Saône... et il continue sa progression maintenant dans la Saône aval puis dans ses affluents... pourquoi pas l'Ognon, le Doubs ? Il est bien présent sur le Rhin et la Moselle où les populations ont explosé il y a trois ou quatre ans. D'après David Pierron, ingénieur de la fédération de pêche du Bas Rhin, ce sont les carnassiers qui, depuis, sont parvenus à réguler cette invasion car tous les prédateurs en profitent. Les gobies sont des proies très faciles, peu mobiles. Les silures se sont notamment spécialisés sur ces gobies. Dans les milieux où tout est déséquilibré, l'espèce qui se développe en masse est l'objet de prédation intense.

Les gobies sont présents également en Hollande dans tous les lacs, canaux et bras du Rhin, mais là, un équilibre nouveau s'est établi et les sandres, les perches et les brochets s'en nourrissent régulièrement..

N.B. : Deux autres espèces de gobies d'origine ponto-caspienne sont présentes dans le Rhin et ses affluents. Les connexions entre bassins versants par les canaux permettent alors le déplacement est-ouest des populations grâce aux œufs ou alevins transportés par les crues, Ces échanges se font à une échelle de temps faible, en quelques années les enquêtes piscicoles annoncent la présence d'espèces allochtones qui se répandent dans tous les cours d'eau de la région. Une vigilance constante doit assurer l'information des services de l'Etat et de la Région.

ANNEXE : liste des espèces de poissons présentes en Bourgogne-Franche-Comté

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code espèce	Famille	Introduction	Région
Able de Heckel	<i>Leucaspis delineatus</i>	ABH	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	ABL	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Amour blanc	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	CTI	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	ANG	Anguillidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Apron du Rhône	<i>Zingel asper</i>	APR	Percidés	Autochtone	Franche-Comté
Aspe	<i>Aspius aspius</i>	ASP	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>	BAF	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	BBG	Centrarchidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Blageon	<i>Telestes souffia</i>	BLN	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>	BOU	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>	BRB	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	BRE	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO	Esocidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Carassin commun	<i>Carassius carassius</i>	CAS	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Carassin doré	<i>Carassius auratus</i>	CAA	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Carpe argentée	<i>Carassius gibelio</i>	CAR	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	CCO	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	CHA	Cottidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Chevaine	<i>Squalius cephalus</i>	CH	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Coregone	<i>Coregonus sp.</i>	COR	Salmonidés	Allochtone	Franche-Comté
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	CDR	Centrarchidés	Allochtone	Bourgogne
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	EPI	Gasterosteidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Epinochette	<i>Pungitius pungitius</i>	EPT	Gasterosteidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Esturgeon	<i>Acipenser sturio</i>	EST	Acipenseridés	Allochtone	Franche-Comté
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GAR	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Grande Alose	<i>Alosa alosa</i>	ALA	Clupeidés	Autochtone	Bourgogne
Gremille	<i>Gymnocephalus cernua</i>	GRE	Percidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	HOT	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Ide melanote	<i>Leuciscus idus</i>	IDE	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Lamproie de planer	<i>Lampetra planeri</i>	LPP	Petromyzontidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	LPM	Petromyzontidés	Autochtone	Bourgogne
Loche d'étang	<i>Misgurnus fossilis</i>	LOE	Cobitidés	Autochtone	Franche-Comté
Loche épineuse	<i>Cobitis taenia</i>	LOR	Cobitidés	Autochtone	Bourgogne
Loche Franche	<i>Barbatula barbatula</i>	LOF	Cobitidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Lote	<i>Lota lota</i>	LOT	Gadidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Mulet porc	<i>Liza ramada</i>	MUP	Mugilidés	Autochtone	Bourgogne
Ombre commun	<i>Thymallus thymallus</i>	OBR	Salmonidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>	PER	Percidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES	Centrarchidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Poisson chat	<i>Ameiurus melas</i>	PCH	Ictaluridés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	PSR	Cyprinidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Sandre	<i>Sander lucioperca</i>	SAN	Percidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>	SAT	Salmonidés	Autochtone	Bourgogne
Saumon de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	SDF	Salmonidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Silure	<i>Silurus glanis</i>	SIL	Siluridés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	SPI	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Toxostome	<i>Parachondrostoma toxostoma</i>	TOX	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Truite arc en ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	TAC	Salmonidés	Allochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Truite commune	<i>Salmo trutta</i>	TRF	Salmonidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>	VAI	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	VAN	Cyprinidés	Autochtone	Bourgogne-Franche-Comté