Fischnetz
Réseau suisse poisson

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT DES FORÊTS ET DU PAYSAGE
DEPARTEMENT JURASSIEN DE LA SANTÉ, DES AFFAIRES SOCIALES ET DE LA POLICE
OFFICE FÉDÉRAL DES ROUTES NATIONALES (SECTION A16)
DEPARTEMENT JURASSIEN DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'EQUIPEMENT

ETUDE DES CAUSES DE DIMINUTION DES POPULATIONS DE POISSONS DANS LES COURS D'EAU JURASSIENS

PÊCHE ELECTRIQUE A PIEDS SUR LE DOUBS

RAPPORT FINAL

ETUDE RÉALISÉE PAR LA FÉDÉRATION CANTONALE DES PÊCHEURS JURASSIENS

Rédaction :

AMI LIÈVRE, Fédération Cantonale des pêcheurs jurassiens, Directeur de l'étude
GUY PÉRIAT, Fédération Cantonale des pêcheurs jurassiens, Coordinateur scientifique
JEAN KOEGLER, Fédération Cantonale des pêcheurs jurassiens, Responsable technique
YVAN VOIROL, Fédération Cantonale des pêcheurs jurassiens, Responsable financier
FRANÇOIS DEGIORGI, Bureau TELEOS de Besançon, Expert
HERVÉ DECOURSIÈRE, Bureau TELEOS de Besançon, Expert
JEAN-PAUL VERGON, Direction régionale de l'environnement de Franche-Comté,Expert

Collaboration technique et scientifique avec :

Les bénévoles de la Fédération Cantonale des Pêcheurs Jurassiens
Office des eaux et de la protection de la nature du Canton du Jura
Laboratoire cantonal du Canton du Jura et Laboratoire de RWB SA
Les Services de la pêche des cantons de Berne et Neuchâtel
Le Conseil supérieur de la pêche(France)

DÉCEMBRE 2004

EQUIPE DE PÊCHE ELECTRIQUE SUR LA BIRSE BERNOISE

PÊCHE ELECTRIQUE A PIEDS SUR LE DOUBS

PÊCHE ELECTRIQUE PAR BATEAU SUR LE DOUBS

APRON - ROI DU DOUBS

BARBEAU COMMUN

ÉCREVISSES PIEDS BLANCS

OMBRE

Direction du projet: **MICHEL VERMOT**, Président de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens
AMI LIÈVRE, Responsable du groupe de travail "Qualité des cours d'eau"

Illustrations: **NORBERT MORILLAS, DAMIEN REICHEN, OLIVIER TURIN, JOSÉ LESTON, SÉVERINE SAUNIER**

Traduction: **PASCAL VON LANTHEN, MARION MERTENS**

Concept et synthèse : **TELEOS SUISSE SÀRL,** Bureau d'étude en écologie, les Rangiers 11E, commune d'Asuel, 2883 MONTMELON

Ce rapport est téléchargeable sur www.fischnetz.ch et est disponible à l'adresse suivante :

Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens (FCPJ), Par son Président M. Michel Vermot, Route de Fontenais 63, 2900 Porrentruy

Avant-propos

Avis historique des pêcheurs

Par Ami Lièvre

Depuis plusieurs années, les pêcheurs comme de nombreux naturalistes affirment que certaines espèces de poissons diminuent dans les cours d'eau. Les premiers se plaignent d'une baisse constante de leurs prises, tandis que les seconds, observateurs attentifs des eaux courantes, dénoncent une dégradation progressive de la qualité de ces milieux.
Où est passé l'époque des parties de pêche du dimanche après-midi qui permettait un complément de nourriture aux familles jurassiennes (Jean Koegler, com. pers.), le temps des écrevisses prélevées et grillées au bord de l'Allaine à Boncourt (Bernard Lachat, com. pers.), les bourriches de blageon prises à Courtemaîche durant des journées entières au bord de l'eau (Ami Lièvre, com. pers.), des bancs de milliers d'ombres et de truites frétillant frénétiquement sur leur lieu de reproduction (Frédy Meyrat, com. pers.),des parties de pêche à la main effectuées par les écoliers leurs sandales aux pieds et leur sac au dos (Michel Vermot, Jean Petignat, Raymond Comment, com. pers.) et les vols nuptiaux des « ayattes » durant les soirs d'été qui rendait la chaussée glissante sous les réverbères du pont de Soubey (Pierre et Yvan Voirol, com. pers.) ?
Toutes ces anecdotes ne sont plus que souvenir, mais elles sont surtout le reflet d'une époque, parfois pas si lointaine, où la faune aquatique était encore abondante et diversifiée.

Le Doubs, par exemple, qui fut toujours la référence en matière de pêche, contenait une importante population de truites zébrées et sans points rouges Aujourd'hui, malgré toutes les mesures de restrictions consenties par les pêcheurs pour la protéger, elle est extrêmement menacée. Le vairon était autrefois très abondant et le spectacle de milliers de ces petits poissons rassemblés sur les sablières pour se reproduire chaque été nous donnait l'impression que leur présence était assurée pour toujours. Actuellement pourtant, les bancs de milliers de vairons ne se résument plus qu'à quelques centaines et les dizaines de truites qui se relayaient pour les pourchasser ne sont plus que quelques-unes (Pierre et Yvan Voirol, com. pers). Et bien que la pêche au moyen d'un carrelet ait été interdite il y a 15 ans déjà, la population de vairons, selon nous, ne se rétablit pas.
Le barbeau, le blageon, le toxostome et la vandoise étaient présents en grande quantité jusqu'à la fin des années 70. Les bancs de poissons, formés à cette époque de milliers d'individus, ont régulièrement diminué, pour pratiquement disparaître à certains endroits que nous observons régulièrement depuis 30 ans. Le toxostome, qui n'est d'ailleurs plus signalé qu'à l'aval du moulin du Doubs, est totalement protégé depuis 1999 et des restrictions ont aussi du être consenties pour d' autres espèces .

Pour décrire la situation dans les autres cours d'eau, il faut faire appel à la mémoire des plus anciens pêcheurs, puisque, aussi bien **la Sorne**, **la Birse** que **l'Allaine** ont supporté une grave charge polluante, essentiellement d'origine domestique et industrielle depuis le début des années 50 jusqu'en 1986, date de la mise en service des stations d'épuration régionales de Delémont et de Porrentruy, dont les conséquences pour les populations de poissons ont été très importantes.

L'ombre avait totalement disparu de ces cours d'eau et les derniers spécimens ont été pêchés dans les années 50 dans la Birse aval (Jean-Pierre L üthi, comm.pers.), dans les années 60 à la frontière française pour ce qui concerne l'Allaine et au début des années 70 dans la Sorne. Dans cette rivière, une petite population d'ombres survivait encore à Courfaivre à cette époque,(Louis Veya, comm. Pers.), avant qu'une sévère correction du linéaire sur plusieurs kilomètres ne les anéantisse définitivement. Heureusement, depuis 1997-98, ce poisson fait une réapparition remarquée à l'aval de Delémont, dans la Birse et la Sorne et une réapparition beaucoup plus chaotique dans l'Allaine, en raison des multiples pollutions aiguës que subit cette rivière chaque année depuis de nombreuses années. Dans l'Allaine, ces empoisonnements consécutifs ont d'ailleurs eu des conséquences dramatiques au cours du siècle passé.

Le vairon, par exemple, était autrefois extrêmement abondant jusque dans la partie apicale de la rivière. Des milliers de ces poissons étaient régulièrement pêchés à l'aide de carrelets. En 1985, il n'était pourtant plus présent qu'à l'aval de Courtemaîche et quelques spécimens subsistaient à Porrentruy, en amont de l'arrivée des égouts de la ville. Depuis le début des années 90, les vairons recolonisent, parfois très difficilement, l'ensemble du cours d'eau.
Le blageon était aussi extrêmement abondant, à tel point que, dans les années 50, des pêches de destruction étaient organisées par l'inspectorat bernois de la pêche (Alfred Brogli, com. pers.). En 1985 toutefois, il n'était plus présent que dans la partie aval de l'Allaine. Depuis la mise en service de la station d'épuration de Porrentruy, il recolonise le cours d'eau de manière comparable au vairon.

Le chabot et la loche ont vu leurs abondances relatives s'inverser depuis les années 60, où le chabot dominait nettement. Plus tard, il a même totalement disparu entre Porrentruy et Grandgourt alors qu'il recolonise, depuis 5 ans, lentement l'ensemble de l'Allaine.
La lamproie de planer, autrefois très répandue sur tout le linéaire, a totalement disparu de l'Allaine sur territoire suisse alors qu'il ne subsiste plus qu'une faible population d'écrevisses à pattes blanches sur la partie apicale du cours d'eau. La pollution domestique, industrielle et agricole a eu raison de ces deux espèces jusqu'à l'aval de Grandgourt, alors que la pollution par des argiles provenant du lavage des chars de la place d'arme de Bure a anéanti les populations survivantes dans la région de Boncourt au début des années 70.

Il faut encore évoquer les atteintes très dures à la morphologie de la Sorne et de la Birse, faites par les communes riveraines tout au long du siècle passé, ce qui a réduit sensiblement les habitats de certaines espèces de poissons, la truite autochtone en particulier. Cette détérioration du milieu, associée à de nombreux empoisonnements au cyanure, aux sels de chrome ou aux autres métaux lourds, dont les anciens pêcheurs se souviennent encore, ont fait disparaître le vairon dans les années 60 déjà et peut-être d'autres espèces encore, mais là, les souvenirs s'estompent…

Résumé

Le sentiment, partagé aussi bien par les pêcheurs que par les scientifiques, d'une régression constante des populations de poissons dans l'ensemble de nos cours d'eau, a conduit la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens à initier une étude environnementale appliquée sur les principaux cours d'eau du Canton du Jura(Suisse).

L'objectif fixé en 1997 était triple : il convenait initialement de déterminer si la diminution des captures de poissons était réelle et corrélée avec l'évolution des peuplements en place, puis de mettre en évidence les causes des dysfonctionnements, pour finalement édicter des mesures d'assainissements qui permettraient d'améliorer la situation des cours d'eau et de la pêche dans le Canton du Jura.

La mise en œuvre d'une telle opération a nécessité le rapprochement de plusieurs partenaires, parmi lesquels l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage a joué, par l'intermédiaire du projet national «Fischnetz Réseau-Suisse-Poisson », un rôle primordial.

Après 8 années d'études, les 15'000 heures effectuées par les 150 bénévoles de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens aboutissent aux conclusions suivantes :

- **Comme au niveau national, les captures de truites et d'ombres dans le Jura ont chuté de près de 70 % en 15 ans.**
- L'évolution des prises de truites dans le Jura semble plus résulter de la quantité de truites adultes déversées que de l'état des populations naturelles en place.
- **Aucune des quatre rivières jurassiennes étudiées ne présente une qualité biologique optimale**. Les références des années 70 se sont dégradées tandis que les égouts à ciel ouvert décrits à la même époque se sont améliorés, sans toutefois atteindre leurs potentiels originels.
- **La banalisation des cours d'eau jurassiens, constatée au cours de ces trente dernières années, est la résultante de nombreux dysfonctionnements parmi lesquels la dégradation de la qualité de l'eau, l'altération de la morphologie et le réchauffement thermique jouent un rôle capital**.
- En revanche, il apparaît que la gestion halieutique (repeuplement, prédation par les pêcheurs) peut être considérée comme un facteur secondaire de la banalisation biologique constatée.
- **Les principales causes élucidées à ces diverses perturbations mises en évidences sont, comme au niveau national et européen, d'origines industrielle, agricole et urbaine**.

Cette étude multidisciplinaire permet donc, d'une part de mettre en évidence l'état préoccupant des cours d'eau jurassiens et, d'autre part, de dénoncer le manque cruel de volonté politique en matière de gestion environnementale au cours de ces dernières décennies dans le Canton du Jura. C'est pourquoi et dans une perspective de renouveau, un catalogue de mesures concrètes est proposé afin d'initier un véritable programme de développement durable qui intègre mieux les cours d'eau et leurs occupants au monde moderne jurassien et qui s'inscrit totalement dans le cadre d'une gestion globale de l'eau.

Zusammenfassung

Der von Wissenschaftlern und Angelfischern vermutete kontinuierliche Fischrückgang in Fliessgewässern veranlasste den jurassischen Fischereiverband dazu, eine Umweltstudie der wichtigsten Gewässer in dieser Region durchzuführen.

Das im Jahr 1997 konzipierte Arbeitsprogramm enthält 3 massgebliche Punkte: Im ersten Schritt sollte herausgefunden werden, ob der Fischrückgang tatsächlich stattgefunden hat und inwiefern dieser mit den vorhandenen Fischpopulationen korreliert werden kann. In einem zweiten Schritt sollten Gründe für einen allfälligen Fischrückgang eruiert werden um danach in einem letzten Schritt Revitalisierungsvorschläge zu erarbeiten, welche die ökologische und fischereiliche Situation im Kanton Jura verbessern sollen.

Um ein Projekt dieser Grösse durchführen zu können, war ein Mitwirken verschiedener Institutionen essentiell: Wichtig ist unter anderem die Zusammenarbeit mit dem BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), das im Zusammenhang mit dem Fischnetz-Projekt eine eminent wichtige Rolle einnahm.

Nach 8 Jahren Forschungsarbeit mit 15'000 Arbeitstunden, die durch 150 Freiwillige des jurassischen Fischereiverbands geleistet worden sind, konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- **Wie ebenfalls auf nationaler Ebene festgestellt wurde, sind die Forellen- und Äschenfänge der Angelfischer in den letzten 15 Jahren um ca. 70% zurückgegangen.**
- Die Entwicklung der Anglerfänge scheint eher vom Besatz adulter Bachforellen abhängig zu sein, als von der vorgefundenen Populationsstruktur der lokalen Fischfauna.
- **Keines der vier im Kanton Jura untersuchten Gewässer weist eine optimale biologische Qualität auf.** Referenzstrecken aus den 70er Jahren haben sich qualitativ tendenziell verschlechtert, während sich Abwasserstrecken aus derselben Zeit deutlich verbessert haben, ohne jedoch ihr ursprüngliches Potenzial zu wieder zu erlangen.
- **Die beobachtete Banalisierung der jurassischen Gewässer im Verlauf letzten 30 Jahre ist das Resultat mehrerer Funktionsstörungen. Die Wasserqualitätsverschlechterung, die Veränderungen in der Gewässermorphologie sowie die Erwärmung der Gewässer spielen dabei eine entscheidende Rolle.**
- Im Gegensatz dazu scheint die fischereiliche Bewirtschaftung (Besatz und Fangdruck der Angelfischer) nur einen sekundären Faktor dieser Banalisierung darzustellen.
- **Die wichtigsten Faktoren für den Fischfangrückgang sind - wie auf europäischer Ebene - industrieller, landwirtschaftlicher und urbaner Natur.**

Diese fächerübergreifende Studie ermöglicht es einerseits, den bedenklichen Zustand der jurassischen Gewässer zu dokumentieren. Andererseits wird der Mangel an politischem Willen im Bereich des Gewässerschutzes im Kanton Jura der letzten Dekaden bemängelt. Daher wird ein konkreter Massnahmenkatalog vorgestellt, der biologische und ökologische Mängel vermindern soll. Dieser Plan beinhaltet einerseits eine nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer unter Einbeziehung der Bewohner, andererseits verlangt er, dass alle Aspekte der Gewässernutzung mit in die Bewirtschaftung und Pflege der Fliessgewässer einbezogen werden.

Sommaire

SOMMAIRE *6*

I : SITUATION INITIALE ET CONTEXTE *7*

II : OBJECTIFS ET STRUCTURE DE L'ETUDE DES COURS D'EAU JURASSIENS *9*

II-1 : OBJECTIFS 9
II-2 : ORGANISATION DU PROJET INTERACTIONS 10
II-3 : FINANCEMENT 10

III : ACTIVITES AU SEIN DE L'ETUDE DES COURS D'EAU JURASSIENS *12*

III-1 : COMMUNICATION ET RELATION PUBLIQUE 12
III-2 : PROJETS PARALLELES ET IMBRIQUES 12

IV : DOCUMENTATION DU DECLIN DES POISSONS *14*

IV-1 : EVOLUTION DES RENDEMENTS DE LA PECHE DANS LE CANTON DU JURA 14
IV-2 : EVOLUTION DES PEUPLEMENTS PISCIAIRES DANS LE CANTON DU JURA 16
IV-3 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 24

V : ANALYSE DES CAUSES DU DECLIN PISCICOLE *25*

HYPOTHESES V-1. & V-2 : LES POPULATIONS DE POISSONS SOUFFRENT D'UNE DEFICIENCE DE LA REPRODUCTION AINSI QUE D'UNE TROP FAIBLE DENSITE DES JUVENILES POUR ASSURER LEUR RECRUTEMENT. 26
HYPOTHESE V-3 : LA MAUVAISE QUALITE DES POPULATIONS DE POISSONS EST LE RESULTAT D'UNE DETERIORATION DE L'ETAT DE SANTE GENERAL DES POISSONS. 29
HYPOTHESE V-4 : LA POLLUTION CHIMIQUE DES EAUX EST RESPONSABLE DE LA DEGRADATION DE L'ETAT DES BIOCENOSES AQUATIQUES JURASSIENNES. 31
HYPOTHESE V-5 : LA PERTURBATION DES PEUPLEMENTS PISCIAIRES EST DUE A UNE DEGRADATION MORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU. 36
HYPOTHESE V-6 : LA BANALISATION ICHTYOLOGIQUE DES COURS D'EAU JURASSIENS EST DUE A UNE AUGMENTATION DE L'APPORT DE SEDIMENTS FINS. 42
HYPOTHESE V-7 : UN DEFICIT DE L'OFFRE ALIMENTAIRE EST A L'ORIGINE DES CARENCES DANS LES PEUPLEMENTS PISCIAIRES EN PLACE. 48
HYPOTHESE V-8 & V-9: LE DECLIN DE LA PECHE RESULTE DE LA GESTION HALIEUTIQUE ET D'UNE DIMINUTION DE L'INTENSITE DE PECHE 54
HYPOTHESE V-10: L'ETAT DEFICITAIRE DES POPULATIONS DE POISSONS RESULTE DE PRELEVEMENTS ACCRUS PAR LES OISEAUX PISCIVORES. 62
HYPOTHESE V-11 : LE DEVELOPPEMENT DES PEUPLEMENTS PISCIAIRES EST BRIDE PAR UNE MODIFICATION DU REGIME THERMIQUE DES EAUX. 65
HYPOTHESE V-12 : LES CARENCES CONSTATEES DANS LES POPULATIONS DE POISSONS SONT DUES A UNE MODIFICATION DES REGIMES D'ECOULEMENT ET DE CHARRIAGE. 70
HYPOTHESE V-13 : LES FORTES PERTURBATIONS DES BIOCENOSES OBSERVEES ET LA BAISSE DES CAPTURES DE POISSONS PAR LES PECHEURS SONT LE RESULTAT DE L'EFFET COMBINE DE DIFFERENTS FACTEURS, DONT LA NATURE VARIE SELON LES ENDROITS. 74

VI : SYNTHESE : EVALUATION FINALE *79*

VII : MESURES D'AMELIORATION DE LA QUALITE DES COURS D'EAU ET DES RENDEMENTS DE LA PECHE *82*

VII-1 : RECOMMANDATIONS POUR L'ELIMINATION OU LA REDUCTION DES REJETS POLLUANTS. 82
VII-2 : RECOMMANDATIONS POUR LA RESTAURATION DE LA QUALITE PHYSIQUE 85
VII-3 : RECOMMANDATIONS POUR L'ATTENUATION DE LA MODIFICATION DES REGIMES D'ECOULEMENT ET DE CHARRIAGE AINSI QUE DU RECHAUFFEMENT THERMIQUE ESTIVAL CONSTATE. 88
VII-4 : RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE GESTION PISCICOLE. 89
VII-5 : HIERARCHISATION ET CHRONOLOGIE DES ACTIONS A ENTREPRENDRE 90
VII-6 : PERSPECTIVES 91

VIII : ANNEXES *93*

VIII-1 : REMERCIEMENTS 93
VIII-2 : LEXIQUE 94
VIII-3 : PUBLICATIONS PARALLELES ..... CD-ROM ANNEXE
VIII-4 : CATALOGUE METHODOLOGIQUE ..... CD-ROM ANNEXE
VIII-5 : DONNEES BRUTES ..... CD-ROM ANNEXE

I : Situation initiale et contexte

Le sentiment, partagé aussi bien par les pêcheurs que par les scientifiques, d'une régression constante des populations de poissons dans l'ensemble de nos cours d'eau, a conduit le président de la FCPJ, Michel Vermot, en 1997, à proposer, en réaction à cette situation, la création de plusieurs groupes de travail. Dans ce contexte, il a notamment demandé au vice-président de la Fédération, Ami Lièvre, en sa qualité de chimiste, d'animer un groupe qui devrait se préoccuper essentiellement de la qualité des cours d'eau jurassiens, de mettre en évidence des dysfonctionnements éventuels et de proposer les mesures d'assainissement nécessaires. Cette équipe s'est constituée rapidement, dans une composition qui n'a pas varié depuis et qui comprend, en plus du responsable : un technicien, Jean Koegler, un ingénieur en électronique et trésorier, Yvan Voirol et un biologiste coordinateur scientifique, Guy Périat.

Dès 1998, afin d'élargir ses compétences, le groupe décida de s'adjoindre les services d'experts extérieurs, MM. Vergon, DIREN FC* et Degiorgi, UNI FC**, et les années qui suivirent, lança diverses recherches multidisciplinaires toutes attachées à la problématique des cours d'eau(cf.§III). En 2000, à l'instigation de M. Erich Staub, Chef de la Section pêche à l'OFEFP***, les études en cours furent adaptées de manière à les insérer dans celles du programme Fischnetz Réseau Suisse Poissons en diminution menées par l'EAWAG**** et l'OFEFP*** et soutenues par l'ensemble des 26 cantons, du Liechtenstein, de la Fédération suisse de pêche ainsi que de la Société suisse de l'industrie chimique. Ainsi, de régionaux qu'ils étaient au départ, les travaux de recherche menés par la FCPJ sont successivement devenus internationaux et nationaux.

Durant ces huit années d'investigations, les 150 membres bénévoles de la Fédération, ayant participé à cette étude, ont reçu le soutien de différentes institutions. A ce titre, le groupe de travail tient à remercier pour leur soutien financier :

- l'OFEFP**, en particulier MM. Staub et Hefti pour leur collaboration ;
- le Département de la santé du canton du Jura, en particulier M. le Ministre Hêche, M. Ramseier et M. Roth pour leur soutien sans faille ;
- le Département de l'environnement et de l'Equipement, en particulier Monsieur le Ministre Laurent Schaffter, Messieurs Babey, Egli, Fernex, Noël et Chollet ;

Chapeautant les différentes publications partielles et parallèles publiées à ce jour(cf.§4.3), le présent document intègre l'ensemble des domaines de recherches abordés par l'étude des cours d'eau jurassiens depuis 1997. En outre, afin de faciliter la comparaison des observations réalisées dans d'autres régions, il respecte le canevas du rapport final Fischnetz[1], en reprenant en particulier les 12 hypothèses sur les causes du déclin piscicole développées dans ce document.

DIREN FC*	Direction Régionale de l'Environnement : région Franche-Comté, Besançon (France)
UNI FC**	Université de Franche-Comté, Institut des sciences et des techniques de l'environnement, Besançon (France)
OFEFP***	Office Fédérale de l'Environnement, des Forêts et du Paysage, Bern (Suisse)
EAWAG****	Institut nationale suisse de recherche en limnologie, Dübendorf (Suisse).
PCH*****	Service des Ponts et Chaussées du canton du Jura, Delémont(Suisse)

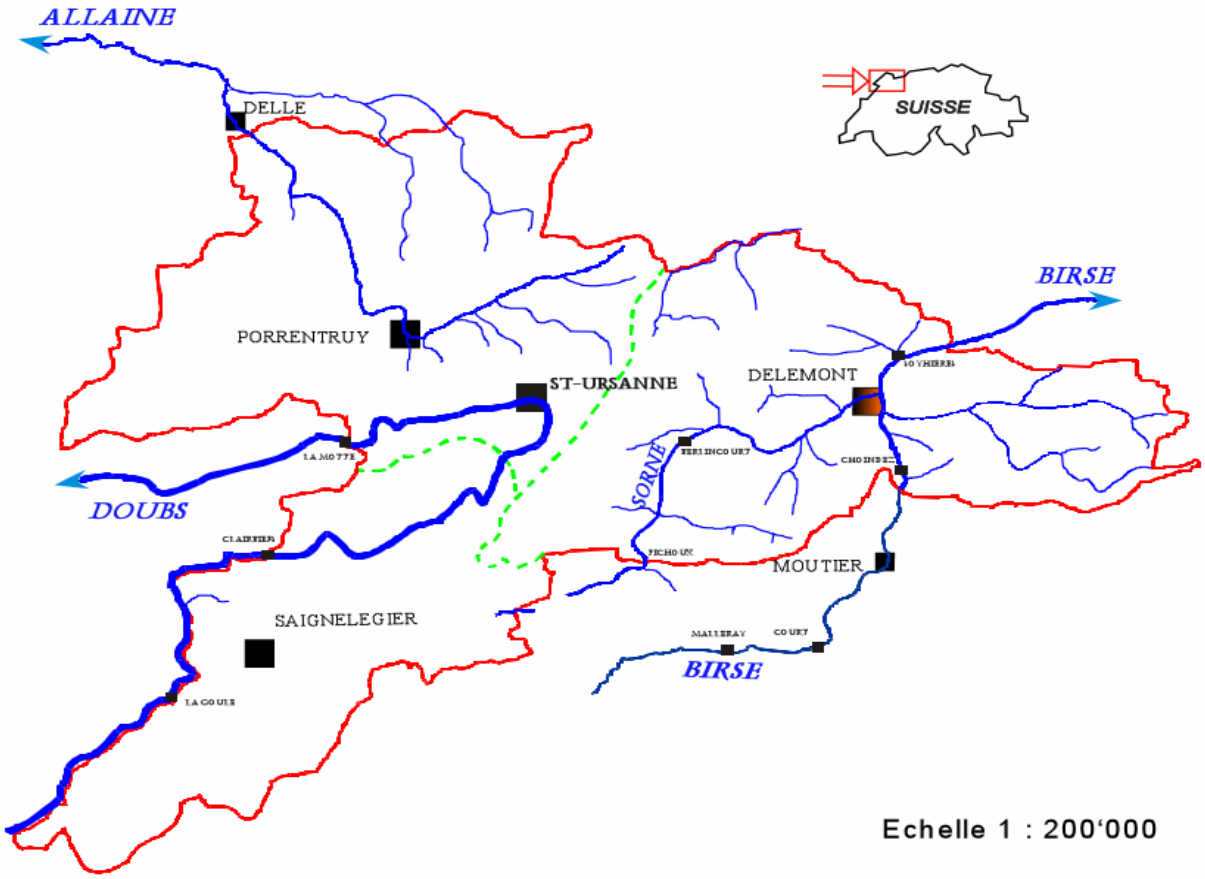


Figure 1 : Réseau hydrographique du Canton du Jura

II : Objectifs et structure de l'étude des cours d'eau jurassiens

II-1 : Objectifs

L'objectif fixé en 1997 était triple : Il convenait initialement de déterminer si la diminution des captures de poissons était réelle et corrélée avec l'évolution des peuplements en place, puis de mettre en évidence les causes des dysfonctionnements, pour finalement édicter des mesures d'assainissements qui permettraient d'améliorer la situation des cours d'eau et de la pêche dans le canton du Jura.

Afin de répondre à ces différents objectifs, des investigations ont été effectuées sur les quatre principaux cours d'eau du canton du Jura dans les domaines suivants :

Ch	Investigations	Statut				Commentaire
		Doubs	Allaine	Birse	Sorne	
IV.1	Analyse des carnets de contrôle des pêcheurs et du repeuplement en salmonidés.	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	L'analyse des carnets de contrôle a été effectuée à l'aide des données publiées par l'Inspectorat de la pêche du canton du Jura ***[2,3,4]***. Les données recueillies dans ces carnets n'étant qu'indicatives et souvent lacunaires (pertes de carnet, non-retour, erreurs d'inscription, etc…), seule une analyse globale a été effectuée.
IV.2	Détermination des peuplements piscicole en place	Part. réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Le taille importante du Doubs et le manque de moyen financier ne nous a permis d'y réaliser que trois pêches exhaustives.
V.1 V.2	Analyse de la qualité de la reproduction de la truite	Non réalisé	Réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Avec les moyens financiers limités à disposition, seule l'Allaine a pu être investiguée. Un chapitre sur ce sujet figure dans le travail de certificats universitaires de Périat publié en déc. 2001 [5].
V.3	Analyse ichtyopathologique de la truite	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Des prélèvements complémentaires ont été réalisés récemment par l'OEPN, les résultats seront tantôt disponibles.
V.4	Analyse des contaminations toxiques des cours d'eau jurassiens.	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Un rapport détaillé sur ce sujet a été publié en décembre 2003 [6]
V.5	Analyse morphologique approfondie	Non réalisé	Réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Avec les moyens financiers limités à disposition, seule l'Allaine a pu être investiguée.
V.5	Analyse écomorphologique Niveau R de la confédération	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	L'application du protocole écomorphologie niveau R de la confédération sur les cours d'eau jurassiens a fait l'objet d'un mandat parallèle entre l'OEPN et la FCPJ. Les données non publiées sont disponibles à l'OEPN.
V.6	Mesure de la turbidité et du colmatage des cours d'eau par des matières fines.	Non réalisé	Part. réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Les moyens financiers à disposition ayant été bloqués en raison du préavis défavorable de l'OEPN quant à la poursuite de cette problématique, seule l'Allaine a pu être partiellement investiguée. Deux rapports détaillés ont pourtant été publiés sur ce sujet en juillet et en novembre 2003 [7,8]
V.6	Analyse du colmatage algal	Non réalisé	Réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Un chapitre sur ce sujet figure dans le rapport final Allaine publié en avril 2004 [9]
V.7	Analyse générique de la macro-faune benthique	Réalisé	Réalisé	Part. réalisé	Réalisé	La stagiaire engagée à l'OEPN n'a malheureusement pas pu réaliser la méthodologie appliquée sur la partie aval de la Birse. Les prélèvements sont effectués mais leur tri et la détermination du benthos restent à réaliser.
V.8 V.9	Analyse de croissance des truites	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Un rapport détaillé sur ce sujet a été publié en janvier 2003 [10]
V.8 V.9	Analyse génétique des populations de poissons	Non réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Avec les moyens financiers limités à disposition, seuls les prélèvements d'échantillons ont pu être réalisés
V.10	Analyse de l'effet des oiseaux piscivores	Non réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Aucune analyse précise n'a pu être réalisée sur ce sujet, toutefois un rapport d'expert a été publié en novembre 2003 [11].
V.11	Analyse du métabolisme thermique des cours d'eau	Part. réalisé	Réalisé	Réalisé	Réalisé	Par déficience de matériel, le Doubs n'a malheureusement pas pu être entièrement prospecté.
V.12	Analyse du régime hydrologique et de charriage	Non réalisé	Réalisé	Non réalisé	Non réalisé	Un chapitre sur ce sujet figure dans le rapport colmatage de l'Allaine publié en juillet 2003 [7]

Tableau 1 : Récapitulatif des investigations réalisées

II-2 : Organisation du projet interactions

La direction de l'étude des cours d'eau jurassiens a été totalement assumée par la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens (cf. figure 2.1).

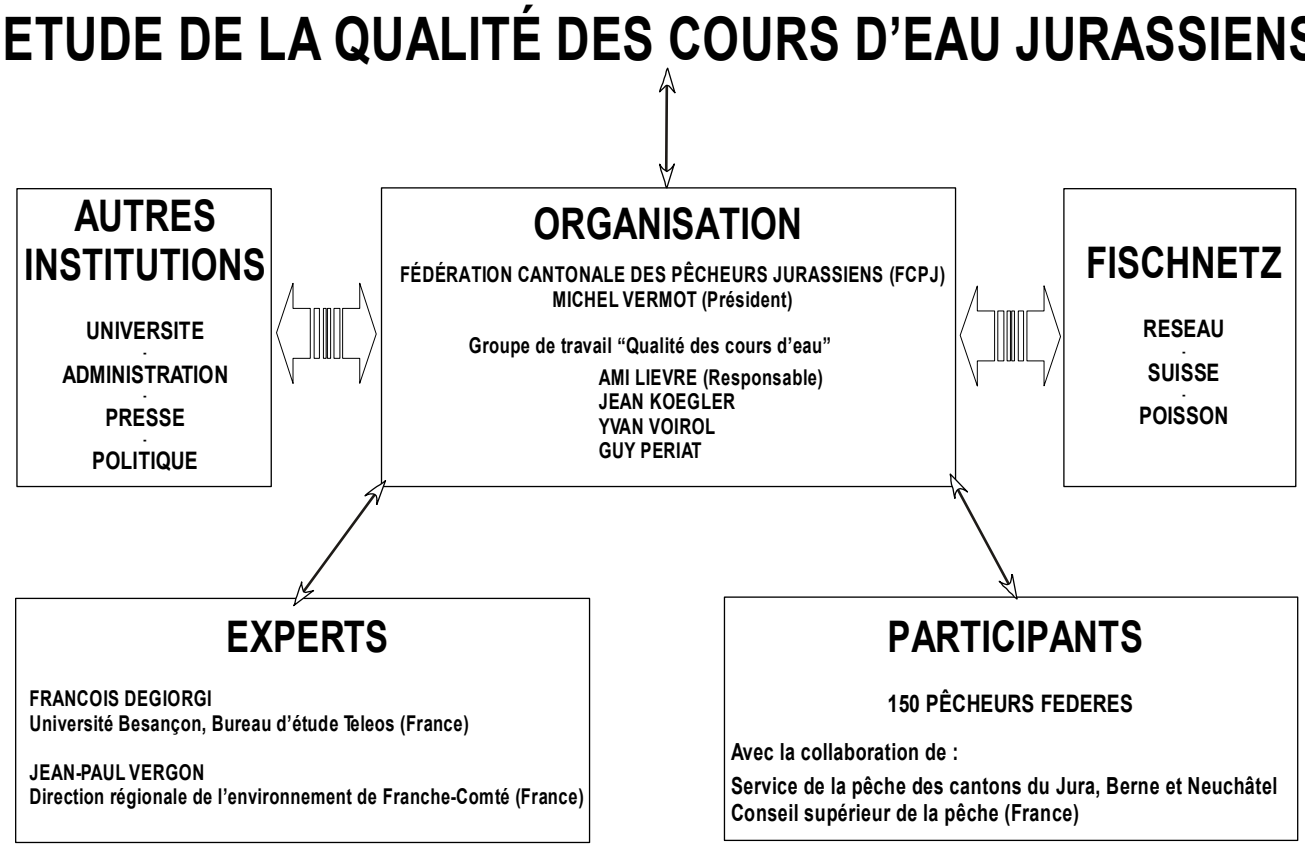


Figure 2 : Illustration de l'organisation des l'études de la qualité des cours d'eau jurassiens

Heureusement de nombreux partenaires extérieurs au canton ont pu également être trouvés pour assurer le bon déroulement de cette opération. A cet égard, le groupe de travail tient en particulier à remercier pour leur collaboration MM. Zürcher et Von Orelli de l'Inspectorat de la pêche du canton de Berne, MM. Wyss et Fiechter du service de la faune du canton de Neuchâtel, la Direction régionale du conseil supérieur de la pêche de Dijon (France) ainsi que ses Brigades départementales du Doubs et du Territoire de Belfort pour leur collaboration et prêt de matériel lors des grandes opérations de terrain.

II-3 : Financement

Le financement de l'étude trouve son assise principale dans le subventionnement fédéral par l'intermédiaire de l'OFEFP et des routes nationales, ainsi que par le travail bénévole des 150 membres de la Fédération, engagés dans le cadre de l'étude des cours d'eau (cf. figure 3). Parallèlement, le soutien matériel, humain et financier du Laboratoire cantonal ainsi que de l'Office des eaux et de la protection de la nature ont constitué un complément non négligeable, sans lequel rien n'aurait pu être réalisé. Enfin, un travail pratique de certificat universitaire de l'Université de Neuchâtel a également contribué au projet [5]. Les membres du groupe de travail tiennent sincèrement à remercier l'ensemble des financeurs intervenus dans le cadre de cette étude.

Signalons enfin que l'ensemble des comptes de l'étude ont été contrôlés et approuvés par le Contrôle des finances de la République et Canton du Jura au 30 juin 2002, sous mandat du Département de l'Environnement et de l'Equipement [12].

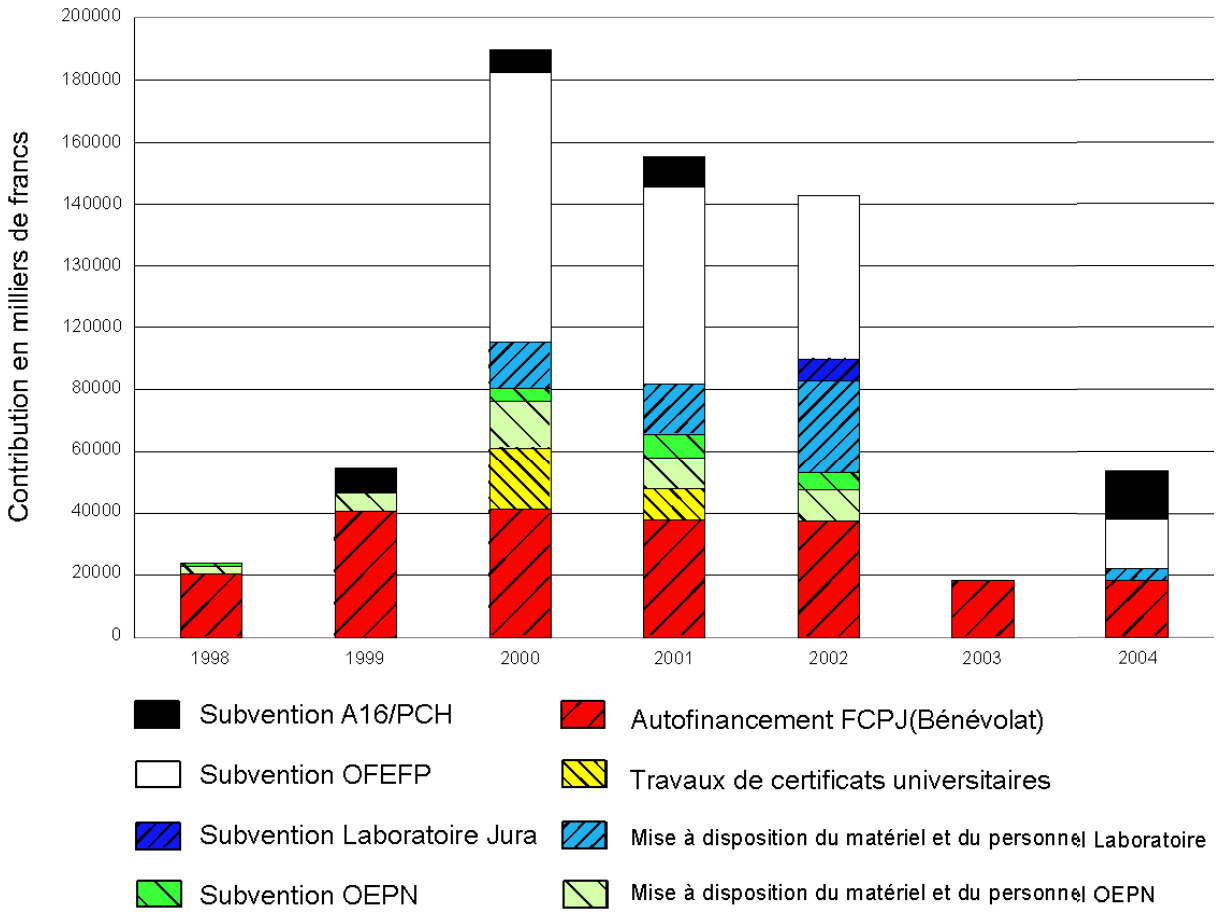


Figure 3 : Financement de l'étude de la qualité des cours d'eau par les différents intervenants

III : Activités au sein de l'étude des cours d'eau jurassiens

III-1 : Communication et relation publique

Le groupe de travail a tenu à informer en permanence, dans un premier temps ses membres ainsi que les participants directs, puis dans un deuxième temps, le grand public des divers résultats et découvertes réalisées tout au long de la durée de la recherche. A cet effet, une présentation orale a été organisée lors de chaque assemblée annuelle des sociétés qui étaient intéressées par ce travail et des articles ont été publiés régulièrement dans la presse locale ainsi qu'en France voisine. En outre, l'étude des cours d'eau jurassiens a fait l'objet de conférences au sein du groupe de pilotage de Fischnetz, dans des associations nationales et internationales ainsi que d'une publication dans la revue Fischnetz-info n°9[13].

III-2 : Projets parallèles et imbriqués

Parallèlement aux divers analyses et diagnostics effectués dans le cadre strict de l'étude des cours d'eau (cf.§2), le groupe de travail a initié plusieurs études spécifiques en collaboration avec les autorités concernées et des bureaux d'ingénieurs spécialisés. Il convient en particulier de citer :

- L'étude de l'influence de la place d'arme de Bure sur le colmatage minéral de l'Allaine. Cette dernière, financée par le département militaire fédéral grâce à l'initiative et au soutien de M. le Ministre Claude Hêche, a été réalisée par l'Université de Neuchâtel (Pr. J.M.Gobat). Elle a permis de mettre en évidence d'une part, l'influence des remaniements parcellaires de la haute Allaine sur le colmatage de ce cours d'eau et, d'autres part, l'impact du ruissellement et de l'érosion des terrains d'exercice militaire sur la turbidité des eaux en aval de Porrentruy, en raison d'une gestion déficiente des bassins de décantations [8].

- Une étude complémentaire à celle de l'Université de Neuchâtel a été menée sur l'ensemble du bassin versant de ce cours d'eau en collaboration avec les bureaux d'ingénieurs Biotec et Hydronat. Cette recherche, cofinancée par le Département militaire fédéral et par celui des routes nationales par l'intermédiaire, respectivement, du Département de la santé des affaires sociales et de la police ainsi que du Service des Ponts et Chaussées, a permis de circonscrire, sans les hiérarchiser, les causes potentielles du colmatage minéral de l'Allaine [7]. Dans ce contexte, des facteurs tels que l'évolution de l'utilisation des sols par l'agriculture, l'urbanisation croissante de ces dernières années et l'implantation des grands chantiers de la transjuranne couplés à l'absence entre 1987 et 1992 de crue de modelage capable de mobiliser le substrat semblent jouer un rôle déterminant. Selon le groupe de travail, un complément d'analyse devrait impérativement être apporté à cette problématique du colmatage minéral, non seulement sur l'Allaine, mais également sur les autres rivières du Canton du Jura.

- Nos hypothèses initiales, basées sur les résultats d'analyse chimique de routine de l'Office cantonal responsable indiquant une nette amélioration de la qualité des eaux de surface depuis la mise en place l'épuration intervenue à la fin des années 80, nous inclinaient à penser que la qualité chimique de nos cours d'eau n'était plus un facteur aggravant pour leur productivité piscicole. Toutefois, de nombreuses analyses biologiques ont mis en évidence sur la plupart des sites investigués des carences qualitatives et quantitatives de nombreux taxons, notamment benthiques (cf.§V.7), résultant assurément d'une toxicité du milieu. Fort de ce constat, une recherche complémentaire a été réalisée en collaboration avec le Laboratoire cantonal, celui du bureau d'ingénieur RWB SA et l'Office des eaux et de la protection de la nature, visant à établir l'état initial de la contamination en toxique des cours d'eau jurassiens. Cette analyse a permis non seulement de confirmer que les suivis de routine ne sont pas suffisants à sanctionner la qualité physico-chimique réelle d'un cours d'eau, mais surtout de mettre en évidence la présence moyenne à forte, voire parfois très forte, de substances toxiques dans tous les compartiments de chaque cours d'eau analysé et ceci sur l'ensemble de leur linéaire, y compris dans leurs affluents principaux respectifs [6]. Bien que des travaux complémentaires soient nécessaires à la hiérarchisation respective de leur influence, l'agriculture, les réseaux routiers, les industries, notamment celles de la filière bois ainsi que les activités domestiques peuvent être considérés comme les responsables de cette situation.

- Dans le but d'améliorer la gestion halieutique de la truite dans le canton du Jura et suite à la publication du travail de certificats universitaires de Périat [5], relative à la croissance et l'âge de maturité des truites de l'Allaine, une étude de même nature été effectuée sur les trois autres rivières ouvertes à la pêche, en particulier grâce au soutien du Gestionnaire de la faune M. C. Noël. Ce travail a été financé par l'OEPN. Les résultats de cette recherche ont montré que les croissances calculées correspondant à l'âge de première maturité sexuelle des truites des cours d'eau jurassiens sont, pour la plupart, supérieures aux tailles légales actuellement en vigueur [10]. Ainsi, excepté sur certaines parties apicales, les pêcheurs prélèvent préférentiellement et sans le savoir des poissons qui n'ont pas encore eu la possibilité de se reproduire. La capture par les pêcheurs peut donc être considérée comme un facteur préjudiciable au développement des populations de truites en place. L'application de ce genre d'analyse sur d'autres espèces avec la réalisation d'un suivi par marquage/recapture individuel permettrait d'une part de préciser nos connaissances à ce sujet et d'autre part, donnerait de précieux renseignements sur les modalités de migration des peuplements en place.

- Enfin, sous l'impulsion de M. Fernex et de M. Babey de l'OEPN, l'analyse écomorphologique des cours d'eau a pu être réalisée. A cet effet, la FCPJ a été mandatée pour effectuer l'application de la méthode d'appréciation fédérale niveau R de l'écomorphologie des cours d'eau. D'autre part, une stagiaire a été engagée à l'OEPN, afin d'épauler notre recherche sur la macro-faune benthique ainsi que sur le traitement historique des données physico-chimiques des suivis de routine des eaux de surface.

Avec les résultats et les conclusions du rapport d'expert sur le fonctionnement écologique de l'Allaine, publié en avril 2004 [9], l'ensemble des observations et des informations recueillies dans le cadre de ces investigations parallèles ont été utilisées pour réaliser le présent document.

IV : Documentation du déclin des poissons

En Suisse, le seul indice récurrent officiel susceptible de nous informer sur le déclin des populations de poissons se trouve dans la publication annuelle de l'OFEFP qui donne les résultats du dépouillement des carnets de contrôle des détenteurs du droit de pêche, tant professionnels qu'amateurs [1]. A la lecture de ces données, il convient toutefois de faire une distinction entre poissons prélevés et peuplement en place. Bien qu'en règle générale, les deux soient corrélés. Il est préférable de confronter ces deux types de paramètres, plutôt que d'effectuer des déductions à partir de l'un des deux. Malheureusement en Suisse, aucun monitoring national sur l'état des peuplements en place n'est présent. Seules quelques données isolées, qui plus est souvent contradictoires, sont utilisables [1].
Par chance dans le Jura grâce à sa position frontalière avec la France, où ce genre de monitoring existe [14], nous avons pu partiellement réaliser cette confrontation, à notre sens, fondamentale pour déterminer les causes de diminution des prises de poissons par les pêcheurs.

IV-1 : Evolution des rendements de la pêche dans le Canton du Jura

Contexte :

Depuis 1985, chaque pêcheur jurassien est tenu de marquer les poissons capturés (toutes espèces confondues) sur un carnet qui doit être retourné en fin de saison de pêche aux autorités cantonales. En règle générale et c'est regrettable, seuls les salmonidés y sont généralement inscrits et souvent de manière erronée. Il est de ce fait difficile d'utiliser ces informations pour obtenir des résultats cohérents. En outre, en vingt ans, la réglementation est devenue plus restrictive ; elle ne permet plus au pêcheur de capturer autant de poissons qu'auparavant. En contrepartie, les techniques de pêche se sont améliorées et les pratiques ont évolué En conséquence, étant donné la fiabilité très relative des données résultant du dépouillement des carnets de contrôle, aucune analyse approfondie n'a été engagée. De ce fait seule une analyse globale a été réalisée, excepté avec l'année 2003, durant laquelle la pratique de la pêche a été interdite une bonne partie de la saison en raison de la sècheresse.

Résultats :

Les données recueillies à partir des rapports annuels de l'Inspectorat de la pêche [2,3,4] (Fig.4 et 5) montrent clairement une baisse des captures de salmonidés. Cette diminution des prises d'environ 70% en 15 ans concerne aussi bien les ombres que les truites. Cette information doit toutefois être utilisée avec précaution. Les calculs ayant permis sa mise en évidence ne tiennent pas compte du nombre de permis vendus et retournés annuellement et des réserves évoquées précédemment sur la fiabilité des données.

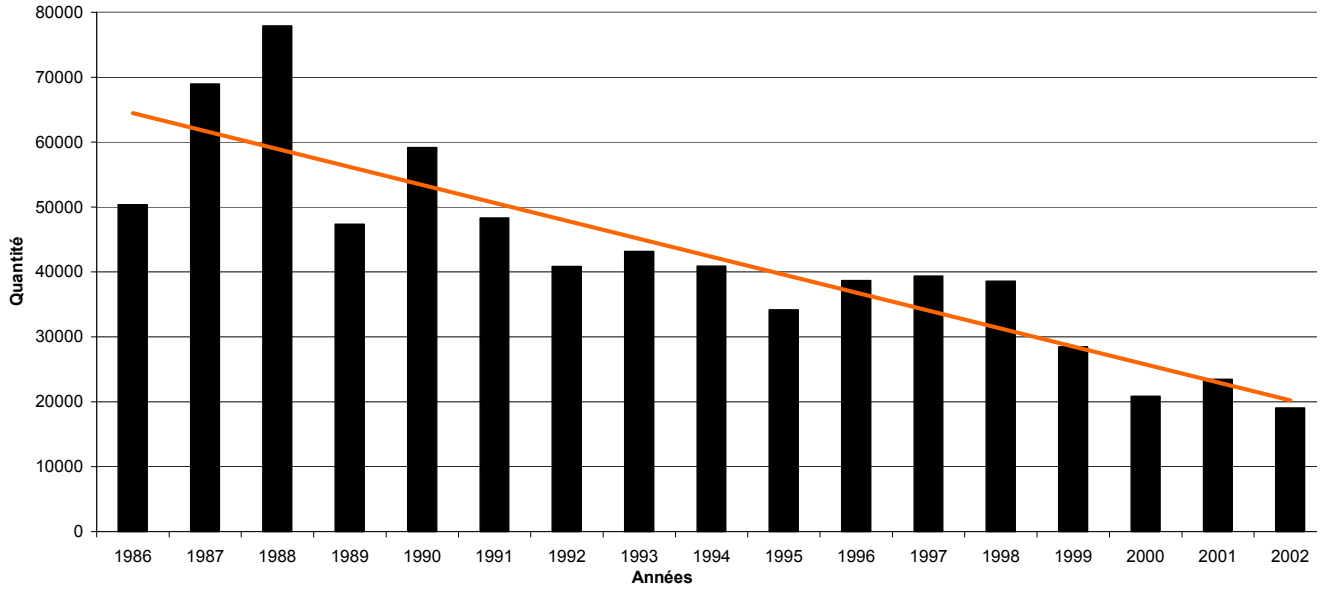


Figure 4 : Evolution des captures de truites dans les cours d'eau jurassiens.

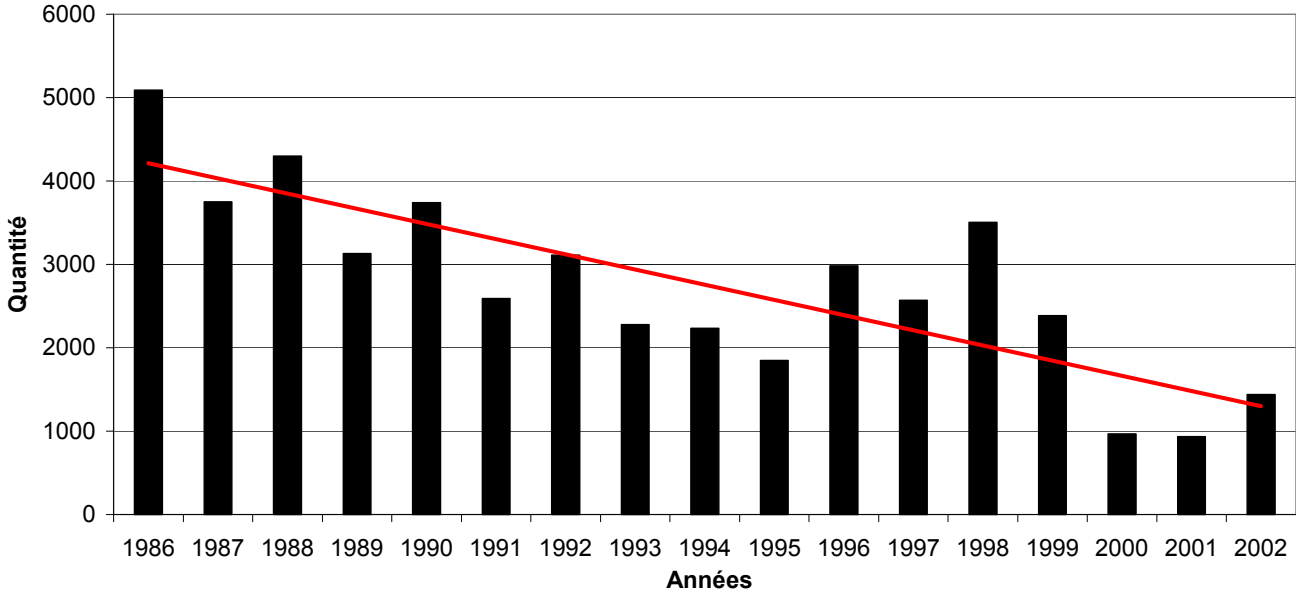


Figure 5 : Evolution des captures d'ombres dans le Doubs.

Conclusion :

Malgré les réserves émises, la diminution des prises semble également être effective dans le Canton du Jura à l'image de l'évolution des captures au niveau national.

IV-2 : Evolution des peuplements pisciaires dans le Canton du Jura

Contexte :

Contrairement à l'approche de Fischnetz, notre analyse n'a pas été appliquée qu'à la truite, mais à l'ensemble de l'ichtyocénose en place dans les cours d'eau jurassiens. La méthodologie d'interprétation choisie par le groupe de travail est basée sur le principe de zonation longitudinale des cours d'eau, précisé par Verneaux[15, 16], et qui peut se résumer de la manière suivante : «Toute portion morphologiquement homogène d'un cours d'eau peut être rangée dans un des 10 types écologiques qui se succèdent le long d'un modèle longitudinal abstrait, allant de la source à l'estuaire ». Chacun de ces types écologiques qui, contrairement à ceux définis par Huet [17] ne se suivent pas forcément d'une manière linéaire, est associé à un "biocénotype", ou groupe d'espèces dont l'abondance est proportionnelle à leur affinité pour ce type considéré. **La composition optimale (référentiel indicatif) du peuplement associé à chaque site appartenant à un type écologique donné peut ainsi être prédite, puis comparée au peuplement effectivement observé ainsi qu'à son évolution** [18,19, 20].

Afin de préciser l'évolution réelle des peuplements en place, plus de 100 pêches électriques exhaustives ont du être réalisées dans les cours d'eau jurassiens entre 1998 et 2004. Les résultats obtenus, transformés en cote d'abondance par espèce intégrant leur densité numérique et pondérale [20] ont été comparés aux données historiques exploitables actuellement en notre possession [14, 15, 21]. Cette démarche a non seulement permis de préciser l'évolution des peuplements pisciaires de chaque cours d'eau étudié, mais également d'orienter la recherche des causes des carences observées.

Le détail de la démarche et des techniques utilisées peuvent être consultées dans différentes publications (18, 19, 20) et figurent en abrégé dans divers rapports thématiques (cf.§IV-3). Les notions de référentiel et de niveaux typologiques étant peu utilisées en Suisse, elles sont brièvement décrites ci-après.

Dans le présent document, une diagnose piscicole globale par secteur de cours d'eau (amont,médian,aval) a été préférée à une approche détaillée par site d'analyse. Les données utilisées, notamment pour le calcul du type théorique et du référentiel indicatif ainsi que l'ensemble des résultats bruts de nos recherches figurent en annexe.

RAPPEL SUR LA BIOTYPOLOGIE ET LA NOTION DE REFERENTIEL OPTIMAL COMPARATIF

La bio-typologie longitudinale : définition sommaire

Toute portion morphologiquement homogène d'un cours d'eau peut être rangée dans un des 10 types écologiques définis par *Verneaux [15]*. Ces dix types se succèdent le long d'un **modèle longitudinal abstrait** allant de la source à l'estuaire.

Contrairement aux zones définies par *Huet [17]* ou par *Ilies et Botosaneanu [23]* ces types ne se suivent **pas forcément de façon géographique** sur les cours d'eau. On peut ainsi fréquemment observer des lacunes, des inversions de type (par exemple au cours d'un « rajeunissement » provoqué par un affluent froid), ou même des mosaïques écologiques complexes en parcourant une rivière.

Chacun de ces types de rivière est associé à un "biocénotype", ou groupe d'espèces dont l'abondance est proportionnelle à leur affinité pour ce type considéré. La composition **optimale** du peuplement associé à chaque site appartenant à un type écologique donné peut ainsi être prédite, puis comparée au peuplement observé.

Utilisation de la biotypologie longitudinale : principe

L'échantillon pisciaire obtenu par exemple à l'aide d'une pêche électrique sur une station d'étude représentative d'une portion homogène de cours d'eau est comparé à la structure quantitative du peuplement optimal associé au type écologique auquel appartient le tronçon de cours d'eau considéré. Pour cela le niveau typologique de ce site doit d'abord être calculé à partir de quelques paramètres simples selon la méthode proposée par *Verneaux [18,19].*

Calcul du niveau typologique

Le niveau typologique théorique Tth d'un cours d'eau se calcule à l'aide de la formule suivante [18,19] :

$$\mathbf{T_{th} = 0,45\ T1 + 0,30\ T2 + 0,25\ T3}$$

où : $\mathbf{T1} = 0,55\ \theta_{max} - 4,34$

$\mathbf{T2} = 1,17\ [Ln(d_o.D/100)]+1,50$

$\mathbf{T3} = 1,75\ [Ln(S_m/(p.l^2)\ x100)]+3,92$

avec :

θ_{max} : moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds

$\mathbf{d_o}$: distance à la source en km **D** : dureté calco-magnésienne, en mg/l

$\mathbf{S_m}$: section mouillée à l'étiage **p** : pente du lit en ‰ **l** : largeur du lit mineur

Élaboration du peuplement théorique (ou optimal) associé au type

Le modèle biotypologique de Verneaux[15,16,18,19] montre qu'en l'absence de pollution, l'abondance de chaque espèce de poisson varie en fonction du type considéré pour atteindre des valeurs maximales au niveau de leur préférendum écologique. Ces valeurs optimales ont été déterminées de façon statistique sur une série de site non pollués, puis transformées en classe d'abondance intrinsèque à chaque espèce[20].
Corollairement, chaque type écologique est associé à un ensemble d'espèces susceptible d'y être capturées et montrant des affinités plus ou moins affirmées pour ce type, se traduisant par des abondances potentielles plus ou moins fortes. En outre, le nombre d'espèce optimale associée à une station d'étude est également déterminé par le type écologique.

Le référentiel proposé[15,16,20], originellement établi à partir de 205 stations du réseau hydrographique du Doubs, a été amélioré par l'analyse de 245 stations supplémentaires disséminées sur l'ensemble des cours d'eau français, puis vérifié sur 555 autres stations françaises et médioeuropéennes[24]. La série de peuplements de références proposée pour l'ensemble des types écologiques considérés recouvre en fait plusieurs combinaisons possibles qu'il convient de moduler en fonction des caractéristiques propres à chaque grande unité hydrographique et à leurs peuplements associés.

Suivant ces principes, il est donc possible de reconstituer pour un site donné le peuplement optimal correspondant au type écologique et qui serait susceptible de s'y installer en l'absence de toute pollution. Le détail de la démarche et les abaques nécessaires à la définition de ce référentiel figure dans le guide technique de Degiorgi et Raymond [20].

Comparaison entre le peuplement observé et le peuplement optimal

L'échantillonnage d'une station fournit une série de densités numériques et pondérales par espèces. Ces résultats doivent être transformés en classes d'abondance numériques et pondérales propres à chaque espèce et adaptées aux techniques d'échantillonnage employées. Cette démarche permet de comparer de façon robuste et fiable les données entre elles. Cette étape de la démarche constitue déjà une première approche diagnostique puisqu'une note de densité de 1 à 5 peut être attribuée pour chaque espèce capturée sur un site donné. Cependant, l'interprétation de cette note nécessite la prise en compte de la structure longitudinale de l'écosystème eau courante de façon à comparer la situation réelle (stigmatisée par la note d'abondance) à la structure potentielle (correspondant à la note optimale compte tenu du type écologique).

La mesure des écarts quantitatifs entre les peuplements théoriques et observés permet alors de dresser une liste des espèces électives du type absentes ou déficitaires. La confrontation, à l'aide de la synthèse réalisée par Grandmottet [25], de leurs exigences habitationnelles quantitatives et qualitatives avec les ressources topographiques offertes par la mosaïque permet d'orienter la recherche des causes de la réduction constatée pour le peuplement en direction de perturbation de la qualité de l'eau ou d'altération du potentiel habitationnel.

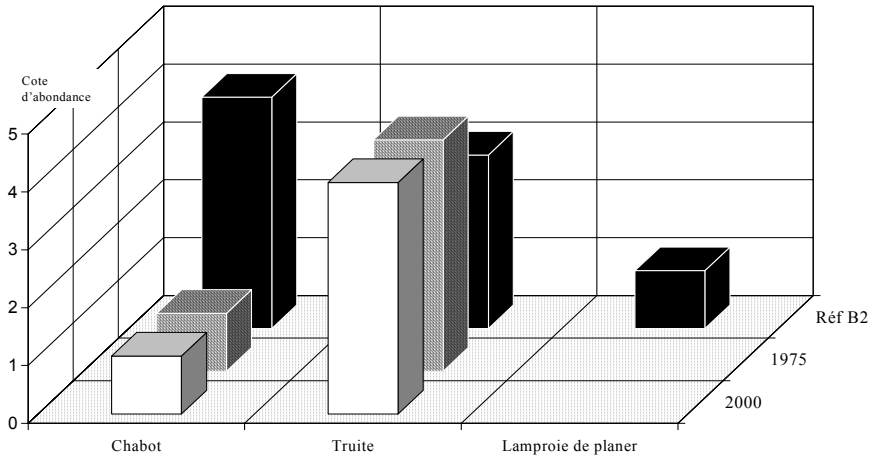


Figure 6 :SORNE AMONT : Evolution du peuplement piscicole de la Sorne en amont de Blanche Fontaine en aval du barrage hydroélectrique entre l'été 1975 et l'été 2000. A l'arrière et en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

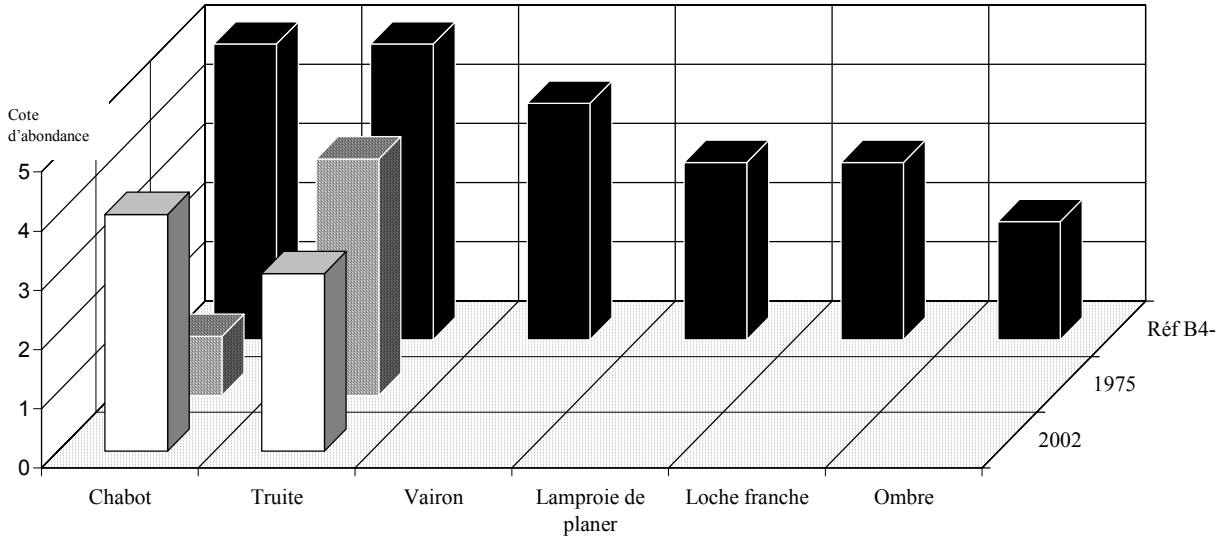


Figure 7 : SORNE MEDIANE : Evolution du peuplement piscicole sur le tronçon court-circuité de la Sorne à Berlincourt entre l'été 1975 et l'été 2002. A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

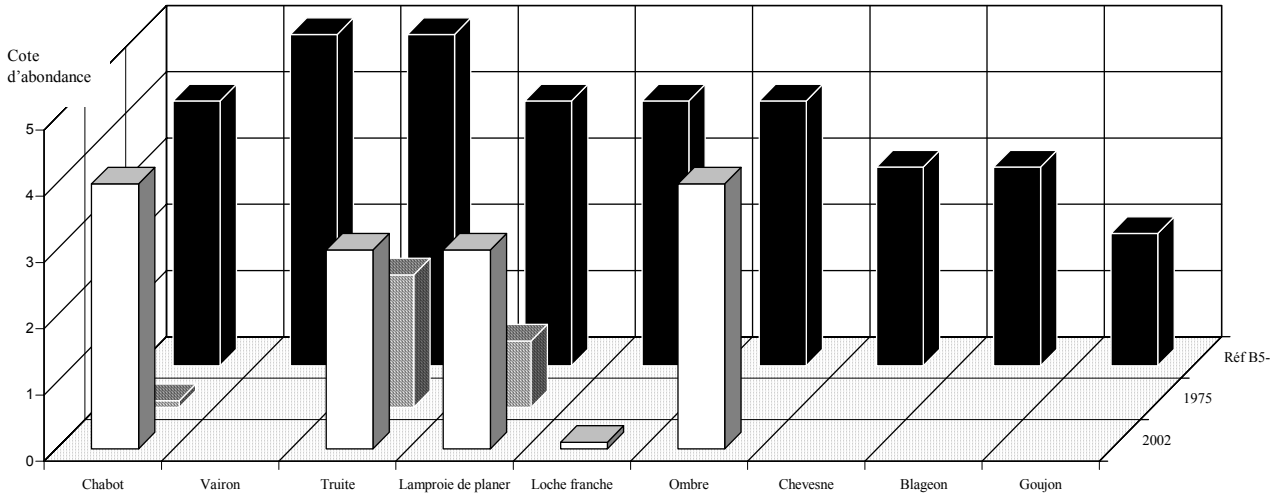


Figure 8 : SORNE AVAL : Evolution du peuplement piscicole de la Sorne à Delémont en amont de sa confluence avec la Birse entre l'été 1975 et l'été 2002. A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

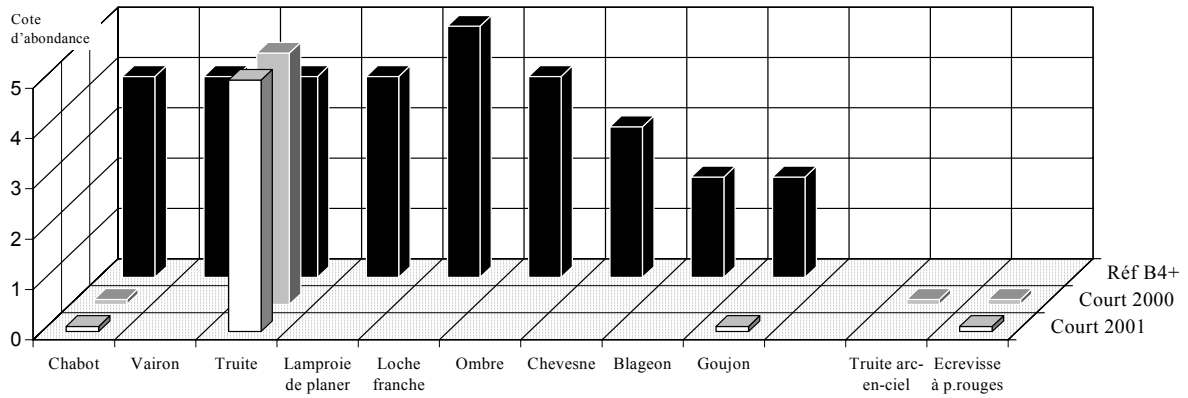


Figure 9 : BIRSE AMONT :Situation du peuplement piscicole de la Birse à Court en été 2000 et 2001. A l'arrière et en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

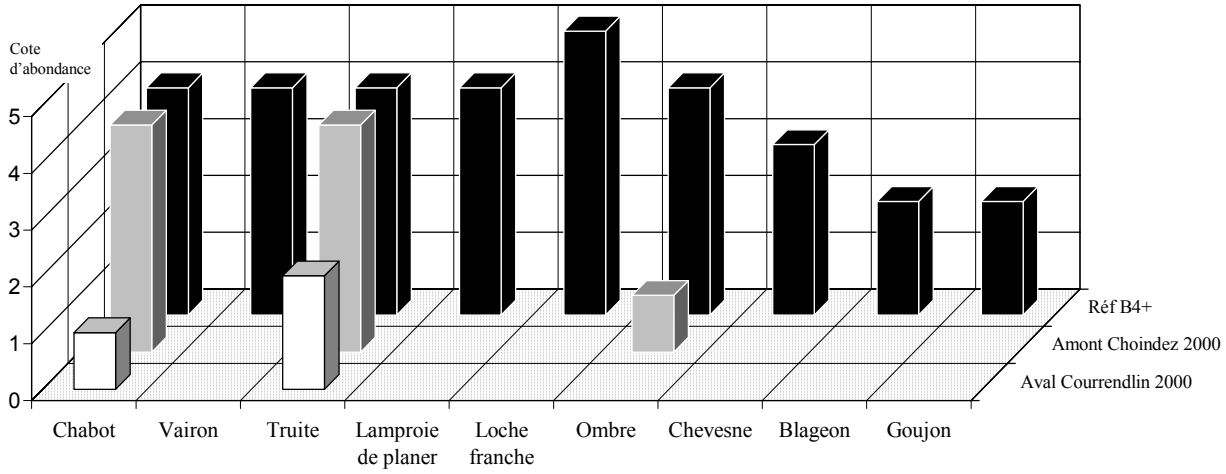


Figure 10 : BIRSE MEDIANE :Situation du peuplement piscicole de la Birse aux environs de Courrendlin en été 2000. A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

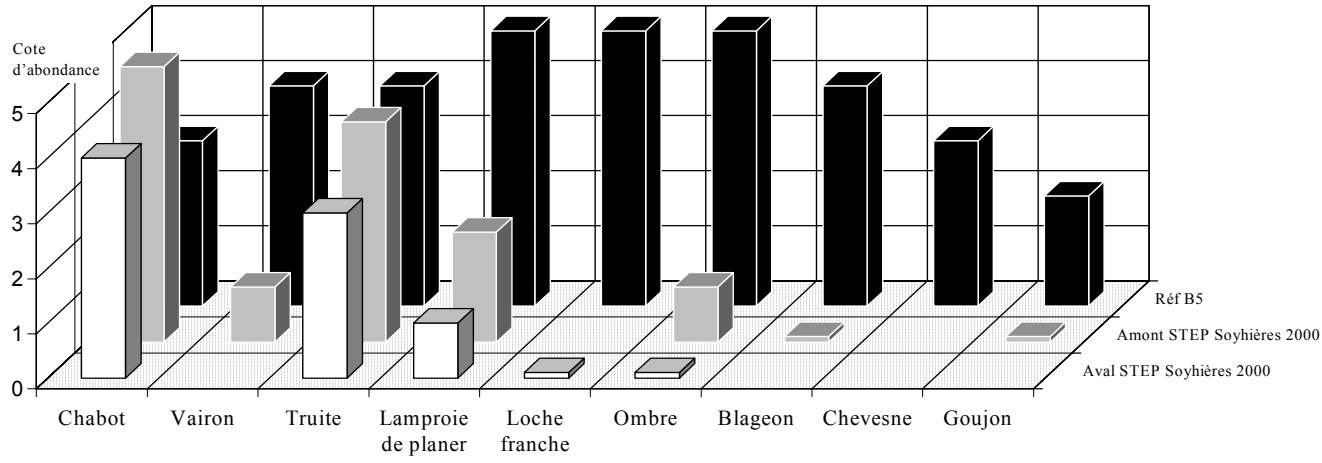


Figure 11 :BIRSE AVAL : Situation du peuplement piscicole de la Birse en aval de Soyhières en été 2000. A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique

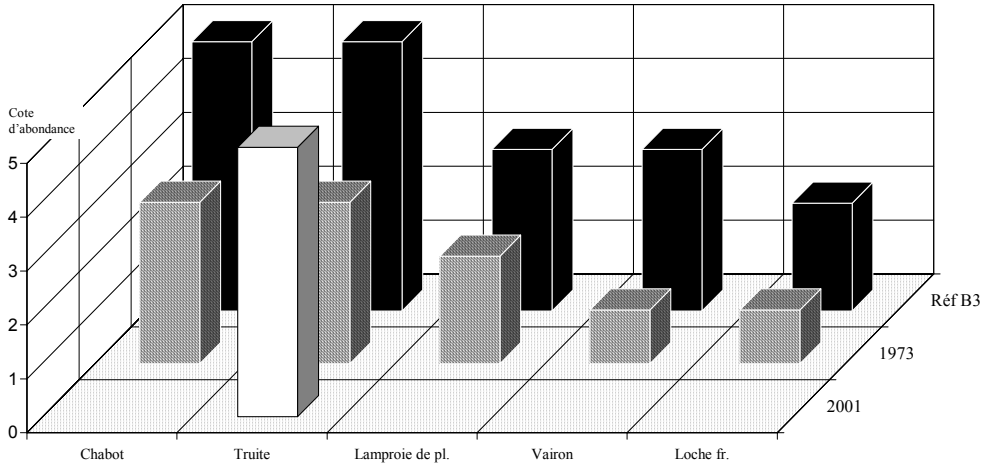


Figure 12 : ALLAINE AMONT : Evolution du peuplement piscicole de la haute Allaine en aval de Charmoille entre 1973 et 2001 . A l'arrière et en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

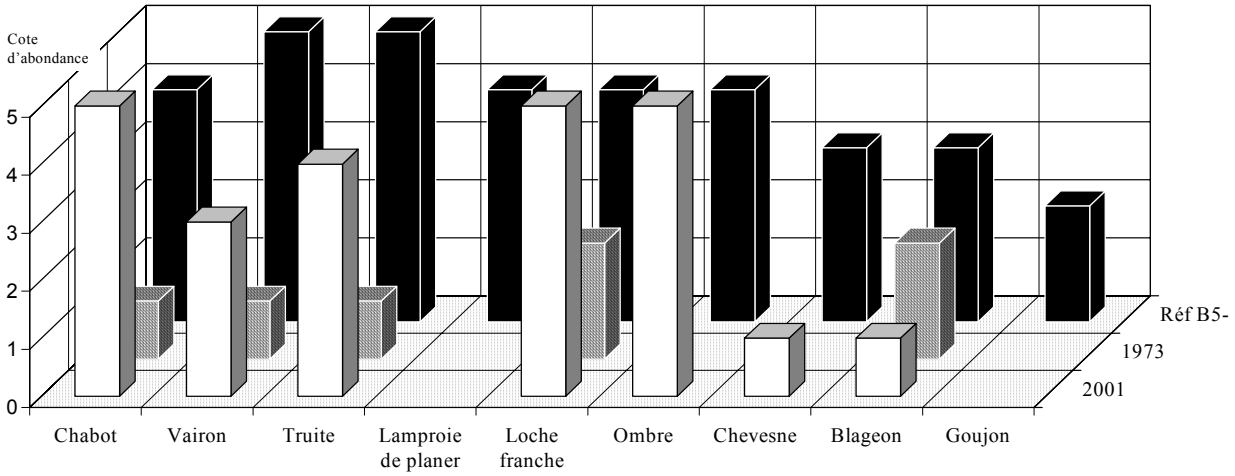


Figure 13 : ALLAINE MEDIANE : Evolution du peuplement piscicole de l'Allaine moyenne au lieu-dit du Pont d'Able en aval de Porrentruy entre 1973 et 2001. A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

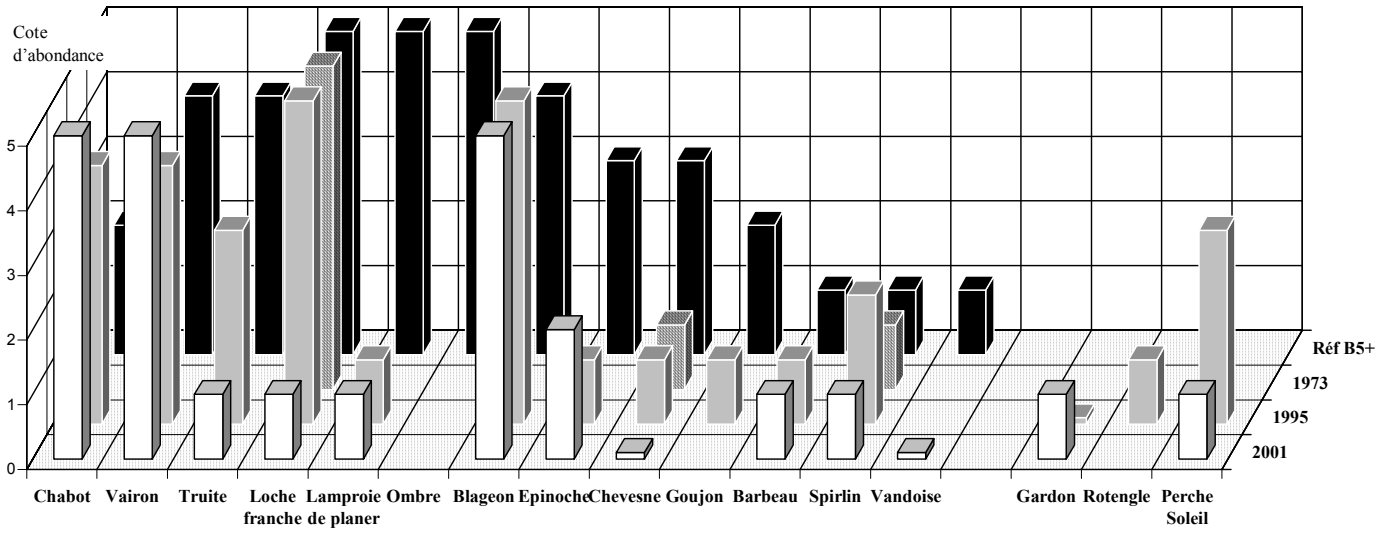


Figure 14 : ALLAINE AVAL : Evolution du peuplement piscicole de la basse Allaine à Delle entre 1973, 1995 et 2001. A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

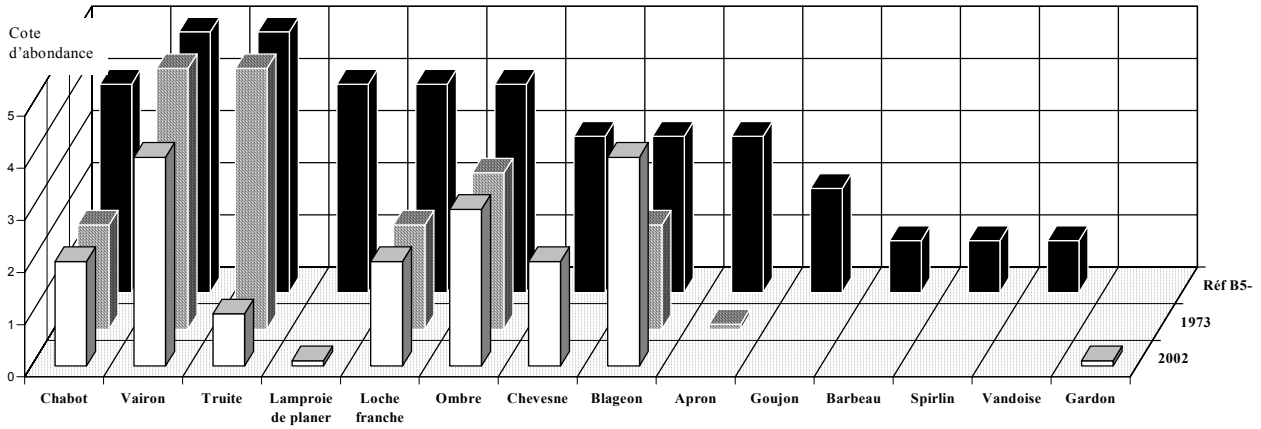


Figure 15 : DOUBS AMONT : Evolution du peuplement piscicole du Doubs au lieu-dit « les Rosées » en amont de St-Ursanne entre 1973 et 2001. Le calcul des niveaux typologiques actuels de ce cours d'eau n'étant pas définitifs, les indications sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré doivent être considérées avec réserves.

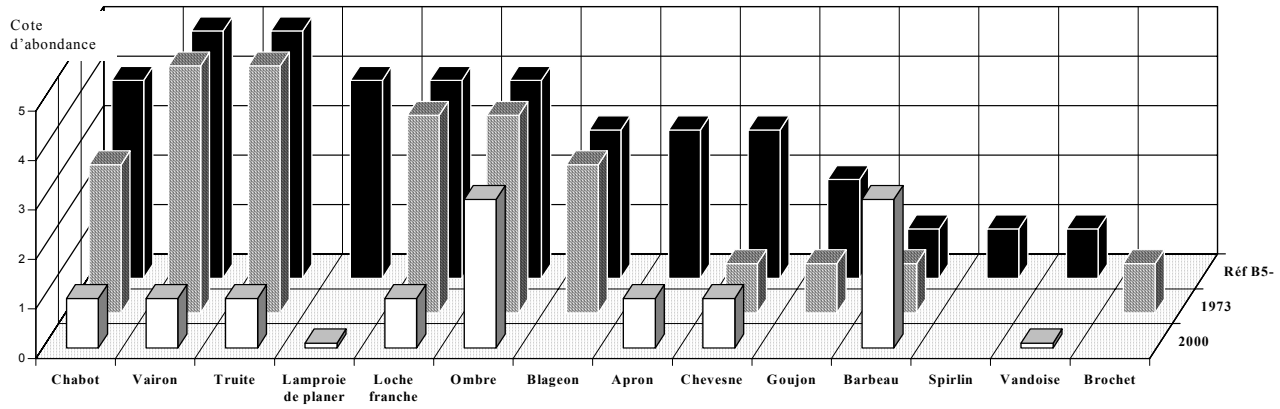


Figure 16 : DOUBS MEDIAN :Evolution du peuplement piscicole du Doubs à St-Ursanne entre 1973 et l'an 2000. Le calcul des niveaux typologiques actuels de ce cours d'eau n'étant pas définitifs, les indications sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré doivent être considérées avec réserves.

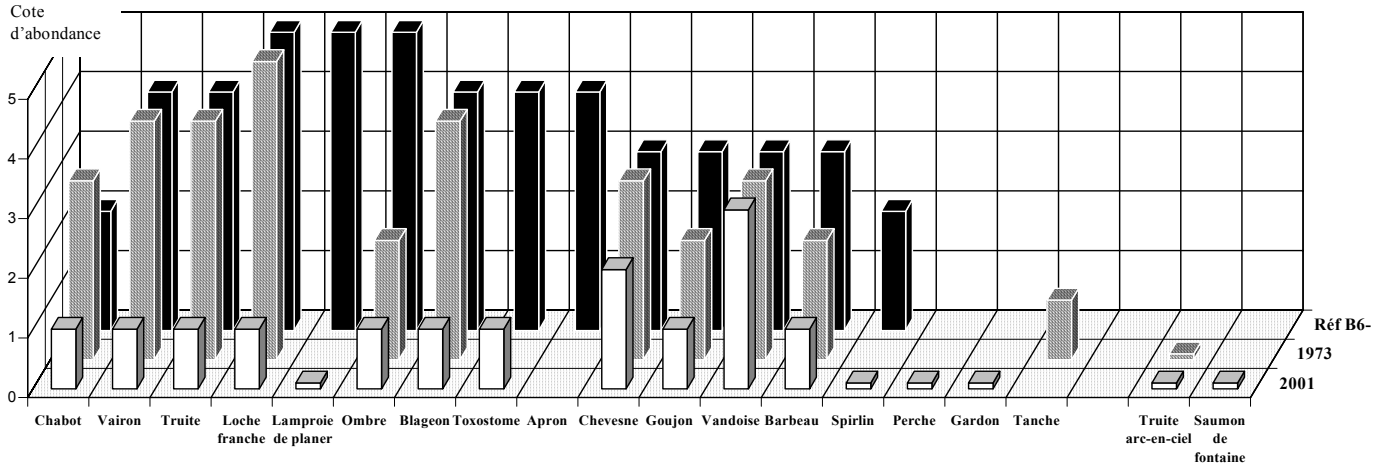


Figure 17 : DOUBS AVAL : Evolution du peuplement piscicole du Doubs aval à Ocourt entre 1973 et 2001. Le calcul des niveaux typologiques actuels de ce cours d'eau n'étant pas définitifs, les indications sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré doivent être considérées avec réserves.

Tendance par cours d'eau

La qualité du peuplement pisciaire de la partie amont et centrale de la **Sorne**, déjà perturbée en 1975, ne semble pas avoir varié depuis ces trente dernières années. En revanche, sa partie aval paraît s'être améliorée, en particulier pour l'ombre, qui n'avait plus été signalé sur ce cours d'eau depuis les années 60(J.P. Luthi & L. Veya, com. pers.). Toutefois, dans l'ensemble, le peuplement piscicole de la Sorne est largement déficitaire et ceci en particulier pour les espèces accompagnatrices de la truite, comme le vairon et la loche, dont les dernières populations abondantes ont été vues dans les années 30 [21]. Bien qu'il nous soit impossible de distinguer les individus sauvages de ceux issus du repeuplement, le déficit de la population de truite ne semble pas s'être accru depuis les années 70.

Malheureusement, nous n'avons aucune donnée historique exploitable de densité pisciaire sur la **Birse**. Une estimation de l'évolution des populations de poissons de ce cours d'eau ne peut donc pas être réalisée. Cependant, la situation actuelle paraît être similaire à celle de son affluent la Sorne. En effet, les parties amont et centrale souffrent d'une carence en diversité spécifique tandis que la partie aval retrouve une population d'ombre intéressante (cf. résultats de pêche électriques les plus récents en annexe). Enfin ici également, et bien qu'il nous soit toujours impossible de distinguer les individus sauvages de ceux issus du repeuplement, la truite s'avère être en situation déficitaire, du moins en aval de Courrendlin et de la STEP de Soyhières.

Le secteur référentiel des années 70 de la haute **Allaine** a maintenant disparu alors que l'égoût à ciel ouvert décrit par Verneaux [15] en basse Allaine semble retrouver une vie piscicole digne de ce nom. On peut en particulier remarquer que grâce à sa réintroduction à partir de géniteurs du Doubs, intervenue en 1997-98, l'ombre est de retour en aval de Porrentruy, en quantité même supérieure du potentiel originel attendu pour ce secteur de cours d'eau. Pourtant plusieurs indices de perturbations du développement des populations de poissons apparaissent encore. En effet, l'absence totale de la Lamproie de planer sur l'Allaine suisse et le fort déficit cumulé de truite, loche, ombre, chevesne et goujon à Delle laissent supposer que de nombreux dysfonctionnements perturbent encore ce cours d'eau. Enfin, il est intéressant de signaler qu'entre 1995 et 2001 les peuplements pisciaires de la basse Allaine ne semblent pas avoir fondamentalement varié [14].

Contrairement aux données de densités des autres cours d'eau, celles issues de l'inventaire du **Doubs** peuvent être sujettes à caution. En effet, sur cette grande rivière, plus de 40m. de largeur, seuls les inventaires des secteurs de cours d'eau pêchables à pieds (<1,2 m. de profondeur) ont été utilisés pour l'expression des résultats ; ce qui peut être à l'origine de l'absence ou du sous-échantillonnage de certaines espèces. En outre, en raison d'une défaillance technique, les niveaux typologiques de ce cours d'eau n'ont pu être que partiellement définis (cf.§V-11). Toutefois et tenant compte des précautions d'usage, il apparaît que la qualité du peuplement pisciaire du Doubs suisse semble s'être sensiblement dégradée depuis les années 70, en particulier pour ce qui concerne la truite et bien qu'il nous est impossible de distinguer les individus sauvages de ceux issus du repeuplement. L'étude internationale et multidisciplinaire, menée actuellement dans le cadre de l'augmentation des débits planchers des barrages hydroélectriques du Chatelôt et du Refrain, devraient assurément préciser cette première tendance évolutive [22].

Conclusion :

La diagnose piscicole effectuée indique clairement que, par comparaison avec les optimums écologiques attendus, les peuplements pisciaires jurassiens sont déficitaires, tant par la quantité de poissons présents qu'en ce qui concerne le nombre d'espèces recensées. Ce constat est valable pour la plupart des sites et des niveaux typologiques examinés. De plus, ces populations de poissons ont eu deux tendances évolutives opposés : les peuplements référentiels des années 70 se sont dégradés tandis que les égouts à ciel ouvert décrits à la même époque ont retrouvé une vie piscicole intéressante, sans toutefois être optimale. En d'autres termes, **au cours de ces trente dernières années, les cours d'eau jurassiens ont vu leur peuplement pisciaire se banaliser.**

IV-3 : Références bibliographiques

[1] Fischnetz, 2004. *Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du projet « Réseau suisse poissons en diminution ».* EAWAG/OFEFP , Dübendorf, Bern : 198pp

[2] Egli R., 1985-1999. *Rapports annuels de l'exercice de la pêche dans le Canton du Jura*. Publication OEPN 1985 à 1999.

[3] Jacquat B., 2000. *Rapport annuel de l'exercice de la pêche dans le Canton du Jura*. Publication OEPN .

[4] Noël C., 2001-3. *Rapport annuel de l'exercice de la pêche dans le Canton du Jura*. Publication OEPN .

[5] Périat G., 2001. *Croissance, Reproduction et Etat de la population de truite commune (Salmo trutta L.) sur la partie suisse de la rivière Allaine*. Travaux de certificats universitaires d'écologie et de microbiologie. Université de Neuchâtel : 235 p. + ann.

[6] Périat, G., Degiorgi F., Lièvre, A., 2003. *Contamination en toxiques des cours d'eau jurassiens : Etat initial.* Etude de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS / DEE 80 p. + annexes

[7] Biotec & Hydronat, 2003. *Colmatage des cours d'eau. Application à la rivière Allaine*. Etude pour la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS :75 p. + ann.

[8] Gobat, J.M., Wermeille E., Adatte T., 2003 : *Etude du colmatage des rivières jurassiennes. Analyse de la matière organique des sols et des sédiments : Rapport final, Première partie de l'étude*. DMS Université de Neuchâtel 16 p. + ann.

[9] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[10] Teleos 2002. Maturité sexuelle et croissance de la truite commune (Salmo trutta L.) dans le Canton du Jura. OEPN :37 p.+ ann.

[11] Lièvre A.,2003. Rapport sur les oiseaux piscivores. Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens

[12] Kohler B., Gigon M., 2002. *Rapport de révision N°410/02-48 relatif au contrôle des comptes 1998 à 2002(30juin) lié à l'étude sur les cours d'eau jurassiens*. RCJ Contrôle des finances 14 p.

[13] Fischnetz info n°9., 2002. *4ème Séminaire Fischnetz du 19 avril 2002*. EAWAG/OFEFP, Dübendorf, Bern : 42p.

[14] Conseil supérieur de la pêche (CSP) 2004. *Réseau hydrologique piscicole (RHP)*. Lyon et Dijon.

[15] Verneaux J., 1973. *Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura), Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs, essai de biotypologie.* Thèse d'état, Université de Besançon , 261 p. + ann.

[16] Verneaux J., Schmitt A., Verneaux V., Prouteau C., 2003. *Benthic insects and fish of the Doubs River system : typological traits and the development of a species continuum in a theoretically extrapolatedwatercourse.* Hydrobiologia, 11 :57-68.

[17] Huet, M., 1949. *Appréciation de la valeur piscicole des eaux douces.* Station de recherches de Groenendaal, Travaux-Série D , n°10.

[18] Verneaux J., 1976a. *Biotypologie du système « eau courante ». La structure biotypologique*. *C.R.A.S*., 283 : 1663-1668.

[19] Verneaux J., 1976b. *Biotypologie du système « eau courante ». Les groupements sociologiques*. *C.R.A.S*, 283 :1791-1793.

[20] Degiorgi F., Raymond J.C., 2003. *Guide technique : Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante* :197p. + annexes

[21] SORNAJAC, 1976. *Etude écologique de la Sorne de l'Association jurassienne d'animation culturelle.* Bulletin de l'Association pour la défense des intérêts du Jura sept-oct 1976 ;:52 p. + cartes et annexes

[22] DIREN FC, en cours. *Evaluation de la qualité et de l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents. Protocole d'évaluation et programme d'étude de l'état initial*. DIREN FC/Agence de l'eau/CSP/CR/AAPPMA « La Franco-Suisse »/ OFEFP/ FCPJ en cours, publication en 2005.

[23] Illies J. & Botosaneanu L., 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. Mitt. int. Ver Limn., 12 : 1-57.

[24] Grandmottet J.P.,1983. Principales exigences des téléostéens dulcicoles vis-à-vis de l'habitat aquatique. *Annls Univ. Fr. Comté Biol.*, 4 : 3-32.

[25] Verneaux J., 1981. Le poisson et la qualité des cours d'eau. *Annls. Univ. Fr. Comté, Biol.,* 4-2 : 33-41.

V : Analyse des causes du déclin piscicole

Force est de constater que la relation admise entre le nombre de poissons capturés par les pêcheurs et ceux présents dans les cours d'eau ne semble pas, excepté sur le Doubs, se vérifier sur les cours d'eau jurassiens. Toutefois, les peuplements pisciaires jurassiens partout fortement perturbés impliquent indubitablement une réduction de leurs rendements potentiels et, grâce à leur caractère intégrateur, mettent en évidence la présence de nombreux dysfonctionnements qu'il convient d'élucider.

En conséquence et à l'image de Fischnetz, une recherche multidisciplinaire a été engagée avec l'idée constante que le poisson représente la prime à la qualité de l'eau et que les cours d'eau sont la colonne vertébrale de notre alimentation en eau de boisson.

Enfin, de manière à faciliter la comparaison avec des observations réalisées dans d'autres régions, les résultats des investigations effectuées dans le Jura ont été utilisés pour répondre aux différentes hypothèses de Fischnetz définies pour expliquer les causes du déclin piscicole (cf.tableau 2) et qui ont été quelque peu adaptées au contexte régional.

N°	Hypothèses
V-1. & V-2.	Les populations de poissons souffrent d'une déficience de la reproduction ainsi que d'une trop faible densité des juvéniles pour assurer leur recrutement
V-3.	La mauvaise qualité des populations de poissons est le résultat d'une détérioration de l'état de santé général des poissons.
V-4.	La pollution chimique des eaux est responsable de la dégradation de l'état des biocénoses aquatiques jurassiennes.
V-5.	La perturbation des peuplements pisciaires est due à une dégradation morphologique des cours d'eau.
V-6.	La banalisation ichtyologique des cours d'eau jurassiens est due à une augmentation de l'apport de sédiments fins.
V-7.	Un déficit de l'offre alimentaire est à l'origine des carences dans les peuplements pisciaires en place.
V-8. & V-9.	Le déclin de la pêche résulte de la gestion halieutique et d'une diminution de l'intensité de pêche
V-10.	L'état déficitaire des populations de poissons résulte de prélèvements accrus par les oiseaux piscivores.
V-11.	Le développement des peuplements pisciaires a été bridé par une modification du régime thermique des eaux.
V-12.	Les carences constatées dans les populations de poissons sont dues à une modification des régimes d'écoulement et de charriage.
V-13.	Les fortes perturbations des biocénoses observées et la baisse des captures de poissons par les pêcheurs sont le résultat de l'effet combiné de différents facteurs dont la nature varie selon les endroits.

Tableau 2 : Hypothèses de travail de Fischnetz adaptées au contexte régional

Hypothèses V-1. & V-2 : Les populations de poissons souffrent d'une déficience de la reproduction ainsi que d'une trop faible densité des juvéniles pour assurer leur recrutement.

Par Guy Périat

Contexte :

Une absence de reproduction ou une faible densité de juvéniles nous renseigne sur la difficulté de renouvellement d'un peuplement sans pour autant en expliquer les causes. Toutefois, l'analyse de ce type de paramètres biologiques interdépendants contribue à mieux cerner les mécanismes d'altérations auxquels les organismes considérés sont sensibles.

C'est pourquoi, dans le cadre du travail de certificat universitaire de Périat [1], l'analyse de la capacité de reproduction in situ de la truite a été étudiée. Ce poisson, tout en étant une cible halieutique particulièrement recherchée est également l'espèce la plus manipulée par l'homme. Pour cerner correctement le phénomène, l'intégration des facteurs anthropiques tel que le repeuplement doit, en conséquence et contrairement à d'autres taxons, être préalablement maîtrisée. Or, à partir de 2001, la Société des pêcheurs de l'Allaine a proposé la mise en place d'un système de contrôle des repeuplements et la mis en application. Des analyses biologiques fines n'ont donc pu être effectuées que sur ce cours d'eau et ses affluents.

Parmi les nombreux résultats disponibles [cf.1], seules les observations synthétiques sont présentées ci-dessous.

Résultats :

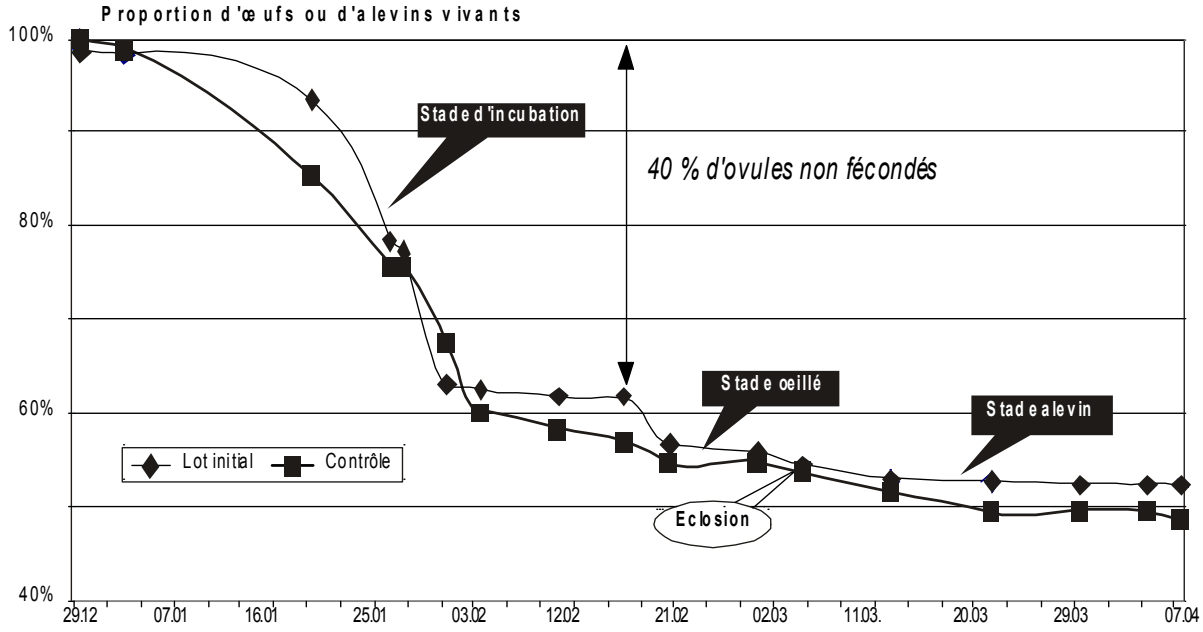


Figure 18 : Taux de réussite d'incubation en pisciculture d'œufs de truites fécondés artificiellement et issus de géniteurs prélevés in situ en décembre 2000.

Un problème a été rencontré lors de la fécondation. Il peut vraisemblablement être imputé à la très faible fertilité des gamètes des géniteurs utilisés pour l'analyse. Ce phénomène a été observé sur l'ensemble des poissons prélevés tout au long du linéaire de l'Allaine.

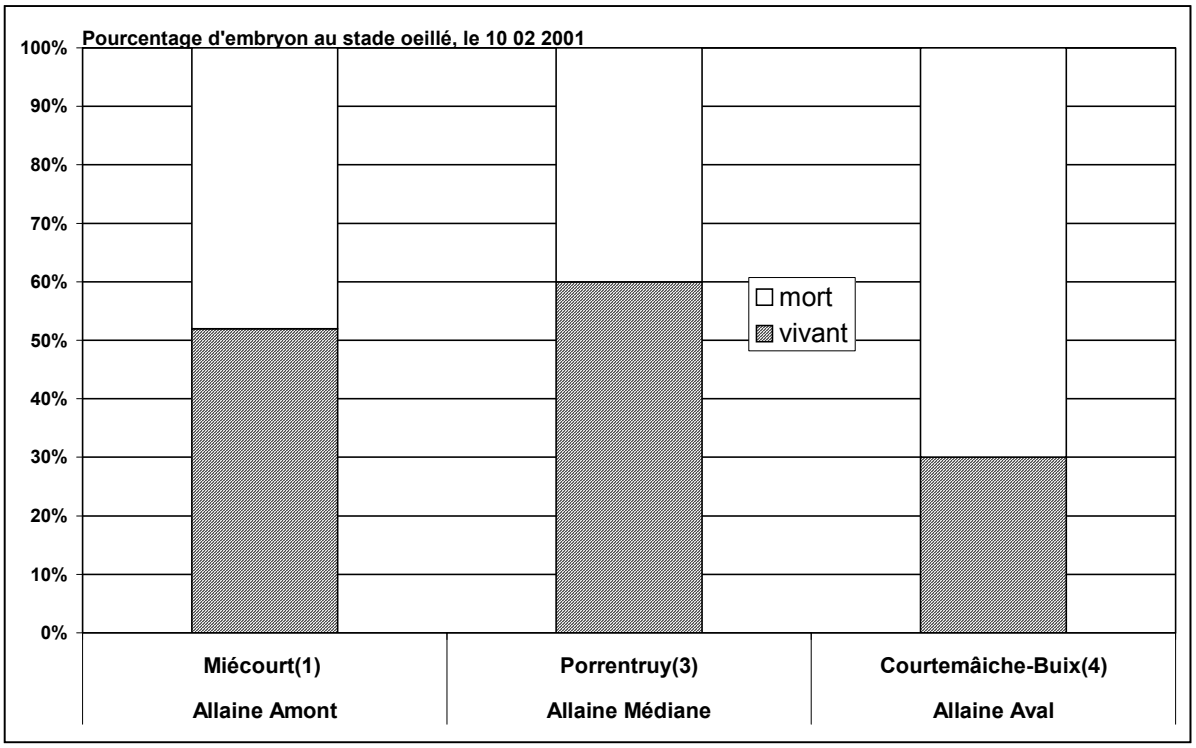


Figure 19 : Taux de réussite in situ au stade œillé ramené au succès en pisciculture à la même période (60 %)

De plus, le taux d'éclosion dans les boîtes in situ **a été nul** pour les 4 stations d'étude. D'autre part, les gravières de reproduction situées sur les deux secteurs les plus perturbés morphologiquement (4 et 2) ont été profondément bouleversées par les crues intervenues entre janvier et mars 2001 ; le dispositif d'incubation du stade oeillé du site 2(absence du graphique) a d'ailleurs été emporté.

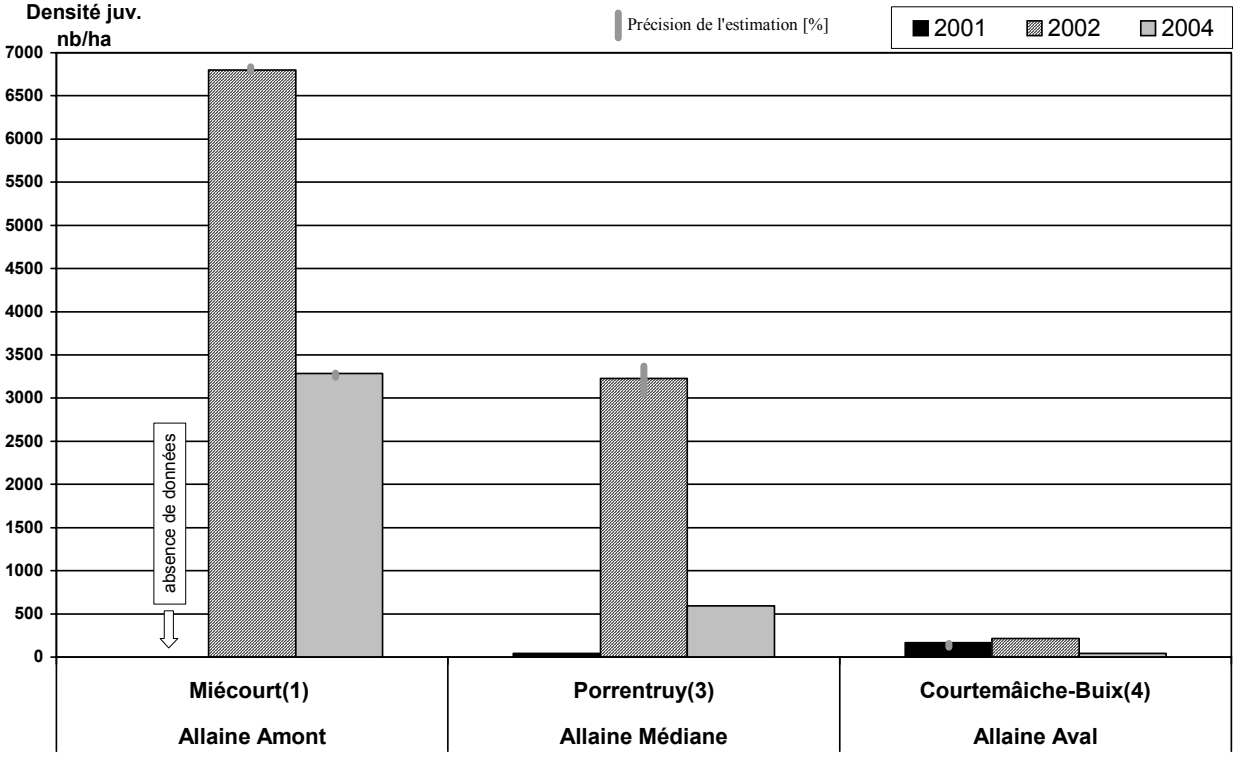


Figure 20 : Densité des juvéniles de truite(0+) entièrement issus de la reproduction naturelle en été 2001, 2002 et 2004 le long du linéaire de l'Allaine.

Conclusion :

La fertilité apparemment non optimale des géniteurs des truites de l'Allaine(fig18&19), la présence de toxique dans l'eau baignant les frayères[cf.1,2] et l'arrivée de crues capables de modeler le lit en période d'incubation in substratum[1] sont vraisemblablement à l'origine de l'échec de la reproduction intervenue lors de l'hiver 00-01.

Toutefois, si ce mauvais résultat semble être confirmé par les inventaires exhaustifs de l'été 2001(fig20), qui ont mis en évidence une très faible densité de truitelles(<167 ind/ha, cf. annexe) sur les sites correspondants, la forte variabilité interannuelle de l'abondance des juvéniles observée lors d'inventaires piscicoles ultérieurs(fig20), nous indique également qu'**en l'absence de perturbations, l'Allaine est une rivière productive capable d'assurer le recrutement de ses populations de truites**.

Une réplication de ces analyses, leur application à d'autres espèces et sur d'autres bassins versants permettrait d'une part de mieux circonscrire les dysfonctionnements que les cours d'eau jurassiens subissent d'une manière récurrente et d'autres part de préciser leur potentiel et leur rendement ichtyologique respectifs.

[1] Périat G., 2001. *Croissance, Reproduction et Etat de la population de truite commune (Salmo trutta L.) sur la partie suisse de la rivière Allaine*. Travaux de certificats universitaires d'écologie et de microbiologie. Université de Neuchâtel : 235 p. + ann.

[2] Degiorgi F., Raymond J.C., 2003. *Guide technique : Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante* :197p. + annexes

[3] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[3] Périat, G., Degiorgi F., Lièvre, A., 2003. *Contamination en toxiques des cours d'eau jurassiens : Etat initial.* Etude de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS / DEE 80 p. + annexes

Hypothèse V-3 : La mauvaise qualité des populations de poissons est le résultat d'une détérioration de l'état de santé général des poissons.

Par Guy Périat

Contexte :

Si la santé des populations de poissons est en règle générale le reflet de la qualité de l'environnement dans lequel ils vivent, il est toutefois difficile d'établir les causes d'un diagnostic vétérinaire défavorable et de ses conséquences sur les peuplements en place[1]. Néanmoins, ce type de renseignement ainsi que la recherche de biomarqueurs ou de substances toxiques bioaccumulées permettent, soit de mettre en évidence la présence d'agents pathogènes infectieux, soit d'estimer le taux de stress du à une perturbation subie par les populations présentes.
Dans cette optique, une détection de la présence de la Maladie Rénale Proliférative(MRP-PKD) et une recherche visant à mettre en évidence une éventuelle bioaccumulation de substances toxiques ont été programmées afin de tenter de déterminer l'état sanitaire partiel des populations de poissons des cours d'eau jurassiens.

Résultats :

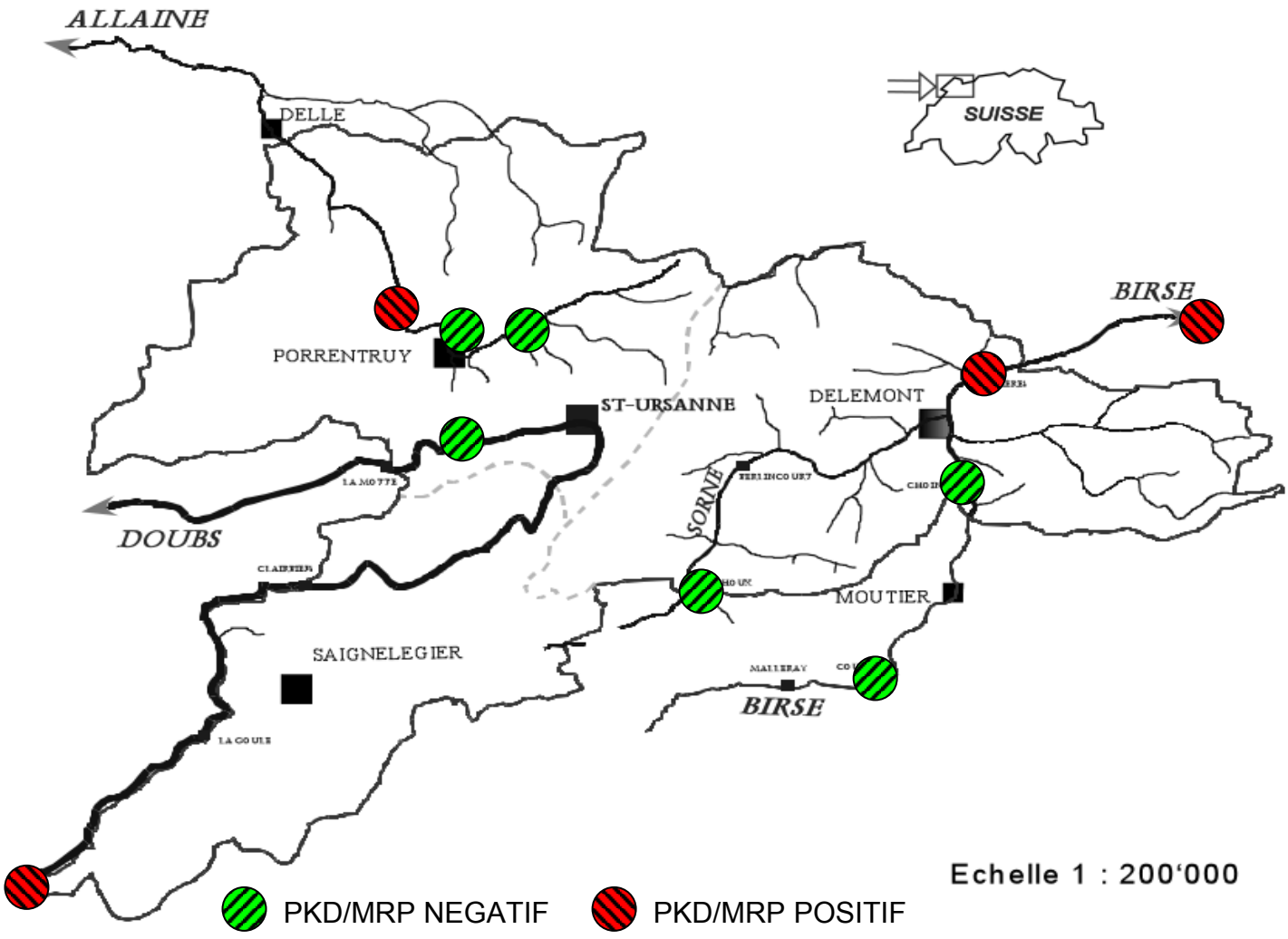


Figure 21 : Résultat des analyses de détection de la maladie rénale proliférative (MRP/PKD) réalisées en automne 2000 sur les cours d'eau jurassiens. Les données disponibles réalisées par les autorités cantonales voisines (BE ,NE ,BL) proche de la frontière sont également indiquées. Analyses Tierspital Bern (FIWI).

TRUITES 2003		ALLAINE				DOUBS			
Site		**ALL13.0**	**ALL13.0**	**ALL18.5**	**ALL18.5**	**DOU146.5**	**DOU146.5**	**DOU152.0**	**DOU152.0**
Commune		**Amont Porrentruy**	**Amont Porrentruy**	**Aval Porrentruy Pont d'Able**	**Aval Porrentruy Pont d'Able**	**Amont St-Ursanne**	**Amont St-Ursanne**	**Aval St-Ursanne Seleute**	**Aval St-Ursanne Seleute**
Lieu		arrivée Voyeboeuf	arrivée Voyeboeuf	Aval arrivée canal STEP	Aval arrivée canal STEP	Amont village La Lomen	Amont village La Lomen	Aval arrivée canal STEP	Aval arrivée canal STEP
Date prélèvement		11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003
Laboratoire		LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ
Echantillon		2726	2727	2724	2725	2730	2731	2728	2729
Nature		Truite saine mâle 37cm 450g.		Truite saine imm. 31cm 400g.		Truite saine mâle 41.5cm 760g.		Truite saine imm. 36.5cm 460g.	
Tissu prélevé		filet	opercule	filet	opercule	filet	opercule	filet	opercule
METAUX									
Plomb	mg/kg MF	<0.05	0,05	0,12	<0.05	0,10	0,05	<0.05	0,11
Zinc	mg/kg MF	<5	<5	<5	8,3	<5	<5	<5	6,0

		BIRSE				SORNE			
Site		**BIR27.0**	**BIR27.0**	**BIR38.0**	**BIR38.0**	**SOR14.0**	**SOR14.0**	**SOR25.5**	**SOR25.5**
Commune		**Courrendlin**	**Courrendlin**	**Soyhières-Riedes**	**Soyhières-Riedes**	**Berlincourt**	**Berlincourt**	**Courtételle**	**Courtételle**
Lieu		Amont Courrendlin	Amont Courrendlin	Aval Soyhières Aval STEP	Aval Soyhières Aval STEP	Amont village	Amont village	Aval village	Aval village
Date prélèvement		11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003	11/12/2003
Laboratoire		LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ	LCJ
Echantillon		2722	2723	2720	2721	2718	2719	2716	2717
Nature		Truite saine fem. 27cm 220g.		Truite saine imm. 30cm 265g.		Truite saine mâle 28cm 330g.		Truite saine fem. 32.5cm 380g.	
Tissu prélevé		filet	opercule	filet	opercule	filet	opercule	filet	opercule
METAUX									
Plomb	mg/kg MF	0,05	0,09	0,08	0,07	<0.05	0,09	0,06	0,07
Zinc	mg/kg MF	<5	7,0	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Légende :	<5	inf. seuil de détection		0,09	contamination légère mais carcinogène :	0,12	contamination moyenne
interprétation selon [2,3]	**0,2**	seuil légal pour les denrées alimentaires [4]			risques d'effets à long terme (tumeurs)		risques d'effets à moyen terme

Tableau 3 : Résultats des analyses de métaux lourds dans les truites réalisées en décembre 2003 et interprétées selon les tables de Crampton[2] et Degiorgi et Raymond[3]. Analyses Laboratoire cantonal du Jura (LCJ)

Conclusion :

La présence de MRP en aval de l'Allaine et de la Birse(fig21) est probablement une des causes d'un déficit de salmonidés observé dans la partie inférieure de ces cours d'eau. Les analyses réalisées cette année par l'OEPN préciseront certainement ce diagnostic.

La bioaccumulation de métaux dans la chair des truites(tab3) est en outre préoccupante non seulement d'un point de vue environnemental[2,3] mais plus encore au niveau de la santé publique[4]. **En conséquence, la réalisation d'analyses complémentaires devrait être prioritaire et exécutée sans délais.**

[1] Fischnetz, 2004. *Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du projet « Réseau suisse poissons en diminution ».* EAWAG/OFEFP , Dübendorf, Bern : 198pp

[2] Crompton T.R., 1997. *Toxicants in the aqueous ecosystem*. Wiley. Chichester, 382 p.

[3] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[4] ODA *Ordonnance fédérale sur les denrées alimentaires RS817.02*, mars 1995

Hypothèse V-4 : La pollution chimique des eaux est responsable de la dégradation de l'état des biocénoses aquatiques jurassiennes.

Par Guy Périat, François Degiorgi & Ami Lièvre

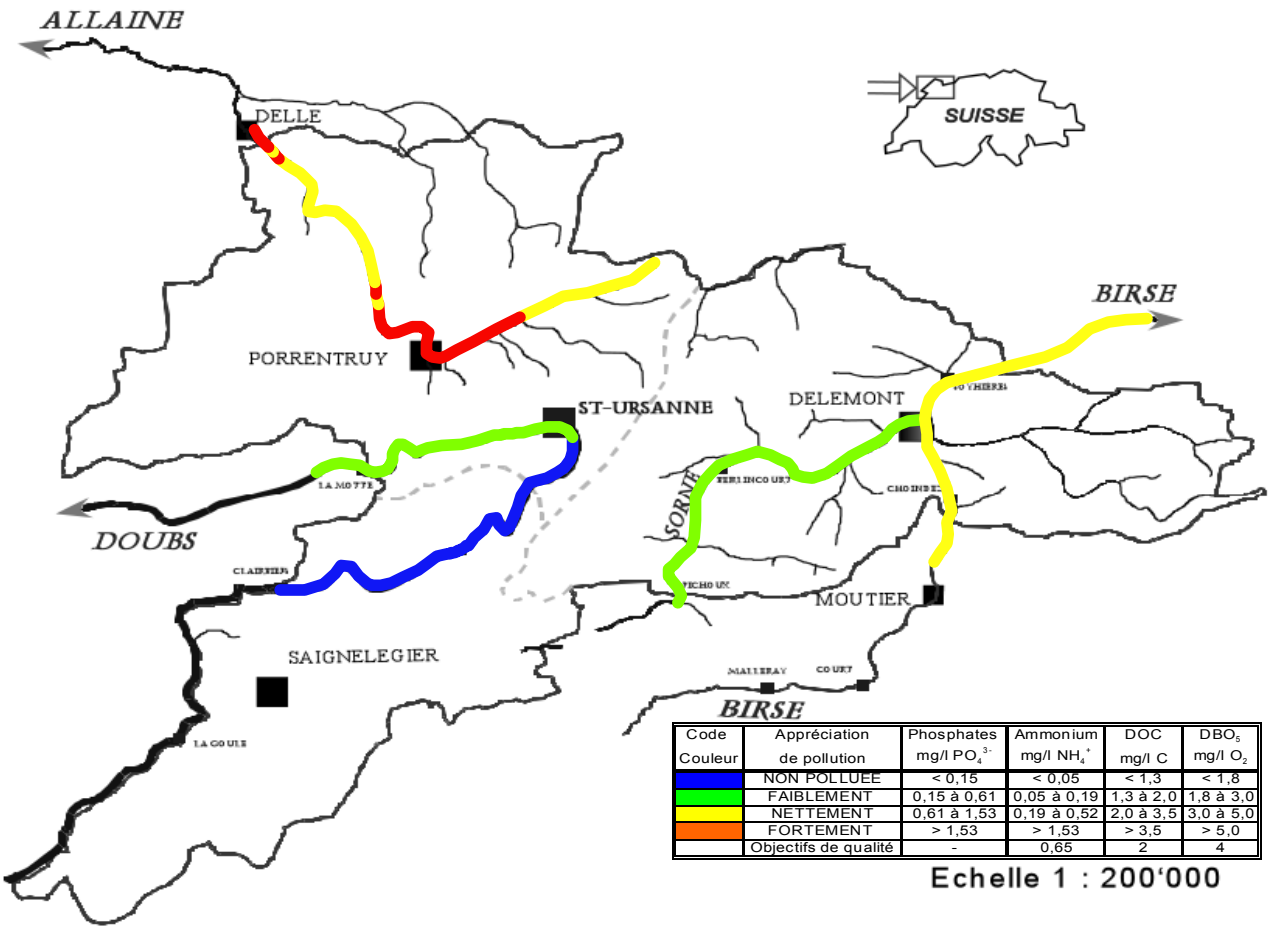
Contexte :

La synthèse des campagnes d'analyses de routine du Laboratoire cantonal du Jura entre 1980-2004 [1,2,3] montre que les efforts consentis dès 1986 dans l'épuration des eaux usées ont contribué à une nette amélioration de la qualité physico-chimique des rivières Allaine, Sorne, Birse et Doubs. Toutefois, le faible caractère intégrateur de ces analyses d'eau implique qu'il convient de considérer ce constat réjouissant avec prudence ; en effet, malgré ces bons résultats, des signes de perturbations insidieuses peuvent être mis en évidence à partir de ces suivis de routine [1,2] et les analyses benthiques effectuées depuis de nombreuses années montrent que la restauration attendue des édifices biologiques des cours d'eau jurassiens est loin d'être optimale (cf.§IV-2 et [4]).

En conséquence, une contamination du réseau hydrographique jurassien par des substances toxiques peut être suspectée et doit être confirmée. Pour la mettre en évidence, diverses analyses en semi continuité, donc plus approfondies que les suivis de routine ponctuels, de même que des investigations appliquées à d'autres supports que l'eau (sédiments, matières vivantes) ont été effectuées.

Un rapport détaillé sur cette recherche complémentaire est disponible (cf.§ III-2 et [3]).

Résultats :



Code Couleur	Appréciation de pollution	Phosphates mg/l PO_4^{3-}	Ammonium mg/l NH_4^+	DOC mg/l C	DBO_5 mg/l O_2
	NON POLLUÉE	< 0,15	< 0,05	< 1,3	< 1,8
	FAIBLEMENT	0,15 à 0,61	0,05 à 0,19	1,3 à 2,0	1,8 à 3,0
	NETTEMENT	0,61 à 1,53	0,19 à 0,52	2,0 à 3,5	3,0 à 5,0
	FORTEMENT	> 1,53	> 1,53	> 3,5	> 5,0
	Objectifs de qualité	-	0,65	2	4

Figure 22 : Qualité des cours d'eau jurassiens en 1983 appréciée à partir de 4 paramètres des eaux de surfaces résultants des suivis de routine du Laboratoire Cantonal.

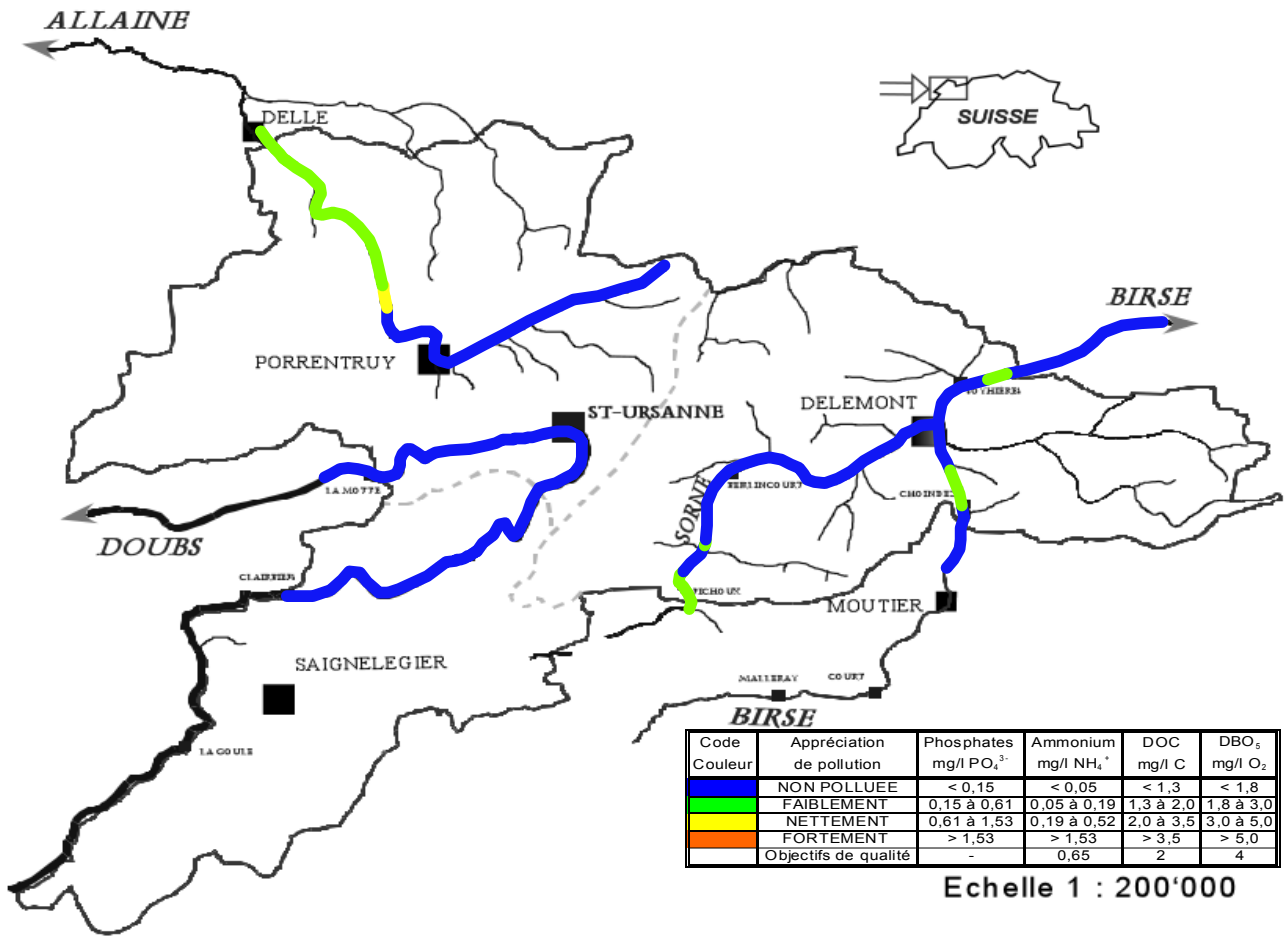


Figure 23 : Qualité des cours d'eau jurassiens en 2002-03 appréciée à partir de 4 paramètres des eaux de surfaces résultants des suivis de routine du Laboratoire Cantonal.

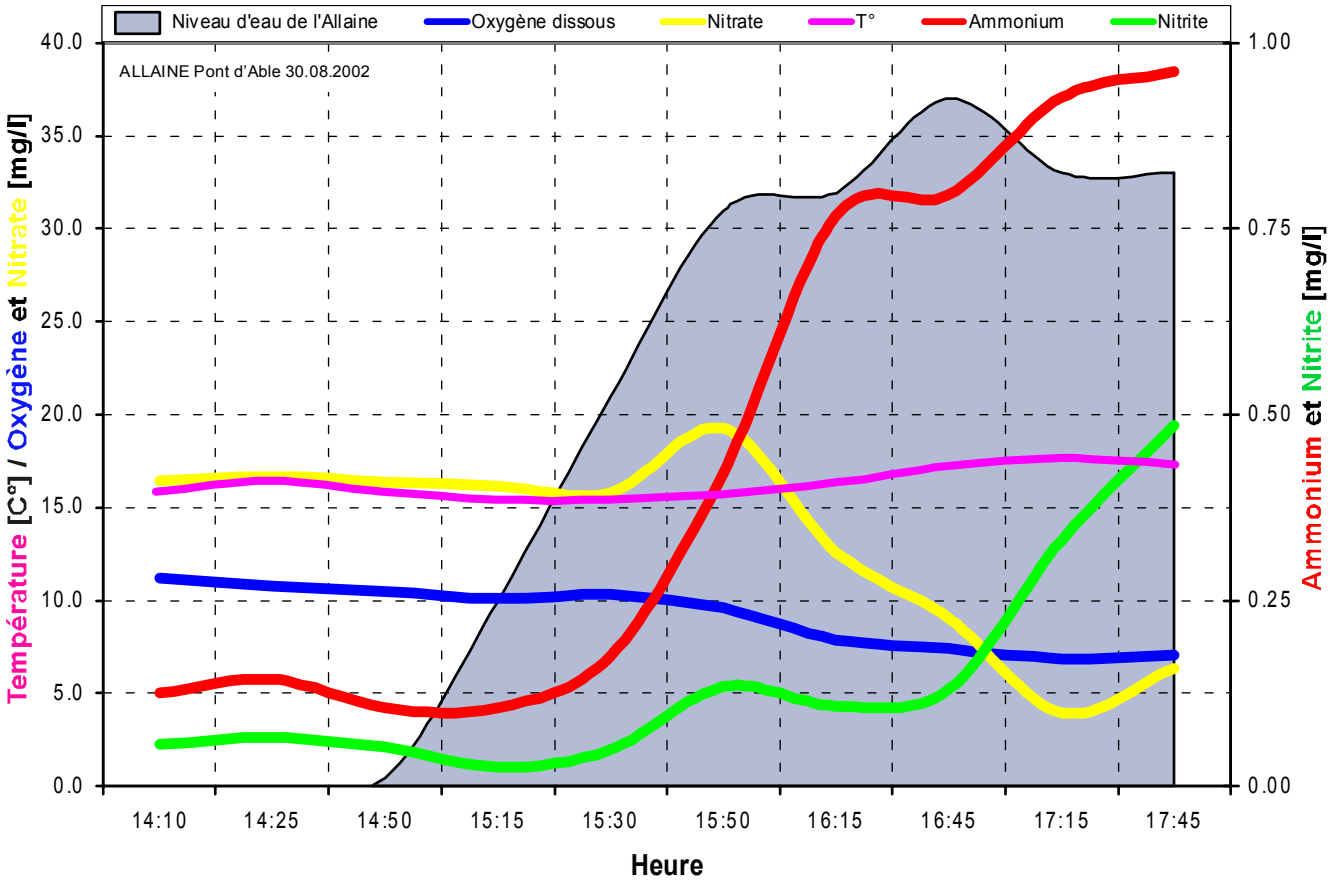


Figure 24 : Analyse en semi continuité : Variation de la température ainsi que des teneurs en oxygène dissous, nitrate, ammonium et nitrite dans l'Allaine au pont d'Able avant l'embouchure du canal de la STEP de Porrentruy durant l'après-midi orageux du 30 août 2002.

BILAN TOXIQUE	ALLAINE					
Catégorie de composés	ALL0.1 Sources	Km 0.5 à Km 9.0 De Charmoille à Alle	Km 9.0 à Km 13.0 De Alle à Porrentruy	Km 13.0 à Km 24.0 De Porrentruy à Courtemaîche	Km 24.0 à Km 32.0 De Courtemâche à Boncourt	ALL42.5 Morvillars
HPA	Faible	Moyenne	Forte	Moyenne à Forte	Moyenne	Moyenne
Métaux lourds	Forte (As)	Moyenne	Moyenne à Forte	Forte (Cu, Ni)	Forte (Cu, Ni)	Forte (Cu, Cr, Ni, Pb, Zn)
Autres hydrocarbures, solvants ...	inf. seuil détection	inf. seuil détection	Moyenne à Forte (solvants)	Moyenne à Forte (solvants)	Moyenne à Forte (solvants, méthanol)	inf. seuil détection
PCB	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	Faible (PCB n°138)	Forte (PCB n°138, 153, 180)
Pesticides	inf. seuil détection	inf. seuil détection	Très Forte (Lindane, Fongicides, ...)	Forte (Lindane, Fongicides, ...)	Forte (Lindane, Fongicides ...)	Moyenne (Anthraquinone ...)

Tableau 4 : Bilan qualitatif global 2001-03 des contaminations en toxiques des supports à mémoire rémanente (sédiments, bryophytes, algues) de l'Allaine sur l'ensemble de son linéaire.

BILAN TOXIQUE	DOUBS						
Catégorie de composés	DOU129.1 Clairbief	DOU133.5 Soubey	DOU140.0 St-Brais	DOU141.8 amont Tariche	DOU149.1 St-Ursanne	DOU150.5 Seleute	DOU154.4 Ocourt
HPA	Forte	Forte	Moyenne à Forte	Moyenne à Forte	Très Forte	Moyenne à Forte	Moyenne à Forte
Métaux lourds	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Très Forte (Cu, Pb)		Moyenne
Autres hydrocarbures, solvants ...	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	Faible (Toluène)	Forte (Solvants, Toluène)		inf. seuil détection
PCB	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection
Pesticides	Très Forte (Lindane, Endosulfan)		Très Forte (Lindane, Endosulfan)		Forte (Anthraquinone)	Très Forte (Lindane, Endosulfan)	Forte (Lindane, Endosulfan)

Tableau 5 : Bilan qualitatif global 2001-03 des contaminations en toxiques des supports à mémoire rémanente (sédiments, bryophytes, algues) du Doubs sur son linéaire de la boucle suisse, apprécié selon .

Les teneurs des substances détectées ont d'abord été interprétées par type d'analyse, en termes de risques pour l'environnement, en utilisant les seuils proposés dans la littérature [5à10]. Puis les résultats de l'ensemble des campagnes ont été rangés par cours d'eau dans les 4 classes de risques résumé ci-dessous et repérées par des couleurs croissantes pour illustrer l'intensité de la pollution (cf.[3] pour de plus amples détails) :

Classe 1 (jaune-faible) : teneur supérieure proche des teneurs naturelles, sans effet connu.

Classe 2 (or- moyenne) : contamination limitée risquant de produire des effets à long terme.

Classe 3 (orange- forte) : contamination nette susceptible de provoquer l'absence à moyens termes de nombreux organismes ou des inhibitions immédiates.

Classe 4 (rouge- très forte) : contamination forte risquant de produire des effets à court terme.

BILAN TOXIQUE	SORNE			BIRSE			
Catégorie de composés	SOR12.8	SOR21.2	SOR30.2	BIR25.0	BIR28.0	BIR32.0	BIR39.0
	Undervelier	Courfaivre	Delémont	Choindez	Courrendlin	Delémont	Riedes
HPA	Forte	Forte	Moyenne à Forte	Moyenne à Forte	Très Forte	Forte	Moyenne à Forte
Métaux lourds	Moyenne	Forte (As, Cu, Cr, Ni)	Forte (As, Cu, Cr, Ni)	Moyenne	Très Forte (Zn)	Moyenne à Forte (Zn)	Moyenne à Forte (Zn)
Autres hydrocarbures, solvants ...	Faible à Moyenne (Toluène)	inf. seuil détection	inf. seuil détection	inf. seuil détection	Très Forte (Solvants, Toluène)		Faible (Toluène)
PCB	inf. seuil détection	inf. seuil détection	Forte (PCB n°52, 153)	Forte (PCB n°52, 153)	Forte (PCB n°153)		Forte (PCB n°52, 153)
Pesticides	Moyen (Lindane)	Moyen à Forte (Lindane)	Moyen (Lindane)	Moyen à Forte (Lindane)	Moyen (Lindane)		Forte à Très Forte (Lindane)

Tableau 6 : Bilan qualitatif global 2001-03 des contaminations en toxiques des supports à mémoire rémanente (sédiments, bryophytes, algues) de la Birse et de son affluent principal la Sorne sur l'ensemble de leur linéaire.

SEDIMENTS				ALLAINE		DOUBS	SORNE	BIRSE	
Date	Objectif	Labo	Catégorie	ALL12.3 Pont courtet Alle/Porrentruy	ALL24.3 Courtemaîche	DOU154.4 Ocourt	SOR30.2 Delémont	BIR28.0 Courrendlin	BIR39.0 Riedes
26.08.2002	Toxicologie	Soluval	Extrait aqueux Test Microtox. bactéries luminescentes	Toxicité modérée	non toxique	non toxique	Toxicité faible	non toxique	non toxique
			Extrait aqueux daphnies	aucun effet de toxicité aiguë (72h.)	aucun effet de toxicité aiguë (72h.)	aucun effet de toxicité aiguë (72h.)	aucun effet de toxicité aiguë (72h.)	aucun effet de toxicité aiguë (72h.)	aucun effet de toxicité aiguë (72h.)
			Extrait org. Test Microtox. bactéries luminescentes	Toxicité très importante	Toxicité intermédiaire	Toxicité intermédiaire	Toxicité importante	Toxicité importante	Toxicité importante
			Extrait org. daphnies	Toxicité intermédiaire (96h.)	non toxique (96h.)	non toxique (96h.)	Toxicité intermédiaire (96h.)	Toxicité manifeste(48h.)	Toxicité intermédiaire (96h.)
			Contact direct	Toxicité modérée	non toxique	non toxique	Toxicité intermédiaire	Toxicité intermédiaire	non toxique
BILAN GLOBAL				FORTEMENT ECOTOXIQUE	FAIBLEMENT ECOTOXIQUE	FAIBLEMENT ECOTOXIQUE	ECOTOXIQUE	ECOTOXIQUE	MOYENNEMENT ECOTOXIQUE

Tableau 7 : Résultats des analyses écotoxicologiques sur sédiments (Laboratoire SOLUVAL).

Conclusion :

Le diagnostic chimique réalisé en semi-continuité(fig24) et celui appliqué sur les supports à mémoire rémanente(tab4à6) ont permis de mettre en évidence **la présence moyenne à forte, voire très forte, de substances toxiques dans chaque cours d'eau analysé et ceci sur l'ensemble de leur linéaire, y compris sur leurs affluents principaux respectifs** [3].
En particulier, la présente étude a permis de démontrer que les analyses de routine effectuées sont insuffisantes à qualifier l'état de contamination en toxiques du réseau hydrographique. En effet, chaque forte précipitation est susceptible de rendre les cours d'eau impropres à la vie durant plusieurs heures(fig24) et leurs fonds sont constamment moyennement à fortement contaminés par des substances toxiques(tab4à6). L'efficience de ces pollutions a été prouvée par plusieurs résultats concordants : les sédiments analysés sur les quatre cours d'eau ont tous un potentiel écotoxique plus ou moins prononcé(tab7) et différents composés ont été retrouvés dans les matrices vivantes analysées(tab3à6 et cf.[3]).
A ce sujet, si le phénomène de bioaccumulation peut être mis à l'actif des métaux décelés dans la chair des poissons(cf.§V-3), les pesticides découverts dans les algues et les bryophytes testées(tab10 & cf.[3]) étaient vraisemblablement adsorbés sur les particules terreuses fines piégées dans la structure particulière de ces végétaux(tab10).

En outre, l'absence dans les régions périphériques de données similaires – notamment les plus probantes effectuées sur le substrat végétal – ne permet malheureusement pas la confrontation de nos résultats [11 à 17]. Ainsi et **dans une perspective de gestion globale et durable de l'eau, une commission « toxique » intercantonale et internationale devrait voir le jour**, afin d'une part, d'harmoniser les méthodes d'investigations et d'unifier les efforts mis en œuvre, et d'autre part, de tenter d'assainir les diverses pollutions graves des eaux de surfaces jurassiennes décelées par la présente étude.

En conclusion, l'Allaine, la Sorne, la Birse et même le Doubs, rivière toujours considérée comme la référence cantonale en matière de qualité d'eau sont encore trop fortement contaminées par des hydrocarbures, des métaux, des pesticides, des PCBs et des solvants divers pour permettre le développement de leur faune et leur flore typiques ; et ceci, bien que des millions de francs aient été investis dans l'épuration à partir des années 80. **A l'image des conclusions du rapport final de Fischnetz[11], l'agriculture, les réseaux routiers, les industries, notamment celles de la filière bois ainsi que les activités domestiques sont les responsables de cette situation [3].**

[1] Lièvre, A., Périat, G., Degiorgi F., Vergon J.P., 2000. *Détermination des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens.* Rapport préliminaire, 21 juin 2000. Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens.

[2] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[3] Périat, G., Degiorgi F., Lièvre, A., 2003. *Contamination en toxiques des cours d'eau jurassiens : Etat initial.* Etude de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS / DEE 80 p. + annexes.

[4] Bouvier J.C., 1999. *Evolution de la qualité biologique des cours d'eau du Canton du Jura (1969-1999). Actes de la société jurassienne d'émulation (SJE)* : 9-41.

[5] IE53 1997. *Etudes interagences de l'eau: seuils de qualité pour les micropolluants organiques et minéraux dans les eaux supeficielles.* Etude IE 1997;N°53

[6] IE64 1999. *Etudes interagences de l'eau: Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau : SEQ EAU, principes généraux La gestion des rivières : transport solide et atterrissements seuils de qualité pour les micropolluants organiques et minéraux dans les eaux superficielles.* Etude IE 1999;N°64

[7] IE65 1999. *Etudes interagences de l'eau La gestion des rivières : transport solide et atterrissements* . Etude IE 1999;N°65

[8] IE76 2002. *Etudes interagences de l'eau: Bioessais sur sédiments : méthodologie et application à la mesure de la toxicité des sédiments naturels*. Etude IE 1997;N°76

[9] *Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique TABLEAUX SOMMAIRES / Mis à jour en 2002.* Service canadien de la faune et les ministères des Richesses naturelles et de l'Environnement 2002. Ontario

[10] *Handbuch der Umwelt-Chemikalien(1-7),* Rippen, ECOMED, 1989-2002

[11] Fischnetz, 2004. *Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du projet « Réseau suisse poissons en diminution »*. EAWAG/OFEFP , Dübendorf, Bern : 198pp

[12] Fischnetz, 2004. Schlussbericht Testgebiet. Sous presse.

[13] Bernard M., 2001. *Produits phytosanitaires dans les eaux de surface : campagne 2000 et 2001, canal de Fully et Morge, (VS).* Bull. Murithienne 119:21-29

[14] Lang V., Strawczynski A., Vioget P. *Pesticides et diversité du zoobenthos dans 23 rivières du canton de Vaud : campagnes 1998 et 1999.* Bull.Soc.Vaud.Sc.Nat. 87,2 :93-107.

[15] Gerecke A., 2001. *Pestizide in Oberflächengewässern. Einträge via ARA : Bestandsaufnahme und Reduktionmöglichkeiten*. gwa 3:173-181.

[16] Chèvre N., 2003. *Risikobeurteilung von Pestiziden. In Schweizer Oberflächengewässern.* Gwa 12:906-917

[17] Conseil général du Doubs, 2003. *Suivi départemental de la qualité des eaux superficielles. Rapport pour l'année 2002 sur le bassin versant du Doubs.* 60 pp. + annexes

Hypothèse V-5 : La perturbation des peuplements pisciaires est due à une dégradation morphologique des cours d'eau.

Par Guy Périat & François Degiorgi

Contexte :

Les altérations de la qualité physique d'un cours d'eau sont également susceptibles d'entraîner directement une réduction nette des communautés de poissons et de macroinvertébrés. Il paraît donc judicieux d'analyser l'état de santé de l'habitat aquatique des rivières.

La première méthode d'analyse retenue a été celle dite de l'écomorphologie niveau R, de la Confédération[1,2], pour l'application de laquelle la FCPJ a été mandatée par l'OEPN. Cependant, cette méthode globale, à l'instar de celles qui sont proposées par BISSON *et al.*[3] ou HAWKINS *et al.* [4], ne prend pas en compte tous les paramètres morphologiques du cours d'eau. En particulier, les densités de caches à poisson, la connectivité latérale, l'incision du lit ne sont pas estimées.
Dans ce contexte, il est difficile de confronter les résultats de cette approche avec la structure des peuplements pisciaires et benthiques. Par conséquent, de manière à pouvoir comparer d'une manière cohérente la qualité physique à la qualité biologique du cours d'eau, il a fallu appliquer d'autres protocoles plus précis et plus ciblés sur l'attractivité morphologique envers la faune aquatique.

Ce diagnostic a été réalisé en suivant **l'approche standard** mise au point par la Direction Régionale n°5 du Conseil Supérieur de la Pêche et finalisé par Teleos [5,6] :

> La structure physique des cours d'eau est analysée à 2 échelles jugées discriminantes : une évaluation de la qualité de la mosaïque des faciès* est effectuée sur la totalité du linéaire du cours d'eau afin de percevoir ses potentialités globales, de circonscrire les éventuels mécanismes d'altérations pour finalement sectoriser le cours d'eau en tronçon à qualité morphologique équivalente. En parallèle et de préférence pour chaque secteur défini, un bilan de l'état de santé des mosaïques d'habitats** d'une station est dressé à une échelle très fine[6]. Les résultats des diagnostics biologiques effectués aux mêmes endroits sont confrontés à l'attractivité morphologique de chaque station respective, exprimée globalement sous forme d'indice [6]. Cette approche simultanée à plusieurs échelles d'actions interdisciplinaires et emboîtées est ensuite interprétée par rapport à une référence propre, souvent précisée par l'analyse de données historiques. Finalement, cette démarche novatrice et encore expérimentale permet de démêler l'importance relative des pressions anthropiques, de définir les limites naturelles du potentiel et de proposer, par évaluation objective, des remèdes et des mesures restauratoires concrètes.

Cette analyse plus fine et parfaitement adaptée à la problématique posée aurait permis de mieux caractériser et surtout de quantifier les spécificités habitationnelles de chaque cours d'eau jurassiens. Malheureusement, les moyens à disposition n'ont permis son application qu'au cours principal de la rivière Allaine [cf.7].

*mosaïque des faciès	Descriptif de la succession des portions cours d'eau, présentant sur une certaine longueur, une physionomie générale homogène sur le plan des hauteurs d'eau, des vitesses d'écoulement et de la granulométrie. (ex : radier(riffle), fosse(pool), etc…)
**mosaïque d'habitats	Descriptif de la diversité des méso-habitats dynamiques qui sont des compartiments décimétriques à pluri-métriques de l'espace fluviatile compris dans les faciès eux-mêmes et définis par l'homogénéité de combinaisons codifiées d'éléments topographiques (hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, substrats/supports) susceptibles d'attirer une ou plusieurs espèces de poissons de façon variable à différentes échelles de temps.

Résultats :

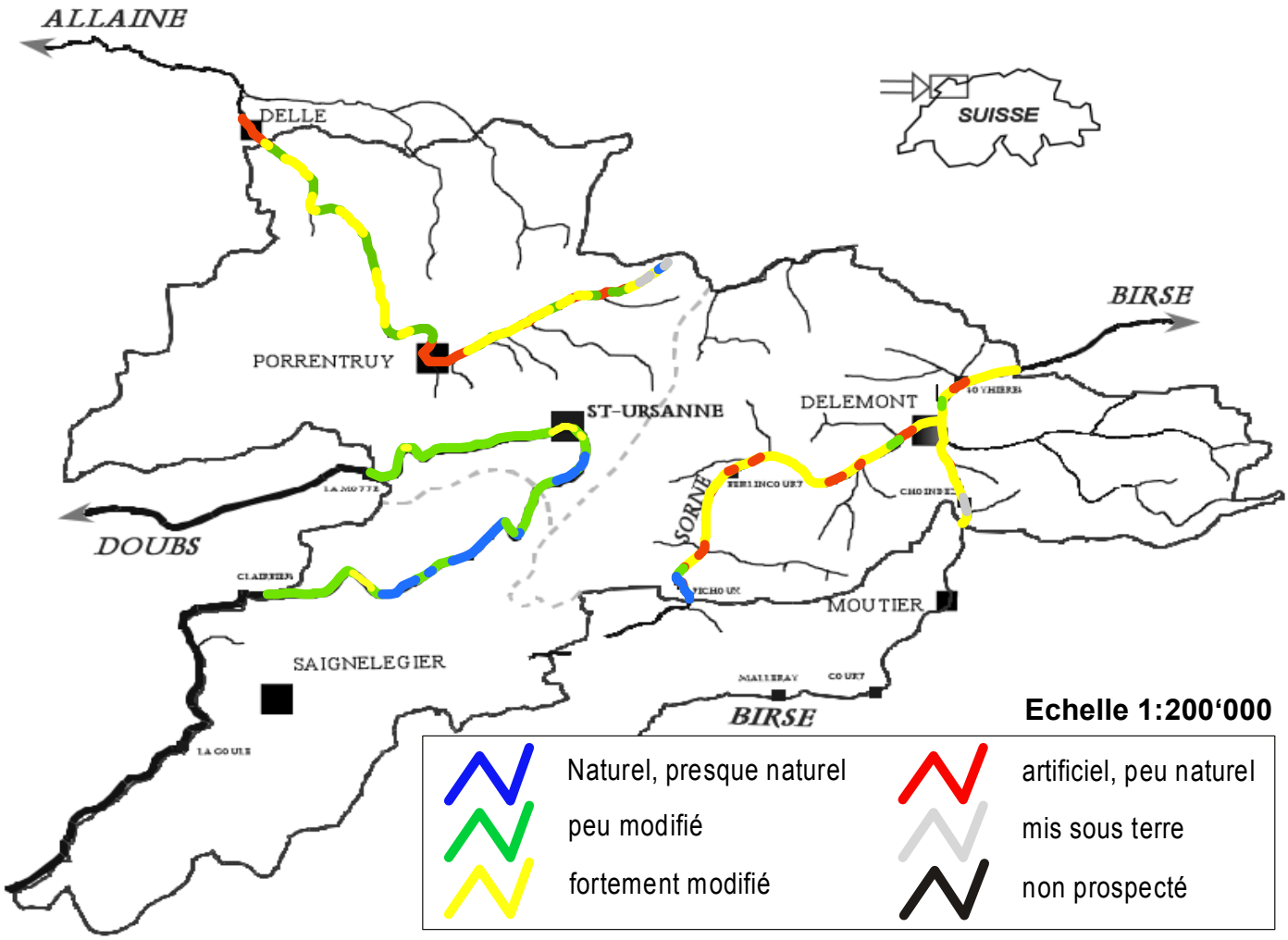


Figure 25: ***Carte synoptique de la qualité écomorphologique des 4 principaux cours d’eau jurassiens, méthode niveau R cahier n°27 (OFEFP 1998), récolte des données FCPJ sous mandat de l’OEPN(2003).***

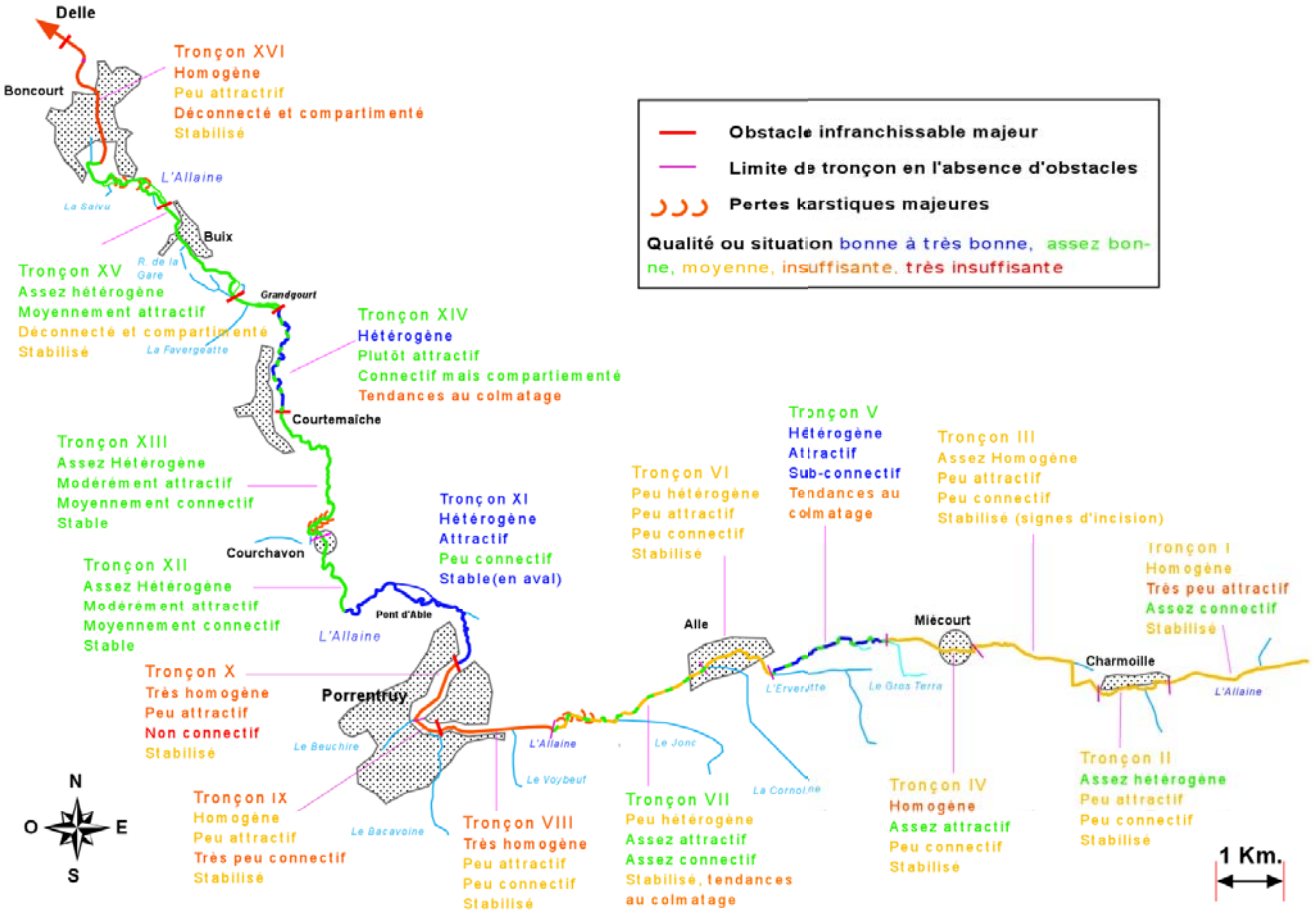


Figure 26: ***Carte synoptique de la qualité morphologique de l'Allaine selon l'approche standard mise au point par la DR CSPn°5 et finalisé par Teleos [5,6]. la capacité biogène de chacune de ces unités est caractérisée par la description des 4 composantes fondamentales de la qualité physique : l'hétérogénéité du lit, son attractivité, sa stabilité et sa connectivité avec les autres compartiments du corridor fluvial.***

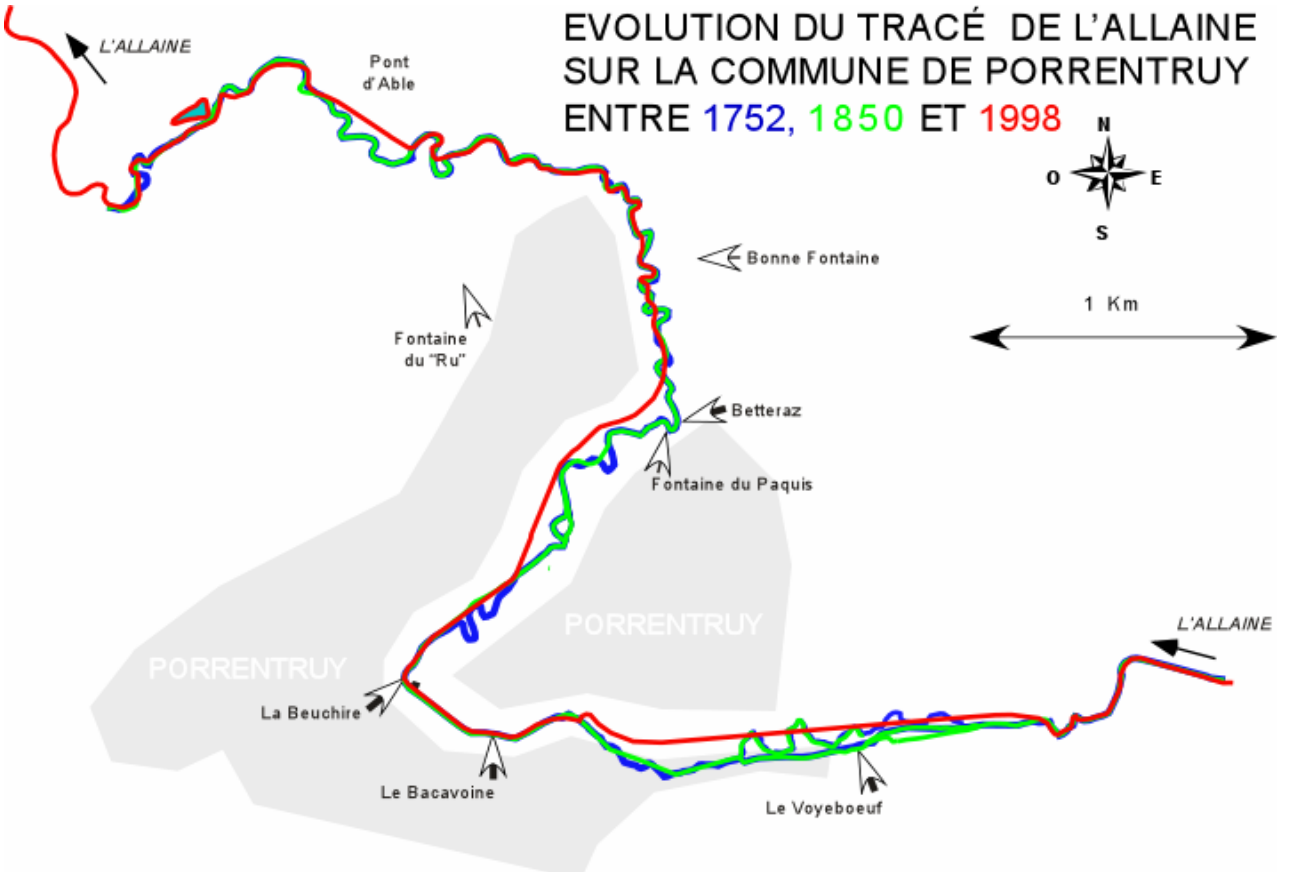


Figure 27: ***Evolution du tracé de l'Allaine des tronçons VIII, IX, X, XI(km14,2 à km19,1) entre 1752, 1850 et 1998 sur la commune de Porrentruy [Tiré de 8].***

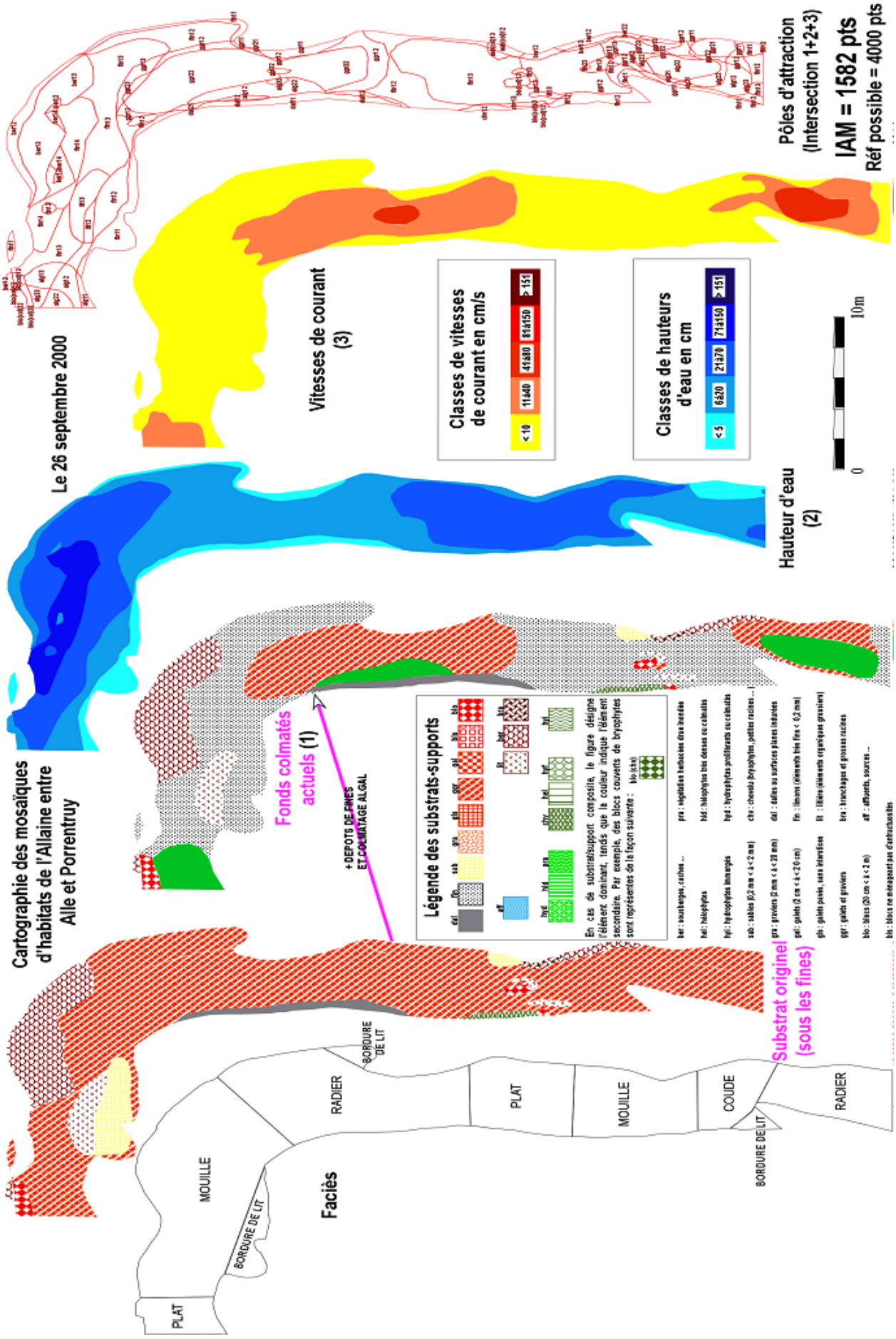


Figure 28: ***Exemple d'une cartographie des mosaïques d'habitats par l'application du protocole IAM [7]: l'Allaine entre Alle et Porrentruy(Allaine moyenne, 11,9 km de la source)en l'an 2000. Remarquez la reconstitution de la composition des fonds hors colmatages minéral et algal.***

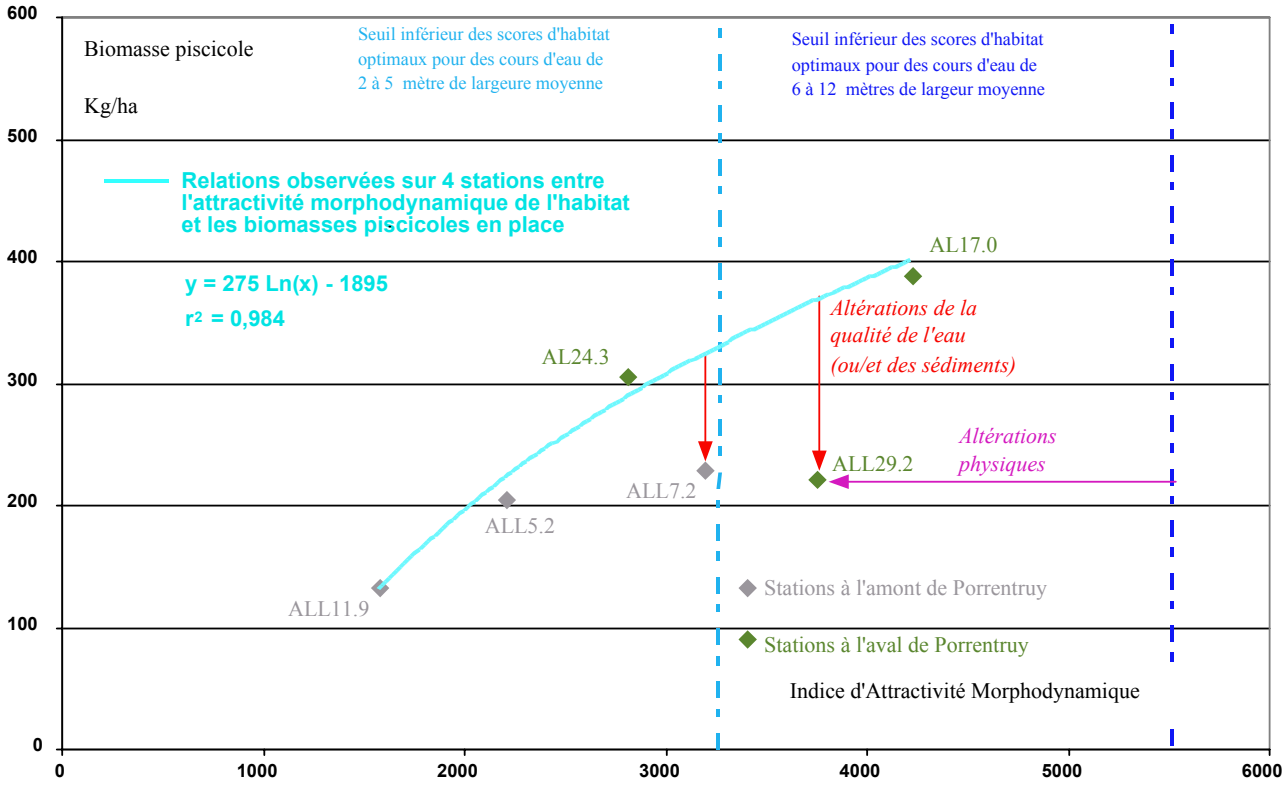


Figure 29: Comparaison des indices d'attractivité morphologique déterminés à partir de la cartographie des mosaïques d'habitats et les biomasses piscicoles des inventaires piscicoles de l'an 2000 [7].

Conclusion :

Comme les résultats issus de l'application de la méthode écomorphologie niveau R(fig25), l'analyse tenant compte de l'attractivité morphologique envers la faune piscicole montre que **l'Allaine présente des signes de dégradations physiques prononcées sur plus de la moitié de son cours**(fig26). Cependant, cette approche met également en évidence que les mosaïques de faciès et d'habitats situées sur les portions restantes sont d'une part, exceptées pour une, non référentielles(fig28&29), et d'autres part surtout, fortement menacées par des tendances à l'enfoncement et à l'élargissement du chenal [7,8].

Ce processus destructeur, qui s'auto-entretient, provient des endiguements, corrections et autres dégradations intervenues d'une manière importante dès la fin du 19ème siècle(fig27). **Ces différentes atteintes à la morphologie du cours d'eau provoquent actuellement des déstabilisations de berges ainsi que des changements de linéaire perceptibles sur plan, alors que le rythme de recoupement des méandres de l'Allaine semble pourtant naturellement être supérieur à 250 ans** (fig27 & cf.[8]). Ainsi, les meilleurs secteurs actuels de ce cours d'eau, certes encore biogènes et attractifs, s'altèrent constamment et n'arborent plus que le reliquat du complexe habitationnel originel.

En outre, ces potentiels écologiques résiduels sont aussi grevés par un contrôle excessif de la ripisylve et des embâcles par les riverains, ainsi que par des colmatages minéraux et algaux sur certains secteurs [7]. Enfin, **le cloisonnement de la rivière par des barrages et sa déconnexion de plusieurs affluents par busage, correction ou par enfoncement du chenal pénalise la production piscicole** (fig26 et cf.[7]).

Malgré ces atteintes multiples à l'intégrité du cours d'eau qui devraient faire l'objet de mesures d'amélioration et de conservation immédiates, notamment sur les secteurs encore sub-référentiels (meilleur rapport coût/gain biologique), **la confrontation entre la structure des peuplements de consommateurs et les capacités biogènes liées à la qualité physique démontre plusieurs déficits de production par rapport aux potentiels habitationnels**(fig29). Par conséquent, les investigations pour déceler les causes du plafonnement des ressources biologiques observées sur l'Allaine doivent également se porter sur l'analyse de la qualité mésologique et chimique de l'eau qui paraissent limitants à certains endroits.

La liste très fournie d'informations ainsi que de mesures concrètes et appliquées issues de ce diagnostic morphologique indique qu'il devrait être réalisé sur l'ensemble du linéaire du réseau hydrographique jurassien et succéder à l'analyse écomorphologique niveau R(fig25), très intéressante pour une vision globale mais trop peu précise pour la mise en œuvre de programmes d'assainissement efficaces.

Néanmoins, **les premiers diagnostics réalisés montrent que la Sorne et la Birse sont, excepté sur leur tronçon en gorge, morphologiquement très fortement dégradés[9] et qu'en revanche le Doubs présente une qualité habitationnelle acceptable ayant toutefois perdu sa connectivité latérale et longitudinale**[10].

[1]	OFEFP, 1998. *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Système modulaire gradué. L'environnement pratique.* Information concernant la protection des eaux, 26, 41p.
[2]	OFEFP, 1998. *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Ecomorphologie - niveau R (région).* L'environnement pratique. Information concernant la protection des eaux,27, 49p.
[3]	Bisson P.A., Sullivan K., Nielsen J.L.1982. *A system of naming hybitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low streamflow.* In: Armantrout N. B., ed Acquisition and utilization of aquatic habitat inventory information. Am. Fish. Soc., Western Division, Bethesda, MD.
[4]	Hawkins, C.P., R.H. Norris, Hogue J.N., Feminella J.W., 2000. *Development and evaluation of predictive models for measuring the biological integrity of streams.* Ecol. Appl., 10 :1456-1477.
[5]	Teleos-CSP DR5 1999. Méthodologie de la qualité physique à l'échelle des tronçons. Publication interne 10p. + ann.
[6]	CSP-DR 5, 1997. *Protocole standard de description de l'habitat aquatique à plusieurs échelles emboîtées*. Rapp. int. n° 06-96, 24 p. + ann.
[7]	Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes
[8]	Teleos, 2003. *Définition des possibilités et des priorités d'aménagement de la morphologie de l'Allaine et de ses affluents sur le territoire de la commune de Porrentruy. Projet « Beuchire – Creugenat » / Projet « Sous Bellevue » / Projet « Chute des abattoirs » / Projet « Pont d'Able ».* Avant-projet sommaire financé par la Société des pêcheurs de l'Allaine et la Commune de Porrentruy. Rapport int. de déc. 2003 ;: 50 pp.
[9]	PREE Birse 2003. Plan régional d'évacuation des eaux, Services cantonaux des eaux et de la pêche Berne/Jura/Soleure/Bâle
[10]	Teleos, 2001. *Bilan des connaissances acquises sur le Doubs Franco-Suisse*. Commanditaire: DIREN de Franche-Comté (France).

Hypothèse V-6 : La banalisation ichtyologique des cours d'eau jurassiens est due à une augmentation de l'apport de sédiments fins.

Par Guy Périat & Ami Lièvre

Contexte :

Les nombreuses constations de charges superflues en particules terreuses(MES) dans les eaux de surface ont conduit initialement la FCPJ à considérer le facteur « colmatage du lit » comme une cause prioritaire de dysfonctionnement des cours d'eau jurassiens[1]. Un diagnostic sur les différents degrés et forme de colmatage, accompagné d'une recherche sur son origine ont été effectués. La complexité du phénomène et le manque de moyens mis à la disposition du groupe de travail n'ont malheureusement permis d'investiguer que le bassin versant de la rivière Allaine.
Le colmatage minéral du lit fait référence à un dépôt superfétatoire de sédiments (minéraux ou organiques) et à leur infiltration dans le benthos et l'hyporhéos [2]. Ce dépôt de matériaux fins provoque une modification des conditions environnementales au sein du substrat de cours d'eau en influençant négativement le développement des communautés zoologiques qui y sont inféodées ou qui utilisent ce compartiment au cours de leur cycle de vie. En règle générale à court terme, le colmatage provoque, par accroissement du drift,une réduction de l'abondance totale de la biocénose en place et à long terme, affecte la productivité, le développement, la croissance et la survie des peuplements zoologiques des eaux courantes [2, 3, 4, 5, 6, 7]. En outre, il est souvent associé à des apports en toxiques adsorbés sur les particules transportées [8] ou/et couplé au phénomène de prolifération algale [10,11, Vergon, com. pers.]
Parmi les nombreux résultats disponibles [12, 13, 14, 15], seules les observations les plus probantes sont présentées ci-dessous.

Résultats :

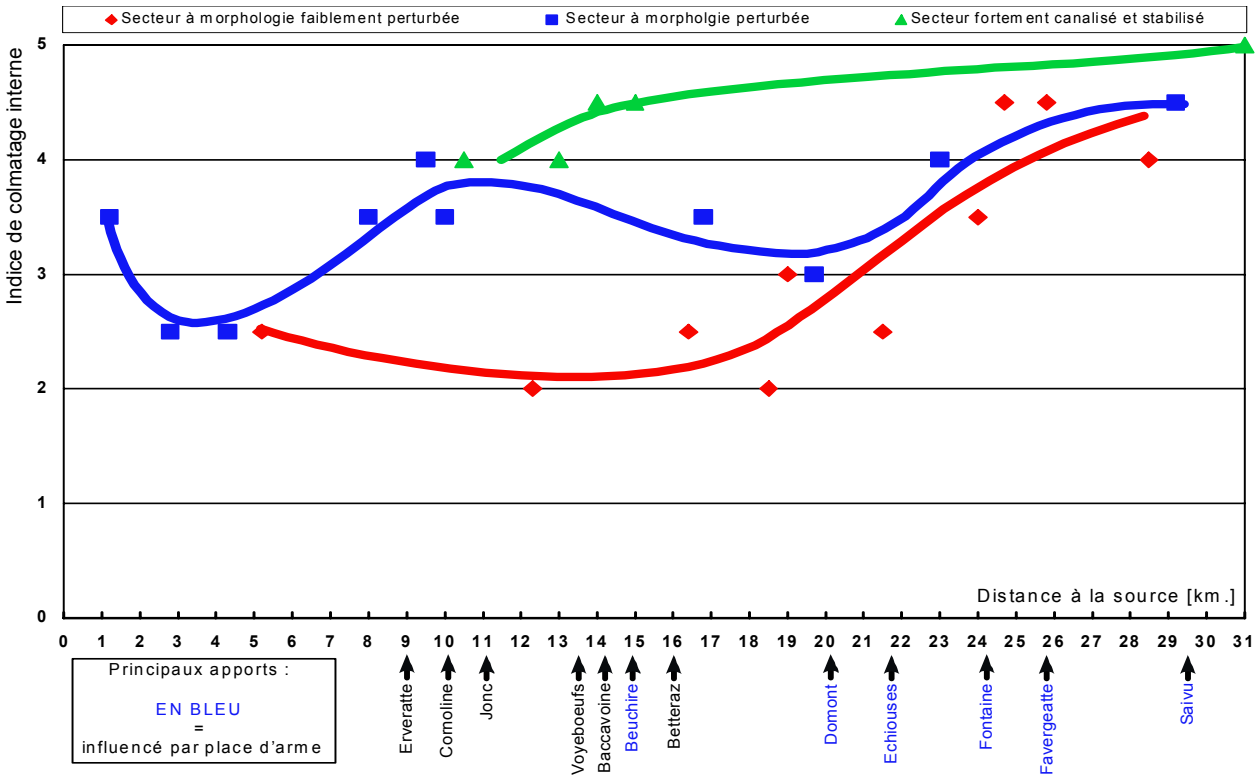


Figure 30 : Valeurs indexées du degré de colmatage interne du lit de l'Allaine sur l'ensemble de son linéaire (campagne du 11 et 12 septembre 2002 par l'application de la méthode Schächli et en fonction du degré d'artificialisation du lit du cours d'eau.). Tiré de [14]

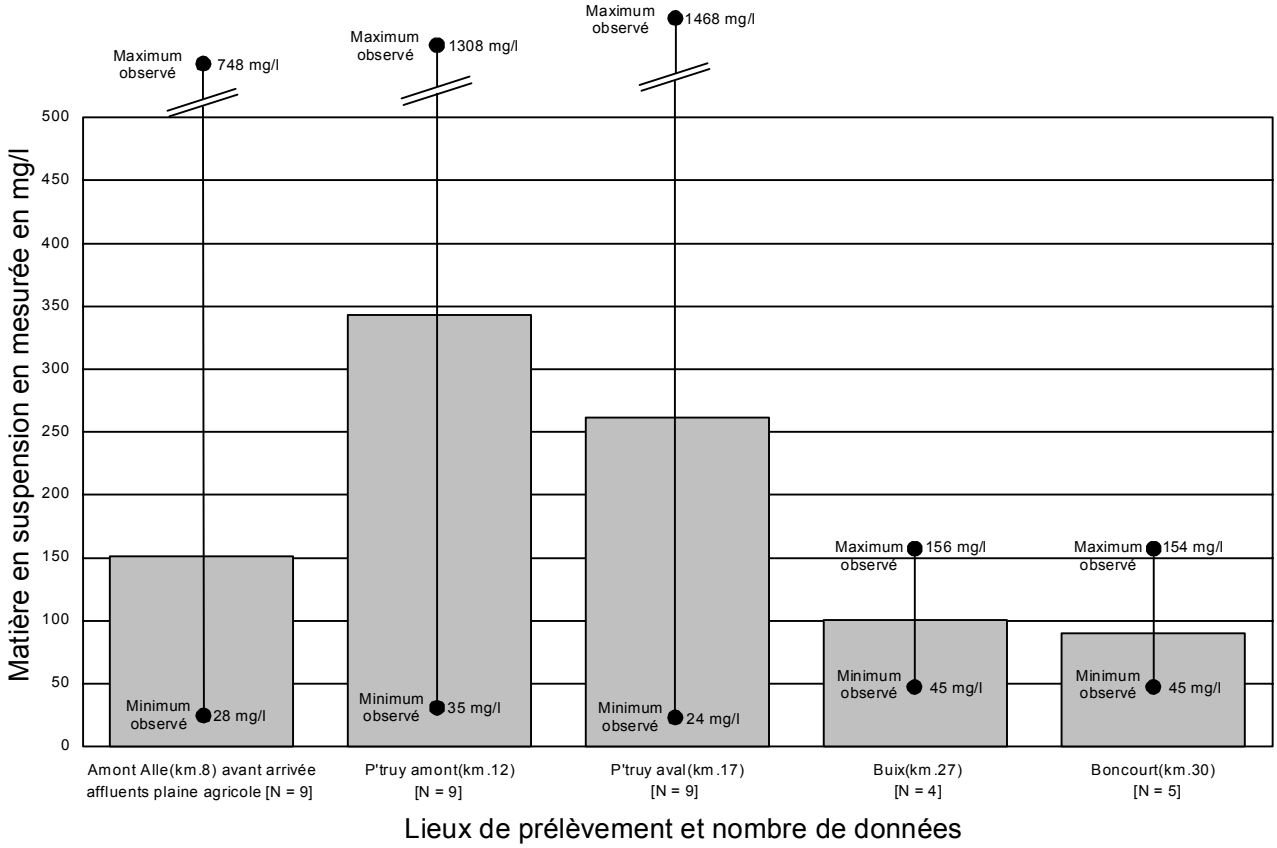


Figure 31 : Moyennes des MES mesurées le long du linéaire de l'Allaine lors de crues (débit > 5 m3/s) entre 1999 et 2002 sur les campagnes les plus significatives. Tiré de [14]

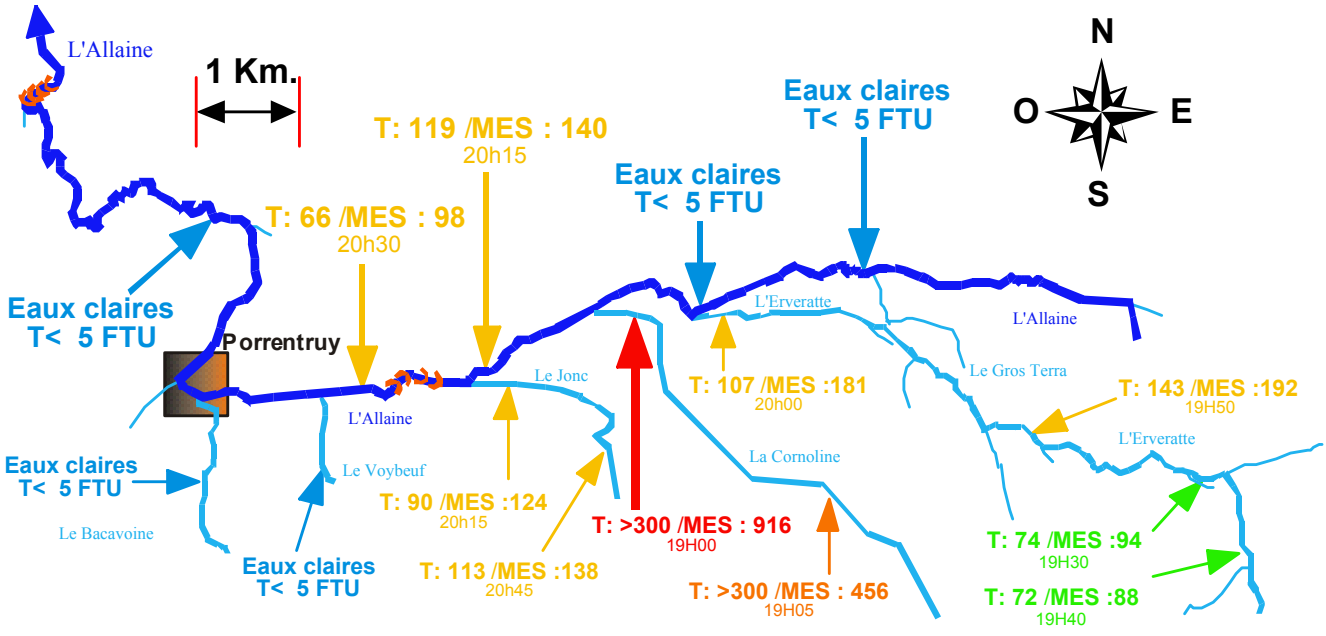


Figure 32 : concentrations de MES sur l'Allaine et ses principaux affluents de part et d'autre de Porrentruy à l'occasion de l'épisode orageux de faible incidence du 03/05/2000. Tiré de [11]

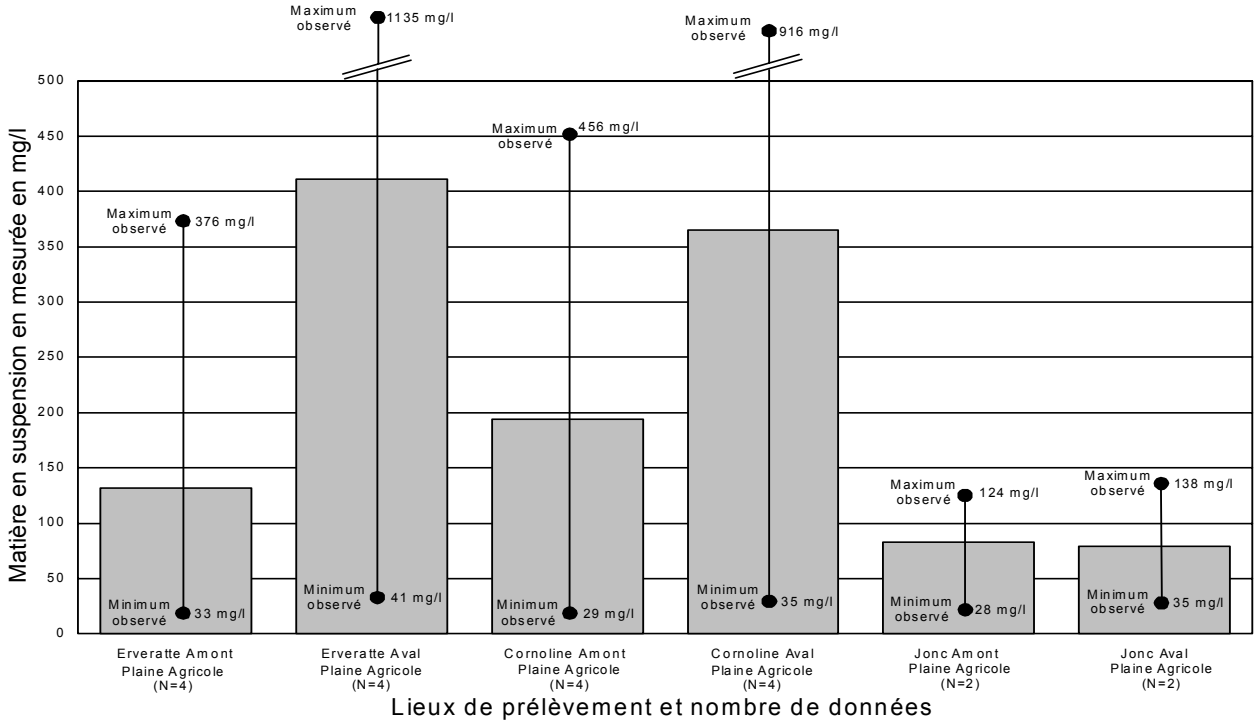


Figure 33 : Analyse comparative des moyennes de MES mesurées en amont et en aval des surfaces de drainages agricoles entre 2000-2001. Tiré de [14]

Date	Bassin	MES Entrée bassin [mg/l]	MES Sortie bassin [mg/l]	MES Sortie Filtre = Entrée dans karst [mg/l]
25.10.1999	Rondat	4'860	1'300	**923**
	Varandin	2'620	557	**745**
	Teurion	2'720	454	**(2 filtres) 404 et 522**
28.02.2002	Rondat	620		**860**
	Varandin	1'860		**520**
	Teurion	480		**1'390**

Tableau 8 : Mesure des matières en suspension à l'entrée et à la sortie des bassins de décantation de la place d'arme à Bure. Tiré de [14]

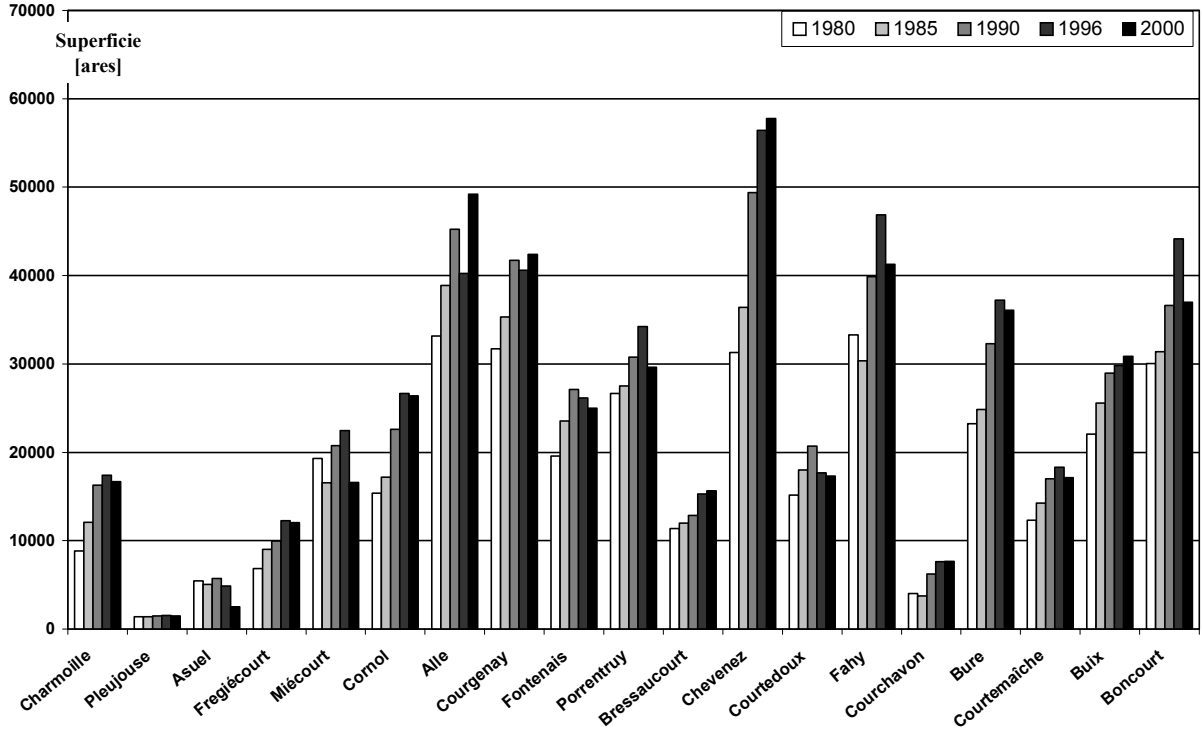


Figure 34 : Evolution des surfaces de terres ouvertes dans le bassin versa't de l'Allaine(1980-2000).Tiré de [14]

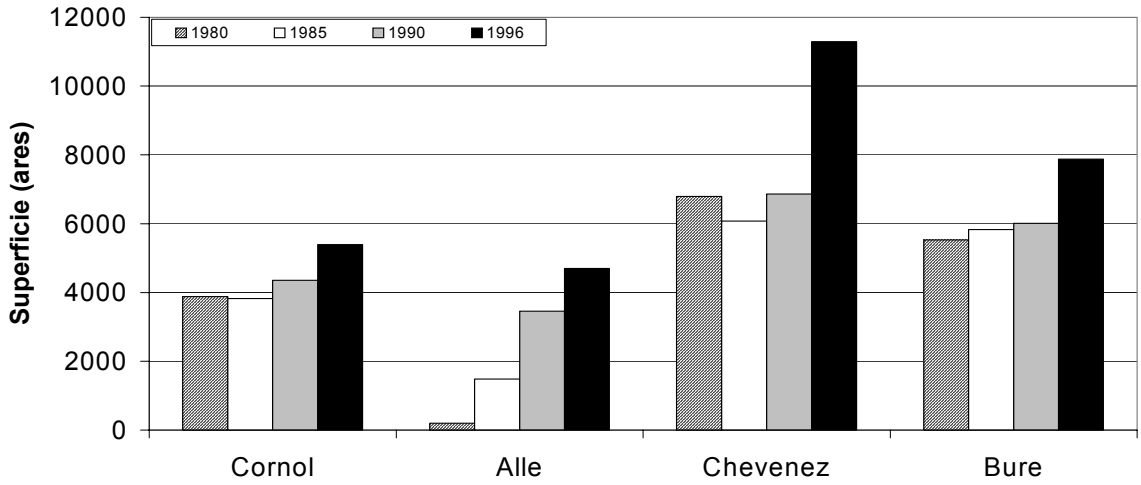


Figure 35 : Représentation graphique de l'évolution des surfaces de maïs sur les communes de Cornol, Alle, Chevenez et Bure où l'augmentation a été le plus spectaculaire entre 1980 et 1996.Tiré de [14]

Type de réseau	atlas Siegfried (1871-74)	Etat actuel (1995)	Evolution (1870-1995)
Surface boisée	5230	7030	X 1.3
Surface d'habitat	390	930	X 2.4
Réseau routier [km] (route de 1ère-3ème classe, largeur Moyenne : 6 m)*	350 (210 ha)	740 (440 ha)	x 2.1
Cheminements [km] (chemin de 4ème–6ème classe, largeur Moyenne : 3 m)*	325 (100 ha)	485 (150 ha)	x 1.5
Nature	**Etat antérieur (1921-1923)**	**Etat actuel (2000)**	**Evolution (1920-2000)**
Surfaces de drainages agricoles connus [ha]	~ 130	~ 440	x ~3.4

Tableau 9 :Evolution de l'utilisation des sols et des réseaux de drainages et de dessertes en Ajoie. Adapté de [14]

TOXIQUE 2002		**SUR SEDIMENTS**	**SUR BRYOPHYTES**	**SUR ALGUES (Vaucheria)**
Site		**DOUBS AMONT DOU129.1**	**DOUBS AMONT DOU129.1**	**DOUBS AMONT DOU129.1**
Commune		**Clairbief**	**Clairbief**	**Clairbief**
Lieu		Aval embouchure Bief de Fuess	Aval embouchure Bief de Fuess	Aval embouchure Bief de Fuess
Date prélèvement		26/08/2002	19/09/2002	19/09/2002
Laboratoire		LCJ	LCJ	LCJ
Paramètres	Unité	800	907	906
PESTICIDES CHLORES				
gamma-Lindane	µg/kg MS	<10	**13**	**147**
bêta-Endosulfan	µg/kg MS	<10	<10	**52**
PAH-PCB				
Acénaphtylène	µg/kg MS	<15	<10	**19**
Anthracène	µg/kg MS	**47**	<10	**18**
Benzo(a)anthracène	µg/kg MS	**141**	**24**	**52**
Benzo(a)pyrène	µg/kg MS	**110**	**37**	**59**
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg MS	**117**	**43**	**84**
Benzo(ghi)pérylène	µg/kg MS	**59**	**74**	**64**
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg MS	**115**	**39**	**66**
Chrysène	µg/kg MS	**145**	**33**	**70**
Dibenzo(ah)anthracène	µg/kg MS	**22**	**27**	**14**
Fluoranthène	µg/kg MS	**292**	**33**	**136**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/kg MS	**69**	**54**	**66**
Phénanthrène	µg/kg MS	**84**	**14**	**51**
Pyrène	µg/kg MS	**245**	**30**	**119**
TOTAL PAH	µg/kg MS	**1446**	**408**	**818**

Tableau 10 : Résultats d'analyse de toxiques de le campagne d'analyses sur support à mémoire rémanente réalisé en 2002 par le laboratoire cantonal. Adapté de [15]

Conclusion :

Au stade actuel de nos connaissances, **l'ensemble du linéaire de l'Allaine se présente comme moyennement à fortement colmaté, notamment sur l'aval** (fig30). Il apparaît également que la qualité morphologique du cours d'eau joue un rôle primordial sur le degré de colmatage : plus elle est perturbée, plus le colmatage est fort. Malgré l'hétérogénéité des données à disposition, nous observons que c**ette rivière présente une turbidité permanente proportionnellement corrélée avec son débit**(fig31,32 & cf.[14]). Il ressort en outre clairement que **l'Allaine médiane est celle qui subit les plus forts apports en matériaux** (fig31,32).

Selon nos analyses réalisées en parallèle, le colmatage de l'Allaine, surtout en aval de Porrentruy, est un phénomène multifactoriel. Selon Gobat et al [13], les sédiments subaquatiques s'enrichissent progressivement de matériaux de quatre origines différentes :

- Des matériaux provenant de l'altération générale des roches calcaires. Bien visible à l'aval immédiat des résurgences karstiques, ce phénomène représente **un apport naturel** de matériaux en cours depuis des millénaires et pouvant expliquer en partie la turbidité permanente des eaux de surfaces du cours d'eau [13].

- **Des matériaux provenant des terres agricoles** de la plaine d'Alle-Cornol (fig33 & cf.[13]). Ces dernières années, les remaniements parcellaires et le développement de la céréaliculture (fig34,35) couplés à la construction d'un réseau de drainages et de dessertes(tab9) performant ont du favoriser l'érosion des sols à fragilité naturelle assez grande[13] de cette région.

- **Des matériaux provenant** des bassins de décantation **de la place d'arme de Bure**(tab8). Un problème de gestion plutôt que de conception des bassins de décantations semble être à l'origine de cet apport qui intervient dès Porrentruy [13,14].

- **Des matériaux provenant de l'érosion des sols alluviaux de la plaine de l'Allaine en aval de Porrentruy**. Cet abrasement des berges ou export par des crues inondantes doit sans doute être encouragée par les diverses dégradations morphologiques subies par le cours d'eau[11,16]. En outre, l'augmentation de l'imperméabilisation des sols et le développement du réseau routier à l'inverse de l'accroissement des surfaces forestières(tab9) doivent également avoir eu un effet sur le pouvoir du régime hydrologique à éroder les berges et le lit de la rivière.

Enfin, **les diverses « pollutions grises » récurrentes des chantiers de la transjuranne** (tab17 & cf.[14]) mises également en évidence sur la Birse et la Sorne à différentes reprises, ainsi que **l'anomalie climatique mise en évidence** par Biotec et Hydronat[14] **amplifient ce phénomène de colmatage qui ne semble toutefois pas être limitant à la reproduction des truites**[12] **mais qui est fortement suspecté comme facteur de transfert de substances toxiques**[1,8,11,15] ; la matrice particulière des végétaux analysés jouant le rôle de filtre à particules adsorbés de substances nocives (pesticides notamment) (tab10).

L'extrapolation à d'autre cours d'eau et une analyse quantitative seraient fondamentales à la hiérarchisation des ces différents apports et permettraient sans doute d'édicter des recommandations claires afin de réduire ce phénomène de colmatage qui bride le potentiel biologique de l'Allaine et de ses affluents et qui est sans doute préjudiciable à la fertilité des sols ajoulots.

[1] Lièvre, A., Périat, G., Degiorgi F., Vergon J.P., 2000. *Détermination des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens.* Rapport préliminaire, 21 juin 2000. Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens.

[2] Gayraud, S. & al. 2002. Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés. Bull. français de la pêche et de la pisciculture. CEMAGREF, Lyon, pp 165-184.

[3] Kondolf M.G. 2000 : Assessing salmonid spawning gravel quality. Transactions of the American Fisheries Society 2000;129:262-281

[4] Wasson, J.-G. 2001. Biodiversité aquatique dans le bassin amazonien bolivien : facteurs de contrôle, dynamique et usages. Rapport de synthèse – 2ème partie. Equipe BIOBAB, La Paz & Lyon.

[5] Schälchli, U. 1993. Die Kolmation von Fliessgewässersohlen : Prozesse und Berechnungsgrundlagen. PhD thesis, Versuchanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETHZ.

[6] Bucher, R. 2001. Sédiments fins : apports dans les cours d'eau et effets sur les poissons et autres organismes aquatiques. Fischnetz-info n° 8.

[7] Fischnetz, 2004. *Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du projet « Réseau suisse poissons en diminution ».* EAWAG/OFEFP , Dübendorf, Bern : 198pp

[8] Louchart X. 2001 :Transfert de pesticides dans les eaux de surface aux échelles de la parcelle et d'un bassin versant viticole. Thèse de l'INRA de Montpellier : 200p. + annexes

[9] Walling, D. E. & Amos, C. M. 1999. Source, storage and mobilisation of fine sediment in a chalk stream system. Hydrological processes, 1999, vol. 13, n° 3, pp 323-340.

[10] Battin, T..J. & Sengschmitt, D. 1999. Linking sediment biofilms, hydrodynamics, and river bed clogging : Evidence from a large river. Microbial ecology, 1999, vol. 37, n° 3, pp 185-196.

[11] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[12] Périat G., 2001. *Croissance, Reproduction et Etat de la population de truite commune (Salmo trutta L.) sur la partie suisse de la rivière Allaine*. Travaux de certificats universitaires d'écologie et de microbiologie. Université de Neuchâtel : 235 p. + ann.

[13] Gobat, J.M., Wermeille E., Adatte T., 2003 : *Etude du colmatage des rivières jurassiennes. Analyse de la matière organique des sols et des sédiments : Rapport final, Première partie de l'étude*. DMS Université de Neuchâtel 16 p. + ann.

[14] Biotec & Hydronat, 2003. *Colmatage des cours d'eau. Application à la rivière Allaine*. Etude pour la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS :75 p. + ann.

[15] Périat, G., Degiorgi F., Lièvre, A., 2003. *Contamination en toxiques des cours d'eau jurassiens : Etat initial.* Etude de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS / DEE 80 p. + annexes.

[16] Teleos, 2003. *Définition des possibilités et des priorités d'aménagement de la morphologie de l'Allaine et de ses affluents sur le territoire de la commune de Porrentruy. Projet « Beuchire – Creugenat » / Projet « Sous Bellevue » / Projet « Chute des abattoirs » / Projet « Pont d'Able ».* Avant-projet sommaire financé par la Société des pêcheurs de l'Allaine et la Commune de Porrentruy. Rapport int. de déc. 2003 ;: 50 pp.

Hypothèse V-7 : Un déficit de l'offre alimentaire est à l'origine des carences dans les peuplements pisciaires en place.

Par Hervé Decoursière & Guy Périat

Contexte :

Plutôt que de considérer les macroinvertébrés benthiques comme de simples organismes nourriciers et de les confronter à l'ichtyocénose, il nous semble préférable d'apprécier la biocénose en place comme un ensemble, notamment dépendant des facteurs abiotiques qui régissent les cours d'eau.

Les macro-invertébrés sont, comme les poissons, des organismes consommateurs sensibles et intégrateurs d'une grande quantité de perturbations. Par rapport aux poissons, ils sont globalement plus sensibles à des altérations de la qualité de l'eau et peut-être moins vulnérables à certaines altérations physiques. En outre, la grande variété spécifique des macro-invertébrés aquatiques recouvre, elle, une large gamme d'exigences, écologiques et de polluo-sensibilité. Et enfin, en raison de leur mode de vie benthique, ces organismes constituent un bon indicateur de la qualité des substrats à une échelle très fine.

Les méthodes d'analyse simplifiée des communautés benthiques, généralement exprimées sous forme indicielle, telle que la détermination des IBGN [9], permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et dans le temps de l'aptitude biogène globale des sites d'eau courante. Toutefois, leur degré de sensibilité est insuffisant pour mesurer quantitativement l'impact de plusieurs catégories de perturbations affectant le fonctionnement des milieux lotiques à des échelles plus larges ou suivant des mécanismes pernicieux. Par conséquent depuis quelques années une approche plus puissante est mise en œuvre : le Mag20. Il est fondé sur une prospection beaucoup plus complète (20 placettes de d'1/20 de m^2) de l'espace fluvial s'appuyant sur une description fine de l'habitat aquatique et d'un niveau de détermination plus poussé (au genre pour les principaux ordres d'insectes). (Annexe : protocole Mag20).

Afin d'établir la qualité des biocénoses benthiques actuelle des principaux cours d'eau jurassiens, une analyse par application du protocole Mac20 sur chaque cours d'eau a été effectuée. Ensuite, son évolution temporelle a été estimée par comparaison aux données antérieures disponibles [1,2,3 et Bouvier, données non publiées].

En outre, pour de tenter de répondre à l'hypothèse émise par Fischnetz notamment[4], qu'un déficit de l'offre alimentaire est à l'origine de la baisse des captures, et bien que les investigations menées antérieurement ne répondent pas au même protocole que celui engagé en 2001, une analyse quantitative comparative (abondance des taxons), avant/après la mise en place de l'épuration en 1986-7, a été réalisée en suivant des règles très strictes[cf.5] et uniquement avec les données les plus abondantes, qui se sont avérées être celles des campagnes d'analyse de 1983 et de 2001 sur l'Allaine.

Les résultats résumés et présentés ci-dessous sont le fruit d'une analyse détaillée qui figure en annexe ainsi que dans les rapports parallèles [5,6,7].

Résultats :

Sur le Doubs

Les valeurs des indices globaux de qualité (Cb2[8] et IBGN[9]) des deux stations réalisées atteignent un niveau moyen à bon (15 sur 20 pour le Doubs amont-Les Rosées et 18 sur 20 pour le Doubs aval-Ocourt), en raison d'une variété taxonomique assez faible et également de l'absence de taxons très sensibles aux pollutions (cf. annexe).

Sur les deux stations, la comparaison avec les données de Verneaux des années '70[1] dénonce une forte érosion de la variété générique des Plécoptères, Trichoptères et Éphéméroptères. Bien que l'effort d'investigation ait été nettement plus intense en 1973, il faut malheureusement constater, en 30 ans, la disparition de nombreux genres. Parmi ces disparitions les plus préjudiciables, notons : *Siphonoperla, Dinocras, Perla, Besdolus, Nemoura, Amphinemoura, Protonemura, Brachyptera, Taeniopteryx, Goera, Ecclisopetryx, Epeorus, Habroleptoïdes, Siphlonurus*, …

La station du Doubs aval (Ocourt), qui bénéficie de données dans les années '80[3], montre que 23 taxons sont absents en 1981 alors qu'ils sont présents en 2001 (dont Isoperla et Silo). Toutefois, *Dinocras, Perla, Amphinemoura, Heptagenia, Rhithrogena,* présents en 1981, ont disparu en 2001. Il est ainsi difficile de statuer sur une progression du peuplement du Doubs à Ocourt entre 1981 et 2001, d'autant plus que l'effort d'échantillonnage est loin d'être équitable entre ces deux campagnes : le Mag20 de 2001 a l'avantage d'une investigation plus développée (20 placettes) par rapport aux 6 placettes de l'indice biotique. D'ailleurs, les indices ramenés à la même échelle indiquent 19/20 en 1981 alors qu'en 2001, l'IBGN[9] est de 18/20 et le Cb2[8] de 16/20.

Sur la Birse

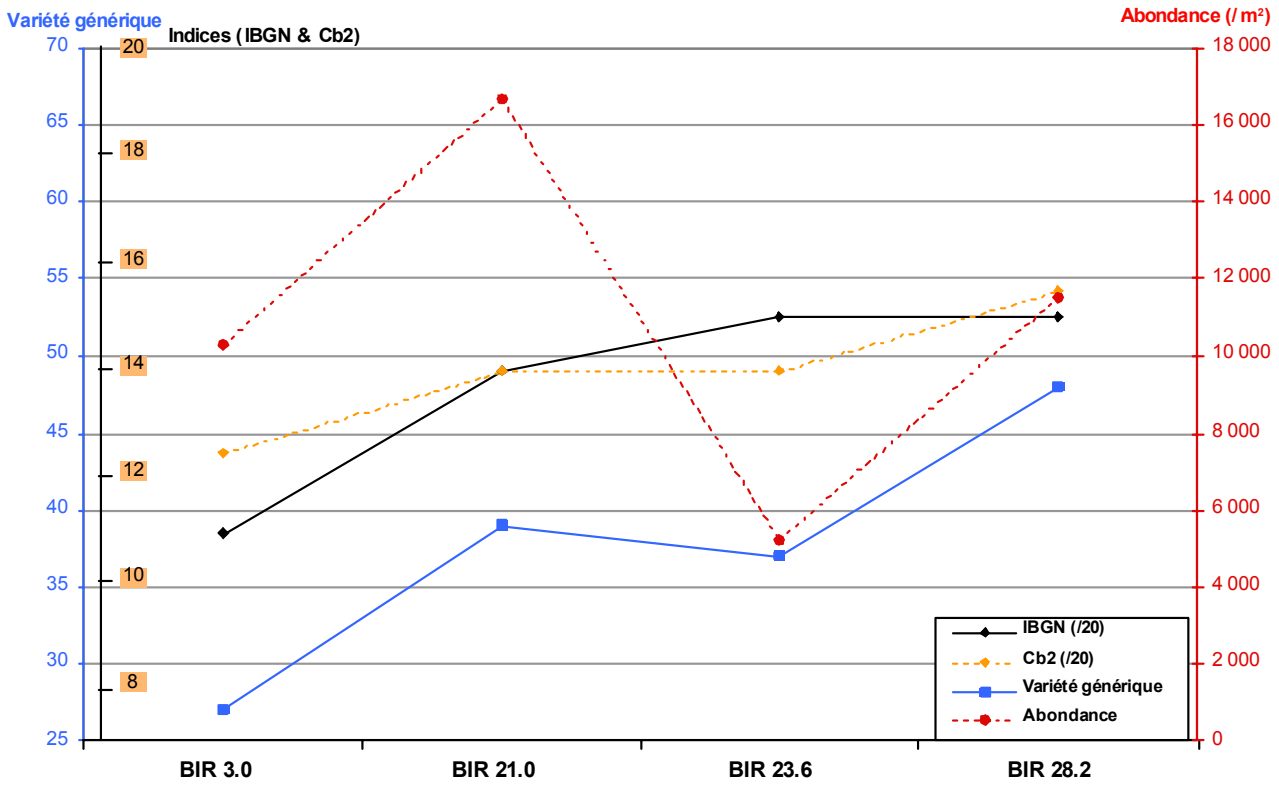


Figure 35. Évolutions longitudinales des caractéristiques des biocénoses de la Birse amont (Bir3.0) et médiane (BIR21.0/BIR23,6/BIR28,2) en 2001.

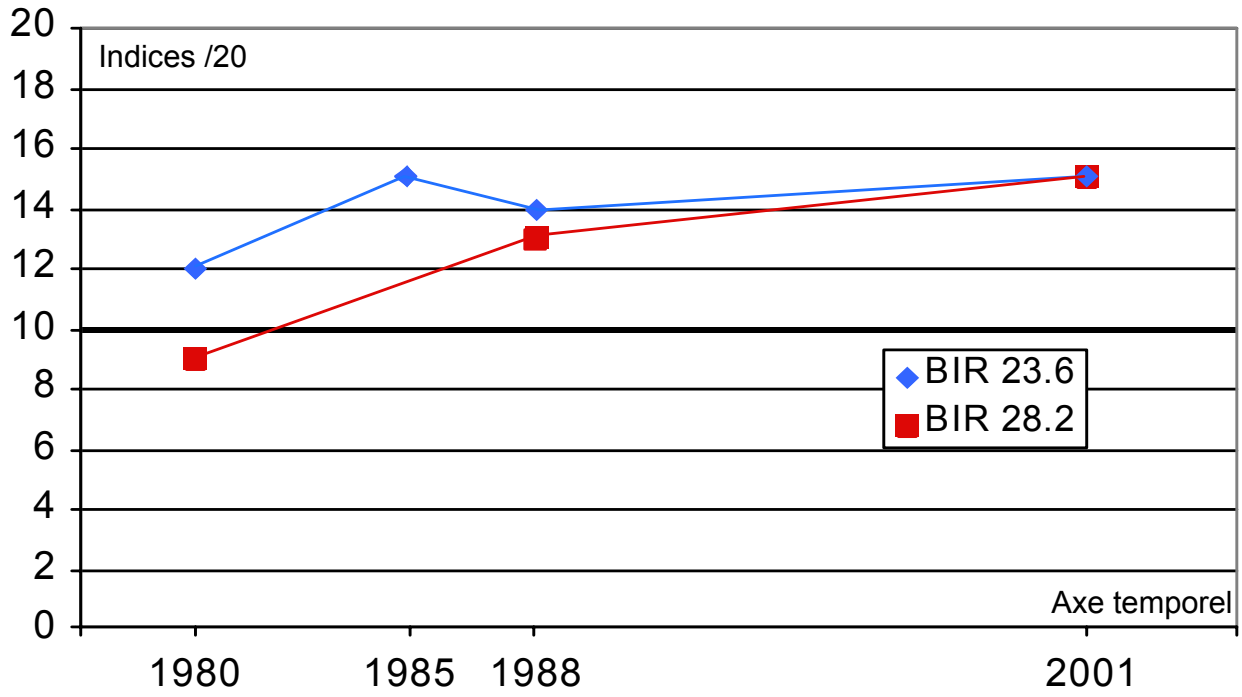


Figure 36 : ***Évolution des indices biologiques (indice biotique[10] et IBGN[9]) de deux stations sur la Birse médiane (BIR23,6-Choindez et BIR28,2-Courrendlin) ramené à une même échelle sur 20 [données historiques issues de 3].***

Sur la Sorne :

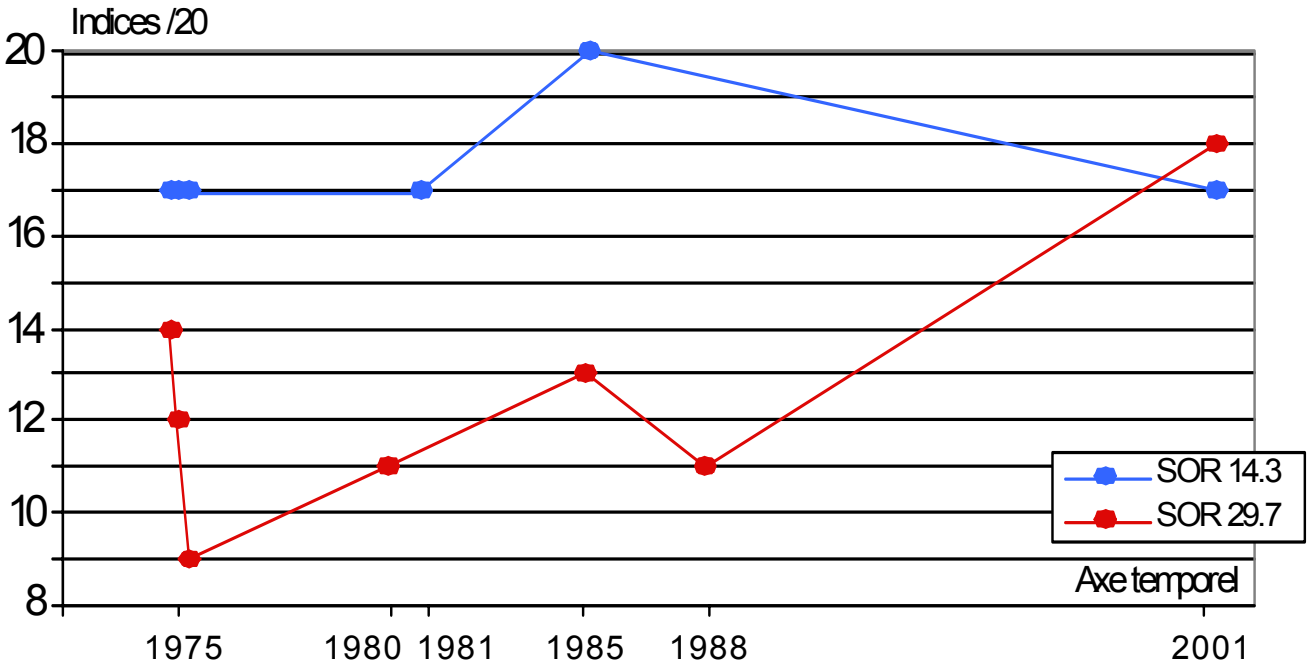


Figure 37 : ***Évolution des indices biologiques (indice biotique[10] et IBGN[9]) sur une station de la Sorne médiane(SOR14.3-Berlincourt) et une de la Sorne aval(SOR29.7-Delémont) ramené à une même échelle sur 20 [données historiques issues de 2 et 3].***

Sur l'Allaine :

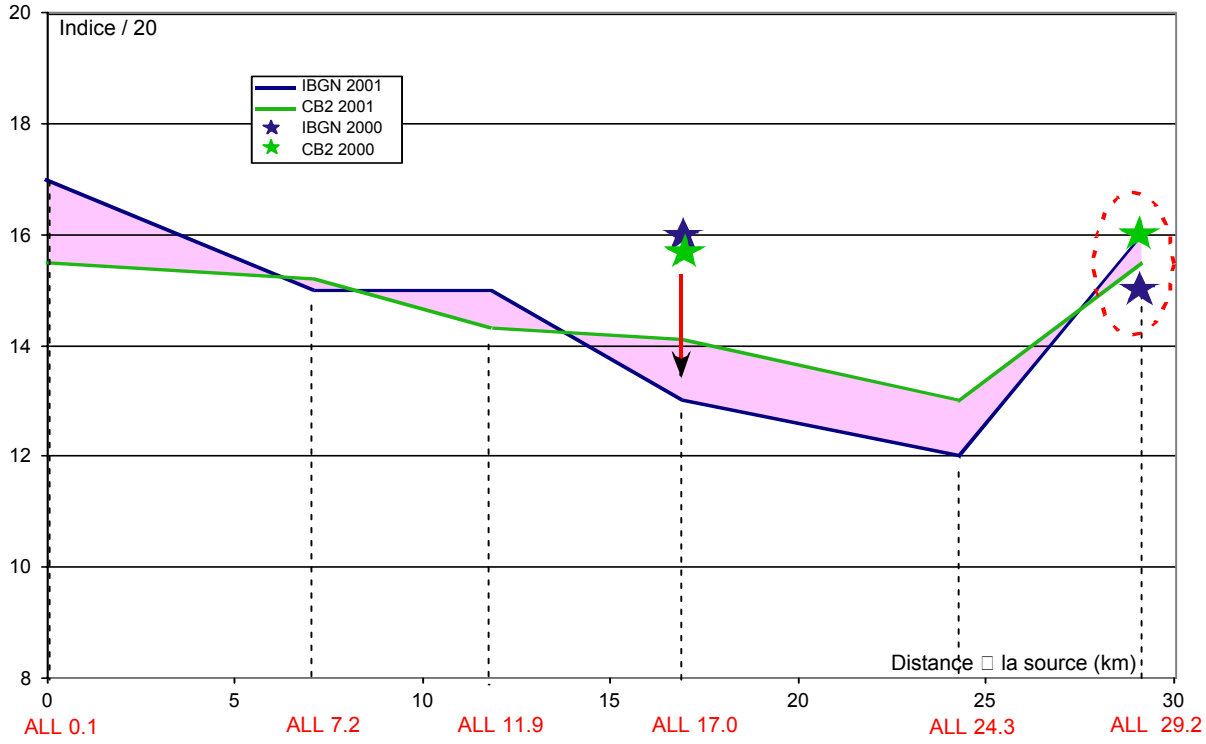


Figure 38 : ***Évolution longitudinale des indices biologiques mesurés sur l'Allaine amont (ALL0.1/ALL7.2), médiane(ALL11,9/ALL17.0) et aval (ALL24.3/29.2) en 2000 et 2001. [Tiré de 5]***

.

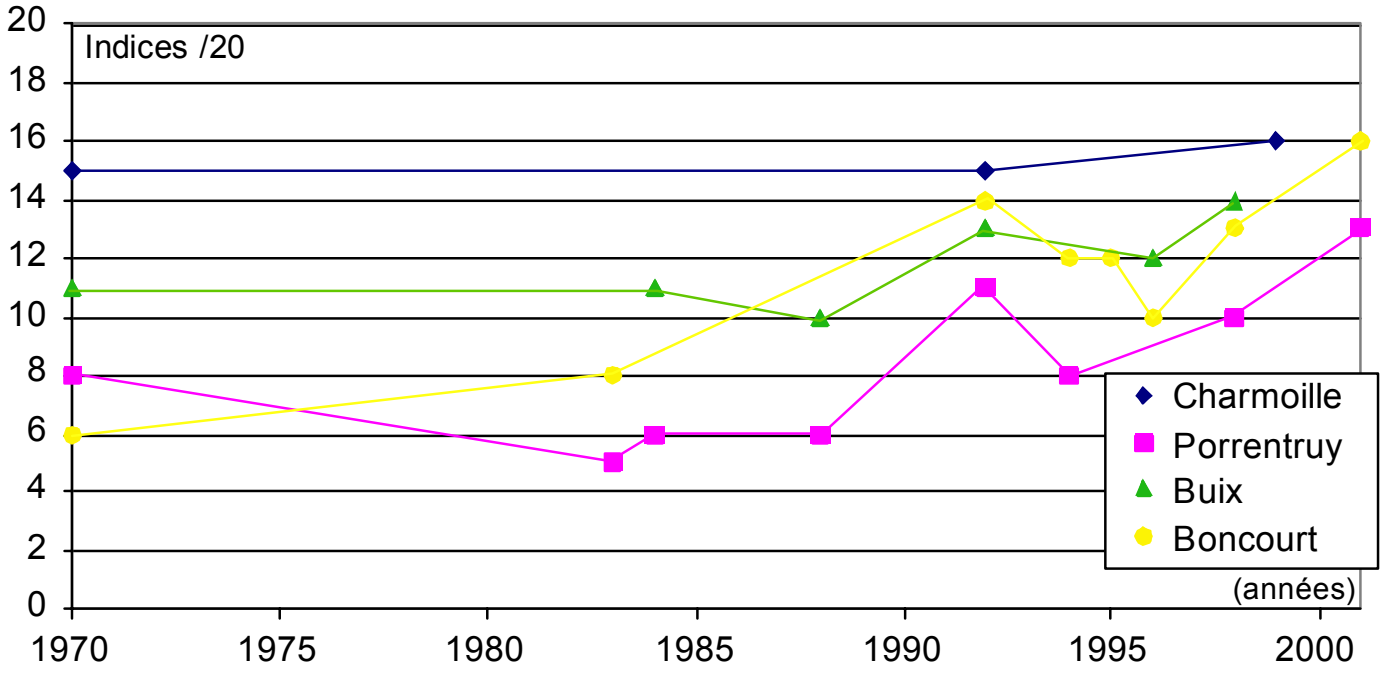


Figure 39: ***Évolution sur 4 stations jalonnant l'Allaine(AMONT-Charmoille/MEDIANE-Porrentruy/AVAL-Buix et Boncourt) des différents indices biologiques (Indices Biotiques[10], IBG[11], IBGN[9]) ramené à une même échelle sur 20 [Tiré de 3 et 5].***

	Occurrence [proportion de station contenant le taxon]		Abondance moyenne nb/m2		Variabilité interstationelle ± %		Précision instrumentale ± %	
	1983	**2001**	**1983**	**2001**	**1983**	**2001**	**1983**	**2001**
Plécoptères settipalpes	**Absence totale sauf à la source**		**Absence totale sauf à la source**					
Gammaridae	11 sur 11	9 sur 9	**3 582**	**8 779**	165	81	55	17
Elmis(genre)	8 sur 11	9 sur 9	**44**	**1 342**	118	83	62	13
Baetis(genre)	11 sur 11	9 sur 9	704	820	164	119	54	12
Ephemerella(genre)	10 sur 11	8 sur 9	**54**	**631**	102	62	71	10
Hydropsyche(genre)	5 sur 11	8 sur 9	***1 956***	***142***	151	137	65	14
Total 5 taxons			6 340	11 714	-	-		
Abondance totale			**11 607**	**28 177**	93	58	84	10
abondance min *abondance max*			2 638 37960	6827 58226				

Tableau 11 : Comparaison des abondance moyennes de 5 groupes de macro-invertébrés fréquents et densités numériques (par m2) mesurées le long de l'Allaine(amont,médiane,aval) en 1983 et en 2001.[adaptés de 5]

Conclusion :

Les quatre cours d'eau principaux du Jura, le Doubs, la Birse, la Sorne et l'Allaine ont bénéficié en 2001, de prélèvements biocénotiques pour évaluer leur qualité hydrobiologique. Au total, **sur les 14 stations analysées, aucune ne requiert actuellement un niveau conforme à leur potentiel**. Cette situation globale non optimale dénonce des altérations de différents types.
Tout d'abord, une perturbation de la qualité de l'eau d'origine organique ou toxique, ponctuelle ou chronique peut être suspectée et considérée comme le facteur principal de l'absence quasi-systématique des taxons les plus polluo-sensibles (cf. annexe). En outre, la simplification des habitats aquatiques issus de rectifications et de recalibrations(cf.§V-5), couplée à la présence de colmatage algal ou minéral(cf.§V-6), contribuent également à affecter l'ensemble de l'édifice benthique, qui ne propose que des variétés et des abondances amoindries.

La comparaison avec les données historiques des années '70 disponibles montre que la faune benthique des cours d'eau jurassiens a eu deux tendances évolutives opposées : les peuplements référentiels des années 70 se sont dégradés tandis que les systèmes aquatiques, qui subissaient à la même époque une charge organique excessive, se sont améliorés, sans toutefois être recolonisés par les organismes les plus polluosensibles (cf.annexe). **En d'autres termes et comme pour les poissons, au cours de ces trente dernières années, les cours d'eau jurassiens ont vu la qualité de leur peuplement benthique se banaliser.**

D'un point de vue quantitatif, la comparaison des données récoltées en 1983 avec les mesures effectuées récemment semble montrer un accroissement de l'abondance des macro-invertébrés utilisables pour les poissons de l'Allaine. Toutefois, le rééquilibrage du peuplement benthique (diminution des consommateurs insensibles à la pollution organique au profit de ceux qui y sont sensibles) n'est pas optimal puisque la réapparition des prédateurs fortement polluosensibles comme les Plécoptères *Setipalpia* se fait attendre.

Néanmoins, cet accroissement des proies pour les poissons corrobore la tendance à la restauration relative des peuplements pisciaires élucidée entre la fin des années '80 et nos jours sur ce cours d'eau. Toutefois, cette vision partielle et partiale doit être considérée avec prudence. En effet, d'une part, les ressources trophiques des poissons doivent être disponibles à tout moment de l'année et nous n'avons malheureusement que des mesures ponctuelles, qui plus est, en nombre restreint. D'autre part, la précision instrumentale des mesures d'abondances effectuées dans le cadre de l'indice biotique[10] ou de l'IBGN[9] est nettement insuffisante à quantifier la densité benthique d'un cours d'eau ; cette dernière n'est d'ailleurs pas un objectif recherché par ces protocoles indiciels qualitatifs.

En conclusion, si le développement des stations d'épuration a amoindri une partie de la charge organique dans les cours d'eau, les pollutions suspectées d'origine toxique ont sans doute pris le relais avec des conséquences beaucoup plus insidieuses sur le fonctionnement des biocénoses aquatiques et des effets à long terme très problématiques et préoccupants en matière de ressource en eau, notamment.

[1] Verneaux J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura), Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs, essai de biotypologie. *Thèse d'état, Université de Besançon* , 261 p. + ann.

[2] SORNAJAC, 1976. *Etude écologique de la Sorne de l'Association jurassienne d'animation culturelle.* Bulletin de l'Association pour la défense des intérêts du Jura sept-oct 1976 ;:52 p. + cartes et annexes

[3] Bouvier J.C., 1999. Evolution de la qualité biologique des cours d'eau du Canton du Jura (1969-1999). Actes de la société jurassienne d'émulation (SJE) : 9-41.

[4] Fischnetz, 2004. *Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du projet « Réseau suisse poissons en diminution ».* EAWAG/OFEFP , Dübendorf, Bern : 198pp

[5] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[6] Teleos 2003, Analyse biocénotiques de la Birse à Reconvilier et à Moutier. Commentaires succincts réalisés pour l'Inspectorat de la pêche du canton de Berne. ;:4p. + annexes

[7] Lièvre A., Périat, G., Degiorgi F., Vergon J.P., 2001. Etude des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens. Rapport intermédiaire, novembre 2001. Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens.

[8] Verneaux J. *et coll.*, 1981. Expression biologique pratique de l'aptitude des cours d'eau au développment de la faune bentique. Un coefficient d'aptitude biogène : le CB2. *Trav. Lab. Hydrobiol. Univ. Fr.-Comté*, 19 p.

[9] AFNOR, 1992 : Détermination de l'indice biologique global normalisé : I.B.G.N. NF T 90-350 . :;9p.

[10] Verneaux J. & Tuffery G., 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité des eaux courantes. Indices Biotiques. *Annls. Sci. Univ. Fr.-Comté*, 3 :79-90.

[11] Verneaux J. *et coll.*, 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes : un indice de qualité générale (I. B. G.). *Annls. Sci. Univ. Fr.-Comté* , 4 : 11-21.

Hypothèse V-8 & V-9: Le déclin de la pêche résulte de la gestion halieutique et d'une diminution de l'intensité de pêche

Par Guy Périat

Contexte :

Les repeuplements, la législation au même titre que la densité des pêcheurs, la durée et le nombre de leurs actions de pêche sont tous des facteurs susceptibles d'influencer l'évolution des prises par la pêche.

La dégradation de la qualité des réseaux hydrographiques européens, intervenue en parallèle de la révolution industrielle [1,2,3], a incité les gestionnaires à introduire des poissons issus d'élevage dès le milieu du 19ème siècle [3]. Dans le Jura, l'introduction de truites juvéniles et adultes est effectuée massivement et sans grande modification depuis 1962 [Brogli, com. pers.] sur l'ensemble du réseau hydrographique. Seule une baisse sensible(abolition même totale pour le Doubs) des mises à l'eau en truites de mesure, intervenue en 1989, est à signaler. Toutefois, jamais son effet sur les captures des pêcheurs, son influence sur le génome des truites sauvages en place et son efficacité n'ont été testés. D'ailleurs, le marquage de chaque poisson introduit, nécessaire à ce genre de démonstration, n'a été accepté que sur l'Allaine et depuis 2001 seulement.

En outre et durant le 20ème siècle, la législation a changé à de multiples reprises, mais n'a cessé d'être plus restrictive. A titre d'exemple sur le Doubs, le nombre de captures, d'illimité qu'il était en 1905 avec une taille légale pour la truite de 20 cm.[3], est passé à 12 pièces par /jour pour 22 cm. dans les années '60 [Brogli, com. pers.], pour être actuellement à 28 cm et 4 prises journalières. La période de fermeture de la pêche durant la période de reproduction toutefois n'a pas varié depuis 1966 (oct-février) [3]. Cette limitation croissante de l'exercice de la pêche a été motivée par le sentiment selon lequel la surpêche était à l'origine de la baisse des captures. Toutefois, aucun suivi sérieux du bien-fondé des mesures prises à cet effet n'a été engagé par le passé. Ce n'est qu'à partir de 1999, qu'une étude approfondie de la croissance des poissons et que la mise en place d'un réseau de 9 réserves de pêche (d'une longueur de 200 à 400 m.) sur les quatre cours d'eau ont pu être initiés, afin de tenter de déterminer l'influence de la pêche sur les populations de poissons.

Enfin, étant donné que seul un tiers des pêcheurs remplit correctement son carnet de captures[4], aucune analyse fine à partir des statistiques de pêche n'a pu être réalisée. Le nombre de permis toute catégorie vendue est donc l'unique indice fiable de l'intensité de la pêche dans le Canton du Jura.

Résultats :

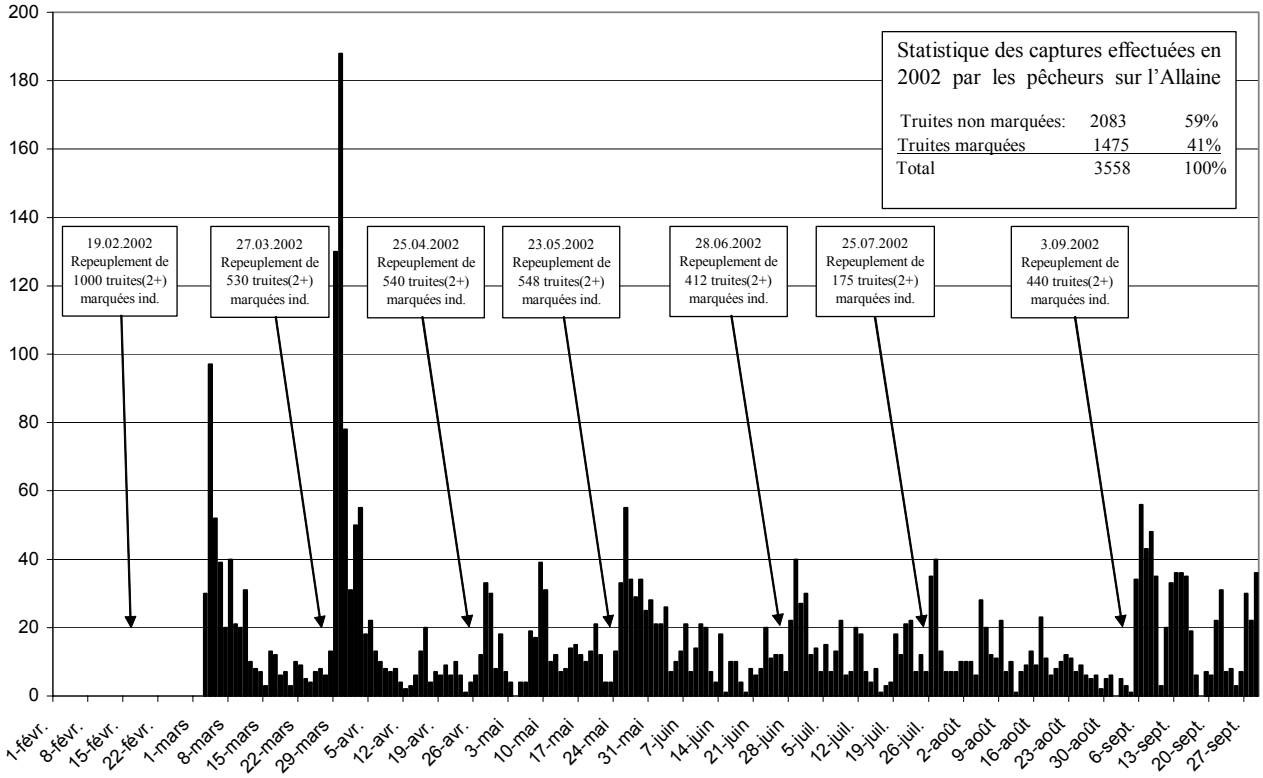


Figure 40 : Evolution des captures journalière de truite dans l'Allaine durant l'année 2002 [Adaptée de 5]

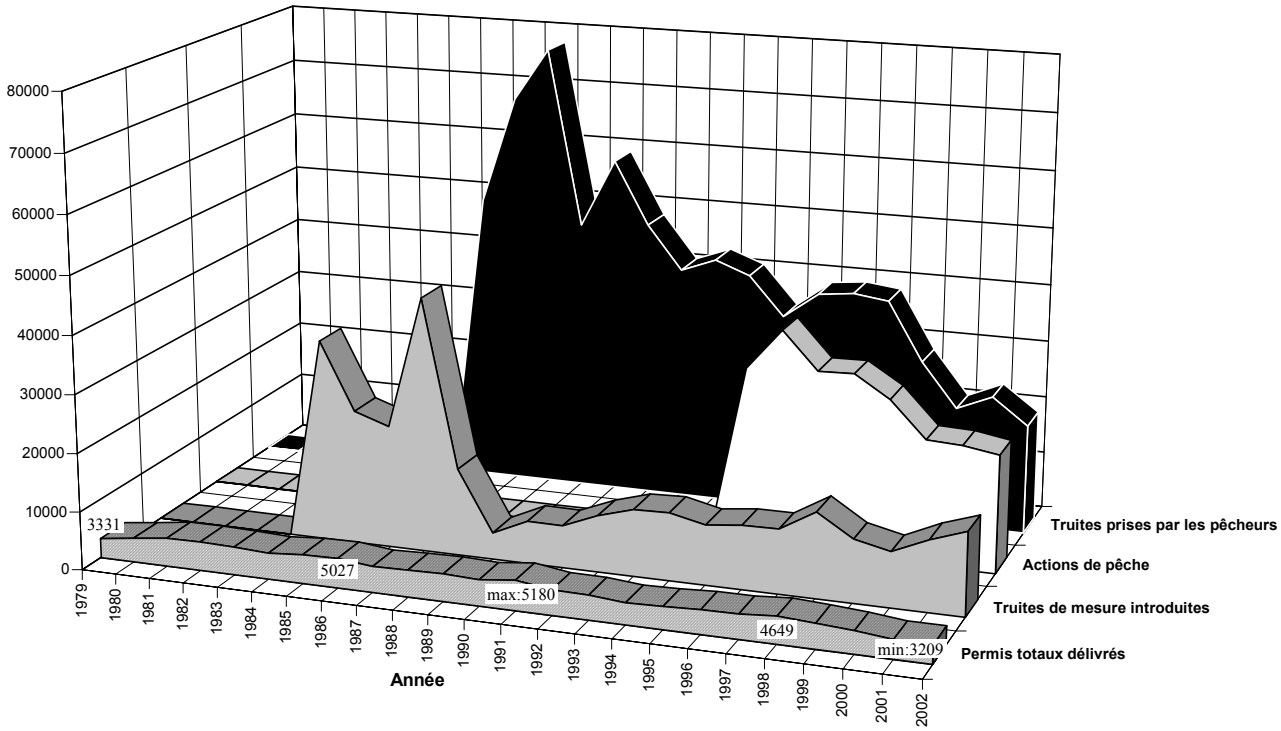


Figure 41 : Evolution comparative des captures de truites avec les actions de pêche, le repeuplement et le nombre de permis vendus [Adaptée de 6]. Attention ! Les résultats exprimés ne tiennent pas compte de la variabilité annuelle du taux de retour des carnets contrôle qui oscille entre 70% et 90%.

Loci 1	2	3	Génotype	Taille [cm.]	Poids [g.]	Provenance	Référence carte
BB	BB	BB	Mediterranéenne	68,0	3750	Allaine médiane	573,100/252,850
BB	BB	BB	Mediterranéenne	61,0	2600	Allaine médiane	573,100/252,850
BB	BB	BB	Mediterranéenne	54,5	2520	Allaine médiane	573,100/252,850
BB	BB	BB	Mediterranéenne	43,8	1170	Allaine médiane	573,100/252,850
BB	BB	BB	Mediterranéenne	39,8	750	Allaine médiane	573,100/252,850
BB	BB	BB	Mediterranéenne	38,5	650	Allaine aval	570,600/256,400
AB	AB	AB	Hybride 1ère génération	33,5	500	Allaine aval	570,600/256,400
BB	BB	BB	Mediterranéenne	30,0	356	Allaine aval	570,600/256,400
AB	AB	AB	Hybride 1ère génération	22,4	104	Allaine médiane	576,500/252,750
AB	AA	AA	Recroisée	20,8	80	Allaine amont	580,250/252,950
AB	AB	AA	Recroisée	20,2	68	Allaine médiane	577,300/252,775
AB	AB	AB	Hybride 1ère génération	19,0	72	Allaine médiane	577,300/252,775
AA	AA	AA	Atlantique	18,8	32	Allaine médiane	577,300/252,775
AA	AA	AA	Atlantique	17,5	56	Allaine amont	580,250/252,950
AB	BB	AB	Recroisée	16,5	42	Allaine médiane	573,100/252,850
BB	AA	AB	Recroisée	16,5	44	Allaine médiane	576,500/252,750
AA	AA	AB	Recroisée	12,6	22	Allaine médiane	577,300/252,775
AA	AA	AA	Atlantique	10,6	12	Allaine médiane	577,300/252,775

Tableau 12 : Analyses génétiques des truites de l'Allaine, réalisées gracieusement par Maya Mezzera à l'Université de Berne [Adaptée de 7]

Efficacité des repeuplements en juvéniles: essai de marquage/recapture

Entre le 7 et le 27 juillet 2001, 2 591 truitelles de l'année élevées en pisciculture et marquées par ablation de l'adipeuse ont été introduites entre Alle et Boncourt (cf.annexe). Les 3 pêches effectuées tout au long de cette partie de l'Allaine en août et septembre de la même année, n'ont permis de recapturer que 77 juvéniles de l'année, repérés en septembre par leur taille, inférieure à 15 cm (cf.annexe). Aucun d'entre eux n'était marqué.

En octobre 2001, 11 500 truitelles de l'année produites en pisciculture ont été marquées et déversées. Les neuf inventaires réalisés sur l'Allaine en été 2002 ont permis de ne capturer que 167 truites mesurant entre 14 et 22 cm et donc susceptibles d'appartenir à cette cohorte. Dans cette classe de taille, seuls 7 poissons provenant d'alevinage ont été re-capturés, sur les stations de Courchavon (5) et de Grangourt (2).

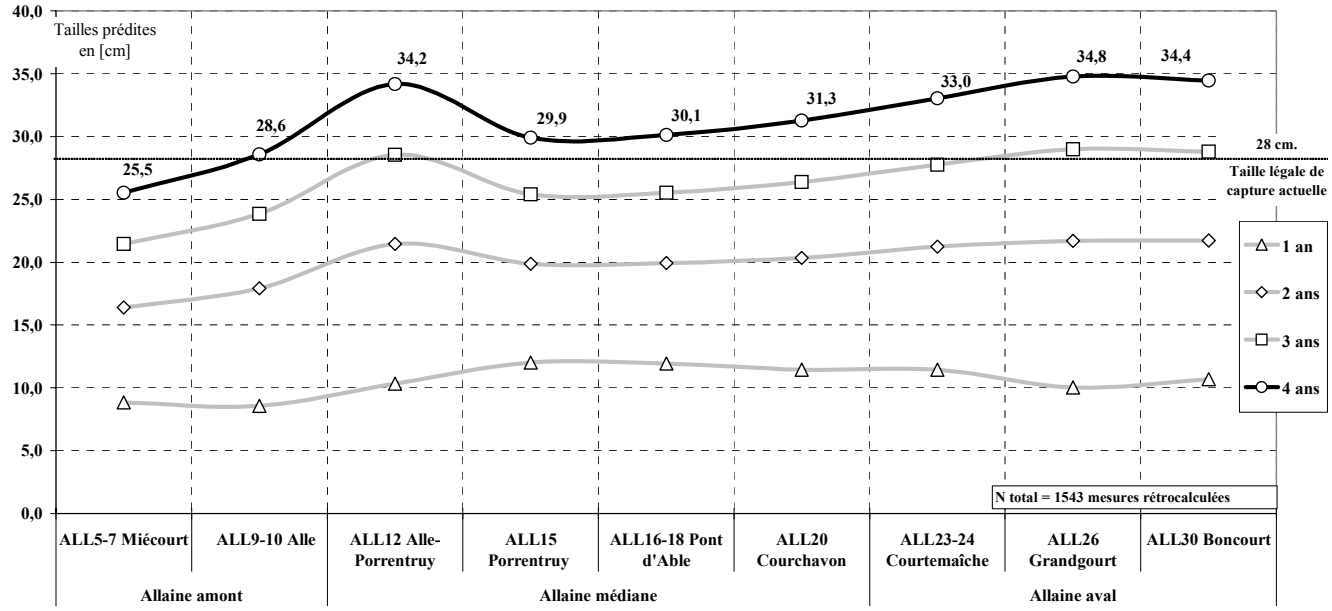


Figure 42 : Croissance des truites de l'Allaine à 1,2,3 et 4ans [Tiré de 8]. Sur le bassin du Rhône la maturité sexuelle de la truite intervient à 4ans [8]

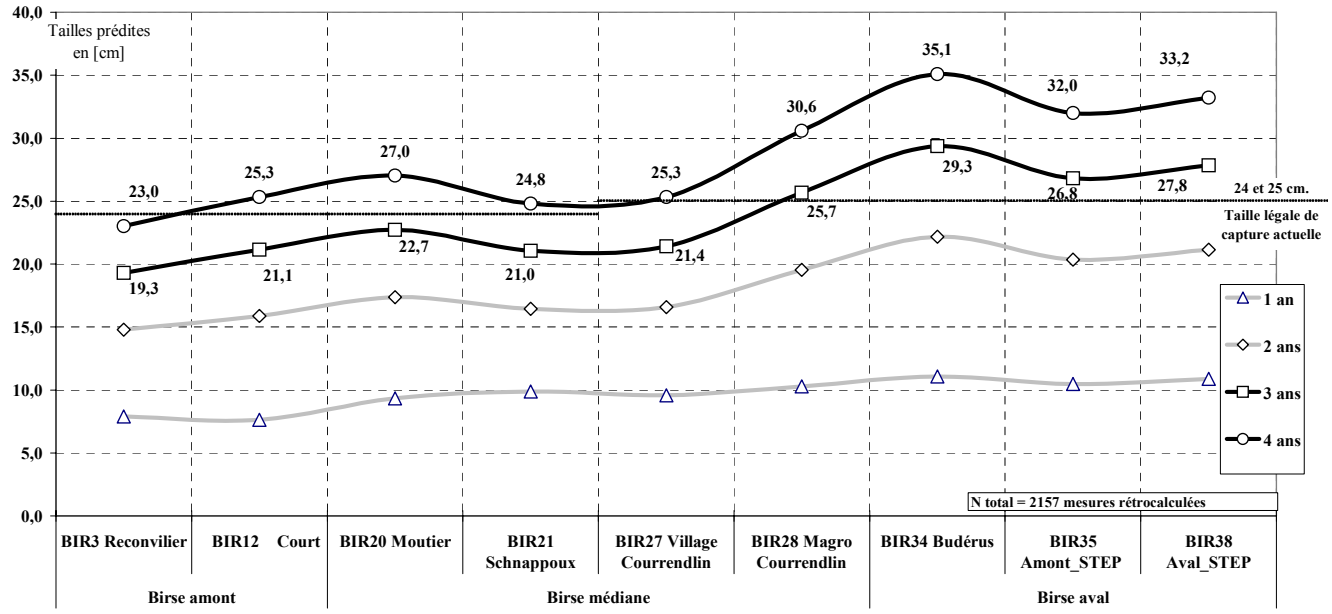


Figure 43 : Croissance des truites de la Birse à 1,2,3 et 4ans [Tiré de 8]. Sur le bassin du Rhin la maturité sexuelle de la truite intervient à 3ans [8]

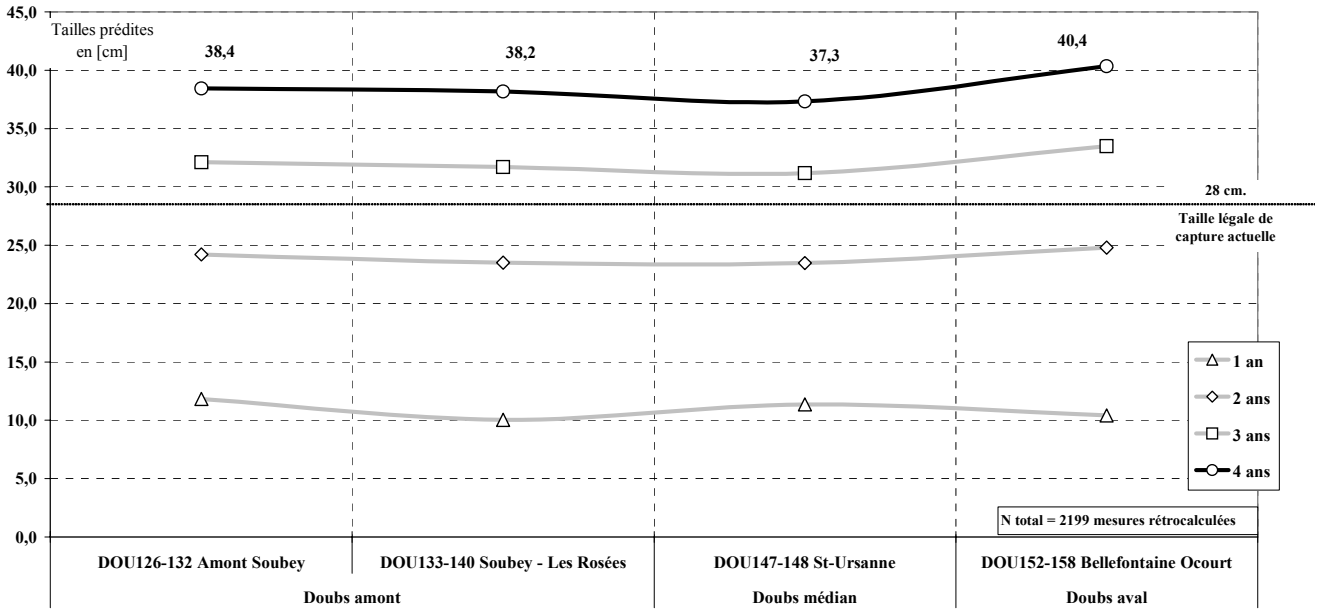


Figure 44: Croissance des truites du Doubs à 1,2,3 et 4ans[Tiré de 8]. Sur le bassin du Rhône la maturité sexuelle de la truite intervient à 4ans [8]

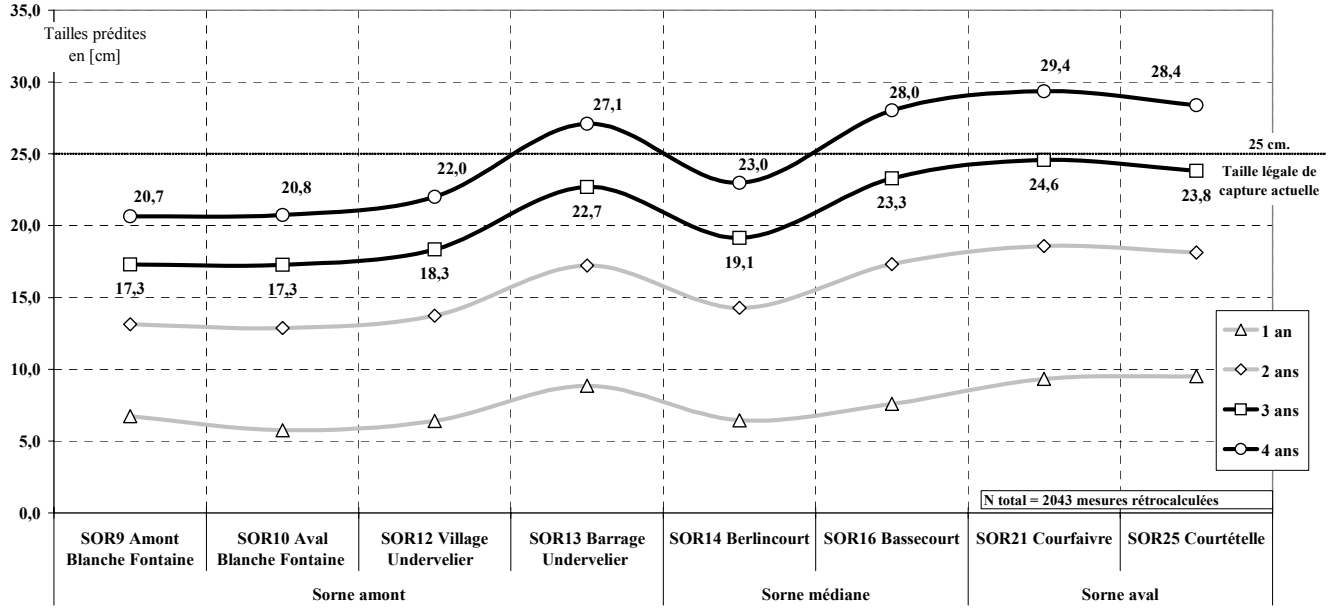


Figure 45: Croissance des truites de la Sorne à 1,2,3 et 4ans[Tiré de 8]. Sur le bassin du Rhin la maturité sexuelle de la truite intervient à 3ans [8]

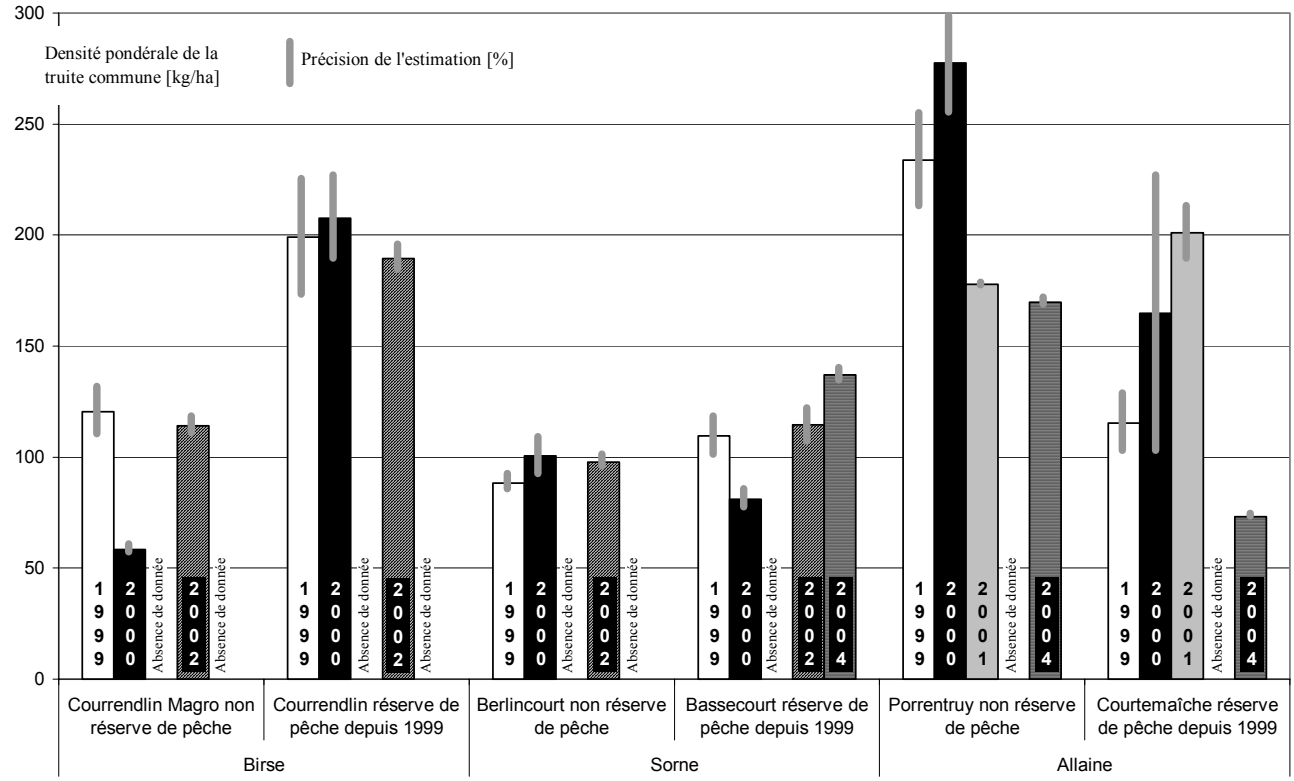


Figure 46: Evolution de la densité des populations de truites sur différents sites des cours d'eau jurassiens dont certains on été mis en réserve de pêche dès mars 1999.

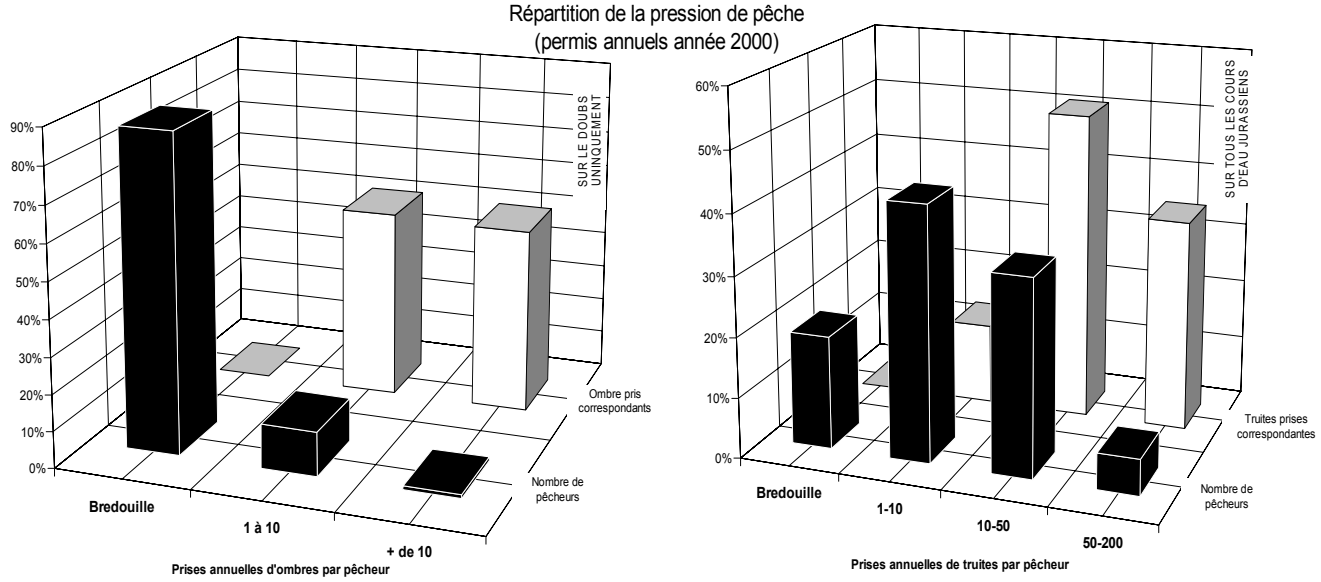


Figure 47: Détails sur la répartition de la pression de pêche de l'ombre et de la truite sur les cours d'eau jurassions en l'an 2000. [Adaptée de 6]

Conclusion :

L'introduction de truites adultes semble avoir un effet positif sur le nombre de prises (fig40). La diminution drastique des mises à l'eau en 1989 est peut-être une explication de la baisse des captures observée depuis cette date, en particulier dans le Doubs. D'autre part, le maintien de remises à l'eau d'adultes sur les trois autres cours d'eau semble assurer plus de la moitié des prises actuelles par les pêcheurs, du moins sur l'Allaine (fig40).

En revanche, le repeuplement en juvéniles, sur le Doubs Franco-Suisse [9] comme sur l'Allaine, paraît avoir une très faible efficacité : inférieure à 5 % dans l'Allaine alors que les introgressions géniques dans le cours d'eau ne semblent pas être prononcées sur la cohorte des adultes(tab12 et [10]). L'évolution de la qualité génomique des truites en place sur l'Allaine et ses affluents à partir de l'analyse des nombreux échantillons prélevés depuis 2001 permettrait sans doute de confirmer cette tendance et pourrait constituer un argument en faveur de l'arrêt complet de ce genre de pratiques, apparemment peu efficaces et souvent préjudiciables aux populations en place[10].
La confrontation des croissances calculées avec les tailles légales actuellement en vigueur démontre que ces dernières sont, excepté sur la Sorne et la partie apicale de la Birse, largement inférieures à celles atteintes à l'âge de première maturité (fig42à45). L'état relictuel des populations de truites du Canton du Jura peut donc à première vue être imputé en partie aux pêcheurs qui prélèvent préférentiellement et sans le savoir, sur la plupart des cours d'eau jurassiens, des poissons qui n'ont pas encore eu la possibilité de se reproduire[8]. Toutefois, parallèlement, la mise en réserve de plusieurs secteurs de cours d'eau ne semble pas avoir d'effet sur la densité trutticole(fig46), puisque, sur chaque secteur observé, la biomasse de truites n'a pas augmenté. **La pêche ne semble donc pas, dans le contexte actuel, être un facteur limitant au développement naturel des populations en place.** L'efficacité des mesures restrictives peut donc être mise en doute et devrait être précisée par l'affinement et la poursuite des analyses de la structure des populations.

Ces 25 dernières années, **les variations intervenues dans l'évolution de la vente de permis ne montrent aucune tendance et restent inexpliquées**(fig41). Une adaptation des carnets de contrôle et un sous-échantillonnage plus détaillé à partir d'un groupe de pêcheurs volontaires pourraient notamment améliorer sensiblement la fiabilité des données récoltées. A titre d'exemple, les quelques pêcheurs(<30 pers) qui prélèvent quasi la moitié des ombres pêchés annuellement sur le Doubs(fig47) pourraient être approchés afin de les faire participer activement à la gestion de cette espèce.

[1] Teleos, 2003. *Définition des possibilités et des priorités d'aménagement de la morphologie de l'Allaine et de ses affluents sur le territoire de la commune de Porrentruy.* Avant-projet sommaire financé par la Société des pêcheurs de l'Allaine et la Commune de Porrentruy. Rapport int. de déc. 2003 ;: 50 pp.

[2] Maillard R. 1980. *Historique de la société des pêcheurs à la ligne de l'Allaine.* In : brochure du 50 anniversaire de la société pvlié le 27 septembre 1980 ;:20p.

[3] Thibault M. La gestion des populations naturelles de truite commune en France analysée dans une perspective historique (1669-1986). In : La truite biologie et écologie INRA éditions ;:239-275.

[4] Jacquat B., 2000. *Rapport annuel de l'exercice de la pêche dans le Canton du Jura*. Publication OEPN .

[5] Noël C., 2001-3. *Rapport annuel de l'exercice de la pêche dans le Canton du Jura*. Publication OEPN .

[6] Lièvre A., Périat, G., Degiorgi F., Vergon J.P., 2001. *Etude des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens. Rapport intermédiaire, novembre 2001*. Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens.

[7] Lièvre, A., Périat, G., Degiorgi F., Vergon J.P., 2000. *Détermination des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens.* Rapport préliminaire, 21 juin 2000. Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens.

[8] Teleos 2002. *Maturité sexuelle et croissance de la truite commune (Salmo trutta L.) dans le Canton du Jura.* OEPN :37 p.+ ann.

[9] Degiorgi F., Champigneulle A. : *Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvétique. Rapport final.* Etude réalisée par différents partenaires de 1994 à 2000 : CSP/INRA/Teleos/OFEFP/APPMA Franco-Suisse/Service de la Faune Neuchâtelois/OEPN Jura. Mars 2000;:119 p. + annexes

[10] Mezzera M. 2000. *Koexistenz autochthoner Forellen mit eingesetzten Zuchtforellen im Doubs*. Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern 2000;:135 p.

Hypothèse V-10: L'état déficitaire des populations de poissons résulte de prélèvements accrus par les oiseaux piscivores.

Par Ami Lièvre

Contexte :

La problématique de l'influence des oiseaux piscivores n'a pas été étudiée de manière spécifique dans le cadre de la présente étude. Les informations dont nous disposons pour aborder cette question sont, en conséquence insuffisantes pour déterminer avec précision l'impact de ce type de prédateurs sur les populations de poissons à l'échelle de notre région. En effet, les seules données dont nous disposons pour appréhender cette question sont les suivantes :

- des évaluations relatives aux populations en place faites à partir d'observations personnelles depuis de nombreuses années sur l'Allaine, entre l'aval de Porrentruy et l'aval de Courtemaîche, soit sur un linéaire d'environ 8 km.
- des évaluations ponctuelles sur la prédation du cormoran, obtenues par des pêcheurs.
- un suivi de la biomasse des poissons présents dans les quatre cours d'eau à partir de nombreuses pêches électriques exhaustives.
- un recensement, effectué depuis 1998 en janvier par un groupe de travail de la Société des sciences naturelles du pays de Porrentruy, des oiseaux piscivores : le héron cendré (*Ardea cinerea*) et le cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*) ; des populations de harle bièvre (*Mergus merganser*) étant absentes des rivières étudiées.
- une estimation du nombre de hérons vivant en permanence le long de la Birse et de la Sorne, selon les pêcheurs.

Il est évident qu'une partie des informations à disposition est à utiliser avec la plus grande précaution, du fait qu'elles sont obtenues à partir de méthodes qui ne permettent pas d'éviter une certaine subjectivité. Pour ce qui concerne les oiseaux piscivores toutefois, nous avons pris en compte les valeurs minimales de poissons consommés quotidiennement, selon les auteurs consultés[1,2].

Résultats :

Dans l'Allaine, pour ce qui concerne le héron, à partir des comptages, une quinzaine d'adultes vivent en permanence entre Porrentruy et Courtemaîche. Selon nos observations, cette population est stable depuis le début des années 90. Selon certains auteurs[1], la part de poissons dans la nourriture du héron varie entre 36 et 65 %. Sachant qu'il mange, en moyenne, 300 g par jour, dont au minimum 120 g de poissons, sa prédation représente 44 kg de poissons par année. Pour les 15 adultes recensés, on peut admettre que 650 kg de poissons sont ainsi prélevés annuellement, probablement de manière très inégale selon la morphologie du cours d'eau, sur les 8 km de linéaire observés, soit sur 8 hectares. (on peut en effet admettre, sur cette distance, une largeur moyenne du lit de la rivière de 10 mètres). Or, les résultats des pêches électriques effectuées depuis 7 ans dans l'Allaine ont montré que la productivité actuelle moyenne de ce cours d'eau peut atteindre 400 kg à l'hectare. L'effet de prédation du héron concerne donc, pour ce tronçon, entre 15 et 20 % du cheptel en place. Les analyses d'estomacs effectuées par divers auteurs[2] montrent que le héron prélève indifféremment des salmonidés ou des cyprinidés, la taille moyenne la plus appréciée étant 15 cm. Sur le linéaire observé, c'est le blageon (Leuciscus souffia Agassizi) qui domine. On peut donc admettre qu'en été du moins, c'est cette espèce, en raison de sa taille moyenne, qui subit l'essentiel de la prédation, alors qu'en hiver, comme ce poisson se

réfugie dans les mouilles, c'est la truite qui est privilégiée, particulièrement à l'époque de la fraie.
Pour ce qui concerne le Cormoran, son influence est plus récente. En effet, selon le recensement des naturalistes, ce n'est qu'à partir de 2002, avec 13 individus et de 2003, avec 17, qu'il convient de tenir compte de son activité. Si l'on admet que 15 cormorans, en moyenne, ont été présents pendant 40 jours pendant l'hiver 2002-2003 et 40 jours l'hiver passé, ils ont prélevé, chaque année, sur le linéaire observé toujours, environ 300 kg de poissons, soit un peu moins de la moitié de la consommation annuelle des hérons. Selon différents observateurs, les cormorans ont investigué prioritairement les mouilles relativement profondes, où se concentrent, chaque hiver, de nombreux poissons. C'est ainsi que dès le printemps 2003, sur une partie des sites prospectés par les cormorans durant l'hiver, plusieurs pêcheurs ont observé une baisse, parfois très nette, des populations de blageons[3]. Ce constat, doit cependant être relativisé, car une pêche exhaustive effectuée en été 2004 sur l'un des sites montre que la population de blageons, à cet endroit, est comparable, voire légèrement supérieure à celle de 2001 (cf.annexe).

Dans **la Sorne et la Birse,** où manquent plusieurs espèces de poissons électives des niveaux typologiques présents et où la truite est l'espèce dominante, l'effet de prédation du héron peut être estimé à 25 % du cheptel, en raison de la présence permanente de 60 adultes et surtout du fait d'une productivité actuelle de 200 kg à l'hectare seulement en moyenne(cf.annexe), selon nos recensements par pêche électrique, pour une surface de 50 hectares. Pour le cormoran, nous ne disposons d'aucune estimation fiable sur ces deux cours d'eau et leurs affluents.

Dans **le Doubs** en revanche, avec moins d'un héron par km (20 adultes recensés) et environ 100 hectares de cours d'eau, son influence est évidemment moindre, puisqu'elle est de moins de 5%, même si la productivité actuelle de ce cours d'eau n'est plus que de 200 à 300 kg à l'hectare en moyenne(cf.annexe). L'effet du cormoran, avec une moyenne de 15 individus par hiver recensés sur le Clos du Doubs est également faible.

Conclusions :

L'effet négatif des oiseaux piscivores n'est donc pas négligeable. Il peut même devenir préoccupant, du moins localement, dans le cas de tronçons de cours d'eau où la productivité est altérée par une dégradation du milieu, qu'il s'agisse de la qualité physico-chimique de l'eau et du substrat ou en raison d'une morphologie dégradée, qui prive les poissons d'un habitat adapté.

Il faut également observer qu'avec l'arrivée des cormorans, les populations de poissons sont pourchassées sur l'ensemble du linéaire du cours d'eau, y compris sur les sites inaccessibles au héron, comme les mouilles profondes ou les endroits proches des habitations. Il peut vraisemblablement en résulter un ralentissement de la reconstruction d'une biomasse adaptée sur certains tronçons, en particulier ceux dont la productivité est déjà très perturbée et où manquent par exemple certaines espèces électives de ces cours d'eau.

Il faut toutefois admettre qu'une appréciation cohérente de l'effet réel des oiseaux piscivores mérite des recherches plus approfondies que celles auxquelles nous avons procédé dans le cadre de cette étude. Il est en particulier évident que la disparition de plusieurs espèces de poissons de nos rivières depuis une cinquantaine d'années est absolument indépendante de la présence ou non d'oiseaux piscivores, dont l'apparition ou la réapparition le long de nos cours d'eau sont postérieures à ces phénomènes.

Il n'en reste pas moins qu'en raison des effets mesurés, des observations effectuées et, surtout, de la mauvaise qualité actuelle de nos cours d'eau, un effarouchement, de ces oiseaux, voire une limitation de leur nombre nous paraît nécessaire, en particulier aux endroits critiques, dont une partie doit encore être déterminée.

[1] Kreutz G., Müller H., 1981. *Der Graureiher.* Schwedt/Oder, Oesterreichisches Kuratorium für Fischerei und Gewässerschutz, 2345-Brunn)

[2] OFEFP, 1984. *Les cahiers de la pêche, n° 42*

[3] Lièvre A.,2003 : Effets des oiseaux piscivores sur les populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens, Féd. des pêcheurs jurassiens, 2003.

Hypothèse V-11 : Le développement des peuplements pisciaires est bridé par une modification du régime thermique des eaux.

Par Guy Périat, François Degiorgi & Ami Lièvre

Contexte :

La température est un paramètre physique important qui explique plus de 50 % des variations de la répartition quantitative et qualitative des espèces aquatiques [1,2,3]. Parallèlement, l'étude des variations thermiques d'un site d'eau courante fournit des indications précieuses sur l'état des ressources en eau et le fonctionnement des aquifères sous-jacents.

Le métabolisme thermique d'un cours d'eau peut être décrit de diverses façons : valeurs instantanées, minimales, maximales, moyennes, etc... Toutefois, les températures estivales maximales constituent le facteur limitant déterminant pour la plupart des organismes peuplant les cours d'eau [1,4,5,6]. En outre, c'est pour l'instant la seule variable thermique pour laquelle nous disposons de données anciennes [1,6, Brogli-Bouvier données non publiées]. Aussi, dans le cadre d'une approche comparative, seule les moyennes des températures maximales hebdomadaires du mois le plus chaud [1,4,5,6] de chaque année ont été retenues pour caractériser schématiquement l'évolution du métabolisme thermique des cours d'eau jurassiens.

En outre, ce facteur déterminant a été aussi utilisé pour calculer le niveau typologique théorique (*cf.* § I-3) qui, mieux que la température, permet de définir l'assemblage d'espèce type (biocénotype) correspondant au caractéristique mésologique d'un secteur de cours d'eau donné. Pour rappel, il se calcule de la façon suivante :

$$\mathbf{T_{th} = 0,45\ T1 + 0,30\ T2 + 0,25\ T3}$$

où :

$$\mathbf{T1} = 0,55\ \Theta_{max} - 4,34$$

$$\mathbf{T2} = 1,17\ [Ln(d_O.D/100)]+1,50$$

$$\mathbf{T3} = 1,75\ [Ln(S_m/(p.l^2)\ x100)]+3,92$$

avec : Θ_{max} : moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds

d_o : distance à la source en km **D** : dureté calco-magnésienne, en mg/l

S_m : section mouillée à l'étiage **p** : pente du lit en ‰ **l** : largeur du lit mineur

L'absence de données anciennes sur la Birse et un problème technique sur les relevés effectués sur le Doubs n'ont malheureusement pas permis de réaliser une recherche complète sur l'évolution de la température de ces deux rivières. Les relevés thermiques, par ailleurs peu onéreux, devraient en conséquence être poursuivis et complétés. Les données ainsi récoltées permettraient de préciser l'évolution du métabolisme thermique de l'ensemble des cours d'eau et de confirmer les premières tendances mises en évidence sur la Sorne et l'Allaine.

Résultats :

Sur la Sorne, la Birse et l'Allaine :

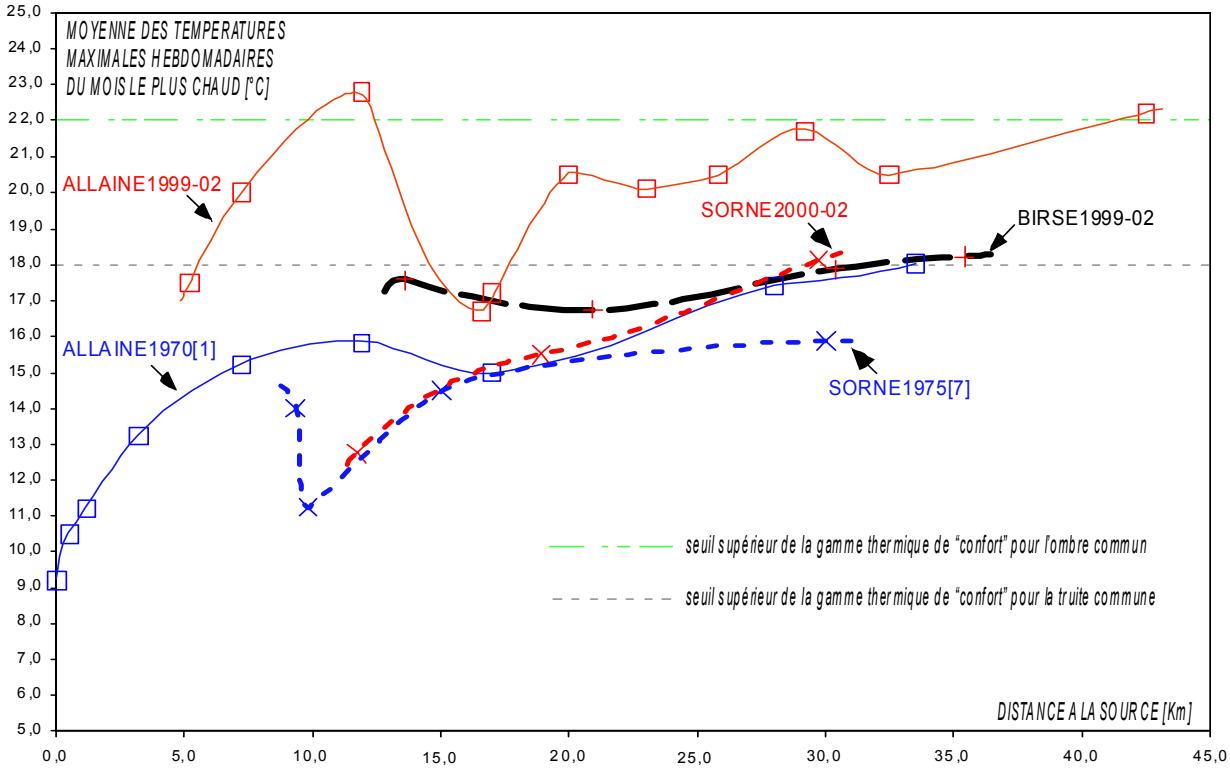


Figure 48 : ***Evolutions historiques et variations longitudinales de la moyenne des températures maximales hebdomadaires du mois le plus chaud (4 semaines consécutives) observées sur la Sorne, l'Allaine et la Birse. Malheureusement, aucune donnée historique des années '70 de la Birse n'est actuellement en notre possession.***

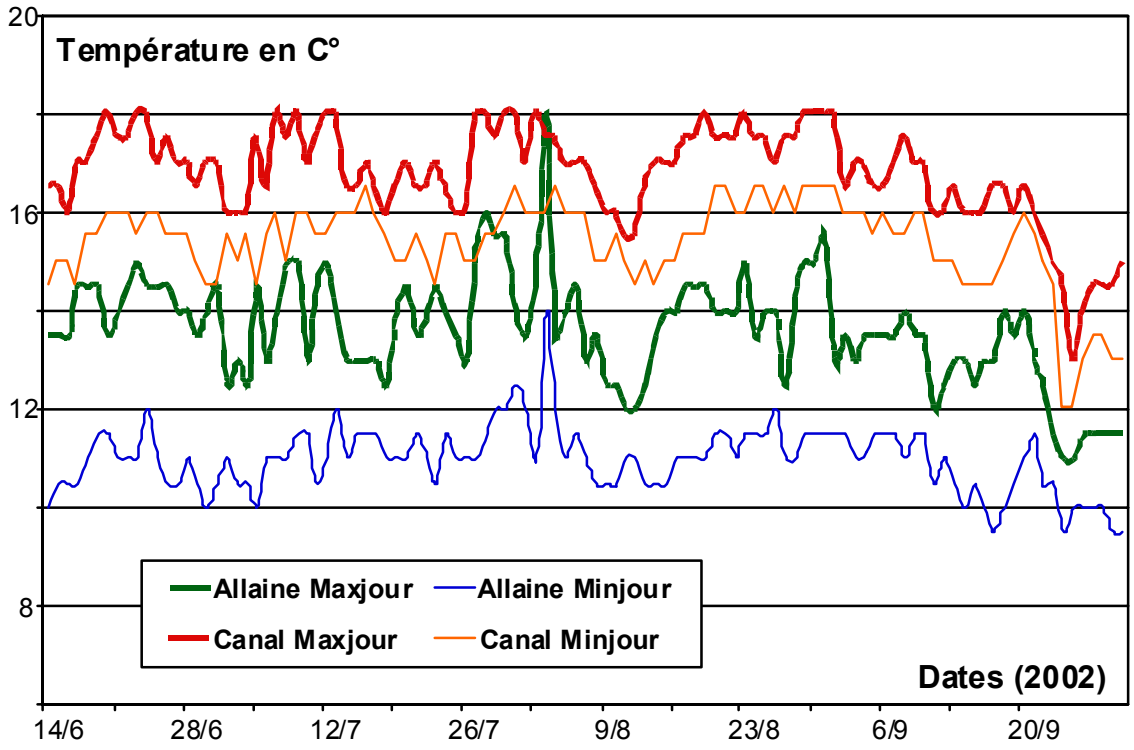


Figure 49 : ***comparaison des températures maximales et minimales journalières mesurées durant l'été 2002 dans l'Allaine à l'amont immédiat de la STEP de Porrentruy et dans le rejet lui-même.***

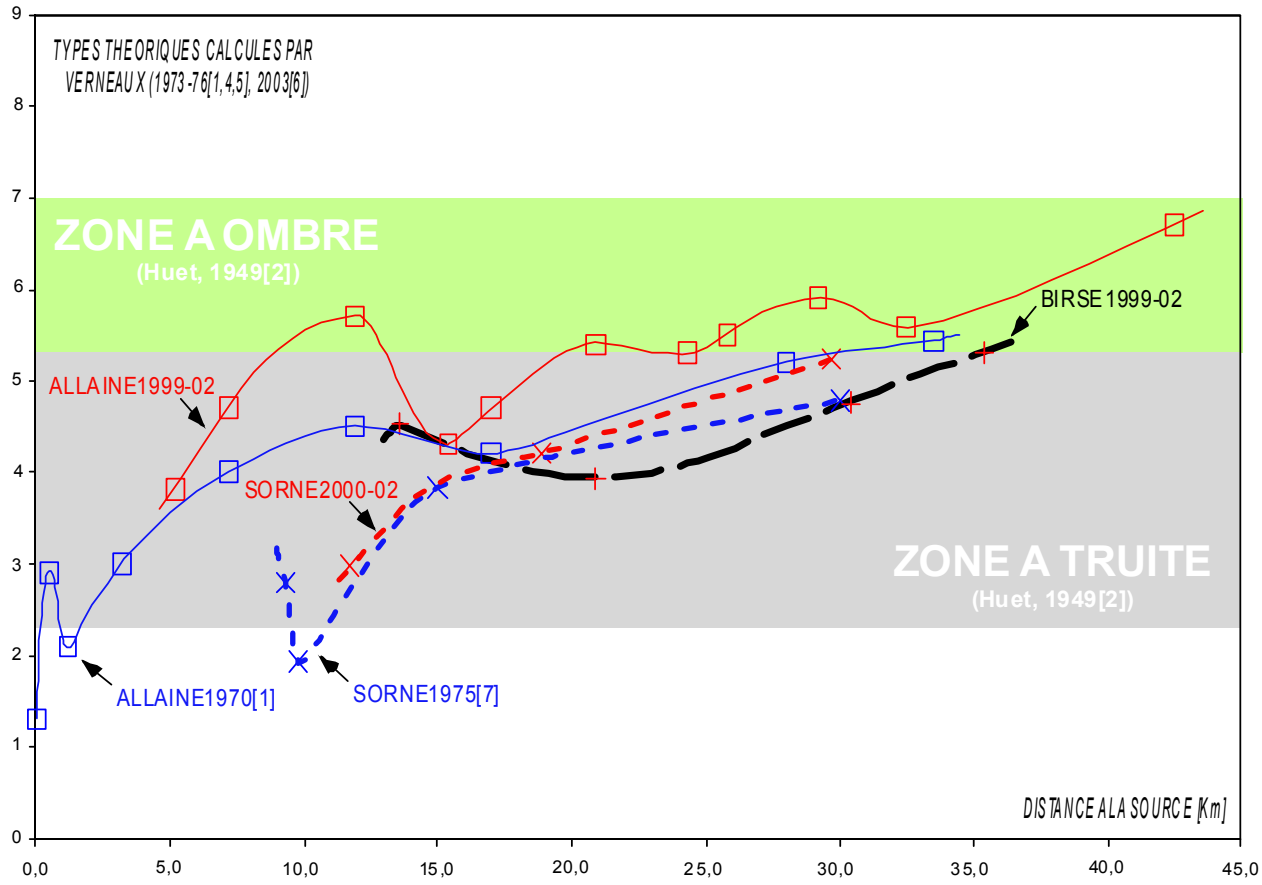


Figure 50 : ***Spectre typologique longitudinal et historique de la Sorne, la Birse et l'Allaine. Comme pour la température, aucune donnée historique des années '70 de la Birse n'est actuellement en notre possession.***

Sur le Doubs :

A St-Ursanne(Doubs médian, 147km. de la source), la comparaison des données thermiques 70-71(Brogli-Bouvier, données non publiées avec celles obtenues par la mise en place de sondes enregistreuses en continu entre 1999-2002, montre **qu'une augmentation (2,3°C) de la moyenne des températures maximales hebdomadaires du mois le plus chaud [1,4,5,6] semble s'être produite** entre les deux périodes considérées.

Malheureusement, les données actuellement à notre disposition sont encore trop lacunaires et hétéroclites pour nous permettre de statuer sur l'évolution du métabolisme thermique et sur la typologie de ce cours d'eau sur l'ensemble de son linéaire. De ce fait et dans un souci de clarté, la typologie déterminée en 1973 par Verneaux[1] a été utilisée dans la présente étude, notamment pour l'interprétation des inventaires exhaustifs réalisés(cf.§IV-2). Les conclusions, sur ce cours d'eau, en matière de typologie et d'ichtyocénose devront donc être confirmées par l'étude d'impact actuellement en cours, relative à l'augmentation des débits planchers des barrages hydroélectrique du Doubs franco-suisse[7].

Conclusion :

Les cours d'eau jurassiens avaient, dans un passé récent, un métabolisme thermique compris entre 10 et 18°C, typique d'une zone à truites et comportant de nombreuses inversions thermiques caractéristiques des régions karstiques (fig48&50).

Comme les diverses études réalisées en Europe occidentale[8,9,10], **les investigations récentes réalisées montrent qu'en période estivale les cours d'eau jurassiens ont eu tendance à se réchauffer durant ces 30 dernières années** (fig48). Toutefois dans le Jura, cette évolution semble plus effective sur les stations éloignées des sources et des exsurgences karstiques importantes, indiquant de la sorte que des causes, autres que climatiques, sont également responsables de ce réchauffement. La mise en place de l'épuration (fig49 et [11]), l'uniformisation et le drainage systématique des surfaces agricoles [12], les pompages excessifs d'eau de boisson [13,11], l'évolution de l'aménagement du bassin versant[12] et l'incision du lit des rivières (cf.§V-5 et [11,12]) sont autant de facteurs de nature à influencer la température des eaux de surface qu'il conviendrait de circonscrire et de hiérarchiser en poursuivant les investigations initiées dans la présente étude.

Ce réchauffement thermique provoque un vieillissement typologique net(fig50), notamment sur les secteurs faiblement influencés par des apports d'eaux froides d'origine karstique. **En d'autre termes et si la tendance constatée se confirme et s'aggrave, les cours d'eau jurassiens deviendront des rivières cyprinicoles avec un potentiel morphologique salmonicole !!!.**

En conclusion, la banalisation des cours d'eau jurassiens peut donc, en partie, être mise à l'actif de l'élévation des températures estivales des eaux de surfaces. **Les causes suspectées de ce réchauffement thermique sont multiples et assurément issues d'une absence de gestion globale et durable de l'eau.**

[1] Verneaux J., 1973. *Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura), Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs, essai de biotypologie.* Thèse d'état, Université de Besançon , 261 p. + ann.

[2] Huet M., 1949. *Appréciation de la valeur piscicole des eaux douces. Station de recherches de Groenendaal,* Travaux-Série *D* , n°10.

[3] Jonsson B., L'Abbé-Lund J.H., Heggberget T.G., Jensen A.J., Johnsen B.O., Naesje T.F, Saettem L.M. : *Longevity, body size, and growth in anadromus brown trout (Salmo trutta).* Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 1991;48:1838-1845

[4] Verneaux J., 1976a. *Biotypologie du système « eau courante ». La structure biotypologique.* C.R.A.S., 283 : 1663-1668.

[5] Verneaux J., 1976b. *Biotypologie du système « eau courante ». Les groupements sociologiques.* C.R.A.S, 283 :1791-1793.

[6] Verneaux J., Schmitt A., Verneaux V., Prouteau C., 2003. *Benthic insects and fish of the Doubs River system : typological traits and the development of a species continuum in a theoretically extrapolatedwatercourse*. Hydrobiologia, 11 :57-68.

[7] DIREN FC, en cours. *Evaluation de la qualité et de l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents. Protocole d'évaluation et programme d'étude de l'état initial*. DIREN FC/Agence de l'eau/CSP/CR/AAPPMA « La Franco-Suisse »/ OFEFP/ FCPJ en cours, publication en 2005.

[8] SORNAJAC, 1976. *Etude écologique de la Sorne de l'Association jurassienne d'animation culturelle.* Bulletin de l'Association pour la défense des intérêts du Jura sept-oct 1976 ;:52 p. + cartes et annexes

[9] Jakob A, Liechti P., Schädler B. 1996. *Temperatur in Schweizer Gewässern-Quo vadis ?* Gas Wasser Abwasser 4/96 :288-94.

[10] Teleos 2000. *Analyses des gains biologiques et physique induits par la restauration du Drugeon*. Étude réalisée pour le Syndicat Intercommunal du plateau de Frasne,144 p.

[11] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[12] Biotec & Hydronat, 2003. *Colmatage des cours d'eau. Application à la rivière Allaine*. Etude pour la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS :75 p. + ann.

[13] Maillard R. 1980. *Historique de la société des pêcheurs à la ligne de l'Allaine.* In : Brochure du 50ème anniversaire de la société publié le 27 septembre 1980 ;:20p.

Hypothèse V-12 : Les carences constatées dans les populations de poissons sont dues à une modification des régimes d'écoulement et de charriage.

Par Guy Périat

Contexte :

Excepté dans le cadre de l'analyse du colmatage de l'Allaine, où les chroniques de débits continues disponibles ont été analysées[1] et où les années hydrologiques les plus favorables à la reproduction ont été déterminées, aucune autre analyse sur le régime d'écoulement, de charriage et des précipitations n'a été engagée dans la présente étude.

Toutefois, il est apparu intéressant d'effectuer un bilan succinct du linéaire des cours d'eau subissant une artificialisation du régime hydrologique causé par la présence de barrages hydroélectriques. En effet, ces ouvrages sont connus pour perturber fortement le développement de la faune en place par effet de marnage et par piégeage du débit solide[2,3,4].

Une carte sommaire montrant les secteurs de cours d'eau à hydrologie artificialisée (linéaire cumulé des retenues, des tronçons court-circuités et des secteurs sujets à marnage) a ainsi été réalisée.

Résultats :

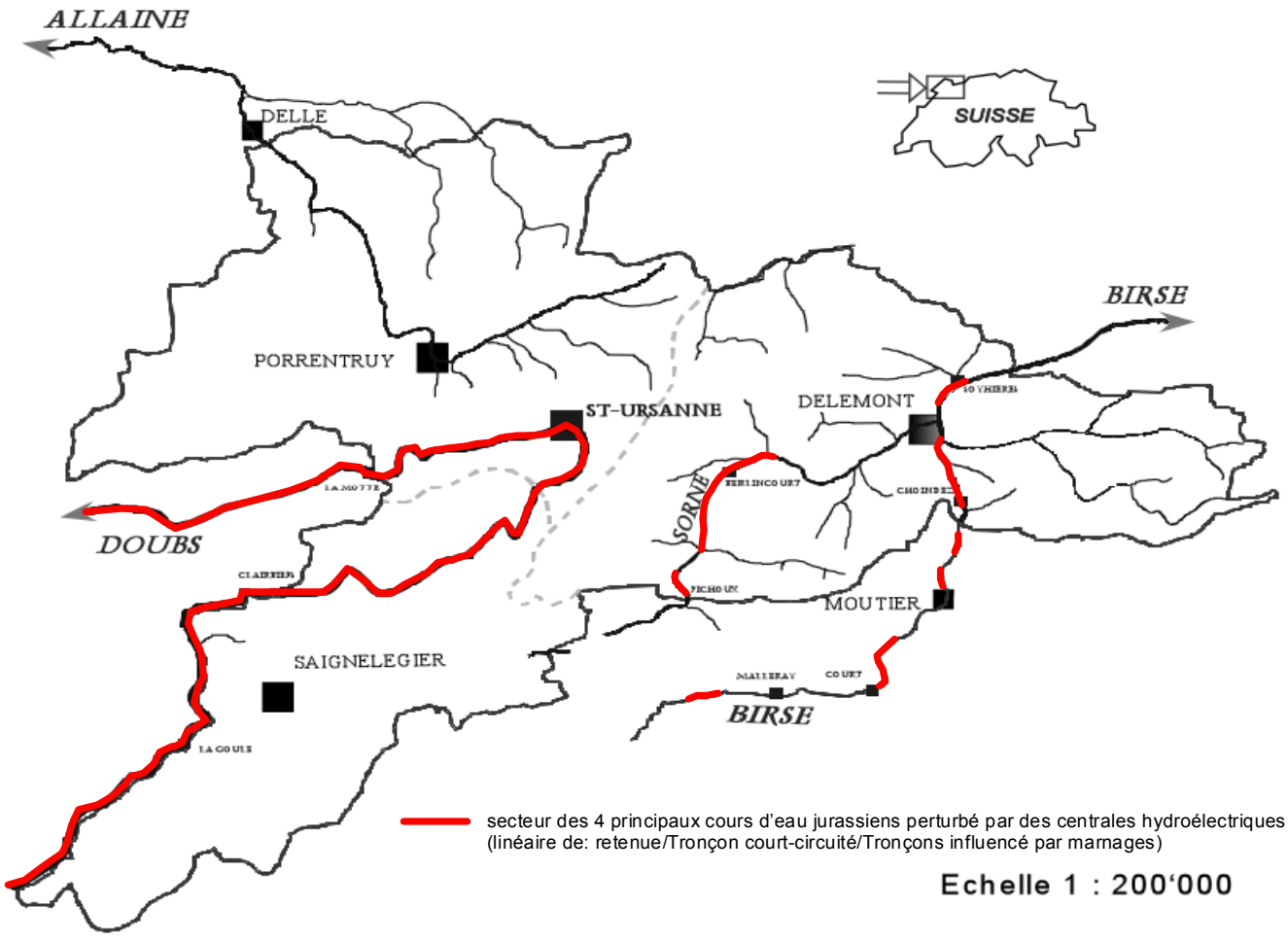


Figure 51 : Secteurs des quatre principaux cours d'eau du canton du Jura soumis à une artificialisation de leur régime hydrologique et du charriage en raison d'une production d'hydroélectricité en l'an 2000.

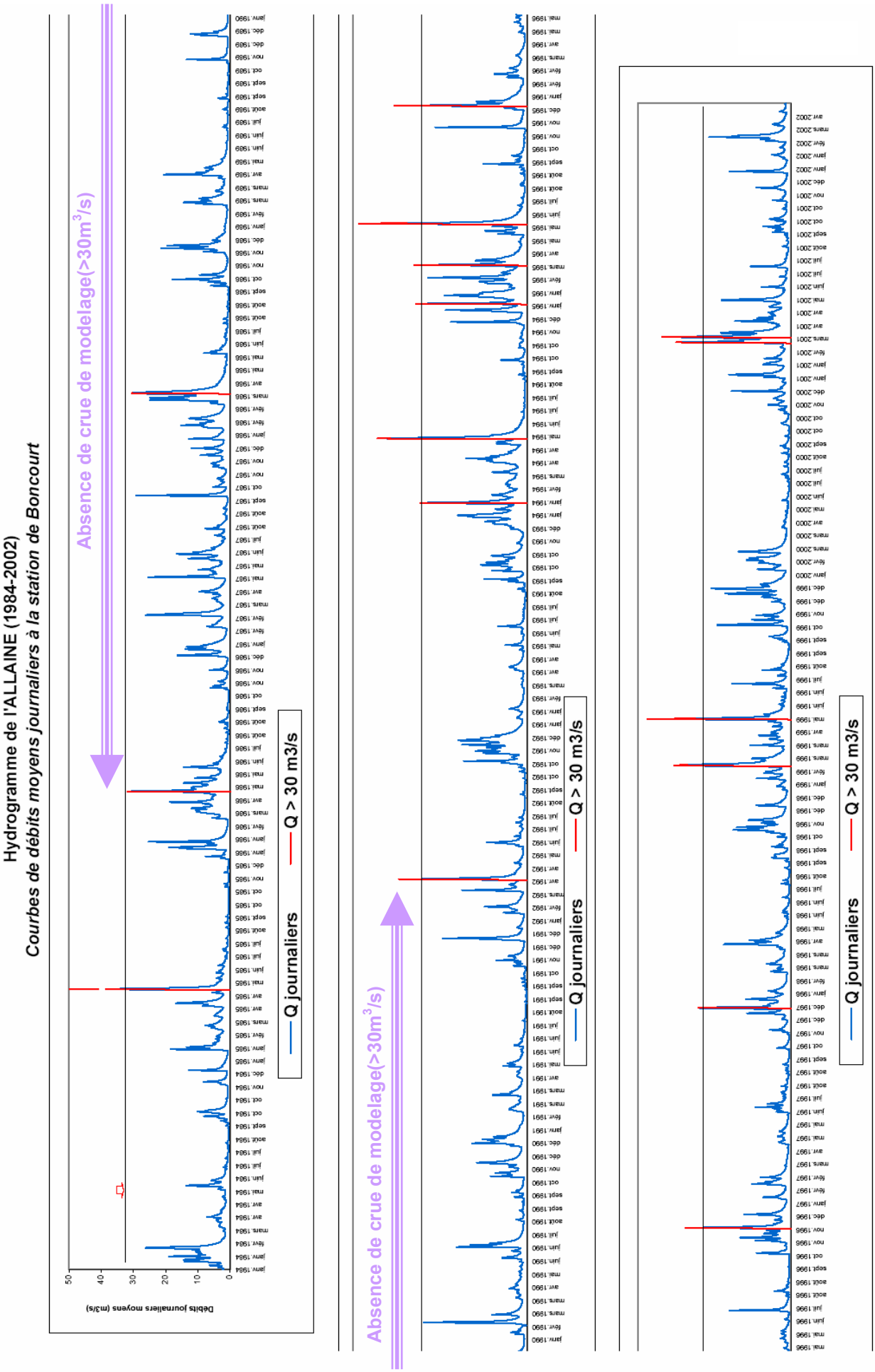


Figure 52 : Analyse des chroniques des débits de l'Allaine aval à Boncourt(km.31) entre 1984-2002.[Tiré de 1]

Période	Fréquence de crue(= toute montée des eaux)					Nombre de crue >30 m3/sec = crue de modelage	Crue maximale observée	
	Reproduction	Incubation						
	Truite	Truite	Ombre	Cyprinidés				
	Nov./déc.	Janv.-Fév.-Mar.	Avr.-Mai	Mai-Juin	Juillet		Valeur	Date
1984-85	3	8	5	5	2	1	51	9-mai-85
1985-86	5	9	7	5	3	1	32	23-avr-86
1986-87	4	6	6	10	2	0	26	26-févr-87
1987-88	5	10	0	2	1	1	31	25-mars-88
1988-89	4	5	6	1	2	0	21	6-déc-89
1989-90	4	5	4	4	3	1	30	15-févr-90
1990-91	5	5	4	5	1	0	16	15-juil-91
1991-92	5	5	2	4	3	1	37	4-avr-92
1992-93	11	2	3	3	0	0	20	5-déc-92
1993-94	5	7	9	3	1	2	43	19-mai-94
1994-95	5	10	4	5	2	3	48	1-juin-95
1995-96	4	4	3	5	1	1	38	25-déc-95
1996-97	8	4	3	6	4	1	35	30-nov-96
1997-98	6	6	4	4	2	1	30	22-déc-97
1998-99	5	7	8	7	4	2	47	13-mai-99
1999-00	8	10	2	2	2	0	26	28-déc-99
2000-01	7	9	7	4	1	2	42	14-mars-01
2001-02	3	8					27	28-févr-02

Qualité des périodes (uniquement estimée à partir de l'hydrologie)	Espèces		
	Truite	Ombre	Cyprinidés
Périodes les plus favorables à la reproduction et à l'incubation :		1987-88	1987-88
Raisons : • Absence pendant la période de crue de modelage capable de brassage de substrat qui pourrait détruire les poches d'œufs		1991-92	1988-89
• Faible fréquence de montée des eaux limitant les apports en matières fines capables de colmater les frayères	1992-93	1992-93	1992-93
• Présence éventuelle de crue(s) avant la reproduction susceptible(s) d'améliorer la qualité du substrat de frayère (diminution des concentrations en matières fines)	1995-96	1995-96	
	1996-97	1996-97	
		1999-00	1999-00
Périodes les moins favorables à la reproduction et à l'incubation :		1984-85	1984-85
Raisons : • Présence pendant la période de crue(s) de modelage capable(s) de brassage de substrat qui pourrait avoir détruit les poches d'œufs	1985-86	1985-86	1986-87
• Forte fréquence de montée des eaux favorisant les apports en matières fines capables de colmater les frayères	1987-88	1993-94	
	1994-95	1994-95	1994-95
	1999-00	1998-99	1998-99
	2000-01	2000-01	
Les autres périodes analysées constitueraient des années de qualité moyenne pour l'incubation et la reproduction des poissons.			

Tableau 13 & 14 : Analyse des fréquences de crues afin de déterminer les années hydrologiquement les plus favorables à la reproduction des poissons sur le bassin versant de l'Allaine. [Tiré de 1]

Conclusion :

Sur l'Allaine, l'absence de crue de modelage entre 1987 et 1992 (fig52), période correspondant en outre à un changement de pratique agricole et surtout à la mise en place de systèmes de drainage entraînant de grandes quantités de matières en suspension vers les exutoires [cf.§V-6], a certainement induit un colmatage profond du lit et perturbé le développement de la biocénose en place durant la période considérée. **L'analyse des fréquences de crues de ce cours d'eau depuis 1984 montre que les années hydrologiquement favorables à la reproduction des poissons se succèdent régulièrement** (tab13&14). Des analyses semblables sur les autres chroniques hydrologiques disponibles dans le Jura devraient être effectuées afin de confirmer si le changement de régime des débits entre 1961-2000, mis en évidence sur le plateau suisse et le versant sud de la chaîne jurassienne par Fischnetz[2] s'est également produit dans notre région.

Excepté sur l'Allaine, qui n'est pas utilisée pour la production d'hydroélectricité, **plus de la moitié du linéaire des cours d'eau principaux du Canton du Jura a un régime hydrologique perturbé** (fig51)**.**

La production d'hydroélectricité peut donc être tenue comme en partie responsable de la banalisation des cours d'eau jurassiens. Toutefois hormis sur la Birse à Courrendlin, où un ancien barrage a été remis en service en 1998, son effet ne semble pas s'être aggravé ces dernières années.

Une étude à l'image de celles réalisées sur le Doubs franco-suisse[4,5] devrait être engagée, afin de mieux intégrer ces ouvrages aux cours d'eau en limitant leurs impacts sur les biocénoses aquatiques.

[1] Biotec & Hydronat, 2003. *Colmatage des cours d'eau. Application à la rivière Allaine*. Etude pour la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens. DMS :75 p. + ann.

[2] Fischnetz, 2004. *Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du projet « Réseau suisse poissons en diminution »*. EAWAG/OFEFP , Dübendorf, Bern : 198pp

[3] Bauman P., Klaus I., 2003. *Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebes.* Mitteilungen zur Fischerei 75. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern pp.112.

[4] Degiorgi F., Champigneulle A., 2000: *Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvétique. Rapport final.* Etude réalisée par différents partenaires de 1994 à 2000 : CSP/INRA/Teleos/OFEFP/APPMA Franco-Suisse/Service de la Faune Neuchâtelois/OEPN Jura.;:119 p. + annexes

[5] DIREN FC, en cours. *Evaluation de la qualité et de l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents. Protocole d'évaluation et programme d'étude de l'état initial*. DIREN FC/Agence de l'eau/CSP/CR/AAPPMA « La Franco-Suisse »/ OFEFP/ FCPJ en cours, publication en 2005.

Hypothèse V-13 : Les fortes perturbations des biocénoses observées et la baisse des captures de poissons par les pêcheurs sont le résultat de l'effet combiné de différents facteurs, dont la nature varie selon les endroits.

Par Guy Périat, François Degiorgi & Ami Lièvre

Contexte :

Presque toutes les analyses mésologiques effectuées ont permis de déceler des perturbations ou des dysfonctionnements chimiques, thermiques et physiques susceptibles d'expliquer une partie plus ou moins importante des altérations de la production biologique observées.

Il paraissait donc judicieux, dans un premier temps, de hiérarchiser les causes premières démontrées ou suspectées des différents mécanismes de dégradation des cours d'eau jurassiens. En outre, pour l'Allaine, rivière atelier de cette étude, un tableau synoptique des causes de réduction des potentiels biologiques et de leurs interrelations a pu être établi [Tiré de 1].

Dans un deuxième temps, l'impact de chaque hypothèse de travail définie par Fischnetz sur le développement des biocénoses en place a été estimé afin de mettre en évidence les secteurs de cours d'eau les plus dégradés.

Finalement, un bref rappel sur les relations entre les captures de poissons par les pêcheurs et les peuplements pisciaires en place, élucidées à partir des divers enseignements mis en évidence par la présente étude, est précisé.

Résultats :

Catégories de perturbations / Compartiments de l'écosystème			Artificialisation régimes hydrologiques	**Elévation métabolisme thermique**	**Pollutions toxiques chroniques**	Pollutions oxydables chroniques	**Pollutions toxiques aigues**	Pollution oxydable aigues	Colmatage algal	Colmatage minéral	**Altérations physiques**
Peuplement poisson	espèces benthiques oxyphiles		3	**4**	**2**	1	**3**	3	2	2	**3**
	espèces benthiques saprobionte		3	**3**	**3**	?	**4**		1	2	**3**
	espèces de pleine eau		3	**3**	**?**	?	**3**	1	1	1	**3**
	déficit de biomasse totale		3	**3**	**3**	?	**3**	1	2	2	**4**
Population truite	Réussite de la fraie	Allaine uniquement car seul bassin versant à repeuplement contrôlé.	1	**3**	**3**	2	**3**	1	1	2	**3**
	recrutement 0+		1	**3**	**3**	?	**3**	1	1	1	**3**
	Production adulte		1	**4**	**3**	?	**4**	1	1	?	**4**
Structure des peuplement benthiques			3	**3**	**4**	2	**2**	2	3	2	**2**
Biomasse algale		Allaine seulement car moyens à disposition insuffisants pour application sur autres cours d'eau		**3**		2		3	3	3	**2**
Analyses chimie classique				**2**	**?**	3	**0**	0			
Analyse en continu durant un orage				**2**		3	**4**	4			
Analye dans les sédiments					**4**					2	
Analyse dans l'eau interstitielle					**4**	1	**?**				
Analyse dans les algues					**4**		**4**				
Cartographie des habitats		Allaine seulement car moyens à disposition insuffisants pour application sur autres cours d'eau							3	3	**3**
Cartographie des tronçon									3	3	**3**
Score d'impacts			18	**33**	**33**	14	**33**	17	21	23	**33**

? suspicicion (quelques indices) 2 Éléments de preuve 4 Preuve(s) systématique(s
1 Forte présomption 3 Preuve(s) locale(s) ou ponctuelle(s)

Tableau 15 : Hiérarchisation des causes directes de la limitation des potentiels biologiques des cours d'eau jurassiens [adapté de 1].

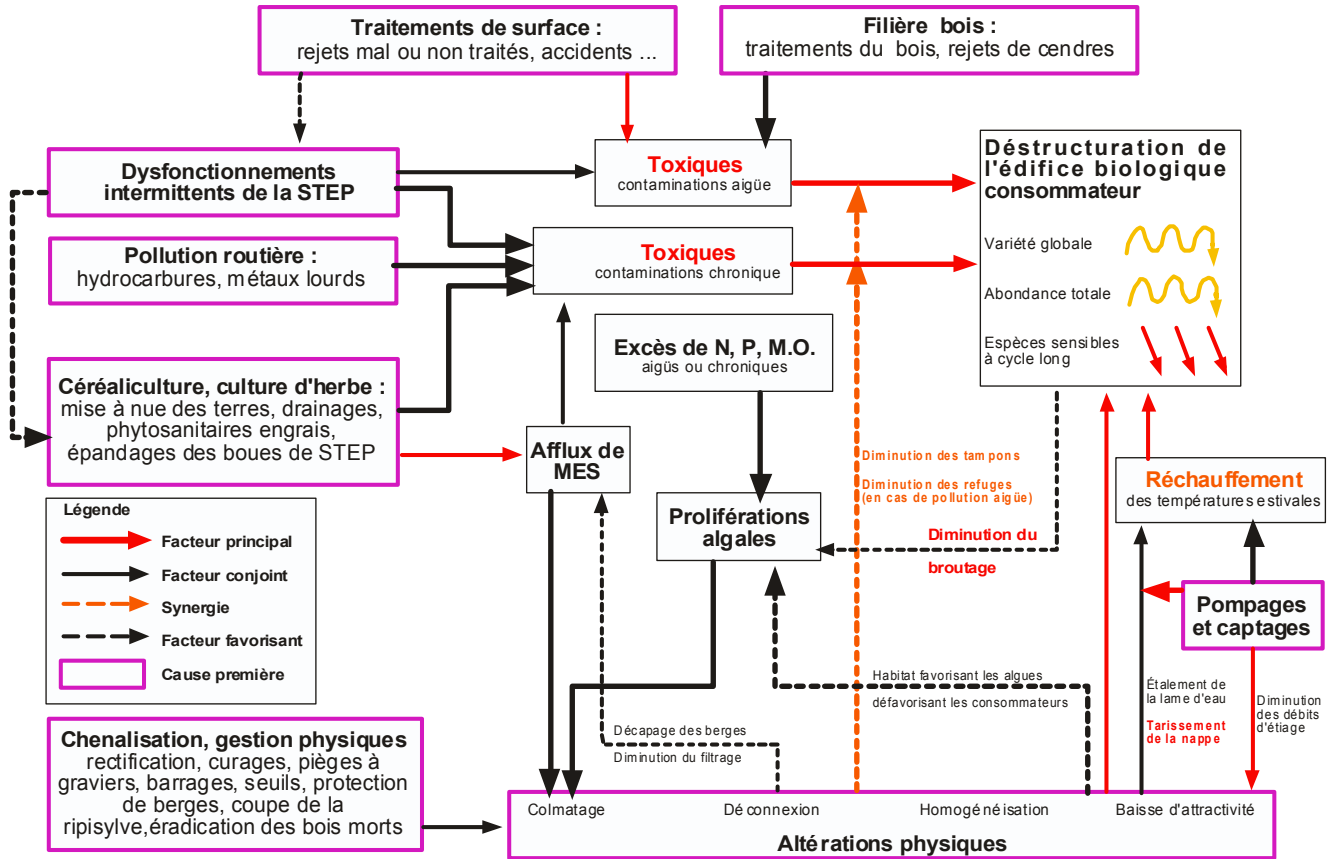


Figure 53 : Tableau synoptique des causes de réduction des potentiels biologiques de l'Allaine et de leurs interrelations. [Tiré de 1]

			Facteurs mésologiques :							
Rivière	Secteurs	[km]	Artificialisation régimes hydrologiques	Elévation métabolisme thermique	Pollutions chimiques chroniques	Pollutions chimiques aigues	Inluence colmatage & Sédiments fins algal	Inluence colmatage & Sédiments fins minéral	Altérations physiques	Score d'impacts
ALLAINE	Amont		1	4	4	3	3	5	4	24
	Médiane		1	5	5	5	4	4	3	27
	Aval		1	4	4	4	4	4	4	25
DOUBS	Amont		4	-	4	2	4	-	1	15
	Médian		4	2	4	4	4	-	1	19
	Aval		4	-	4	2	4	-	2	16
BIRSE	Amont		4	-	-	-	-	-	5	9
	Médiane		4	-	5	4	-	-	3	16
	Aval		3	-	4	4	-	-	5	16
SORNE	Amont		4	1	3	3	-	-	3	14
	Médiane		5	1	3	3	-	-	3	15
	Aval		2	3	4	4	-	-	5	18

			Facteurs biotiques						
Rivière	Secteurs	[km]	Perturbation reproduction densité juvénile de la truite commune	Perturbation Santé Pathologie	Perturbation qualité benthique	Influence négative gestion halieutique sur peuplement pisciaire qualitatif	Influence négative gestion halieutique sur peuplement pisciaire quantitatif	Prédation Oiseaux piscivores	Score d'impacts
ALLAINE	Amont		3	2	4	3	2	3	17
	Médiane		4	3	4	3	2	3	19
	Aval		5	4	4	3	2	2	20
DOUBS	Amont		Repeuplement non-contrôlé interdisant tout diagnostic	2	3	3	2	1	11
	Médian			2	3	3	2	1	11
	Aval			2	3	3	2	1	11
BIRSE	Amont		Repeuplement non-contrôlé interdisant tout diagnostic	2	3	2	2	2	11
	Médiane			3	3	3	2	2	13
	Aval			4	3	3	2	2	14
SORNE	Amont		Repeuplement non-contrôlé interdisant tout diagnostic	2	3	3	2	2	12
	Médiane			2	2	3	2	2	11
	Aval			2	3	3	2	2	12

- pas de donnée
0 Nulle
1 Minime
2 Faible
3 Moyen
4 Fort
5 Très fort

Tableau 16 : Impact de chaque hypothèse de travail définie par Fischnetz sur le développement de la biocénose en place exprimé par secteur de cours d'eau.

Année	Bassin versant	Nature de la pollution	Conséquences / Observations
…,1992, 1993, 1994, 1995	Sorne	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension depuis les chantiers de la Transjurane du Mont Russelin	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des fayères
…,1998, 2003,…	Allaine	Déversement d'eau chlorée dans l'Allaine à Porrentruy depuis la piscine municipale	Mortalité massive de la faune présente en aval du rejet.
1999 03/99	***Allaine***	***Déversement supposé de produits phytosanitaires***	***Destruction de 5 kg d'écrevisses à pieds blancs en amont de Alle (km10.0)***
1999	Allaine	Dysfonctionnement de l'épuration de la STEP	Mortalité massive de plus de 150 truites dans le canal de sortie et apport important de produits toxiques dans l'Allaine en aval.
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004…	Allaine	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension depuis les chantiers de la Transjurane situés sur le Voyeboeuf et le Bacavoine.	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des fayères
…,1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 …	Birse	Déversement d'eau industrielle insuffisamment épurée fortement chargée en métaux, huiles et solvants	Contamination en toxiques forte de la Birse en aval de l'usine Von Roll à Choindez
…,1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 …	Doubs	Déversement d'eau industrielle insuffisamment épurée fortement chargée en métaux, huiles et solvants	Contamination en toxiques forte du Doubs en aval de l'usine Thécla, nouvellement Benteler, à St-Ursanne
….,2000, 2001, 2002, 2003, 2004 …	Birse	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension depuis les chantiers de la Transjurane et la carrière situés dans les gorges de Moutier.	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des fayères
2001	Doubs	Déversement intempestif de White Spirit sur un petit affluent à Clairbief	Contamination en toxiques forte du Doubs en aval de l'embouchure de l'affluent
2001	Allaine	Traitement des berges du Bacavoine à l'herbicide par la commune de Porrentruy	Mortalité des phalaris dans le ruisseau, puis pollution de l'Allaine en aval.
2002	Sorne	Déversement de produits toxiques au niveau du Camping en amont de Delémont (km28.0)	Mortalité massive de salmonidés jusqu'à l'embouchure de la Sorne (km30.0) dans la Birse
2002	Doubs	Vidange d'une fosse à purin directement dans le Doubs à la ferme de Chamesat	Forte pollution organique du Doubs en aval de St-Ursanne
2002	Doubs	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension lors du désenvasement des étangs de décantation de Montmelon	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des fayères
2002	Sorne	Déversement de détergents dans le petit affluent provenant de la commune de Monible .	Contamination en toxiques forte du ruisseau, puis de la Sorne en aval.
2002 03/02	***Allaine***	***Vidange intempestive de produits toxiques dans les canalisations, couplée au dysfonctionnement d'un déversoir d'orage, ayant provoqué un déversement direct à la rivière***	***Mortalité de plus de 2 tonnes de poissons en aval de Porrentruy***
2002	Allaine	Ecoulement d'hydrocarbures à Courchavon (km20.0)	Contamination en toxiques forte de l'Allaine en aval
2003	Doubs	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension lors de travaux de terrassement aux environs de Lobchez	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des frayères
2003	Doubs	Déversement de l'effluent de la station d'épuration de la Chaux-de-Fonds insuffisamment épuré	Contamination en toxiques forte du Doubs en aval de Biaufond
2003	Allaine	Déversement de produits toxiques depuis l'usine BAT à Boncourt(km31.0)	Mortalité massive de loches et de la faune benthique en aval.
2003	Allaine	Déversement de détergents dans la Cornoline au niveau de la zone industrielle de Cornol .	Contamination en toxiques forte du ruisseau puis de l'Allaine en aval de Alle.
2003	Allaine	Dysfonctionnement de l'épuration de la STEP	Mortalité massive de plus de 50 truites dans le canal de sortie et apport important de produits toxiques dans l'Allaine en aval.
2003	Sorne	Vidange de détergents directement dans le Tabeillon après le nettoyage d'une fontaine dans le village de Glovelier	Contamination en toxiques forte de du ruisseau puis de la Sorne en aval. Mortalité de truite observée.
2003	Allaine	Pompage excessif et déversement d'eau chaude issus du système de refroidissement de la patinoire	Mortailité de l'ensemble des ombres sur 800 m. par choc thermique en amont de l'arrivée froide de la Beuchire.
2003	Allaine	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension d'origine minérale lors de travaux effectuée sur le Bacavoine	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des frayères
2004	Allaine	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension d'origine organique lors de travaux effectuée sur le Bacavoine	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des frayères
2004	Allaine	Dysfonctionnement de la STEP canal du Pont d'Able avec écume importante et totalement chargé en matière en suspension d'origine oranique	Pollution organique de l'Allaine en aval
2004	Allaine	Déversement d'eau fortement chargée en matière en suspension d'origine minérale lors des travaux de construction de l'école professionnelle	Colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des frayères
2004	Allaine	Vidange d'une fosse à purin directement dans le Bacavoine à Porrentruy	Forte pollution organique du Bacavoine et de l'Allaine en aval
2004	Allaine	Ecoulement d'hydrocarbures à la zone industrielle de Porrentruy(km16.0)	Contamination en toxiques forte de l'Allaine en aval
2004	Allaine	Ecoulement d'hydrocarbures dans le Bacavoine au niveau du village de Fontenais	Forte pollution toxique du Bacavoine et de l'Allaine en aval
2004	Allaine	Déversement d'eau très fortement chargée en matière en suspension d'origine organique lors de travaux effectuée le long du Bacavoine	Très fort colmatage du fond des cours d'eau, destruction de la faune benthique et des frayères (La rivière était comme du plâtre)
2004	Allaine	Ecoulement d'hydrocarbures dans l'Allaine au niveau de Courtemaîche	Forte pollution toxique de l'Allaine en aval
2004	Allaine	Ecoulement de produit de traitement de surface dans l'Allaine au niveau de Charmoille	Anéantissement total de la faune en place sur un linéaire de 300m. et forte pollution plus en aval.
2004	Allaine	Empoisonnement de la Beuchire	Une douzaine de truites périssent et la faune de fond est anéantie
Etc….			

Tableau 17 : Liste <u>non exhaustive</u> des pollutions aiguës observées, intervenues sur les cours d'eau jurassiens ces dernières années.

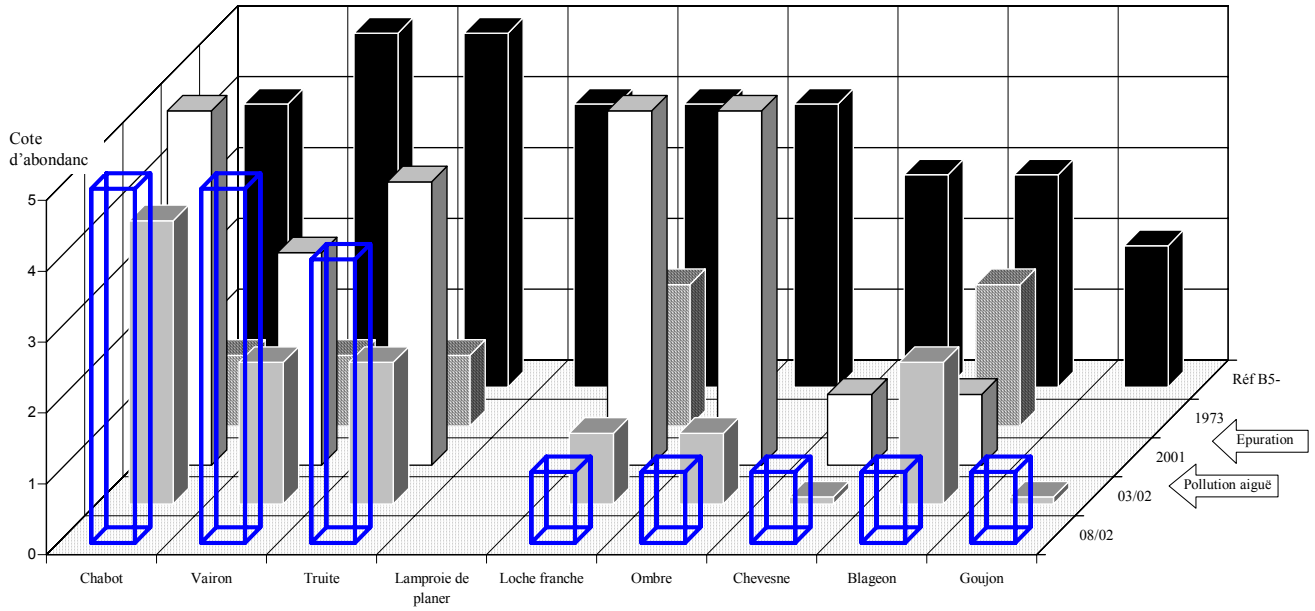


Figure 54 : Evolution de la structure du peuplement piscicole observé sur l'Allaine à Porrentruy(Allaine médiane) en aval de la zone industrielle (17.0km.) A l'arrière en noir, indication sur le peuplement optimal théorique du secteur considéré en fonction de son niveau typologique.

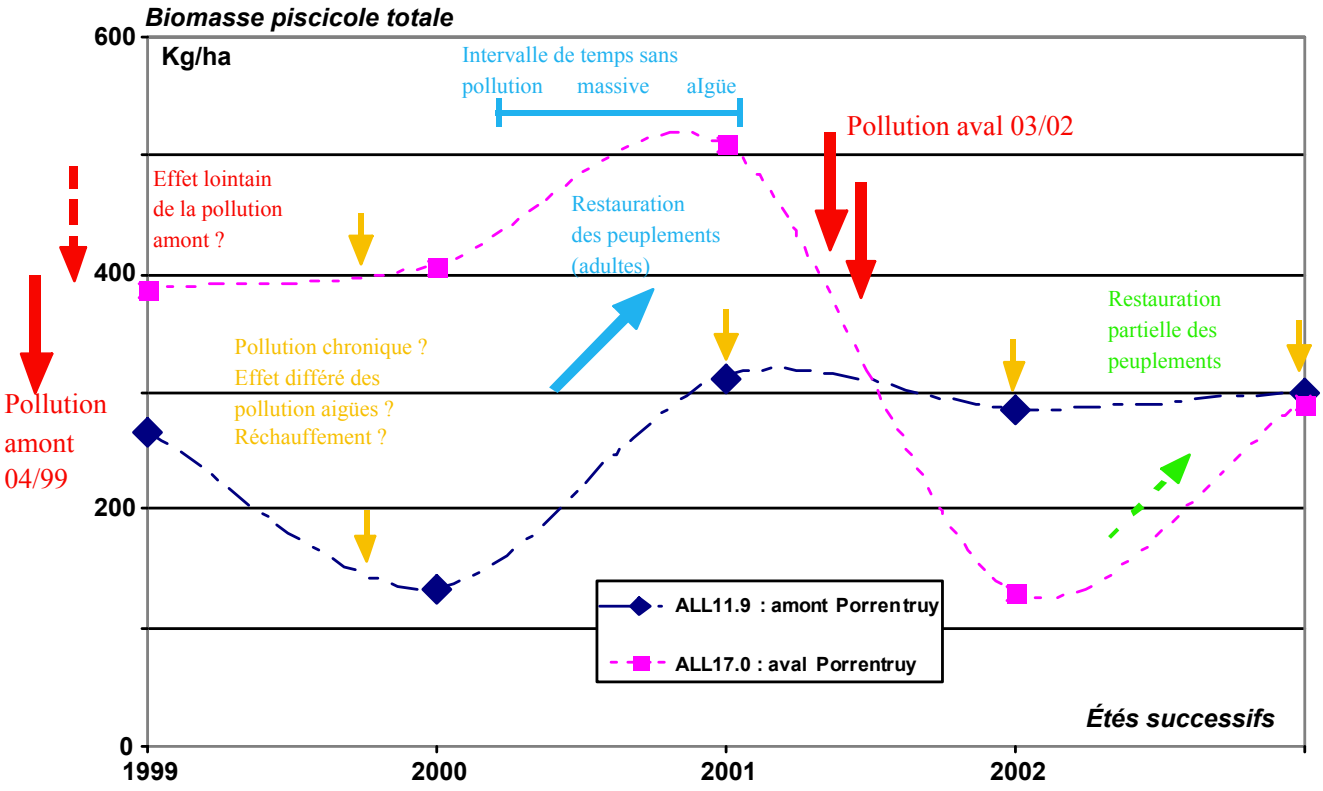


Figure 55 : Evolution des biomasses piscicoles à l'amont et à l'aval de Porrentruy(Allaine médiane) entre 1999 et 2003 en tenant compte des pollutions ayant provoqué des mortalités directes et observées (1999 04/99 & 2002 03/02).

Conclusion :

Le bilan des signes ou des preuves de l'implication et de la part relative des différentes catégories de perturbations, pondérés par leur incertitude, désigne les **contaminations toxiques, aiguës et chroniques**, ainsi que **les altérations de l'habitat aquatique** et le **réchauffement thermique** comme les trois causes majeures de réduction des édifices biologiques des cours d'eau jurassiens(tab15&fig53).

Le réchauffement thermique des eaux de surface du canton du Jura provoque un vieillissement typologique fort préjudiciable au développement des biocénoses originelles et semble être la conséquence de perturbations multifactorielles parmi lesquelles le climat ne paraît pas jouer un rôle primordial(cf.§V-11). Les atteintes à la morphologie, même si elles sont anciennes pour la plupart, peuvent également être considérées comme une importante cause de dysfonctionnements, dont les effets, qui en outre s'auto-entretiennent, sont actuellement encore très forts : non recolonisation des espèces sensibles et biomasse en place non optimale même sur les secteurs à qualité morphologique sub-référentielle (fig 6à14&54 et §V-5).

En revanche et bien que des millions de francs aient été investis dans l'épuration, dès les année '80, **la qualité des eaux de surface peut toujours être considérée comme la cause première limitant le développement de la biocénose en place**. En outre, si une contamination chronique générale de l'écosystème aquatique ne fait aucun doute (cf.§V-4), la récurrence des pollutions aiguës (tab17) semble être le facteur essentiel à la fluctuation des peuplements pisciaires des petits et moyens cours d'eau(fig54&55) qui restent, dans l'ensemble, fortement déficitaires (fig6à14).

Il apparaît également qu'aucun secteur de cours d'eau ne semble épargné par les dysfonctionnements(tab16). L'Allaine paraît plus perturbée au niveau de sa qualité d'eau et de son métabolisme thermique, alors que la Sorne et la Birse, malgré une qualité d'eau non optimale, souffrent plus d'altérations physiques et de l'artificialisation de leur débit. Le Doubs, quant à lui, a su conserver une bonne qualité physique, mais alors qu'il a toujours été la référence cantonale en matière de qualité d'eau, des pollutions chroniques et aiguës y ont été détectées ; ces dernières s'ajoutent assurément à l'artificialisation totale de son débit pour brider le développement de la faune en place.

Enfin et bien que la baisse de capture des ombres dans le Doubs semble corrélée à la détérioration de la qualité du peuplement pisciaire de ce cours d'eau depuis les années 70(fig5&15à17), il est important de rappeler que l'évolution des prises de truites dans le Jura semble plus résulter de la quantité de truites adultes déversées que de l'état des populations en place (cf.V-8&V-9). Cependant, une amélioration sensible de la collecte d'information sur l'exercice de la pêche devraient prioritairement être réalisée avant de pouvoir élucider les facteurs responsables, ainsi que leurs interrelations, de la baisse des captures observées depuis la fin des années '80 (fig4&5 et cf.§V-8&V-9).

[1] Degiorgi F., PériatG., Decoursière H.,Vergon J-P., Lièvre A., 2004. *Recherche des causes de régression des potentiels piscicoles de l'Allaine. Etude du fonctionnement écologique du cours d'eau.* Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens, Bureau Teleos Besançon : 225 pp. + annexes

[2] Teleos, 2003. *Définition des possibilités et des priorités d'aménagement de la morphologie de l'Allaine et de ses affluents sur le territoire de la commune de Porrentruy. Projet « Beuchire – Creugenat » / Projet « Sous Bellevue » / Projet « Chute des abattoirs » / Projet « Pont d'Able ».* Avant-projet sommaire financé par la Société des pêcheurs de l'Allaine et la Commune de Porrentruy. Rapport int. de déc. 2003 ;: 50 pp.

VI : Synthèse : Evaluation finale

Les 8 années d'études et les 15'000 heures effectuées par les 150 bénévoles de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens aboutissent aux conclusions suivantes :

- Comme au niveau national et malgré la faible crédibilité des données issues du dépouillement des carnets de contrôle, il apparaît que **les captures de truites et d'ombres dans le Jura ont chuté de près de 70 % en 15 ans**. En parallèle toutefois, le nombre de patentes vendues annuellement, unique indice fiable de l'intensité de la pêche dans le Canton du Jura, n'a pas sensiblement diminué depuis 1979.

- Bien que la baisse de capture des ombres dans le Doubs paraît corrélée à la dégradation de la biocénose de ce cours d'eau, **l'évolution des prises de truites dans le Jura semble plus résulter de la quantité de truites adultes déversées que de l'état des populations naturelles en place**. En revanche, l'influence des repeuplements en juvénile n'est pas primordiale puisque ce genre de pratique apparaît peu efficace.

- Aucune des quatre rivières jurassiennes étudiées ne présente une qualité biologique optimale. Les références des années 70 se sont dégradées tandis que les égouts à ciel ouvert décrits à la même époque se sont améliorés, sans toutefois atteindre leurs potentiels originels. En d'autres termes, **au cours de ces trente dernières années, les principaux cours d'eau jurassiens ont vu leur peuplement biologique se banaliser**.

- **La recherche des dysfonctionnements a montré qu'aucun facteur n'est susceptible d'expliquer à lui seul cette banalisation.** Toutefois la hiérarchie suivante peut être proposée :

  Dysfonctionnements fondamentaux au niveau régional :

  - Les millions de francs investis dans la mise en place de l'épuration ont permis d'améliorer sensiblement la situation des secteurs considérés dans les années '70 comme des égouts à ciel ouvert. Cependant, les cours d'eau jurassiens souffrent encore de contaminations aiguës très récurrentes ainsi que de contaminations chroniques trop importantes pour permettre le développement de leur faune et leur flore typiques. En parallèle, les références des années '70 présentent également des signes préoccupants de contaminations toxiques. **La mauvaise qualité des eaux de surface du canton du Jura peut donc être considérée comme le facteur principal de la banalisation biologique constatée.**

  - A l'exception du Doubs, les principaux cours d'eau jurassiens présentent une morphologie fortement dégradée. Les endiguements, corrections, stabilisations et mises sous terre réalisées essentiellement dès la fin du 19ème siècle ont provoqué une perte de linéaire, la destruction des habitats et le déclenchement de phénomènes d'incision, qui s'auto entretiennent et qui occasionnent, même sur les secteurs encore sub-référentiels, une déconnection latérale et longitudinale du réseau hydrographique. En conséquence, **la dégradation morphologique est également un facteur essentiel à la banalisation biologique constatée.**

- En période estivale, les cours d'eau jurassiens, à l'image du reste de la Suisse, ont eu tendance à se réchauffer durant ces 30 dernières années. Cette évolution semble toutefois être plus effective sur les stations éloignées des sources et des exsurgences karstiques les plus importantes. Le réchauffement climatique tout comme les pompages excessifs d'eau potable, la mise en place de l'épuration, l'uniformisation des surfaces agricoles, l'évolution de l'aménagement du bassin versant, l'incision du lit des rivières sont autant de facteurs de nature à influencer la température des eaux de surface qu'il conviendrait de circonscrire et de hiérarchiser en poursuivant les investigations initiées dans la présente étude. Cependant, **le vieillissement typologique résultant de cette élévation thermique peut être considéré comme un des trois principaux facteurs conduisant à la banalisation biologique constatée**.

- La gestion halieutique appliquée sur les cours d'eau jurassiens est responsable de divers mélanges génétiques et est certainement à l'origine de la propagation de germes pathogènes préjudiciables aux populations souches des cours d'eau. Toutefois, l'impact très relatif de la pêche sur les peuplements naturels de poissons, la faible efficacité des repeuplements et la présence limitée de germes pathogènes indiquent que **la gestion halieutique peut être considérée comme un facteur secondaire de la banalisation biologique constatée**.

Dysfonctionnements fondamentaux au niveau local :

- Si l'impact de la turbidité permanente des eaux de l'Allaine sur le développement de la faune et de la flore en place ne fait aucun doute, l'absence de recherches quantitatives ne permet malheureusement pas d'estimer l'importance relative du phénomène de colmatage qui en résulte en fonction des dysfonctionnements parallèles mis en évidence. **Des analyses complémentaires devraient être réalisées sur l'ensemble des cours d'eau jurassiens ; ils permettraient certainement de déterminer l'ampleur de l'impact, vraisemblablement lié au transfert de toxiques, des apports en sédiments fins sur la banalisation biologique constatée.**

- La perturbation du régime hydrologique sur plus de la moitié du linéaire des cours d'eau Sorne, Birse et Doubs par la production d'hydroélectricité est assurément un facteur perturbant le développement de la faune en place. Une étude à l'image de celles réalisées actuellement sur le Doubs franco-suisse devrait être initiée, afin de mieux intégrer ces ouvrages aux cours d'eau en limitant leurs impacts sur les biocénoses aquatiques. Cependant, **excepté sur la Birse à Courrendlin, l'ancienneté du fonctionnement des barrages hydroélectriques contraste avec la banalisation biologique récente constatée.**

- L'effet négatif des oiseaux piscivores peut ne pas être négligeable au niveau local. En effet, il peut même devenir préoccupant, essentiellement dans le cas de tronçons de cours d'eau où la productivité est altérée par une dégradation du milieu. En raison, de la mauvaise qualité actuelle de nos cours d'eau, un effarouchement, de ces oiseaux, voire une limitation de leur nombre, nous paraît nécessaire, en particulier aux endroits critiques, dont une partie doit encore être déterminée**. Il faut toutefois admettre qu'une appréciation cohérente de l'effet réel des oiseaux piscivores sur la banalisation biologique constatée mérite des recherches plus approfondies que celles auxquelles nous avons procédé dans le cadre de cette étude.**

Dysfonctionnements consécutifs au niveau régional :

- Comme celle de l'ichtyocénose, la qualité benthique des cours d'eau jurassiens est en permanence déficitaire. En outre, l'analyse des données historiques sur le benthos corroborent celles réalisées à partir des poissons : les références des années'70 se sont dégradées, consécutivement à une dégradation de leur qualité environnementale, tandis que les égouts à ciel ouvert décrits à la même époque ont retrouvé, suite à la mise en place de l'épuration, une faune benthique digne de ce nom, sans toutefois être recolonisés par les espèces les plus sensibles. En conséquence et contrairement à certaines idées développées par Fischnetz notamment, le peuplement benthique semble évoluer parallèlement au peuplement pisciaire et non être le facteur limitant au développement des populations de poissons consommatrices. Ainsi, **il est illusoire de considérer le peuplement benthique comme un facteur responsable à la banalisation biologique constatée**.

Dysfonctionnements consécutifs au niveau local :

- La présence de la Maladie Rénale Proliférative(MRP-PKD) en aval de l'Allaine et de la Birse, couplée au réchauffement thermique mis en évidence, explique sans doute en partie les déficits de salmonidés observés sur les parties basales de ces cours d'eau. La bioaccumulation de métaux dans la chair des truites est en outre préoccupante non seulement d'un point de vue environnemental mais également au niveau de la santé publique. En conséquence et bien que nous considérons que l'état de santé d'une population est consécutive à la qualité de son environnement, **la réalisation d'analyses complémentaires devrait être prioritaire et permettre certainement de préciser l'importance locale du paramètre sanitaire sur la banalisation biologique constatée.**

- L'anéantissement quasi total de la reproduction de la truite de l'Allaine, consécutif à la présence de toxiques dans le substrat de frayère et à l'arrivée de crues de modelage durant la période d'incubation, est épisodique et localisé. Les densités de juvéniles déterminées indiquent, en effet, qu'il ne semble avoir eu cours que sur l'Allaine elle-même et que durant l'hiver 2001-02. En conséquence, **malgré l'absence de données comparables sur les autres cours d'eau et avec d'autres espèces, la reproduction ainsi que le recrutement apparaissent comme des facteurs locaux et passagers susceptibles de n'expliquer que très partiellement la banalisation biologique constatée.**

Causes principales des dysfonctionnements :

- **Comme au niveau national et européen, les principales causes élucidées à ces diverses perturbations mises en évidences sont d'origines industrielles, agricoles et urbaines** (fig53). Si le réchauffement thermique semble trouver son origine dans les excès de pompage, l'incision du lit, les rejets urbains et l'évolution climatique, il apparaît que l'agriculture, les réseaux routiers et ferroviaires ainsi que le développement urbain ont joué et jouent encore un rôle primordial sur la dégradation de la qualité des eaux et de la morphologie des rivières jurassiennes. En parallèle, l'industrie peut également être considérée comme une source de pollution importante des eaux de surfaces du Canton du Jura.

VII : Mesures d'amélioration de la qualité des cours d'eau et des rendements de la pêche

La démarche écosystémique et pluridisciplinaire de cette étude a permis de proposer une stratégie rationnelle de restauration des potentiels écologiques des cours d'eau jurassiens, consistant à remédier à chacun des problèmes spécifiques, en commençant par les plus dommageables pour la faune et la flore en place. Cependant, **la création d'un groupe de travail intercantonal et international,** notamment constitué de gestionnaires environnementaux, de représentants des milieux industriels et agricoles, de responsables de la santé publique, de scientifiques spécialisés, de membres d'associations de protection de la nature, de représentants de la pêche et de professionnels de l'eau, **devrait, à notre sens, être réalisée dans l'immédiat. Il aurait notamment pour objectif d'initier une politique de gestion globale et durable de l'eau faisant actuellement cruellement défaut.**

Ce groupe pourrait non seulement être l'initiateur d'un dialogue constructif entre les différents partenaires concernés, mais également être chargé d'effectuer les actions restauratoires proposées ci-dessous et qui ont été élaborées de façon à traiter simultanément les causes interférentes, tout en tenant compte des contraintes socio-économiques incontournables.

VII-1 : Recommandations pour l'élimination ou la réduction des rejets polluants.

1° Expertise puis réduction des rejets et des risques industriels

Une des sources chroniques majeures de toxiques est inhérente à l'activité de la filière-bois et des entreprises métallurgiques de la région. Ces établissements industriels et artisanaux présentent aussi des risques importants de pollutions accidentelles. Par conséquent, il serait judicieux de réaliser une **expertise de leurs dispositifs d'épuration et de protection** de l'environnement.

Dans le cas des traitements de surface, les rejets par le réseau des STEP doivent respecter en permanence les normes, et pas seulement en moyenne. Dans cette optique, les moyens d'auto-surveillance et de surveillance devront probablement être renforcés. L'expertise des pollutions induites par ces filières devra aussi inclure le recyclage ou l'élimination des déchets ou des boues produites ainsi que le devenir des déchets ultimes (décharge ?).

De plus, les entreprises à risque, notamment en cas d'incendie, doivent être équipées rapidement de systèmes de rétention fiables, de manière à répondre aux exigences de l'Ordonnance fédérale sur la protection contre les accidents majeurs (ci-après :OPAM).

2° Amélioration des performances des STEP

En fonctionnement normal, les STEP du Canton du Jura sont, dans l'ensemble, efficaces. Toutefois et en particulier à Porrentruy, la charge en azote rejetée apparaît régulièrement excessive et mériterait d'être abattue davantage. Parallèlement sur ce même secteur, les analyses en semi continu effectuées au cours d'un épisode orageux dans le canal de sortie de la STEP ont montré que l'installation émettait par moments de forte quantité de nutriments et même de nitrites et d'ammonium à des doses toxiques. De plus, dans l'ensemble du Canton, les déversoirs d'orage apportent, à chaque épisode pluvieux, d'importants flux toxiques, des nitrites et de l'ammonium en particulier, comme l'ont mis en évidence, là aussi, des analyses chimiques en semi continu.

L'ajout d'un système d'épuration **de nitrification /dénitrification** ainsi que d'un **lagunage tertiaire** permettrait d'augmenter les rendements d'épuration. Les bassins extensifs pourraient d'ailleurs être surdimensionnés pour servir de dispositif tampon en cas de pollution accidentelle. Parallèlement, l'amélioration du réseau séparatif est indispensable pour améliorer le fonctionnement des STEP, en diminuant les eaux claires et supprimer ou au moins limiter les rejets toxiques accidentels. De plus, un dispositif d'alerte devrait aussi être installé pour percevoir à temps d'éventuels flux toxiques.
Il est enfin indispensable de revoir la conception même des dispositifs de déversoirs d'orage, en optimisant leur dimensionnement et en améliorant, par exemple par déversement indirect, la qualité de leurs rejets dans les cours d'eau.

3° Amélioration des pratiques culturales

La deuxième source d'azote excédentaire et de toxiques d'importance qui a été circonscrite est constituée par la céréaliculture et en particulier par la culture du maïs à proximité des cours d'eau. Sur ces parcelles, les transferts de polluants sont accélérés par les drainages intensifs. L'absence de ripisylve et le non-respect ou l'insuffisance de la bande non cultivée bordant les cours d'eau aggrave l'impact des flux polluants.

Il convient donc d'abord de **modifier le plan d'occupation des sols** de façon à éloigner de la rivière les cultures nécessitant l'épandage de phytosanitaires. Parallèlement, un guide de bonnes pratiques culturales permettrait de diminuer les épandages et de limiter l'érosion des sols. Dans cette optique, les performances des machines agricoles récentes permettent de réduire la mise à nu des sols.
Pour les mêmes raisons, il est également crucial **d'enrayer la densification des réseaux de desserte, l'imperméabilisation des sols et le drainage systématique des parcelles agricoles**, afin de ralentir la vitesse de transfert des ruissellements tout en relevant le niveau des nappes. En outre, l'installation de chemises filtrantes sur les drains permettrait de limiter le transport de matières fines vers les cours d'eau et de favoriser la conservation de la fertilité des sols en réduisant le lessivage et le ressuyage du complexe argilo-humique, fortement suspectés de favoriser le transport de substances toxiques adsorbés.

Comme l'agriculture moderne ne peut se passer des engrais et des produits phytosanitaires, il est primordial de restaurer les compartiments écosystémiques possédant des propriétés « tampon ». En particulier, **l'instauration ou l'élargissement de bandes non cultivées de part et d'autre des cours d'eau** permettrait de filtrer une partie des MES et des entrants azotés, voire des phytosanitaires.
Ces zones tampon doivent être dévolues **à de véritables friches**, à de la ripisylve ou à des prairies naturelles et non à de la culture d'herbe. La largeur de 3 mètres préconisée par la loi cantonale paraît efficace dans le cas de petits affluents jusqu'à 2 mètres de large. En revanche, dans le cas de rivières plus importantes, le calcul de la taille de ces bandes nécessite une étude pédologique sectorisée.

L'abolition du faucardage et du défrichement des berges favoriseraient la recolonisation d'une ripisylve naturelle, en contact avec le lit d'étiage, assurant un meilleur pouvoir épurateur pour ces franges humides. La mise en place de ces 2 dernières mesures contribuerait aussi à améliorer la connectivité et l'attractivité du chenal, tout en limitant les conflits fonciers liés à l'érosion des rives.

Toutefois, la mesure essentielle, qui permettra une réelle diminution des impacts d'origine agricole et qui doit être introduite globalement et de manière concertée, est la mise en place d'un espace minimum pour les cours d'eau, comme l'exige l'article 21 de l'Ordonnance fédérale sur l'aménagement des cours d'eau.

4° Expertise et amélioration des rejets routiers et ferroviaires

Une partie de la contamination du milieu par des métaux et des HPA est également susceptible de provenir des ruissellements routiers et autoroutiers. Pour vérifier la réalité et l'importance éventuelle de ce flux de micropolluants, une étude de la qualité des eaux de ruissellement, notamment de la Transjurane, serait nécessaire. Par la même occasion, il serait pertinent de vérifier l'efficacité des dispositifs de décantation et de prévention des pollutions accidentelles liés aux voies de communication.

De plus, il est essentiel que les rejets d'eau de route soient identifiés et, dans la mesure du possible, traités avant déversement dans les cours d'eau selon les directives fédérales en la matière. A cet égard, l'étude des PGEE, actuellement décidée par l'ensemble des collectivités publiques, devrait impérativement prendre en compte la problématique de ce type de rejets.

Parallèlement, un bilan de la nature et de la quantité des herbicides employés pour désherber les voies ferrées de la vallée devrait être effectué. En effet, les lignes CFF ourlent de près plusieurs cours d'eau sur leurs parties moyennes et aval. Or, les terre-pleins ferroviaires sont régulièrement nettoyés de toute végétation.

5° Amélioration des analyses de suivi en contamination en toxique

Cette recherche a montré que les analyses de routine effectuées régulièrement depuis une vingtaine d'année sur le support aqueux ou même, pour les métaux, sur les bryophytes, ne permettait pas de percevoir l'ensemble des dysfonctionnements. La maille spatio-temporelle de ces investigations, les matrices analysées et le volant de substances recherchées mériteraient, en conséquence, d'être sérieusement réajustés en prenant en compte notamment les épisodes orageux, en ciblant mieux les recherches sur les produits potentiellement rejetés par les activités polluantes et en élargissant le champ des analyses aux sédiments et aux matrices vivantes (y.c. les poissons).

VII-2 : Recommandations pour la restauration de la qualité physique

La qualité physique de la Sorne, de la Birse et de l'Allaine ainsi que celle de la partie inférieure de quasi l'ensemble des affluents des 4 cours d'eau étudiés est réduite par l'incision du lit et l'homogénéisation du chenal. Par conséquent, 10 catégories d'interventions alternatives ou combinées sont proposées suivant un ordre d'intensité croissante de leur mise en œuvre. Ces recommandations préconisent prioritairement le respect ou la reconstitution d'une dynamique fluviale « naturelle ».

Toutefois, lorsque les usages anthropiques sont particulièrement contraignants ou/et ne peuvent être modifiés, il faut se retourner vers des opérations de réaménagements ou de diversifications artificielles. Ces travaux peuvent s'effectuer suivant plusieurs options, dont le choix est déterminé par le degré de la pression anthropique sur l'espace de liberté du cours d'eau.

Les principes d'action proposés ont été conçus pour remédier aux causes premières et communes de la réduction des capacités biogènes, tout en tenant compte des pressions hydrauliques et spatiales locales liées aux usages anthropiques du lit majeur proche. Ces directives générales, exposées sommairement ci-dessous, sont donc spatialisées sur la figure 93. Sur cette carte, les actions qui nous paraissent les plus importantes ont été distinguées.

1° Maintien ou reconstitution de l'hydrodynamique fluviale

Respect ou/ et reconstitution de l'espace de liberté des cours d'eau

La première action à préconiser consiste à de ne pas empiéter d'avantage sur l'espace de liberté des cours d'eau, et de respecter, voire de restaurer, leurs zones d'expansion de crues et de divagation. En particulier, les parties du corridor fluviatile n'ayant subi encore que très peu de pression hydraulique doivent être protégées de toute réduction ou empiètement supplémentaire à venir, de type remblais ou construction dans le lit majeur proche.
Une étude allant dans ce sens, dont le but serait aussi bien la restauration de zones d'écrêtage des crues que la protection des personnes et des biens, devrait être entreprise rapidement. De telles zones d'expansion des crues pourraient ainsi être identifiées, protégées et éventuellement restaurées.

Respect et recharge du transport solide

Parallèlement, les mécanismes d'érosion latérale ne doivent plus être entravés, afin de favoriser la recharge en débit solide des cours d'eau, nettement déficitaire sur l'ensemble du bassin de l'Allaine notamment. Dans cette optique, les extractions effectuées régulièrement dans les « pièges à gravier » doivent impérativement être abandonnées.

Proscription de l'enlèvement des embâcles et de la taille de la ripisylve

Compte tenu de la pauvreté des habitats aquatiques de certains secteurs manifestement rectifiés ou curés dans un passé plus ou moins récent, les embâcles constituent des caches très attractives pour les poissons ainsi que d'importants supports de nourriture pour de nombreux macro-invertébrés. Parallèlement, ils créent une diversification des écoulements. Enfin, ils provoquent des érosions latérales locales induisant des remodelages du lit tout en rechargeant le débit solide déficitaire.

Dans cette optique, **l'enlèvement des embâcles et le contrôle de la ripisylve doivent être totalement proscrits.** Cette absence d'intervention suppose que les propriétaires riverains tolèrent le développement naturel d'une ripisylve dynamique qui favoriserait, en outre, l'accumulation de débris et d'obstacles ligneux et qui encouragerait, en conséquence, à la rivière de retrouver une hydrodynamique plus biogène. Dans cette optique-là aussi, la mise en place de l'espace minimal pour les cours d'eau, au sens de l'article 21 de l'ordonnance fédérale sur l'aménafement des cours d'eau est impérative.

2° Renaturation et réaménagements

Recréation d'un lit méandriforme : option 1

Sur plusieurs portions des petits et moyens cours d'eau étudiés, le chenal a été rectifié dans un passé lointain. Là où les pressions anthropiques qui avaient justifié cette artificialisation se sont relâchées ou ont disparu, un cours plus sinueux peut être recréé. Pour cela, il suffit de se conformer à la présence de fantômes ou de cartes de l'ancien tracé.

À titre d'exemple, le Voyebœuf, la Cornoline, le Jonc, ou l'Erveratte, tous affluents de l'Allaine, de même que le Miery, la Rouge Eau, la Golatte, etc.. tous affluents de la Sorne, ont ainsi été curés et/ou rectifiés sur une grande partie de leur cours. La qualité physique de ces cours d'eau en est fortement altérée. Comme le contexte agricole a changé, il paraît judicieux de proposer sur ce secteur la recréation d'un lit méandriforme suivant le tracé originel.

Toutefois, la recréation de méandres doit être pratiquée en suivant des modalités très précises. (Par exemple celles qui ont été appliquées avec succès lors de la renaturation d'autres rivières du massif jurassien comme le Drugeon, la Drésine ou le Ruisseau de Remoray [1à7].) En particulier, la largeur du chenal ne doit pas être sur-dimensionnée et la ligne d'eau doit être remontée à fleur de terrain.

Rehaussement ou remodelage du lit : option 2 et 3

Même lorsque l'espace de liberté du cours d'eau peut être partiellement reconquis, le chenal s'avère souvent irréversiblement enfoncé. Selon les tendances hydrodynamiques observées et l'espace disponible, il convient alors, soit de rehausser le lit par des seuils de fond et de le laisser s'ajuster spontanément, soit de remodeler le chenal et de lui fixer une forme dite de « compromis ».

La première option convient si l'on peut tolérer une érosion latérale ménagée comme dans le cas de tronçon sans contrainte spatiale majeure. Dans ce cas, la reconstitution rapide d'une ripisylve connective composée d'essence à bois durs mais à croissance rapide, adaptées aux crues et à la modification lente de la forme du chenal, est nécessaire pour réamorcer au plus vite la création de bras secondaires et de sous-berges attractives. Son implantation nécessite le relèvement préalable de la ligne d'eau d'étiage.

En revanche lorsque l'espace de divagation est bloqué ou/et que l'on ne peut pas accepter d'érosion latérale (cas fréquents des cours d'eau jurassiens et de leurs affluents, en particulier en milieu bâti), on préférera le remodelage du chenal. Cette sous-option plus douce s'assortit d'un gain biologique espéré plus faible, pour un coût souvent plus élevé. En revanche, elle induit aussi une augmentation des capacités de dissipation de l'énergie et donc un enrayement des tendances érosives sans aggraver les risques d'inondation.

Diversification des écoulements et ajouts des caches : option 4

Dans les secteurs ou l'espace de liberté de la rivière est fortement restreint et où il n'est donc pas possible de respecter la dynamique naturelle du cours d'eau, seules des actions de diversifications artificielles et ponctuelles sont possibles pour améliorer les capacités biogènes. Selon la morphologie, la dynamique et les enjeux observés sur le secteur traité, on choisira d'installer des amas de blocs, des épis crénelés ou/et des banquettes alternées, avec ou sans caches.

Expertise des anciens seuils, des canaux de dérivation et amélioration de la circulation des poissons

Dans ces cas de figure, il convient aussi de restaurer les seuils anciens ou au moins de les conforter à une altitude plus basse pour qu'ils servent de seuils de fond et maintiennent le profil en long. Parallèlement, les canaux de dérivation doivent être restaurés et aménagés dans le double dessin d'alléger l'énergie maintenue dans le chenal en période de crue et de reconstituer des systèmes latéraux à écoulement différenciés. Cette approche nécessite une expertise des ouvrages existants. En revanche, un débit réservé biogène doit être maintenu dans le chenal naturel durant les périodes d'étiage.

Parallèlement, la franchissabilité des nombreux obstacles à la migration qui jalonnent le réseau hydrographique doit être garantie. Le calcul du partage des débits et l'équipement des seuils et des barrages nécessitent des études précises et détaillées de chaque ouvrage qui dépassait le cadre du présent travail.

VII-3 : Recommandations pour l'atténuation de la modification des régimes d'écoulement et de charriage ainsi que du réchauffement thermique estival constaté.

Il serait judicieux de réaliser rapidement un bilan des quantités d'eau prélevées et de modalités de pompages d'eau potable sur les têtes de bassins, les sources et les nappes phréatiques. Des améliorations d'usage comme des étalements de la période des prélèvements effectués par intermittence permettraient de respecter un débit biologique plus élevé et d'augmenter les capacités biogènes des cours supérieurs. Il conviendrait également de réaliser une expertise des pertes en eau dans les réseaux de distribution les plus vétustes. La maîtrise de ces débits permettrait de diminuer la quantité d'eau prélevée.

Concomitamment, la limitation des effluents chauds, des prélèvements sur les apports d'eau froides et de l'imperméabilisation des sols représenteraient des mesures conjointes et complémentaires à la restauration de la morphologie très importantes susceptibles de diminuer le réchauffement thermique estival constaté sur les cours d'eau jurassiens.

En outre, une interconnexion des réseaux d'eau potable permettrait, surtout en cas de sécheresse, de prélever préférentiellement de l'eau aux endroits les moins critiques tout en préservant un débit suffisant aux cours d'eau proches de l'assèchement.

Une démarche prioritaire pour améliorer les régimes d'écoulement et diminuer le réchauffement thermique consistera à réaliser un plan directeur de l'alimentation en eau potable du canton du Jura. Cette démarche, même si elle est prioritairement destinée à assurer une alimentation en eau de boisson à l'ensemble de la collectivité, permettra d'en optimiser la ressource, par exemple en évitant l'utilisation de sources qui interfèrent négativement sur le fonctionnement du réseau hydrographique.

Enfin, une meilleure intégration des centrales hydroélectriques aux régimes hydrologiques naturels des cours d'eau : adaptation des débits réservés, atténuations des marnages et prise en compte de l'importance du débit solide, devrait être réalisée afin de mieux intégrer les impacts de ce genre d'ouvrage aux exigences biologiques des biocénoses en place.

VII-4 : Recommandations en matière de gestion piscicole.

La meilleure action de gestion piscicole possible consiste à restaurer l'état de la qualité de l'eau et de la morphologie du réseau hydrographique jurassien. En effet, si les propositions formulées ci-dessus sont mises en œuvre rapidement, les potentiels des cours d'eau jurassiens pourraient doubler ou tripler à moyen terme. Toutefois, dans l'état actuel des choses, deux recommandations sur le rempoissonnement peuvent être formulées pour améliorer l'effet de l'action directe des pêcheurs sur le peuplement. D'une part, il convient d'abandonner complètement les introductions d'alevins ou de truitelles, qui sont, soit inefficaces, soit néfastes sur le plan sanitaire ou de la conservation génétique. D'autre part, si l'on veut soutenir le rendement de la pêche, le repeuplement en truites adultes doit être effectué préférentiellement sur des secteurs peu attractifs, durant ou juste avant la saison de pêche et avec des individus sains de truite commune, **marqués individuellement**. Une fois que les cours d'eau auront retrouvé un potentiel acceptable, cette pratique devra également être abolie. En outre et localement, l'effarouchement des oiseaux piscivores peut être envisagé, notamment lors des pics de migrations.

Afin de combler le manque cruel de données historiques, mises en évidence au niveau cantonal et national, ainsi que pour tester l'efficacité des mesures restauratoires qui seront engagées**, il est primordial d'une part, de mettre en place un réseau de suivi de l'évolution des populations de poissons, de la qualité biologique, chimique et physique des cours d'eau jurassiens et d'autres part, d'améliorer sensiblement la méthode d'acquisition des données concernant les captures et l'intensité de la pêche.**

Coordonnées avec les acteurs nationaux et internationaux, ces deux mesures sont, à notre sens, fondamentales à une gestion patrimoniale et durable des ressources aquatiques jurassiennes et devraient, à ce titre et au vu de leurs coûts annuels limités, être engagées dans l'immédiat et constituées en conséquence les premières mesures concrètes issues de la présente recherche.

VII-5 : Hiérarchisation et chronologie des actions à entreprendre

En se fondant sur les observations de terrain, une stratégie d'amélioration et de restauration a été élaborée afin d'adapter judicieusement les mesures préconisées et les techniques d'aménagement à l'état de dégradation de chaque cours d'eau. Il convient désormais d'élaborer des avants projets sommaires de mise en oeuvre, dysfonctionnement par dysfonctionnement et secteur par secteur, en tenant compte des principes énoncés tout en s'adaptant aux spécificités locales. En fait, le résultat de la présente étude ne constitue que les trois premières étapes d'une démarche rationnelle d'analyse et de restauration des écosystèmes qui s'articule de la façon suivante.

A. Diagnostics biologiques : état des potentiels biologiques	**réalisé.**
B. Analyses à plusieurs échelles emboîtées : recherches des causes	**réalisé**.
C. Stratégie de restauration pour remédier aux causes d'altération	**réalisé**
C1. Principes d'ensemble	**réalisé, à valider.**
C2. Modalités d'application locales : Avant Projets Sommaires	à réaliser
C3. Estimation de la fourchette des coûts	à réaliser
D. Élaboration et mises en œuvres des mesures préconisées et des projets d'aménagements détaillés	à réaliser
E. Vérification de l'efficacité des investigations restauratoires accomplies à l'aide du réseau de suivi biologique, chimique et physique ainsi que du système plus performant de statistique de l'exercice de la pêche préalablement mis en place.	**A REALISER EN PRIORITE**

VII-6 : Perspectives

Après une campagne d'information médiatisée, l'étude des cours d'eau jurassiens doit indubitablement déboucher sur la réalisation des mesures concrètes préconisées pour l'assainissement des nombreux dysfonctionnements constatés. Toutefois, une précision des diagnostics posés ainsi qu'une amélioration de l'efficience des mesures restauratoires proposées pourraient notamment être obtenues par la mise en chantier des recherches suivantes :

- Le réseau hydrographique jurassien constitue l'épine dorsale de notre alimentation en eau de boisson. Il convient en conséquence de poursuivre les investigations nécessaires à la détermination de l'ampleur et de l'évolution de la contamination en toxiques de notre environnement. Dans cette perspective, il s'agit de déterminer la distribution dans les cours d'eau des toxiques présents sur les matrices à mémoire rémanente ainsi que l'influence réelle des sédiments fins dans le transfert de substances contaminantes et fertilisantes. En outre et au vu des premiers résultats préoccupants obtenus, les analyses sur la bioaccumulation en toxiques et sur l'état sanitaire des biocénoses en place devraient également être poursuivies
- Le diagnostic physique précis sur l'état morphologique de l'Allaine doit être étendu aux autres cours d'eau. Il permettra de définir d'une manière détaillée la politique à mener en matière de sauvegarde et de restauration de leurs potentiels morphologiques.
- Une analyse plus approfondie de l'évolution du régime thermique des eaux superficielles et souterraines de la région jurassienne permettrait assurément d'élucider et de hiérarchiser toutes les causes du réchauffement thermique constaté.
- Une analyse quantitative des apports en sédiments fins sur les quatre cours d'eau étudiés est fondamentale pour déterminer et hiérarchiser de leur origine et permettrait d'édicter des recommandations claires afin de réduire ce phénomène de colmatage. Il est d'ailleurs d'ores et déjà établi que le colmatage minéral et algal bride le potentiel biologique de l'Allaine et de ses affluents et qu'il est sans doute préjudiciable à la fertilité des sols ajoulots.
- L'analyse des chroniques historiques des précipitations, comparée à celles des débits des cours d'eau jurassiens, permettrait sans doute de confirmer la modification du régime d'écoulement apparu ces dernières sur le plateau suisse et au sud du massif jurassien. Une étude à l'image de celles réalisées sur le Doubs franco-suisse [8,9] devrait être également réalisée sur la Sorne et la Birse, afin de mieux intégrer les ouvrages hydroélectriques à ces cours d'eau et, en conséquence, de limiter leurs impacts sur les biocénoses aquatiques.
- Une recherche précise sur l'influence réelle de la prédation aviaire serait également nécessaire.
- Le traitement des échantillons prélevés sur la partie aval de la Birse au cours de la présente étude, de même que la poursuite des analyses benthiques, devraient être assurés dans le cadre de la mise en place des suivis biologiques. Ces mesures sont essentielles puisqu'elles constituent un diagnostic biologique complémentaire à celui des inventaires exhaustifs effectués sur l'ichtyocénose par pêche électrique.
- Une réplication des analyses sur l'estimation de la capacité de reproduction de la truite de l'Allaine et sur la densité de juvéniles est indispensable. Leur application à d'autres espèces et sur d'autres bassins versants est également nécessaire, car elle permettrait de mieux circonscrire les dysfonctionnements que les cours d'eau jurassiens subissent d'une manière récurrente et de préciser leur potentiel et leur rendement ichtyologique respectifs.

[1] Teleos 2000. *Analyses des gains biologiques et physique induits par la restauration du Drugeon*. Étude réalisée pour le Syndicat Intercommunal du plateau de Frasne,144 p.

[2] Teleos 2000. Plan de restauration du Ruisseau de Remoray, 12 p. + 2 plans.

[3] Teleos 2000. projet de restauration de la Basse-Drésine. Pour la Réserve Naturelle du lac de Remoray (25), 32 p. + ann.

[4] Teleos 2001. *Analyses biologiques et mésologiques de l'effet de la restauration du Drugeon. Suivi 2000.* Pour le syndicat du plateau de Frasne, 68 p. + ann.

[5] Teleos 2001. Réhabilitation du Doubs entre Labergement-Ste-Marie et le lac St-Point. Document d'incidence dans le cadre d'une demande d'autorisation au titre de la police de l'eau (Loi Eau 1992). 62 pages + ann. En relation avec étude hydraulique INGEROP.

[6] Teleos 2002. Analyse technique et scientifique de l'impact de la restauration de la Basse-Drésine. Pour la Réserve Naturelle du lac de Remoray (25), 69 p. + ann.

[7] Teleos 2000. *Analyses des gains biologiques et physique induits par la restauration du Drugeon*. Étude réalisée pour le Syndicat Intercommunal du plateau de Frasne,144 p.

[8] Degiorgi F., Champigneulle A. : *Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvétique. Rapport final.* Etude réalisée par différents partenaires de 1994 à 2000 : CSP/INRA/Teleos/OFEFP/APPMA Franco-Suisse/Service de la Faune Neuchâtelois/OEPN Jura. Mars 2000;:119 p. + annexes

[9] DIREN FC, en cours. *Evaluation de la qualité et de l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents. Protocole d'évaluation et programme d'étude de l'état initial*. DIREN FC/Agence de l'eau/CSP/CR/AAPPMA « La Franco-Suisse »/ OFEFP/ FCPJ en cours, publication en 2005.

VIII : Annexes

VIII-1 : Remerciements

Liste des experts et des collaborateurs techniques

Le groupe de travail « Qualité des cours d'eau » de la Fédération Cantonale des Pêcheurs Jurassiens tient à remercier chaleureusement les 150 personnes qui ont participé aux travaux de terrain relatifs à cette étude :

MM. : Antenello Emmanuel; Antonietti Patrice; Armillotti Antonio; Aschwanden Jean; Atienza Michel; Barbier René; Bassin Philippe; Bénard Hervé; Benites Edouard; Bénites Manuel; Bernard André; Bernard Pierre; Biétry Christian; Biétry Joseph; Bize Pierre; Bloch Evelyn; Boegli Sylvie, Bonnet Roland; Bouduban Yvan; Boulanger David; Braillard Marc; Braun Peter; Bregnard André, Bregnard Gilbert; Broegli Alfred, Bühler Robert; Bürghin Paul; Buttler Harry; Caillet Cyril; Chalverat Joseph; Chalverat Sylvain, Chaignat Marcel, Choulert Michel; Comment Raymond; Cortinovis Franco; Courbat Amélie; Courtet Arnaud; Courtet Jean-Claude; Crippa Estelle; Delay Aline; Desarzin Pierre; Egli Roland, Eloy-Pichot Anne-Emeline, Ehrat Marc-André; Etienne Claude; Farine Emmanuel; Fleury Julian; Frein James; Frésard Daniel ; Frésard Gisèle ; Frischnecht Rolf; Froté Clarisse; Gaillard André; Galeuchet François; Galeuchet Paul, Gauthier Alexandre; Ghilardi Séraphin; Gianella Charles; Gigandet Yannick; Gigon Martin; Gugel Hervé; Guittard Pascal; Gurba Gérard; Gurba Michel; Gurba Romain; Haeusler Didier; Hanselin Pierre; Hügi Etienne; Hullmann Jean-Claude; Iseli Valentin; Jobin Franck; Jordi Ulrich; Juillard Michel; Jungo Gérard; Junod David; Keusch Roland; Koegler Marie-Rose; Kohler Florian; Krall Jean; Lama Antonio; Léchenne Daniel; Leston Dalenda; Leston José; Lièvre Maude; Ludwig Christian, Luisoni Geoffroy; Luisoni Marcello; Lüthi Jean-Pierre; Mäder David; Mai Roland; Maillard Stéphane; Marin Bernard; Marmy François; Masson-Schenk Stéphanie; Meier Yves; Mendes José; Mesnil Joël; Messerli Dominique; Meury Roland; Meyrat Frédy; Michel Michel; Morard Daniel; Morina Atdhe; Morosoli Denis, Möschler Olivier; Mourat Michel; Mülhethaler Samuel; Müller Parick; Müster Heinz; Müster Tony; Noirat Florence; Noël Christophe; Pastore Roméo; Pavillard David; Pedevilla Jean-Paul; Périat Héribert; Perritaz Bernard; Petignat Jean; Pichot Vincent; Piegay Philippe; Piétronigro Jean; Prochazka Mickaël; Queloz Xavier; Raval Pierre; Rebetez Jean-Claude; Reichen Damien; Rérat Vincent; Richard Joëlle; Riesen Raphaël; Riesen Yves; Rieser Dimitri; Rimet Roger; Rufi Maude; Saunier Séverine; Schaller Jean-Claude, Schenk Gabriel; Schenk Otto, Schifferli Patrick; Schlüchter Fritz; Schmalz Matthias; Schwarzmann Pierre, Schönenberger Nicolas; Schraner Peter; Simon Michel; Steiner Jean-Marie; Studer Michel; Tati Pierre; Tchann Fernand, Theurillat Guy; Theurillat Maxime, Theuvenat Christian; Touffut Gabriel; Turin Florianne; Turin Olivier; Vallat Humbert; Vermot Michel; Vernier René; Verrier Christophe; Veya Louis; Villarejo Luis-Michel; Voirol Pierre; Voisin Jean-Michel; Voyame Pierre; Wiess Jean-François, Yahiaoui Bendin, Zürcher Gérard et tous ceux honteusement oubliés…

Les membres du groupe de travail remercient tout aussi sincèrement les experts ayant collaboré directement ou indirectement à cette recherche par leur conseils ou leurs avis :

MM. : Allemann Blaise, Bouvier Jean-Claude, Bouille Rachèle; Champigneulle Alexis; De Alencastro Felipe, Gobat Jean-Michel; Grandmottet Jean-Pierre; Largiader Carlo; Mezzera Maya; Moret Jacqueline; Réviol Vincent; Rubin Jean-François; Wermeille Eszter….

Enfin, la FCPJ remercie également sincèrement le camping de Tariche et la Société des pêcheurs de l'Allaine pour ses dons ainsi que le Laboratoire RWB SA à Porrentruy pour la mise à disposition de son matériel.

VIII-2 : Lexique

ABONDANCE Mesure de la densité numérique ou de la biomasse par surface d'une espèce (Degiorgi et Raymond, 2003)

ANADROME Désigne les espèces (en l'occurrence de poissons et d'agnathes) qui migrent en rivière pour se reproduire et effectuent leur croissance en mer ou en lac, par exemple, la lamproie marine ou les aloses.(Degiorgi et Raymond, 2003)

ANTHROPIQUE D'origine humaine

AQUIFERE Quelque chose qui contient de l'eau. Nappe aquifère souterraine par exemple.

AUTOECOLOGIE Sous-discipline de l'écologie concernant l'étude des individus pris isolément dans leur milieu, en particulier l'action des facteurs écologiques sur les organismes. (Ramade (1993))

BIOCENOSE (ICHTYOCENOSE) Ensemble des êtres vivants qui peuplent un même écosystème, et qui sont donc en interrelations. Ce terme peut servir aussi à désigner, dans cet écosystème, un sous-ensemble d'organismes appartenant au même groupe taxonomique ou pseudo taxonomique [par exemple les poissons] ; dans ce 2°sens, synonyme de peuplement (cf. ce mot).

BIOFILM Couche d'organismes assemblés qui recouvre une surface ou un objet.

BIOFILM EPIBENTHIQUE Biofilm sur la surface du fond des cours d'eau.

BIOFILM EPIXYLIQUE Biofilm sur le bois.

CATADROME Désigne les espèces (en l'occurrence de poissons et d'agnathes) qui effectuent leur reproduction en milieu marin et qui se développent en rivière ; par exemple, l'anguille. (Degiorgi et Raymond, 2003)

CHENALISATION Transformation plus ou moins accentués d'un cours d'eau en canal(creusement du lit, coupure des méadres, artificialisation des berges…)(Degiorgi et Raymond, 2003)

COMMUNAUTE BENTHIQUE Ensemble des macro-invertébrés peuplant les fonds d'une rivière ou d'un lac. (Degiorgi et Raymond, 2003)

CONSOMMATEURS Dans la chaîne alimentaire, ce terme désigne les animaux qui se nourrissent de végétaux(consommateurs primaires) ou d'autres animaux (consommateurs secondaires, tertiaires, …)

DRAINAGE Assèchement des terrains humides à des fins anthropiques (fréquent en agriculture) (Degiorgi et Raymond, 2003)

DULÇAQUICOLE OU DULCIQUOLE Qui vit dans les eaux douces.

ENDEMIQUE Qualifie le fait qu'une espèce vivante soit exclusivement inféodée à une aire biogéographique donnée, en général de faible étendue.

ETIAGE Basses eaux (en période sèche)

ECOTONE zone de transition entre deux ecosystèmes.

ECOSYSTEME Ensemble des êtres vivants et des éléments non vivants, aux nombreuses interactions, d'un milieu naturel (forêt, lac champ, etc…) (Petit Larousse)

EXSURGENCE Apparition à l'air libre de rivières souterraines, typique des régions karstiques.

FACTEUR ABIOTIQUE Désigne tout paramètre physico-chimique du milieu, susceptible d'agir directement sur les êtres vivants et qui, par ses valeurs, conditionne le développement de toute entité écologique depuis l'individu jusqu'à l'écosystème tout entier. (Ramade(1993))

FISCHNETZ Programme de la Confédération Helvétique, nommé « Réseau Poisson » qui a pour but de déterminer la cause de diminution des populations de poissons en Suisse. (cf. www.fischnetz.ch)

GLISSEMENT TYPOLOGIQUE Modification du spectre typologique d'un cours d'eau. On parle de vieillissement lorsque la typologie crénique(amont, proche des sources) devient potamique (aval proche de l'embouchure) ou inversement de rajeunissement (Degiorgi et Raymond, 2003)

HEMOTOXIQUE Toxique pour l'hémoglobine (Globule rouge).

HOMING Retour instinctif d'un individu à l'endroit de départ d'une migration ou d'un déplacement quelconque.

ICHTYOFAUNE Ensemble des espèces du groupe des poissons(Degiorgi et Raymond, 2003)

INCISION Erosion verticale du lit d'un cours d'eau qui s'enfonce donc entre ses berges ; ce phénomène peut être dû à des mécanismes naturels ou provoqué par des pressions anthropiques sur le lit majeur ou le assin versant

INHIBITEUR Produit qui bride ou qui perturbe insidieusement une fonction physiologique dans un organisme ou le développement d'une espèce dans un peuplement.

KARSTIQUE (MILIEU/RELIEF) Milieu ou relief particulier aux régions dans lesquelles les roches calcaires forment d'épaisses assises, et résultant de l'action, en grande partie souterraine, d'eaux qui dissolvent le carbonate de calcium (CaCO3). (Petit Larousse)

LITHOSPHERERégion superficielle de la croûte terrestre d'une vingtaine de kilomètres d'épaisseur, constituée de roches solidifiées, sauf dans les zones d'intrusion du magma de l'asthénosphère. (Ramade (1993))

MACRO-INVERTEBRE Ensemble d'invertébrés visibles à l'œil nu et qui peuplent le fond des cours d'eau et des lacs : ce groupe comprend des mollusque, des crustacées, des sangsues, des vers, des insectes…(Degiorgi et Raymond, 2003)

MACROPHYTEPar opposition aux microphytes qui désignent les algues, les macrophytes sont les végétaux de grande taille, à racine, avec ou sans fleur, comme les nénuphars …(Degiorgi et Raymond, 2003)

MESOLOGIQUE Qui a rapport à l'environnement physique et chimique (par opposition à biologique)

METAZOAIRE Organisme présentant plusieurs cellules différenciées.

MICROAEROBIE (MILIEU) Milieu faiblement oxygéné.

MICROBIOTA Ensemble des organismes microscopiques.

NEUROTOXIQUE Toxique pour le système nerveux.

NICHE ECOLOGIQUE Place et spécialisation d'une espèce à l'intérieur d'un peuplement.(Ramade (1993)). Attention !!! Ne pas confondre avec l'habitat qui correspond aux emplacements particuliers où l'espèce considérée se rencontre, en quelque sorte à son « adresse » tandis que la niche correspond plutôt à sa « profession » qui regroupe son adresse et sa fonction (Niche = habitat + fonction).

PEUPLEMENT Ensemble d'espèces vivant dans un milieu et appartenant au même groupe taxonomique.(synonyme de communauté)

PHALARIS Plante vasculaire des milieux aquatiques nommée également « Faux-roseau ».

Q347 Débit que dépasse un cours d'eau durant 347 jours de l'année.

RESEAU HYDROGRAPHIQUE Ensemble des cours d'eau et des lacs d'une région.

RESSUYAGE (POINT DE) C'est lorsque les forces dues à la gravitation s'équilibrent avec les forces de rétention du sol (capillarité).

RETROCALCUL Estimation calculée de la taille d'un individu tout au long de ses stades de vie, à partir de mesures indirectes de marques de croissance sur ses tissus osseux.

RIPISYLVE Cordon boisé bordant les cours d'eau. (« Forêt des rives »)

ROCHE CARBONATEE Roche qui est formée essentiellement de carbonate(CO32-) (ex: Calcaire / Dolomie).

ROCHE CRISTALLINE Roche constituée de cristaux visibles à l'œil nu et formée, en profondeur, à partir d'un magma liquide (roche plutonique ou ignée) ou par recristallisation à l'état solide (roche métamorphique).

ROCHE-MERE Roche à partir de laquelle s'est constitué le sol.

RUISSEAU PEPINIERE Petite rivière qui est utilisée pour l'alevinage de poissons au printemps, afin de les récupérer au stade pré-adulte à l'automne par pêche électrique. Ces poissons servent ensuite à repeupler les cours d'eau de plus grand gabarit en espérant qu'ils deviennent grands.

SPECIATION Mécanisme sur lequel se différencient les espèces vivantes. (Ramade (1993))

SUBSTRATUM Ce qui sert de support, ce qui s'étend sous autre chose. (Petit Larousse)

TAXON Groupe taxonomique (systématique) de rang varié constitué par l'ensemble des entités qui répondent à des caractéristiques communes.(Ramade (1993))

TAXONOMIE classification des êtres vivants en différents groupes (répondant à des critères à la fois mophologiques, génétiques et écologiques), selon des niveaux emboîtés (principalement, par ordre croissant : espèce, genre, famille, ordre classé, embranchement)(Degiorgi et Raymond, 2003)

THALWEG Ligne de plus grande pente du fond d'une vallée, suivant laquelle coulent les eaux de surface. (Petit Larousse)

TURNOVER Anglicisme traduisant le renouvellement et la pérennité de la population d'une espèce donnée.

ZONE HYPORHEIQUE Ecotone entre la nappe aquifère souterraine et le réseau d'eau de surface situé sous le chenal d'un cours d'eau.

VIII-3 : Publications parallèles *(Cd-rom annexé)*

VIII-4 : Catalogue méthodologique *(Cd-rom annexé)*

VIII-5 : Données brutes *(Cd-rom annexé)*