

## **Canicules et sécheresses estivales : une évolution climatique en cours ? Incidences sur la répartition des populations piscicoles, le cas de la Loue.**

**par Jean Pierre Hérold  
de la Société d'histoire naturelle du Doubs**

La série est déjà longue : 2019 après 2018 et 2017, 2011, 2003 ! Voici une répétition de phénomènes météorologiques qui traduisent, d'après les climatologues (Bichet et coll. 2015) une augmentation dans le long terme des températures moyennes régionales. Celles-ci ont des conséquences mesurables sur les débits moyens mensuels des rivières de Bourgogne Franche-Comté qui sont consultables en ligne sur le site Hydroreel le serveur de données hydrométriques en temps réel et en archives depuis les années 50 ; exemple : <http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=611> pour la Loue à Chenecey-Buillon.

En 2018, de la mi-juin jusqu'à la fin octobre, les rares précipitations orageuses ont représenté souvent moins du dixième du volume moyen des pluies selon les secteurs concernés dans notre département. En 2019, dès le 5 juillet l'alerte sécheresse a été déclenchée par la Préfecture du Doubs. Fin août les restrictions d'usage de l'eau étaient encore en cours.

Durant la même période, les températures aussi bien diurnes que nocturnes ont atteint des records sur des durées importantes, et en 2019 des valeurs supérieures à 35 °C ont été quotidiennes pendant plus d'une semaine au mois de juin, une situation tout à fait inédite. Des températures élevées ont été enregistrées jusqu'à la fin du mois d'août.

Les effets de ces amplitudes thermiques sur le régime des cours d'eau ont été plus marqués encore que ceux de l'année de la canicule historique 2003. Ils entraînent des contraintes nouvelles sur le cours de toutes les rivières de l'arc jurassien et des zones karstiques de la région. Ainsi, l'exemple très remarqué de l'assèchement total du Doubs à l'aval de Pontarlier entre juillet et octobre 2018 a été très commenté par les médias et les populations locales, dont certaines ont subi des déficits hydriques perturbateurs : plus de vingt communes ont dû faire appel à des transporteurs pour alimenter leurs châteaux d'eau à sec pendant plusieurs semaines. La situation s'est reproduite début juillet 2019.

Dans le cas de la Loue, présenté ici, les effets combinés des canicules et des sécheresses montrent un impact sur l'évolution et la répartition des populations piscicoles de cette rivière qui a été longtemps considérée comme un fleuron des cours d'eau français à salmonidés, truites et ombres, et donc fréquentée et admirée par les pêcheurs sportifs de tous horizons.



*Le Château de Cléron © Jean-Pierre Hérold*



*La Loue à Cléron © Jean-Pierre Hérold*

## Les contraintes liées aux débits

Rappelons que la Loue, sur 125 km, a un régime pluvio-nival classique de moyenne montagne, avec cependant des occurrences de crues très fortes lors de pluies intenses qui entraînent la fonte d'une couverture neigeuse en place sur son bassin versant à certaines périodes.

Ainsi les crues décennales atteignent 530 m<sup>3</sup>/s (mètres-cubes par seconde), alors que la valeur moyenne interannuelle du débit est de 46,8 m<sup>3</sup>/s à la station hydrométrique de CHENECEY-BUILLON. Les années pluvieuses, ce débit moyen se situe autour de 100 m<sup>3</sup>/s (82 en 2014, 128 en 1974). Les étiages d'années chaudes et sèches sont par exemple de 4,2 m<sup>3</sup>/s en 2003, 3,9 m<sup>3</sup>/s en 1959 et 3,5 m<sup>3</sup>/s en 1962. Ces minima historiques sont dépassés par l'année 2018 avec un débit de 2,5 m<sup>3</sup>/s.

A PARCEY, en basse Loue, le débit d'étiage de la station hydrométrique annonce 2,6 à 3,3 m<sup>3</sup>/s fin septembre 2018, alors que la moyenne interannuelle est de 50 m<sup>3</sup>/s.

A ORNANS, le 15 octobre 2018, le débit mesuré est de 2,3 m<sup>3</sup>/s.

A VUILLAFANS, le débit moyen de la haute Loue au mois de novembre est encore de 2 m<sup>3</sup>/s, voisin du mensuel le plus bas de septembre 1962.

La grande sécheresse des rivières du Doubs de 1906, décrite par Eugène FOURNIER, ancien doyen de la Faculté des sciences de Besançon et pionnier de l'hydrogéologie, montre que les variations extrêmes des niveaux ne sont pas récentes, mais que leur fréquence augmente sensiblement ces dernières décades, comme le montre l'analyse des données disponibles à partir des différentes stations de mesure du réseau rdbmrc.com .

Un des effets visibles de ces très basses eaux est l'exondation des zones peu profondes, tels les gravières et les nassis (mot usité par les riverains pour désigner les concrétions et tufs calcaires souvent perpendiculaires au lit de la rivière). Ce sont les refuges de très nombreuses espèces d'invertébrés aquatiques.

La surface en eau vive est de plus en plus réduite, et en conséquence l'espace de vie de toute la faune aquatique ! De plus le lit encore mouillé est envahi par des proliférations d'algues filamenteuses, Vaucheria et Cladophora dont le poids essoré atteint 3 à 5 Kg/m<sup>2</sup>. Elles colmatent les substrats et forment même un tapis uniforme, sauf sur le linéaire résiduel du courant le plus vif. L'origine de ces masses végétales tient dans la présence excessive de nitrates et de phosphates d'origine anthropique : agriculture et assainissement.



*Développement des algues en moyenne Loue : la rivière est en grande partie recouverte*  
© Jean-Pierre Hérold



*Le développement des Algues est envahissant même en zone d'eau courante* © Jean-Pierre Hérold

### **Les contraintes liées aux températures**

A sa source, l'amplitude des variations des températures de l'eau de la résurgence est limitée. Elle a transité dans le karst profond et sort entre 6 et 9 °C, et atteint 10 °C en aval à MOUTHIER HAUTE PIERRE.

Elle reste, en année normale, à des valeurs inférieures à 15 °C jusqu'à ORNANS. Elle convient donc aux espèces animales et végétales exigeant des températures basses toute l'année. Selon la typologie proposée par Bruslé et Quignard en 2004, ce sont des espèces d'eau tempérée froide, inférieure à 19 °C. Les effets de la canicule sont moindres, le réchauffement de l'eau n'est sensible que sur les zones de profondeur et/ou de courant faible. La végétation rivulaire, la ripisylve, contribue à la protection contre l'ensoleillement direct, comme les falaises rocheuses surplombant les gorges de Nouailles en cette partie du cours amont étroit et sinueux.

C'est à partir de la confluence avec le Lison que l'on note des températures qui dépassent les 25 °C au cours des épisodes caniculaires. Il peut même apporter à certaines occasions de fortes chaleurs des eaux à 27 °C, donc plus chaudes que celle de la Loue. L'aval de cette confluence est marqué par un ralentissement du courant dû à la présence du barrage de l'usine électrique des forges de

CHATILLON, sur la commune de RUREY. Il constitue une zone de réchauffement majeur en période prolongée de canicule.

C'est une première charnière bioclimatique le long du cours de la Loue.

La deuxième charnière se situe à l'entrée de la vallée alluviale, en aval de QUINGEY. Le Val d'Amour s'élargit jusqu'à la grande plaine à vocation agricole située à la confluence avec le Doubs, à PARCEY. Cette zone aval a subi les effets du redressement du cours décidé dans les années 1960, au motif de la production agricole à développer. Les travaux gigantesques de canalisation et d'endiguement ont conduit à une reprise de l'érosion régressive d'une rivière active, avec pour conséquences une incision dans les alluvions et une sensibilité accrue aux variations thermiques. Plus de 27 °C sont relevés dans ces secteurs en période de canicule.

Depuis un siècle, en Franche Comté, le record de température maximale absolue mesuré est de 41,5 °C à ARC et SENANS le 13 août 2003 ; cet événement météorologique a eu très probablement des effets synchrones sur la température de la Loue.

Au niveau climatique, une augmentation discrète des moyennes de températures minimales sur 30 années de 1,5 °C a un impact certainement encore plus important et prolongé. On en trouvera les détails dans l'ouvrage collectif « Histoire du climat en Franche-Comté » (Bichet et al., 2015).

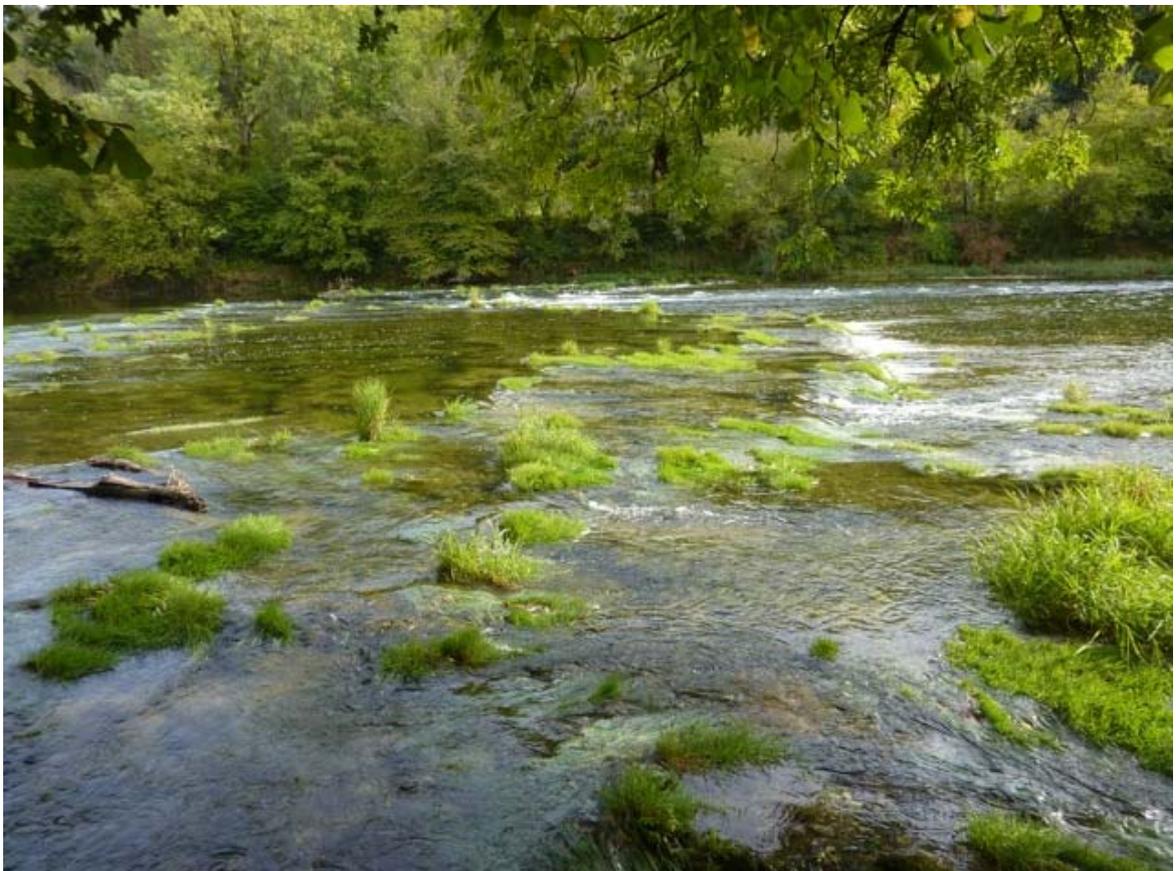
Après les travaux de redressement, les anciens méandres sont rescindés et se trouvent perchés au-dessus du niveau de la rivière et de la nappe phréatique : ils sont devenus des « mortes » (lesquelles ont fait l'objet de tentatives récentes de reconnexion comme à CHAMBLAY). Les résultats sont catastrophiques : ponts déchaussés, érosion, déconnexion des affluents et augmentation des températures entre les seuils aménagés pour « réguler » le cours de la rivière « nouvelle ».

L'espace de liberté accordé à la rivière entre le pont de BELMONT et le pont de PARCEY, sur environ 9 km, n'est qu'un petit pansement sur une rivière très dégradée. L'ancien secteur des GOUBOTS qui était situé sur le delta de la confluence Loue-Doubs, d'une richesse biologique et piscicole extraordinaire, est devenu un pauvre branchement hydraulique soumis aux crues et aux étiages. On en voit les conséquences dans l'évolution des peuplements. Les travaux tout récents de suppression des enrochements au niveau de la confluence donneront sans doute dans l'avenir des effets positifs, mais c'est tout un écosystème qui doit se reconstituer.

Globalement, l'augmentation estimée de 1 à 2 degrés de la température moyenne de l'eau de la Loue depuis 1980 semble modeste mais ne laisse pas imaginer les conséquences biologiques des valeurs extrêmes provoquées par les canicules successives de ces dernières décennies.



*Les « Nassis », ces barrages de tufs créés par les mousses (fontinalis, Bryophyte) sont exondés et colonisés par des graminées © Jean-Pierre Hérold*



*Le même « Nassis » en période de débit normal © Jean-Pierre Hérold*

## Conséquences sur les populations de poissons

La répartition des espèces piscicoles de l'amont vers l'aval d'un cours d'eau est bien connue depuis les publications de HUET en 1954 puis de VERNEAUX en 1973. La zonation classique précise quatre grands ensembles, de l'amont à l'aval : la zone à truite, la zone à ombre, la zone à barbeau puis la zone à brème.

Le facteur déterminant qui régit cette répartition est la température de l'eau. Le gradient n'est cependant ni régulier ni progressif puisque des affluents (51 pour la Loue, dont 4 principaux, Brême, Lison, Furieuse, Cuisance) modifient localement la température par apport d'eau généralement plus fraîche. On néglige aussi, souvent, la présence peu connue de « froidières », sources qui apportent l'eau résurgente du karst profond ou de la nappe alluviale vers le lit mineur de la rivière. C'est en période de canicule le dernier refuge des espèces strictement dépendantes de la température de l'eau, la truite (*Salmo trutta*) et l'ombre (*Thymallus thymallus*), tout deux de l'ordre des Salmoniformes.

Ces espèces sont dites sténothermes contrairement aux espèces eurythermes qui supportent des variations de température et se répartissent de façon beaucoup plus étendue sur le parcours de la rivière, comme peuvent le faire le chevesne et nombre d'autres Cyprinidés.

Cette dépendance aux conditions du milieu est d'origine physiologique, puisque le besoin en oxygène des espèces diffère selon le type de métabolisme oxydatif de l'organisme. Les poissons qui ont besoin d'une concentration élevée exigent des eaux plus froides (10 à 15°C) où l'oxygène est présent en concentration de l'ordre de 9 à 12 mg/l. En revanche, ceux qui sont adaptés à de faibles concentrations, de 5 à 9 mg/l, acceptent des eaux de 15 à 30°C et plus en période de canicule.

La relation température versus concentration en oxygène dans l'eau est régie par des constantes physiques exprimées par la table de Winkler (<https://www.aquaportail.com/definition-4976-oxygene-dissous.html>)

Les températures les plus élevées mesurées dans les eaux de la Loue aval, ont atteint localement 28°C au mois d'août 2018, lors des jours les plus chauds dépassant 35°C. Cette température est létale pour la truite, entraînant une hypoxie fatale. Ceci explique que la basse vallée de la Loue a depuis des années perdu progressivement ses populations de truites. Rares, quelques gros spécimens survivent dans les zones de « froidières ». Les gravières de PARCEY à CHISSEY ont aussi vu disparaître leurs belles populations d'ombres, et en conséquence aussi les pêcheurs à la mouche venant de toute la France et bien au-delà !

En revanche se maintiennent ceux qui tolèrent les températures élevées et le peu d'oxygène disponible, comme le hotu, le barbeau, le chevesne. Ils occupent à présent tout le cours aval et moyen de la Loue. On constate même que des espèces inconnues il y a un demi siècle colonisent maintenant ces milieux : ainsi

de la carpe, et depuis peu du silure qui atteint des tailles impressionnantes. Cette espèce, remontée du Doubs, est présente au niveau d'ARC ET SENANS et de QUINGEY. Donc une bonne part du cours de la Loue est concernée déjà par l'arrivée de ce prédateur polyvalent.

On observe donc deux phénomènes biogéographiques simultanés :

- la remontée vers le cours supérieur de la Loue, dans les eaux encore froides et oxygénées, des populations de truites et d'ombres avec leurs espèces compagnes, chabot, loche franche, blageon, vairon, vandoise, lamproie de Planer... La même migration vers l'amont s'observe pour certains invertébrés aquatiques dont en particulier des éphéméroptères ;

- plus en aval, l'apparition d'espèces nouvelles pour la rivière, comme le silure dont la zone d'occurrence a augmenté de 270% en Bourgogne Franche-Comté ( Bouchard et Hérold 2017 ). L'installation pérenne dans ce milieu de la carpe, du brochet et des espèces d'accompagnement de la grande famille des cyprinidés ubiquistes conduit à remplacer les anciennes espèces électives de ces biotopes par les vandoise, spirin, gardon, goujon et hotu dont les cohortes nombreuses occupent dorénavant les gravières.

Le déversement régulier de truites arc en ciel issues de pisciculture semble permettre aux sociétés de pêche de satisfaire leurs adhérents... pourtant l'espèce ne se reproduit pas mais présente l'avantage d'une moindre sensibilité à la température et à la qualité de l'eau . Une tentative malheureuse d'introduction du huchon ou saumon du Danube à l'amont de QUINGEY dans les années 1980, afin de limiter les populations de hotus, n'a pas eu les effets escomptés et s'est avérée être un échec.

Le cas de l'apron du Rhône, espèce emblématique, est plus complexe, puisqu'il a été répertorié sur des secteurs limités de la basse Loue (CHISSEY, ARC ET SENANS) en cohabitation avec le silure (observation de M. Kupfer en plongée à l'aval du pont de CRAMANS), ainsi qu'en moyenne Loue où il est encore présent avec la truite et l'ombre. Ses effectifs restent faibles avec quelques populations résiduelles et isolées. Un projet de reconnexion des sites où sa présence est reconnue a fait l'objet d'un plan national d'action (PNA) soutenu par des fonds européens, qui a permis d'aménager des passes à poissons dédiées à l'apron, lesquelles profitent aussi aux autres migrateurs de la rivière. Il reste cependant inscrit sur la liste rouge des espèces menacées, dans la catégorie « en danger critique » selon la nomenclature de l'UICN.

D'autres espèces classées « en danger » comme l'ombre et le toxostome sont aussi en difficulté, car leurs exigences biologiques et la présence de fonds non colmatés ne sont plus assurés, malgré le fait que la Loue figure toujours dans la catégorie des rivières en « bon état ».

Il est en effet paradoxal de constater que 97% du bassin versant de la Loue est composé d'espaces « naturels » forestiers et agricoles, que les zones Natura

2000 y représentent 23000 hectares... et que malgré tout les perturbations récurrentes des peuplements aquatiques perdurent.

Or, force est de constater que les multiples polluants d'origine anthropique, nitrates, ammoniacque, phosphates, pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), résidus de traitements des bois et des médications vétérinaires, sont toujours présents en quantité variable selon les périodes de l'année ou les secteurs de la rivière. Des mortalités impressionnantes de truites et d'ombres ont dévasté de nombreux secteurs, entre 2009 et 2015. Les experts ont cherché des explications et leur rapport a été rendu au Préfet du Doubs en 2012. Il a confirmé une dégradation qui concerne tous les compartiments écologiques :

*« Trois communautés biologiques majeures (algues, macro-invertébrés benthiques et poissons) présentent un état très dégradé qui se caractérise par une faible diversité et/ou par des abondances limitées en regard de ce que ce milieu devrait accueillir », probablement depuis le « début des années 80 » et qui « semble traduire à la fois un excès de nutriments dans l'eau et la présence probable de polluants d'origines diverses »*

L'analyse vétérinaire de poissons morts a montré qu'ils étaient souvent infestés de nombreux parasites de plusieurs espèces, genres et familles, ce qui évoque une déficience immunitaire et la mort par des pathogènes opportunistes. Pour l'observateur médusé, le signe évident de l'atteinte mortelle de ces poissons était le développement de la « mousse » sur les téguments ulcérés : c'est le parasite ultime, *Saprolegnia parasitica* (un Oomycète).

Une des hypothèses pour expliquer ces processus mortifères est liée à la géologie locale et à la structure karstique du bassin versant amont, responsable des phénomènes de circulation d'eau souterraine très rapide et sans filtration. Est bien connu l'exemple de la Loue à sa source à OUHANS, qui s'est chargée d'absinthe quelques jours après l'incendie de la distillerie située au bord du Doubs en 1901 à Pontarlier. De même, les intrants divers et nombreux qui percolent vers les niveaux d'aquifères karstiques participent à la dégradation de la qualité de l'eau.

En basse vallée les faibles mortalités sont probablement à expliquer par les échanges plus lents entre la nappe phréatique et les substrats de granulométrie réduite du lit de la rivière. Les processus de filtration sont rendus plus efficaces et laissent à l'activité bactérienne plus de latitude.

Malgré tous les efforts de protection, on observe une banalisation des populations piscicoles sur les trois quarts du cours de la rivière. L'évolution climatique amplifie et accélère cette dérive. Les débits de plus en plus variables et l'augmentation des températures constituent un défi que le Plan Climat du Comité de pilotage de la Communauté de communes Loue-Lison a la lourde charge de relever ( voir : [www.cclouelison.fr](http://www.cclouelison.fr) )



*Moyenne Loue : Algues filamenteuses, fond colmaté suite à l'étiage de la canicule 2019*  
© Jean-Pierre Hérold





*Un regroupement de Chevaines en eau calme et réchauffée* © Jean-Pierre Hérold

## CONCLUSION

Ainsi, la Loue a perdu son lustre de rivière emblématique pour les pêcheurs sportifs et son excellence de modèle de cours d'eau du type « chalk stream », la rivière calcaire à forte productivité biologique : elle est devenue une rivière banale ! Son statut salmonicole ne vaut plus que pour son parcours amont.

Elle reste cependant située dans une vallée remarquable et dorénavant plus connue par la présence du musée Gustave COURBET à ORNANS et par l'existence de la Saline Royale due à Claude-Nicolas LEDOUX située à ARC ET SENANS.

Mais on ne peut que déplorer la perte de son attractivité naturaliste et halieutique, qui a eu en quelques années des effets négatifs sur l'économie locale. Des hôtels-restaurants qui en saison accueillaient les pêcheurs sont aujourd'hui fermés ou en liquidation. Les gîtes de pêche et les chambres d'hôtes souffrent de la même désaffection.

La réhabilitation de la rivière passe par des mesures d'action à long terme qui prennent en compte la protection de l'eau. Maîtriser les rejets des effluents usés avec mise en place de traitement tertiaire, réduire drastiquement les épandages de lisier et en faire plutôt un engrais et non un déchet à éliminer, limiter au strict

nécessaire l'usage des produits toxiques, des phytosanitaires ou sels de déneigement... constituent un programme à promouvoir pour une eau de qualité.

Le réchauffement peut être atténué par des suppressions de seuils qui forment des retenues où l'eau reste chaude, mais aussi par des plantations de végétaux rivulaires qui forment une ripisylve protectrice. La protection des nappes phréatiques est essentielle pour assurer un bon équilibre des réserves de subsurface, en particulier en basse vallée où le relèvement du niveau de la nappe peut contribuer à une meilleure gestion agro-environnementale.

La dérive climatique qui s'est enclenchée au 20ème siècle n'est cependant pas maîtrisable à l'échelle d'une région : elle doit devenir la préoccupation majeure de tous les terriens au 21ème siècle.

### Quelques références bibliographiques

<https://france3-regions.blog.francetvinfo.fr/vallee-de-la-loue/>

<http://www.hydrauxois.org/2017.01> les poissons et la bio-indication

<http://www.hydrobioloblog.fr/2014/08/histoire-de-la-typologie-des-cours-deau.html>

<http://doris.ffessm.fr/> faune et flore subaquatique

BICHET V. et coll. 2015 . Histoire du climat en Franche-Comté. Ed du Belvédère, Pontarlier. 236 p

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 : 149-163

BRUSLE J. & QUIGNARD J.-P. 2004. Les poissons et leur environnement. Ecophysiologie et comportements adaptatifs. Ed. Lavoisier Paris 1522p.

HEROLD J.-P. 2000-01. L'apron ou l'ermite de la Loue. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 88, p 31-32

HEROLD JP.2010-11. La Loue en 2012 : perspectives optimistes ou pessimistes ? Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 93, p 97-98

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

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

HIVET M. & HEROLD JP. 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 et coll. 2011 Les Poissons d'eau douce de France. Muséum d'histoire naturelle, Paris, 552 p

PEQUEGNOT J.-P. 1985. La LOUE. 123 p. édition de l'auteur

PERSAT H. & 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 Pisciculture, 344-345, 15-32

SENE G. 2017. Températures des cours d'eau sur les reliefs du massif du Jura. Evolution sur les années 2010-2015. SHND : <http://www.shnd.fr/spip.php?article446>

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

VERNEAUX J. 1977. Biotypologie de l'écosystème « eaux courantes ». CR. Acad.Sci.Paris. 283. Série D, 77-79