

Rapport de stage pour l'obtention
de la 2^{ème} année de Master

***Actualisation des connaissances sur les populations d'apron
du Rhône (Zingel asper) dans le Doubs
- linéaire du futur Parc Naturel Régional franco-suisse -
Préconisations de gestion en faveur de l'espèce et de son milieu.***



Photos, 1ère de couverture : Mickaël BEJEAN, Maxime BOISMARTEL

REMERCIEMENTS

Sans l'aide de mes parents et de mes deux grands-pères, je n'aurais pas pu concrétiser tous mes projets d'études. Je n'aurais probablement pas acquis cette passion pour les rivières, et pour cela, je ne les remercierais jamais assez.

Mes prochains remerciements concernent tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail. Ils sont nombreux et mes excuses les plus sincères vont à ceux que je n'ai pas mentionné :

- en premier lieu, à François BOINAY, directeur du Centre Nature Les Cerlatez (CNC) pour son accueil, son aide et sa bonne humeur quotidienne dont je me souviendrais.
- à toute l'équipe du CNC et plus particulièrement Anna, Claire, Cathy, Magali, Guillaume, Maxime, Nicolas, Sébastien, Thomas et Sélina THOMAS pour qui l'apron n'était pas un but. Votre solidarité et votre bénévolat m'ont permis de concrétiser cette étude. Vous m'invitez au respect, un très grand merci à tous.
- à Patrice MALAVAU, garde-pêche de l'AAPPMA « La franco-suisse » pour sa disponibilité régulière sur le terrain et sa sympathie autant pendant qu'après le boulot.
- aux plongeurs bénévoles de la commission biologie subaquatique de la fédération française d'études et de sports sous marins (FFESSM) qui m'ont aidé à traquer l'apron dans le Doubs : Christine HASLER, Michel KUPFER (responsable DORIS du grand Est et vice-président de la commission biologie FFESSM inter régional Est), Denis MONMARCHE (chargé de travaux SMIX Loue) et à Mickaël BEJEAN (responsable de l'aquariologie au Muséum d'histoire Naturelle de Besançon). Merci pour ses échanges d'idées et pour cette grande collaboration sur le terrain.
- aux membres de la société suisse de pêche « La Gaule ». Merci à Didier BERRUEIX, Claude MIRONNEAU, Thierry CHRISTEN, Laurent CHAZOT pour leur contribution importante dans l'organisation et leur participation aux prospections.
- aux membres de la Fédération de Pêche du Doubs : Thomas PERRINE, Nicolas GUIBERT pour leurs aides sur le terrain et leurs conseils.
- aux membres du service départemental de l'ONEMA 25 : Patrick GINDRE et Mickaël PROCHAZKA pour leurs discussions sur cette étude et leurs participations aux prospections.
- à Christophe NOEL (inspecteur de la chasse et de la pêche de l'Office de l'environnement du Jura) ainsi qu'à Corinne LIENGME (responsable de projets de l'Association du Parc Naturel Régional du Doubs APNRD) pour leur disponibilité à travers différentes séances de travaux organisées.

- à Philippe RIAT (secrétaire général du WWF Jura) et au WWF Suisse pour leur collaboration précieuse aussi bien de jour que de nuit.
- à Lucienne MERGUIN (Pro Natura Jura) et Bastien AMEZ-DROZ de Pro Natura Suisse pour leur disponibilité et leur participation sans failles.
- à Luc TERRAZ (responsable faune aquatique au département faune flore habitat de la DIREN Franche Comté) pour ses précieux conseils.

Merci au WWWF Jura, Pro Natura Jura et à l'APNRD pour leurs soutiens financiers.

Enfin, mes derniers remerciements iront à tous les locaux et amoureux du Doubs qui ont su m'apporter témoignages et soutiens chaleureux pendant ces 6 mois.

...En espérant que le « Roi du Doubs » soit encore un peu...Patient.

SOMMAIRE

A- CONTEXTE DE L'ETUDE	7
I. Connaissances sur l'apron du Rhône (<i>Zingel asper</i>)	7
II. Présentation de la zone d'étude	12
B – MATERIEL ET METHODE	19
I. Méthodologie	19
II. Méthode de prospection	20
C – RESULTATS	28
I. les prospections nocturnes	28
II. les IBGN	32
D – DISCUSSIONS	35
E - PRECONISATIONS DE GESTION EN FAVEUR DES POPULATIONS D'APRONS ET DE SON MILIEU	38
I. Suivi des populations d'aprons	39
II. les actions de restaurations pour la libre circulation de l'apron dans le Doubs	41
III Actions sur les pressions de pollutions à l'échelle du l'apron dans le Doubs périmètre du PNR transfrontalier	43

RESUME

Cette étude concerne l'apron du Rhône (*Zingel asper*), poisson en voie de disparition et endémique au bassin hydrographique du Rhône. Elle vise à faire un état des lieux des populations d'aprons sur un tronçon du Doubs moyen de 92km, d'émettre des hypothèses sur sa présence et son absence dans des sites favorables et à établir des préconisations de gestion en faveur de l'espèce et de son habitat.

Ce linéaire de cours d'eau se distingue par un secteur amont franco-suisse de 39km, par la boucle suisse du Doubs de 30km et d'une partie aval française de 23km.

L'effort d'échantillonnage s'est étendu de mai à août 2009 au moyen de prospections nocturnes à la lampe frontale couplées à des plongées dans des zones profondes. Grâce à cette récolte de données, 23 aprons ont été recensés uniquement sur la partie suisse du Doubs. 3 sites sur 35 font l'objet d'une présence effective d'aprons : au pont de St Ursanne, au Go-Griat et à Tariche. Cependant 2 populations sont distinguées car les aprons de St Ursanne sont « deconnectés » de ceux de Go-Griat et Tariche plus en amont, par un seuil artificiel infranchissable.

Un programme quinquennal de préconisations de gestion sera piloté par un Observatoire franco-suisse de l'apron. Ce plan hiérarchise les actions de protection prioritaires comme par exemple celle de rendre continu le linéaire de rivière entre les 2 populations observées par l'aménagement du seuil de Saint Ursanne. Cet acte pourra profiter à la reproduction de l'apron, considérablement perturbée et déjà très fortement affaiblie, à en juger par la diminution de sa répartition originelle sur le Doubs comme sur l'ensemble du bassin hydrographique rhodanien.

Mots clés :

apron du Rhône, Doubs, prospections, préconisations de gestion, brassage génétique, Observatoire, survie.

ABSTRACT :

This study concerns the apron of the Rhône (*Zingel asper*), a fish facing extinction and endemic to the basin water system of the Rhône. It aims to report of the state of the apron populations on a segment of the Doubs averaging 92km, to put forward hypotheses on its presence and its absence in favourable sites and to establish some suggestions in terms of management in favour of the species and its habitat. This linear passage of water is distinguished by a Franco-Swiss section upstream of 39km, by the Swiss loop of the Doubs of 30km and one downstream French part of 23km.

The effort of sampling was carried out from May to August 2009 by a nocturnal research using headlamps coupled with diving in deep zones.

Thanks to this collection of this data, 23 apron have been recorded uniquely on the Swiss part of the Doubs, 3 sites out of 35 are object to a real presence of the apron: at the bridge of St Ursanne, the Go-Griat and at Tariche. Meanwhile 2 populations are set apart, as the apron from St Ursanne are "disconnected" from those of the Go-Griat and Tariche more upstream, by an impassable artificial sill.

A five-yearly program of recommended management will be driven by a Franco-Swiss Observatory on the apron. This plan organises in hierarchy the protective actions of utmost importance, for example those to render the linear segment of the river continual between the 2 observed populations by the development of the sill of St Ursanne. This act will benefit the reproduction of the apron, considerably perturbed and already much weakened, judging by the decrease of its original distribution in the Doubs and equally in the assemblage of the rhodanien basin water system.

Keywords :

apron of the Rhône, Doubs, researches, management suggestions, genetic mixing,
Observatory, survival.

Avant-propos

Le Centre Nature Les Cerlatez

Le Centre Nature Les Cerlatez (CNC) est né en 1993. C'est la Fondation éponyme de 1992 qui a créée cette structure et marque le départ du travail d'éducation à l'environnement dans les Franches Montagnes. Le CNC développe des activités en matière d'information, de recherches et de protection des zones humides et plus particulièrement sur les tourbières et la vallée du Doubs. Il joue également le rôle de Maison de la réserve naturelle de l'Étang de La Gruère (120ha).

Le CNC est composé actuellement de deux animatrices-nature (dont une biologiste), une secrétaire-comptable, et du directeur François BOINAY. Civilistes, stagiaires et chômeurs en insertion professionnelle viennent étoffer ce groupe d'employer.

C'est dans cet entourage professionnel, que ce travail sur l'apron du Rhône s'est accompli avec les apports réguliers de nombreux collaborateurs français et suisses spécialistes et passionnés du Doubs.

« Sans le Doubs, vous l'avouerais-je, le Haut-Jura serait borgne, manchot, boiteux. Il ne chanterait qu'à une voix, celle des altitudes, c'est-à-dire ne chanterait pas du tout. »

Jean-Marie Nussbaum

INTRODUCTION

Le Doubs est une large et mythique rivière de l'Arc jurassien. Une de ses particularités est sa complexité géographique. Le haut Doubs est français, puis son cours moyen est composé d'une partie frontalière franco-suisse avant de rentrer complètement dans le Canton Helvète du Jura. Ensuite il revient définitivement en France jusqu'à sa confluence.

Le tronçon frontalier et suisse serpente tantôt dans des gorges tantôt dans une vallée majestueuse dont la réputation écologique n'est plus à faire. Afin de valoriser et conserver ce patrimoine, un projet de Parc Naturel Régional transfrontalier est aujourd'hui engagé. En Suisse, l'association du parc naturel régional du Doubs (APNRD) est la structure porteuse de ce travail et a conçu une succession de projets pilotes pour la constitution de ce PNR dans l'optique d'une charte commune avec la France.

Le second projet de l'APNRD est de générer un concept de sauvegarde de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) dans le Doubs. Ce travail a été mandaté au Centre Nature Les Cerlatez.

L'apron ou « Roi du Doubs » est un poisson endémique au bassin hydrographique du Rhône. Cette espèce rare, discrète, reflète le côté mystérieux et préservé du Doubs. En France où le bassin versant du Rhône est le plus imposant, certains affluents comme l'Ardèche, abritent quelques populations d'aprons. Un premier programme européen LIFE-Nature coordonné par Réserves Naturelles de France (« Stratégie de conservation de l'apron du Rhône, 1998-2001 ») a permis de développer une stratégie de sauvegarde in situ de l'espèce, en étudiant son habitat et son cycle biologique. Un second programme LIFE-Nature, le LIFE apron II « Conservation de l'apron du Rhône et de ses habitats, 2004-2009 » (se terminant en Septembre 2009), basé sur le premier programme, a complété les connaissances sur la répartition de l'espèce et a surtout mener des opérations concrètes pour sa conservation. Opérations dont les aprons du Doubs en Suisse n'ont encore jamais obtenus bénéfices.

L'ensemble de ces recherches et actions a permis de mieux connaître et faire connaître ce poisson dont le mimétisme, les moeurs de vie nocturne, le faible enjeu halieutique et l'endémisme lui a conféré un caractère quasi légendaire.

Cependant tout n'est pas encore éclaircie notamment sur la phase de reproduction en milieu naturel, au stade pélagique, et sur ces modalités de déplacements. Toute nouvelle étude portant sur l'apron sur des secteurs encore non prospectés comme sur le Doubs frontalier et s'appuyant sur une bibliographie assez limitée (concernant des causes avérées sur son déclin) constitue un élargissement des connaissances générales sur l'espèce.

Peu connu du grand public, l'apron est strictement protégée à l'échelle européenne par la convention de Berne et est classée comme « espèce menacée d'extinction » dans la législation fédérale helvète et française. A ce titre, ces deux pays doivent participer activement à la protection de ce poisson.

Ce projet de l'APNRD est d'une extrême importance car il met en avant la santé de la rivière et en particulier une espèce emblématique dont l'aire de répartition s'est réduite considérablement ce dernier siècle, au point d'être proche de l'extinction dans le Doubs.

Bien qu'il soit focalisé sur une seule espèce, ce projet s'inscrit comme un outil visant à une meilleure compréhension des perturbations touchant l'ensemble des espèces aquatiques. De plus, ce projet met en lien les différents partenaires concernés de part et d'autre de la frontière et joue par conséquent un rôle fédérateur.

La présente étude vise à fournir aux autorités concernées des outils qui permettront d'assurer la préservation à long terme de l'espèce et applicables au linéaire du Doubs du futur PNR transfrontalier.

Ce travail s'articule autour de trois grands axes :

1- l'étude de la répartition actuelle de l'apron dans le Doubs du barrage du Châtelot jusqu'à St Hippolyte par l'actualisation des données existantes et par extension à des tronçons non encore étudiés

2- l'évaluation des facteurs probables perturbant les populations d'aprons, sur la base d'analyse de sites favorables à l'espèce par l'outil IBGN (indice biologique global normalisé)

3- l'élaboration de préconisations d'actions visant à la sauvegarde de l'espèce et de son milieu.

A- CONTEXTE DE L'ETUDE

I. Connaissances sur l'apron du Rhône (*Zingel asper*)

I. a) TAXONOMIE

Embranchement : Chordés
Classe : Ostéichthyens
Ordre : Perciformes

Famille : Percidés

Genre : *Zingel*
(Oken 1817, Cloquet, 1817)
Espèce : *asper* (Linnaeus, 1758)

(D'après Keith & Allardi, 2001)



**Figure 1 : apron du Rhône, Go-Griat, Doubs
(photo BEJEAN)**

L'apron du Rhône (figure 1) est un petit percidé endémique au bassin hydrographique du Rhône. Il appartient au genre *Zingel* tout comme 2 autres espèces reconnues en Europe : *Z. zingel* (Linné, 1766), *Z. streber* (Siebold, 1863) vivants dans le bassin du Danube.

Son nom « apron » provient probablement de l'âpreté de ses écailles et plusieurs noms vernaculaires lui sont attribués : Anadelo, Ane, Asse, Raste ou Varlet dans le Sud de la France (Ardèche, Provence).

« Roi du Doubs » est un nom employé dans l'arc Jurassien, faisant référence à la raideur de sa posture (« roide » ou « roué » en jurassien) (Monnard, 1944). Vallot (1836) fait référence au « Dauphin » ou encore « Sorcier ou Roi des poissons » dans la Saône, le Rhône ou encore l'Ain car selon les légendes et coutumes de ces régions, avoir un apron dans sa bourriche ou dans un vivier portait bonheur ou malheur à son possesseur.

I. b) MORPHOLOGIE

L'apron présente des caractères communs au genre *Zingel* décrit par CHEVEY (1925). Ainsi le corps est sub-cylindrique. Les écailles cténoïdes (*1), plus longues que chez la perche commune (*Perca fluviatilis*), petites et denticulées, présentent un aspect rugueux. Une double épine operculaire est présente. Comme observé par BOUTITIE (1984), le corps est allongé et fusiforme, débutant par une tête conique déprimée dorso-ventralement et s'effilant vers l'arrière. En arrière d'un museau nu, gros et arrondi, portant une bouche infère, se trouve une ligne latérale droite. Ces nageoires pelviennes et thoraciques sont fortes et rapprochées. Ces dorsales sont éloignées (caractère générique).

Même si la coloration est disruptive, permettant un camouflage et mimétisme quasi parfaits, les flancs sont traversés par 3 à 4 bandes en arrière de la première dorsale sur un fond gris cendré ou brun clair. L'ensemble s'assombrit avec l'âge (KEITH & ALLARDI, 2001). La taille de l'apron adulte varie de 13 à 20 cm en moyenne avec un poids et une taille mesurés maximum de 23 cm et 100g pour le plus gros individu.

I. c) BIOLOGIE

I. c) 1. Comportement

Sédentaire, benthique et adoptant une stratégie de camouflage, l'apron est essentiellement actif la nuit (PERRIN, 1988 ; LABONNE et al., 2003). À ce moment, il est d'ailleurs indifférent à l'agitation environnante (ADAPRA & DIREN, 1999) et attend posé sur le fond (LABONNE & GAUDIN, 2005). Le jour, seul quelques individus (en général de gros adultes), sûrs de leur homochromie, peuvent être visibles.

I. c) 2. Habitats

(D'après BOUTITIE, 1984, ADAPRA & DIREN, 1999)

L'apron du Rhône occupe originellement les rivières courantes à lit tressé ou chenalisé depuis la zone à ombre commun supérieure (*Thymallus thymallus*) à la zone à barbeau fluviatile inférieure (*Barbus fluviatilis*) d'après la zonation de HUET. L'apron occupe des rivières entre 30 et 450 m d'altitude en système siliceux ou karstique.

Il affectionne les zones alternant des écoulements lotiques et lenticules et produites par des successions de radiers, de fosses (de dissipation, d'affouillement ou de concavité), de plats lents (ou courants).

Le substrat des portions où l'espèce a été observée est composé d'un fond mélangé de galets et de graviers, avec parfois des blocs épars. Ces courbes de préférence révèlent, en outre, un habitat où les secteurs de grande granulométrie sont évités.

Les vitesses intermédiaires se situant autour de 0,2 et 0,5 m/s sont sélectionnées préférentiellement mais peuvent être plus fortes en période de reproduction, traduisant un besoin essentiel de zones lotiques comme les radiers (LABONNE & GAUDIN, 2000).

Tolérant des valeurs élevées de pH et de conductivité (rivières calcaires), c'est une espèce eurytherme supportant une large gamme de température. Un indice de polluo-sensibilité de 3,5 (gamme de 3 à 8) juste après l'ombre et le poisson-chat (*Ameiurus melas*) lui est assigné par VERNEAUX (1981).

I. c) 3. Alimentation

L'apron est un invertivore benthique et recherche dès le crépuscule, ses proies préférentielles : trichoptères, éphéméroptères, larves de diptères et gammarés localisées dans les zones rapides (CAVALLI et al. 2003). Il ne se nourrit pas systématiquement du taxon dominant et son alimentation fait l'objet d'une variabilité saisonnière marquée (MOULLEC et al. 2000). Aucune variation du taux de remplissage de l'estomac n'a été mise en évidence montrant que l'apron reste actif été comme hiver (CAVALLI et al., 2003).

Les trichoptères Hydropsychidae (>15%) et les éphéméroptères Baetidae (>50%), propres aux radiers, affleurant sur les galets sont les plus consommés en période estivale. Les gammars sont les moins consommés (CAZAUBON & GIUDICELLI, 1999 ; CAVALLI et al, 2003).

I. c) 4. Reproduction et croissance

La période de reproduction (maturation à ponte) s'étale de janvier à avril (PRADELLE, 2005). La maturité sexuelle est atteinte à 1 ou 2 ans pour le mâle, à 2 ou 3 ans pour la femelle. Son espérance de vie est de 3 ans et demi avec des records de longévité (en captivité) de 6 ans. C'est entre 11 et 14°C (LABONNE & GAUDIN, 2005) que les parades reproductrices sont observables de mars à avril, les mâles se positionnent sur les radiers en attente d'une femelle. L'éclosion d'un nombre d'œufs moyens fécondables évalué à 1200 ne se fait que par accumulation de degrés jours. En captivité, une température constante de 13,5°C a permis d'obtenir les premières éclosions sous quatorze jours après fécondation (PRADELLE, 2005). Les têtes de radiers et leurs extrémités aval sont préférées pour la reproduction et la croissance tandis que les plats et les zones trop rapides sont évitées (LABONNE & GAUDIN, 2006).

Les alevins, dont la taille à l'éclosion est d'environ 8 mm, migrent immédiatement vers les zones calmes comme les plages de sables rivulaires. Ils résorbent leur vésicule vitelline en 21 jours pour ensuite se nourrir de zooplancton et de petites larves de Chironomidae. Dans une eau de 13°C, la morphologie d'un apron adulte est atteinte après 50 jours. A ce stade, l'apron mesure 20 à 25mm et adopte alors des moeurs benthiques. À un an, il mesure en moyenne 6,5cm, à 2 ans 10cm et à 3 ans 13cm; sa taille excède rarement 20cm.

I. c) 5. Spéciation et génétique

RONDELET (1558) décrit l'apron, en premier, grâce à plusieurs individus capturés près de Lyon dans le Rhône. Peu de temps après, l'allemand GESNER décrivait une espèce similaire : *Zingel zingel*. Au cours des années 2000, la génétique permet de préciser les positions taxonomiques respectives de *Z. asper* et *Z. zingel* au sein des Percidés (LAROCHE et DURAND, 2004).

Si *Zingel asper* apparaît comme une espèce à part entière, elle se rapproche fortement des espèces *Z. zingel*, *Z. streber* vivantes dans le bassin du Danube (figure 2).

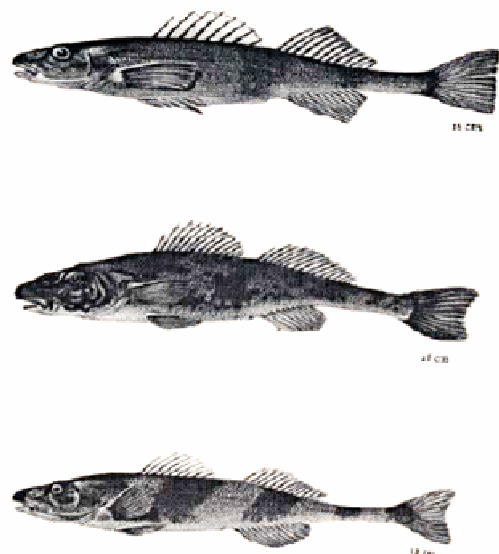


Figure 2 : illustration des trois espèces du genre *Zingel* (de haut en bas : *Z.asper*, *Z.zingel*, *Z. streber*), d'après MUUS & DAHLSTRÖM, 1981)

Avant le Pliocène (8 millions d'années), le Doubs était relié au Danube via l'Aar et l'actuel lac de Constance (CHANGEUX & PONT, 1995). Les plissements du Jura ont eu pour effet d'isoler une partie des individus du genre *Zingel* de leur aire danubienne pour différencier l'espèce *Z. asper* (STEINMANN, 1938).

Cette version est contestée par différents scientifiques. Selon eux, l'apron serait une espèce périméditerranéenne, s'étendant du bassin du Rhône aux Balkans et s'est réfugié dans le sud du bassin rhodanien à la suite des différents épisodes glaciaires. (KOTTELAT, in PRADELLE, 2005).

Sur l'ensemble du Rhône, une différenciation génétique significative a été détectée entre les populations des bassins de la Drôme, de la Beauce et de la Durance, probablement accentuée par le phénomène de fragmentation du milieu (LAROCHE & DURAND, 2004). Chaque population peut être considérée comme une unité de conservation spécifique. L'absence d'une telle différenciation au sein de chaque population témoigne d'un brassage de gènes et de flux normaux, en lien aux capacités migratrices de l'apron sur un linéaire assez long (LABONNE & GAUDIN, 2006).

I.c) 6. Distribution géographique et état des populations de *Z. asper*

L'apron se répartit initialement dans le Rhône et ses affluents. Il a pénétré dans toutes les rivières de régime nival (source au dessus de 1000 mètres) mais pas dans les affluents phréatiques. Aujourd'hui, le territoire de *Zingel asper* a fortement régressé depuis le début du 20^{ème} siècle (CHANGEUX & PONT, 1995). BOUTITIE le constata en 1984, à partir de diverses sources (enquête, relevés scientifiques,...) Perrin montra à partir de données obtenues en 1984 que les 2200km de cours d'eau colonisés initialement en 1900 se réduisaient à environ 380km dans les années 1980, soit 17 % du linéaire de départ (figure 3). Les données de ces dix dernières années font état de faibles effectifs dont quelques populations fonctionnelles sont identifiées sur la Loue, l'Ardèche, sur la Durance, la Beauce, la Drome et le Doubs (Life Apron II, ONEMA, 2006 et 2007).

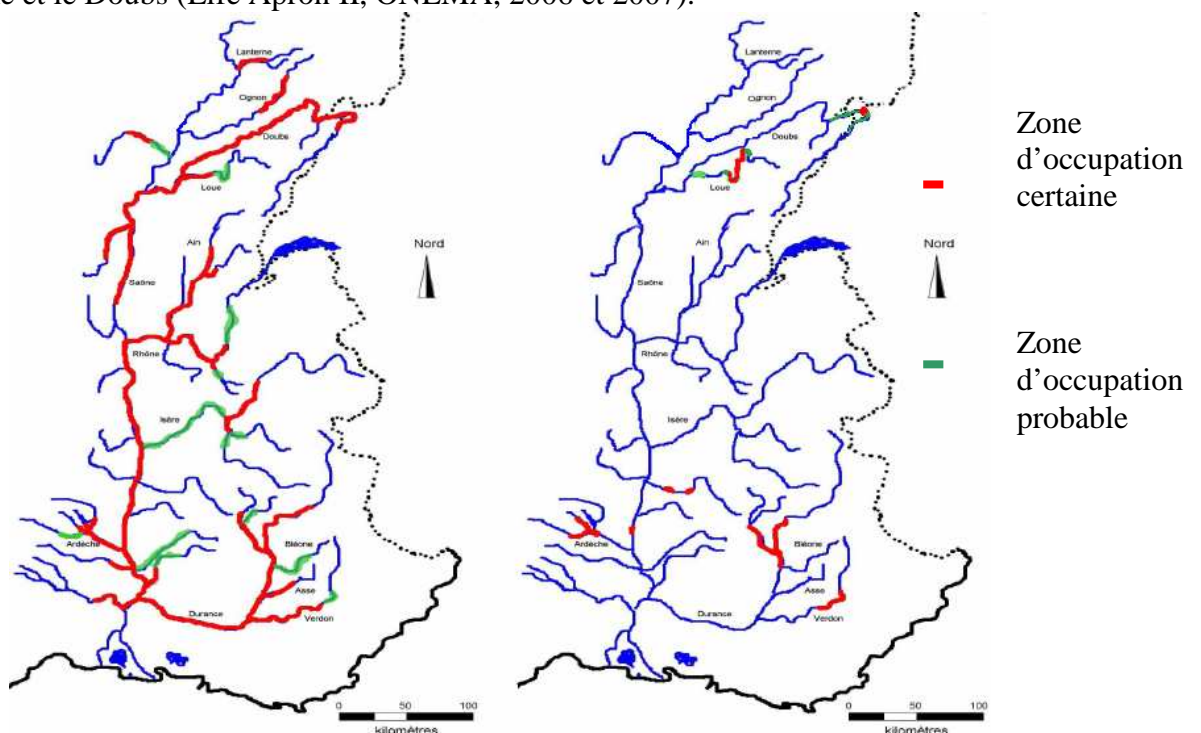


Figure 3 : évolution de l'aire de répartition de l'apron dans le bassin hydrographique du Rhône depuis 1900 (d'après BOUTITIE, 1984, réactualisé par BEAUDOU, 2004, RICHARD 2003 et SAINT-OLYMPE, 2005)

I. c) 7. Protection et statut de l'apron du Rhône

A l'échelle mondiale, la Liste Rouge UICN (Union Internationale de conservation de la nature) de 2006, classe l'apron comme espèce « gravement menacée d'extinction » (CR). Cette classification s'appuie sur les relevés d'abondance faisant état d'une zone occupée inférieure à 10 km². La Liste Rouge de la faune menacée en France classe l'apron dans la catégorie: « en danger ».

Statutairement, l'apron est protégé en France par l'arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire français (JORF du 22 décembre 1988). Il existe à ce jour, un seul arrêté de protection de biotope pour l'apron : il date de 1986 et concerne une portion de la rivière Asse dans les Alpes de Hautes-Provence.

L'arrêté du 9 juillet 1999 (JORF du 28 août 1999) précise que pour l'apron du Rhône, le prélèvement, la capture, le transport en vue d'une réintroduction dans la nature, ne peuvent s'effectuer que sur autorisation exceptionnelle et individuelle du ministre chargé de l'Environnement. L'apron du Rhône est en ce sens strictement protégé par la loi française.

L'arrêté interministériel du 22 décembre 1999 (JORF du 31 décembre 1999) fixe quant à lui les conditions de demande et d'instruction des autorisations exceptionnelles d'opérations portant sur des spécimens d'espèces protégées dont l'apron du Rhône dans ses articles 5 et 6.

En Suisse le statut de protection de l'apron est traité dans l'Ordonnance du 24 novembre 1993 relative à la loi fédérale sur la pêche (OLFP) en annexe 1 dans laquelle il est classé poisson menacé et strictement protégé.

Au niveau européen, l'apron est inscrit aux annexes II et IV de la directive "Habitats Faune-Flore" n°92/43/CEE du Conseil du 21/05/92 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages (DANANCHER et al, 2008). L'annexe II concerne les espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation. L'annexe IV concerne les espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.

L'apron est aussi cité à l'annexe II de la Convention de Berne du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (JORF du 28/08/1990 et du 20/08/1996). Cette annexe concerne les espèces de faune strictement protégées.

II. Présentation de la zone d'étude

II. a) GENERALITES SUR LE DOUBS

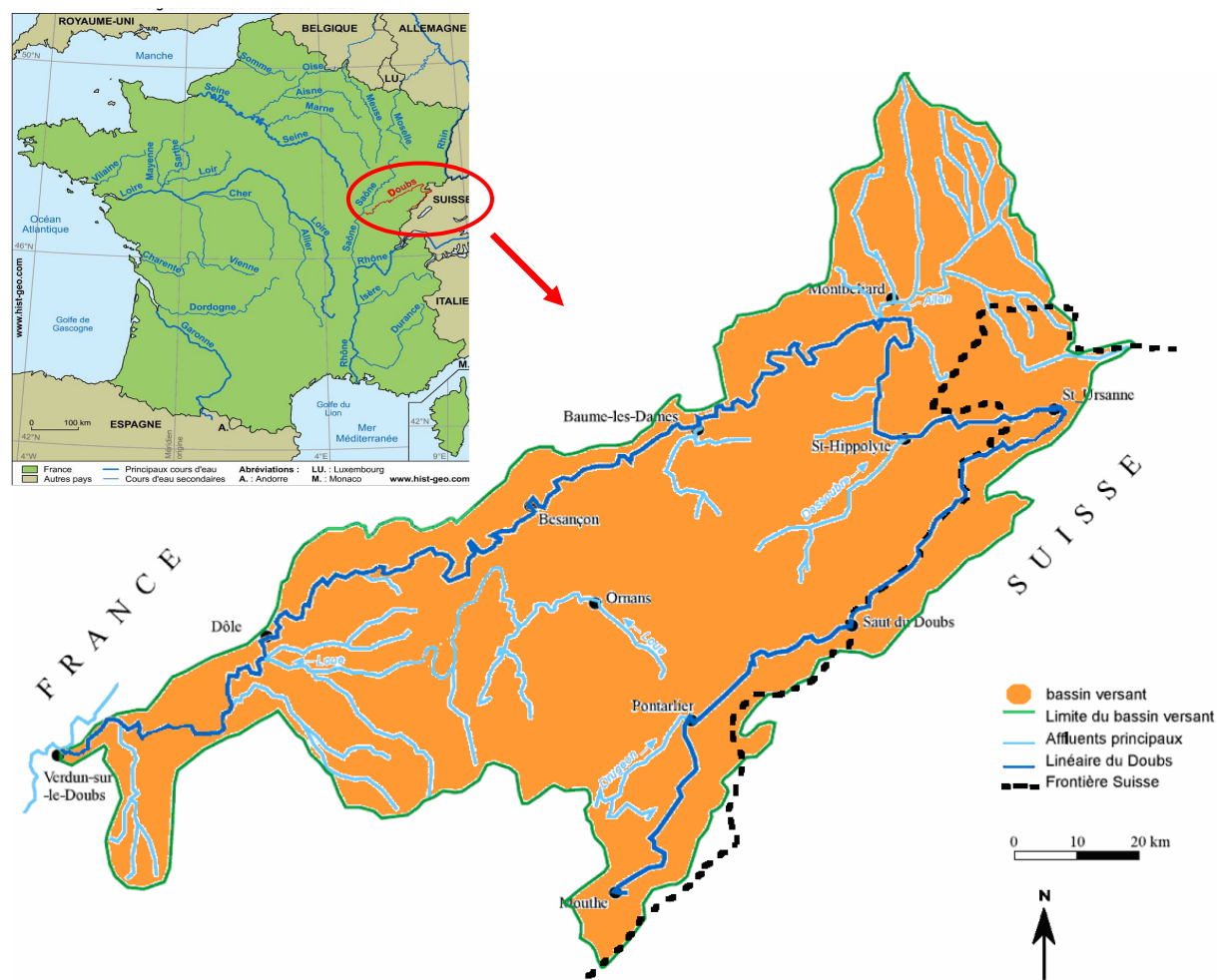


Figure 4 : localisation du bassin versant du Doubs

Le Doubs est une rivière du Massif jurassien et est influencée par un climat continental (été chaud et sec avec orages violents ; hiver froid et enneigé). Il prend sa source à Mouthé (25) à 937m d'altitude et se jette 458 km plus loin (figure 4), dans la Saône à Verdun sur le Doubs (71). La distance à vol d'oiseau de la source à l'embouchure n'est que de 90 km.

Il traverse et alimente le lac Saint-Point, avant d'atteindre la ville de Pontarlier. Il compte 5 affluents principaux que sont le Druegon, le Dessoubre, l'Allan, le Cusancin et la Loue (résurgence du Doubs).

La superficie totale du bassin versant est de 7500 km² pour un module annuel variant de 21 à 1430 m³/s à Besançon.

Le bassin versant, essentiellement de moyenne altitude, s'étend surtout sur des assises calcaires perméables, ce qui explique la manifestation de nombreux phénomènes karstiques : circulation souterraine, pertes, résurgences, emposieux ou dolines. Cette perméabilité confère au régime hydrologique une irrégularité et une variabilité marquée. Ainsi, les pluies provoquent des réactions soudaines et brèves. À Occourt, dans le Jura suisse, le débit du Doubs peut varier de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ à $350 \text{ m}^3/\text{s}$.

II. b) LOCALISATION DU LINEAIRE D'ETUDE

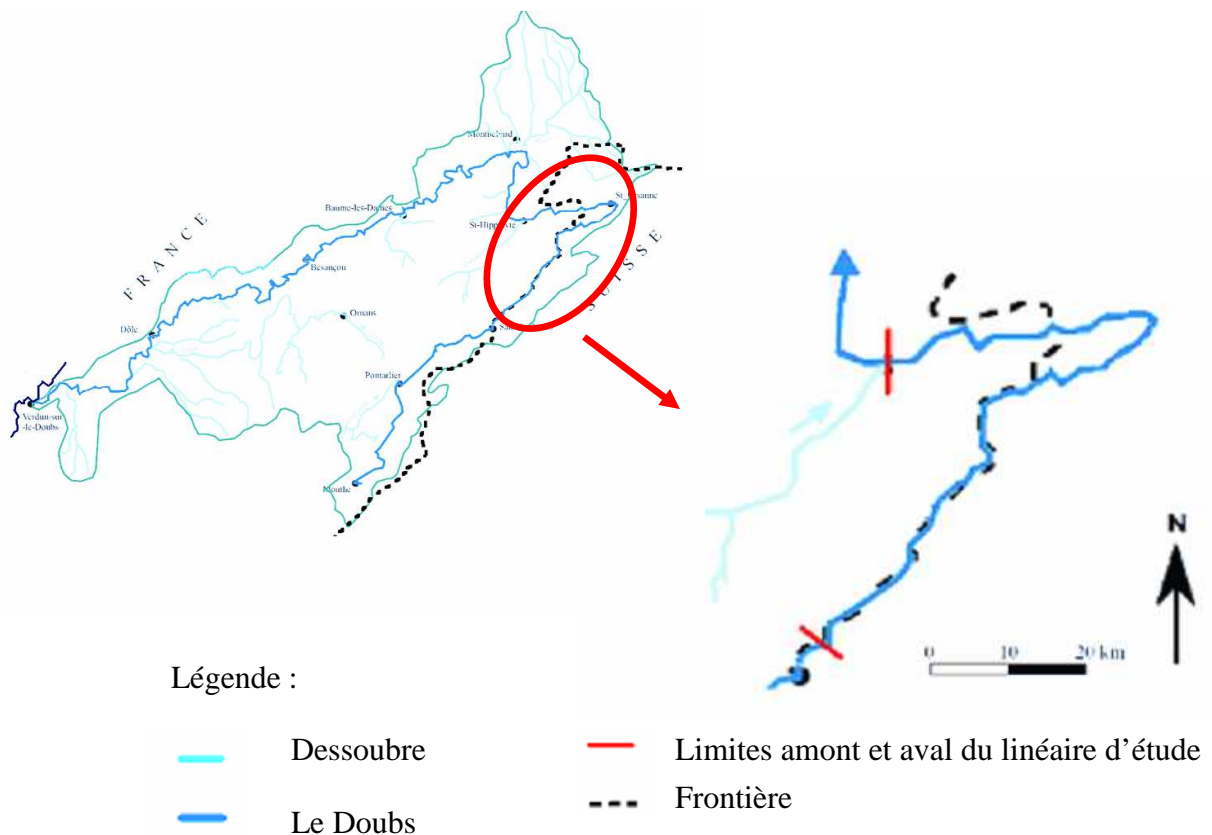


Figure 5 : localisation du linéaire d'étude

L'étude se limite à une partie du Doubs moyen (figure 5) du barrage du CHÂTELOT (amont) à St HYPPOLITE (aval). Cette partie abritait autrefois dans son intégralité l'apron du Rhône. Le secteur correspond aujourd'hui au territoire du futur Parc naturel régional franco-suisse du Doubs.

Le linéaire d'environ 92km se distingue en 3 zones : le Doubs frontière en amont de 39,42km, la boucle suisse de 30,40km et une partie aval française de 23km s'arrêtant à la confluence avec le Dessoubre.

Le territoire est caractérisé par des précipitations abondantes d'environ 1200 mm/an. La pente du lit de 1 à 20% est très variable et confère à la rivière une riche diversité d'écoulement.

Cette portion du Doubs de 15 à 50m de large, reste localement une rivière à dynamique active avec des érosions latérales marquées, des recoupements de méandres et des créations de nouveaux bras morts. Son intérêt écologique est à la hauteur de sa dynamique localement exceptionnelle et l'apron est un des bijoux écologiques de cette rivière.

II. c) OCCUPATION DU SOL ET ACTIVITES

L'occupation du sol sur le territoire d'étude est majoritairement rurale où la forêt domine largement et est parsemée de zones de pâturages et prairies de fauches. Les cultures intensives de maïs et blé dans la vallée représentent un très faible pourcentage et sont par conséquent bien localisées : région de Soubey (Jura) notamment. Ces prairies de fonds de vallées sont par ailleurs quasiment toutes drainées.

L'agriculture des plateaux et de la vallée jurassienne est orientée principalement vers l'élevage bovin, équin et vers la production laitière pour le fromage (Comté, Gruyère, Tête de Moine,...). La sylviculture représente également une source de revenus importante pour les communes montagnardes (sapins, épicéas).

Le tourisme sur le territoire est familial avec les monts du Jura qui assurent une activité touristique estivale et hivernale importante. Il se distingue dans la vallée du Doubs par un tourisme très développé par la pêche (la « truite zébrée du Doubs » et la pêche à la mouche ont une grande réputation) mais aussi par d'autres activités récréo-touristiques comme la randonnée, le canoë,...

II. d) DEMOGRAPHIE

L'urbanisation de la zone d'étude est localisée essentiellement au Sud par les villes de la Chaux-de-fonds (36 713 habitants au recensement 2008) et Le Locle. Le reste du territoire est surtout composé de petites communes de moins de 2000 habitants.

La densité moyenne de population est faible (50 hab/km²). Ce chiffre laisse penser à une pression de pollutions domestiques faible. Pourtant de nombreux logements essentiellement ruraux et souvent proches du Doubs sont aujourd'hui encore dépourvus de système d'assainissement (Figure 6).

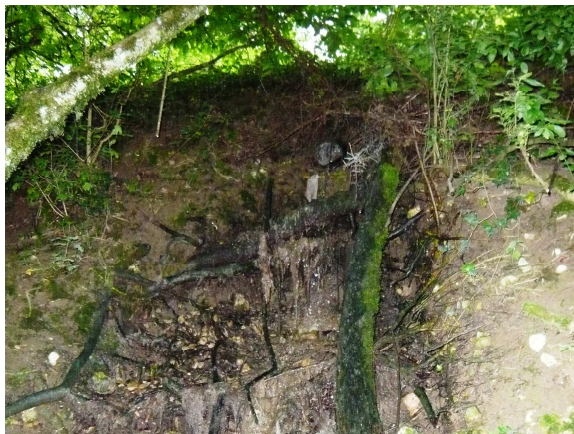


Figure 6 : rejet domestique « sauvage » dans le Doubs à Goumois suisse (photos MB)

II. e) GEOLOGIE

Le bassin versant est défini par une forte circulation souterraine de l'eau. La géologie est caractérisée par la présence des grandes assises calcaires perméables du Jurassique supérieur et du Jurassique moyen, intercalées de niveaux marneux imperméables (le Lias, l'Oxfordien et le Séquanien marneux étant les plus importants).

La vallée profondément encaissée du Doubs draine les formations perméables qu'elle entaille et entraîne l'apparition des sources vauclusiennes (ex : au Moulin du Plain). L'importance de la circulation souterraine dans les calcaires est en outre attestée par les nombreuses dolines, gouffres et grottes, et par les vallées sèches (dépressions de Ferrière-le-Lac, Trévillers).

Malgré des précipitations abondantes, cette circulation karstique importante appauvrit les agglomérations placées sur les plateaux élevés du bassin versant (environ 1000m d'altitude).

Aux résurgences, à débit parfois important mais très variable, s'ajoutent les sources plus modestes qui s'écoulent au pied des pentes d'éboulis.

La géologie du secteur d'étude est favorable à une exposition rapide aux graves pollutions domestiques, ou encore d'une agriculture exagérément intensive et aux industries particulièrement polluantes.

II. f) HYDROMETRIE

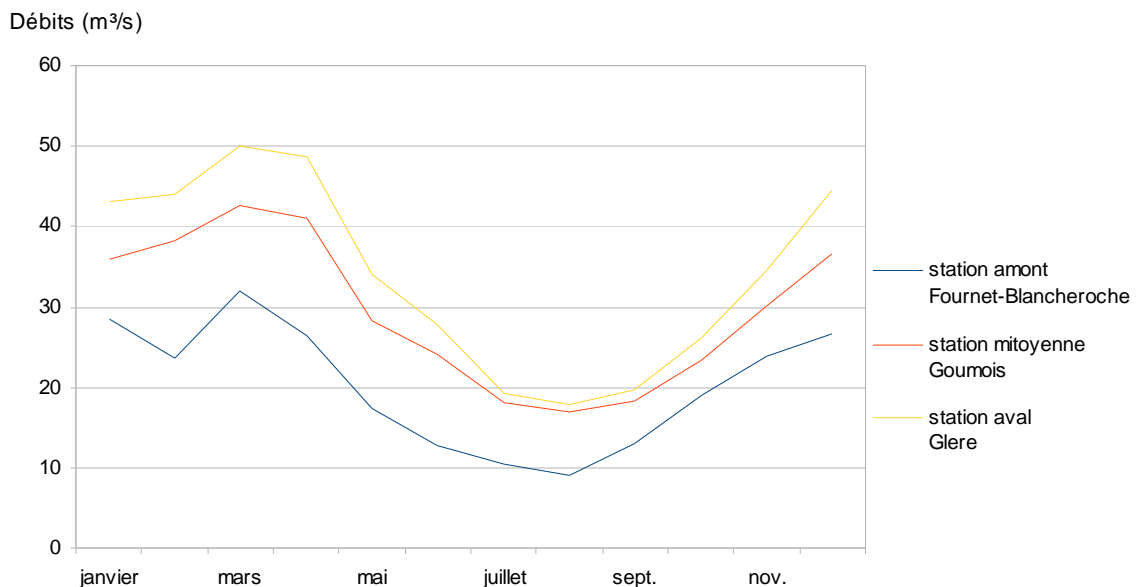


Figure 7 : graphique des débits moyens mensuels du Doubs (données relevées des 18 dernières années) de 3 stations hydrométriques françaises

La figure 7 met en évidence que le début de printemps correspond à un épisode de crue marquée par les débits d'environ 30 m³/s en amont pour 50 m³/s en aval. A l'inverse, le mois d'août correspond aux valeurs d'étiages avec un débit moyen mensuel amont de 9 m³/s, pour 18 m³/s à Glère (FR).

II. g) AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

Les 92 kilomètres de linéaire d'étude sont très fortement morcelés par l'influence de 13 seuils transversaux artificiels et infranchissables par l'apron.

Le premier, en amont, est le barrage hydroélectrique du Châtelot (figure 8) géré par la Société des Forces Motrices du Châtelot (société franco-suisse). Mis en service en 1953, ce barrage voûte fait 74m de haut et retient un volume d'eau de 16 Millions de m³ soit une retenue de 2,5km (45ha), la « retenue de Moron ». Sa cote supérieure se situe à une altitude de 716 m. Il alimente l'usine du Torret 3,8km plus bas (tronçon court-circuité). La capacité de production de cette centrale est de 30MW et en fait d'elle la plus importante dans la vallée du Doubs. Elle répond à l'appel d'énergie neuchâteloise et française.

Au droit de cette centrale, un seuil transversal (annexe 1) avec une échancrure rectangulaire est présent et la hauteur de chute ne permet pas le franchissement de l'apron.

Ce barrage est la limite amont de cette étude car même si l'aire originelle de répartition de l'apron s'étendait jusqu'au Saut du Doubs (chute naturelle de 27m) en amont, la création de la retenue de Moron rend le secteur définitivement défavorable à l'espèce.



Figure 8 : photos du barrage voûte du Châtelot (<http://www.les-planchettes.ch/>)

Environ 7km plus loin à la Rasse, deux seuils d'ancien moulin espacés de 75m sont tous les deux des obstacles au franchissement piscicole (annexe 1).

En aval de ceux-ci, le Doubs frontalier est encore soumis à 2 barrages hydroélectriques. Le barrage du Refrain (EDF) créant une retenue de 2,7km (38ha) alimente une usine (11MW) 3km plus bas et le barrage de la Goule (Société des Forces motrices de la Goule suisse) produisant un plan de 1,1km (12ha) pour une centrale 800m plus bas. Ces 2 seuils de 8.9m de haut (gestion par écluses) pour le premier et 3.8m (gestion au fil de l'eau) pour le second sont une fois de plus dépourvus d'aménagements offrant une liberté de circulation piscicole (annexe 1).

Ces trois barrages hydro-électriques perturbent considérablement le régime hydrologique journalier du Doubs avec des écluses brutales. A l'aval de la restitution, on assiste simultanément à des variations très brusques des hauteurs d'eau et des vitesses de courant. L'impact sur la flore et la faune aquatiques varie en fonction de la morphologie des fonds. Par exemple en 2 heures, le débit peut passer de 2m³/s à 28m³/s en aval de l'usine du Châtelot pour un marnage maximum d'environ 45cm (rapport suivi hydrologique du Doubs DIREN Fr-Comté, 2008).

Le reste du linéaire d'étude est morcelé par seuils d'anciens moulins (tableau 1 et visibles en annexe 1) ou d'usine hydroélectrique désaffectée (Theusseret, Doubs frontière, Bellefontaine, CH) et par deux barrages EDF productifs totalement infranchissables sur le secteur français.

Tableau 1 : caractéristiques des seuils depuis Goumois jusqu'à St Hyppolite.

Seuils Amont/aval	situation	hauteur	franchissabilité de l'apron	fonction actuelle du seuil	distance / seuil précédent
Theusseret	doubs frontière	3,50m	aucune	patrimonial	3800m
Moulin du Plain	doubs frontière	4m	Faible en forte crue	patrimonial	6500m
St Ursanne	boucle suisse	2,70m	aucune	concession micro-centrale	25000m
Bellefontaine	boucle suisse	7m	aucune	aucune	4780m
Occourt	boucle suisse	2m	aucune	patrimonial	1750m
Vaufrey	France	14m	aucune	production EDF	15000m
Grosbois	France	10,50m	aucune	production EDF	5770m

II. h) HISTORIQUE DE L'APRON DANS LE DOUBS ET BILAN DES PROSPECTIONS

(Extrait du rapport CSP sur l'État des populations d'apron (*Zingel asper*) en région Franche-Comté, RICHARD 2003)

L'apron était présent sur le Doubs (renvoi figure 3) de l'amont de Goumois jusqu'à sa confluence avec la Saône (VERNEAUX, 1966). Le spectre typologique de ce percidé, établi par VERNEAUX en 1973 s'étale de B4 à B8 soit un linéaire d'environ 400km, de la confluence au Saut du Doubs. Potentiellement, le linéaire au dessus de Goumois (Verneaux, 1981 ; BOUTITIE, 1984) jusqu'au Saut du Doubs (limite amont naturellement infranchissable), est par conséquent, typologiquement favorable à l'espèce mais aucun témoignage démontrant sa présence sur ce secteur n'a été trouvé dans la littérature.

Les captures d'aprons dans le cours moyen et inférieur du Doubs étaient assez régulières (VERNEAUX 1973). Selon le même auteur, il aurait disparu du cours moyen après la seconde guerre mondiale et la dernière capture remonte à 1936 à Osselle.

Le secteur du Doubs à partir de la confluence avec la Loue présente un fort potentiel pour l'apron. Toutefois, aucune capture est recensée sur la station RHP de Molay et prospectée depuis 1996. Un apron a été observé en 2001 par un pêcheur amateur aux engins sur la portion bourguignonne de la basse vallée du Doubs sur la commune de Fretterans.

Plus en amont, si l'espèce est sans doute absente des secteurs en retenue entre le Dessoubre et l'Allan, rien n'exclut sa survie dans les zones lotiques intermédiaires.

Actuellement, l'apron est toujours présent au niveau de la boucle suisse du Doubs, et probablement sur la basse vallée, à partir de la confluence avec la Loue, où l'espèce y était observée de manière très sporadique.

- **La boucle helvétique du Doubs :**

C'est dans cette portion suisse du Doubs, appelé « Clos du Doubs », que l'apron semble être en plus forte densité sur ce bassin.

Le rapport s'intitulant « concept de protection de l'apron du Rhône » (AQUARIUS, 1999), basé sur des observations de 1994 à 1997, montre une extrême faiblesse des populations d'apron dans le Doubs suisse.

L'Office fédéral de l'Environnement a mandaté le bureau AQUARIUS (Neuchâtel) afin d'effectuer un monitoring allégé des effectifs de ce poisson durant 8 années (2000 à 2008). Pour compléter ce monitoring par des investigations supplémentaires, l'Office de l'environnement jurassien a mandaté ce bureau d'étude pour des campagnes complémentaires débutées en 2006.

Le rapport de synthèse (AQUARIUS, 2006) fait état de deux journées d'observations en plongée le 11.09.2006 et le 27.10.2006. 8 individus ont été identifiés sur 3 des 8 sites prospectés (figure 9) : 1 à Bellefontaine (taille : 22cm) ; 4 à Tariche (14, 17, 20 et 20cm) et 3 à la charbonnière (3, 25 et 27cm).

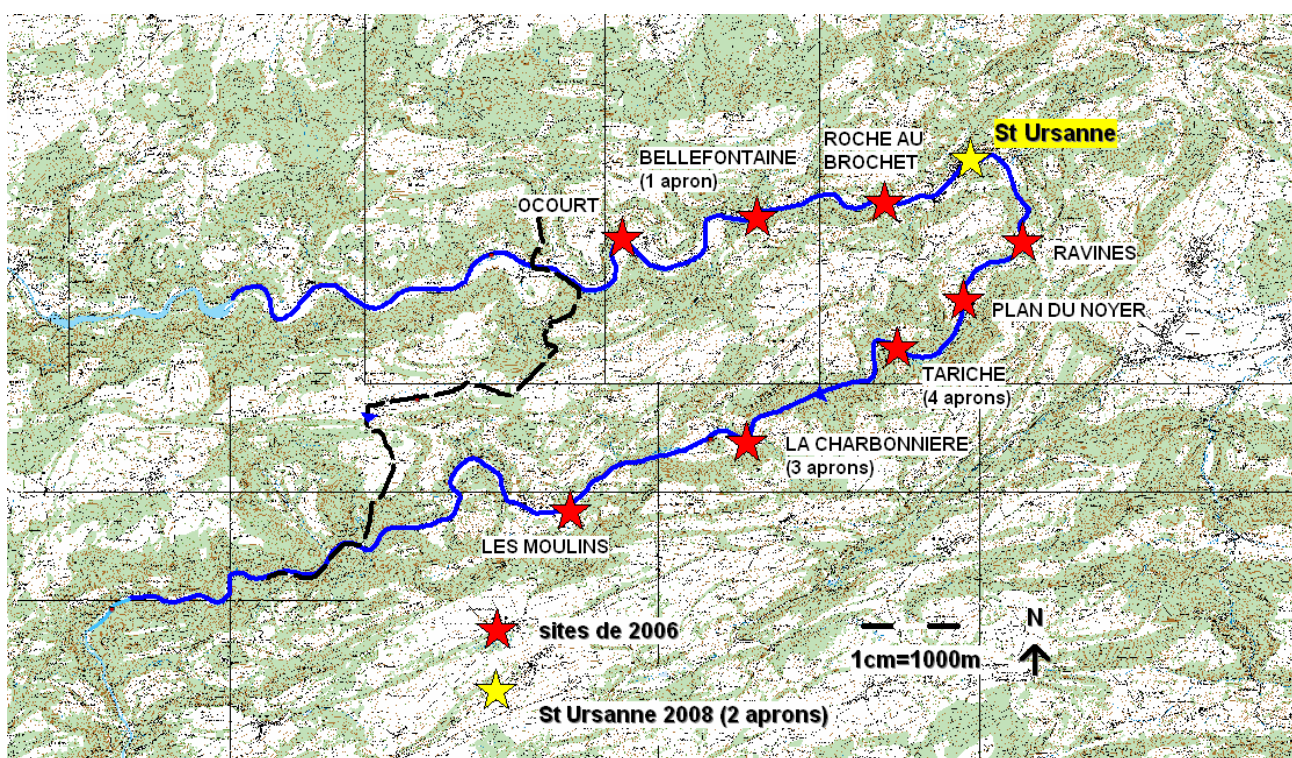


Figure 9 : localisation des observations d'aprons en 2006 et en 2008 (rapport de synthèse AQUARIUS, 2006 et Pro Natura 2008)

Ce rapport met en exergue une tendance générale à la diminution du nombre d'individus au sein des stations ayant fait l'objet d'un suivi régulier de 2000 à 2006, hormis à le site de Tariche où les effectifs d'aprons augmentent.

Les observations de 2008 ont été réalisées sur 5 sites (3750m cumulés) au Clos du Doubs le 8 octobre 2008 par des organismes suisses (FIBER, Pro Natura, Sociétés de pêche) et français (Fédération de pêche 25, SD ONEMA 25). Seulement 2 aprons (15 à 20cm) ont été observé cette nuit là, au niveau du pont St Jean-Népomucène à Saint Ursanne (figure 9).

B – MATERIEL ET METHODE

Cheminement méthodologique du projet

La progression méthodologique répondant à l'ensemble de ce projet peut se distinguer en 7 phases :

- recherches bibliographiques
- reconnaissance de l'espèce en conditions réelles
- exploration du linéaire d'étude
- choix des sites de prospection
- inventaires des populations d'apron
- comparaison de 2 sites (avec présence et absence d'apron) par l'IBGN
- traitement et analyse des résultats
- détermination d'actions prioritaires en faveur de l'espèce et de son milieu

I. Méthodologie

I. a) RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Dans un premier temps, acquérir des informations sur l'apron et la zone d'étude est indispensable pour comprendre le fonctionnement du Doubs et pour s'imprégner des exigences de l'espèce, de sa biologie, de sa répartition, de son comportement,... De nombreuses recherches bibliographiques ont alimenté cette étude au fil de son accomplissement.

I. b) RECONNAISSANCE D'APRONS SUR LA LOUE

Avant d'effectuer la phase d'échantillonnage dans le Doubs, un entraînement à l'observation d'apron a été réalisé sur La Loue (25) à Quingey où y vit une population bien établie. Les intérêts de cet exercice ont été de :

1. mettre en application le protocole d'échantillonnage
2. anticiper des confusions possibles avec d'autres espèces
3. localiser par soi-même plusieurs individus grâce à la réflexion des yeux du poisson
4. identifier le type d'habitat correspondant aux exigences de l'apron.

I. c) IDENTIFICATION DES SITES DE PROSPECTIONS

L'étape d'identification des sites de prospection est importante parce qu'elle conditionne la qualité de l'effort d'échantillonnage.

92 km de linéaire de cours d'eau ont été explorés par dévalaison dans le but de choisir les sites les plus propices à l'accueil d'apron.

Le choix s'est donc fait en fonction des exigences du poisson en terme de vitesse, hauteur d'eau, substrat préférentiels) couplées à une hétérogénéité la plus intensive possible de faciès d'écoulements (grille de détermination des faciès d'écoulement MALAVOI et SOUCHON, 2002 extrait en annexe 2).

Les sites de prospections correspondent donc à des tronçons où le poisson n'a pas encore été recherché notamment sur le secteur frontalier de la zone d'étude et qui fait originellement parti de son aire de répartition (VERNEAUX, 1973). Ces tronçons d'observation correspondent également aux lieux (boucle suisse du Doubs) où l'apron a déjà été observé plusieurs années auparavant jusqu'en 2008.

I. d) CARACTERISTIQUES DES PROSPECTIONS

Avant chaque prospection, les sites sont caractérisés sommairement dans une fiche technique (annexe 3). La séquence des faciès d'écoulements et le recouvrement en substrat sont notamment identifiés. Tous ces paramètres sont complétés pendant la phase de prospection par prise de mesure des températures, du débit moyen, du degré de colmatage,...

La reconnaissance des sites de prospections est complétée par la mesure des coordonnées GPS des limites amont aval et par l'identification de l'accessibilité de chacun.

II. Méthode de prospection

L'apron peut être observé plus ou moins facilement le jour ou la nuit mais étant essentiellement d'activité nocturne, les prospections diurnes sont bien moins révélatrices des populations effectives. Seuls quelques gros adultes figés au fond sont visibles le jour (avec un œil averti), faisant entièrement confiance en leur camouflage, alors que la plupart des aprons sont cachés dans le substrat.

En France la prospection à la lampe frontale est la technique privilégiée alors qu'en Suisse les observations se faisaient par plongées diurnes. Les plongées sont une technique complémentaire des prospections à pied bien qu'elles doivent être effectuées la nuit afin de se rapprocher au mieux des effectifs d'aprons.

De part ces divergences de pratiques franco-suisse, d'une morphodynamique complexe du Doubs, et par l'absence de protocole authentifié sur ce secteur, déterminer une méthode d'échantillonnage applicable à cette portion de rivière était nécessaire.

Le protocole ci-dessous s'applique la nuit et s'articule autour de deux modes d'observations :

- la prospection à pied à la lampe frontale
- la plongée au phare

Remarque : les pêches électriques sont connues pour être moins efficaces sur les espèces benthiques comme l'apron et sont grandement affectées par la profondeur du milieu. Elles demandent également une plus grande organisation surtout pour une rivière aussi large que le Doubs. Par cette somme de contraintes, elles n'ont pas été retenues pour rechercher l'apron.

II. a) PROSPECTIONS NOCTURNES

II. a) 1. Prospection à la lampe frontale

Mise au point par J.F. PERRIN et J.M. FATON en 1996, la prospection nocturne à la lampe frontale consiste à localiser les individus, par réflexion de leurs yeux avec le faisceau lumineux projeté. Cette méthode est spécialement adaptée à l'apron car ce poisson a des yeux contenant une importante quantité de guanine et reflètent bien la lumière (figure 10).



Figure 10 : reflet de l'œil d'apron, à Tariche, le 12 juillet 2009 (photo MB)

L'action de prospection consiste à balayer dans un angle de 180° devant soi avec une lampe frontale dans un rayon de 2 à 5m maximum. Ce balayage est dépendant de la puissance de la lampe, de la transparence de l'eau, des conditions d'écoulements et du nombre de personnes disponibles. Les observateurs avancent à la même vitesse, en ligne, vers l'amont (figure 11).



Figure 11 : prospection à la lampe frontale, à Brémencourt le 2 juillet 2009 (photo MB)

II. a) 1. 1. Conditions limites d'application

Le respect de ces conditions définit l'efficacité et l'homogénéité de l'échantillonnage.

- pas de précipitations, ni de vents supérieurs à 2 Beaufort pendant l'échantillonnage. Les gouttes d'eau et le vent créent des perturbations à la surface de l'eau néfastes à toute bonne observation.
- température supérieure à 14°C, seuil maximal de reproduction de l'apron. Cette condition est utile pour ne pas piétiner les frayères d'aprons potentielles et existantes.

- 4 à 8 personnes maximum : un nombre supérieure à 7 pour une largeur de 40m parasite l'échantillonnage notamment par le chevauchement des faisceaux lumineux.

- une turbidité de l'eau la plus faible possible, c'est-à-dire une transparence de l'eau en débit d'étiage.

- un débit journalier du Doubs inférieur ou égal à $8\text{m}^3/\text{s}$ est la limite maximale de prospection. Au-delà, l'échantillonnage n'est pas optimisé à cause des vitesses d'eau importantes et les répercussions de celles-ci sur la transparence. Mais c'est aussi d'un point de vue sécuritaire qu'il ne vaut mieux pas dépasser ce débit d'eau pour les observations.

- le niveau d'eau requis est dépendant de la turbidité et de la vitesse du courant. La hauteur d'eau ne peut être définis au préalable car, malgré l'évidence que ce type de prospection suppose d'avoir pied, tantôt l'observation se fera dans 1m de fond sans grandes difficultés d'avancement à contre-courant et de visibilité, tantôt elle sera difficile dans un radier peu profond, rapide, dont la surface de l'eau est ridée (influence du substrat) et chargée en sédiments.

Cette technique est efficace dans une eau claire, peu profonde ayant une surface lisse car les rides rapprochées d'un radier caractérisé par des vitesses rapides parasitent le réfléchissement de la lumière.

II. a) 1. 2. Faciès d'écoulements préférentiels

Les sites de prospections à pied sont caractérisés par une hétérogénéité de faciès d'écoulements :

- chenaux lenticules et lotiques
- plats lenticules et courants peu profonds
- rades hydrauliquement peu perturbés à fréquence de rides faible

II. a) 1. 3. Matériel requis pour un observateur

- Lampe frontale puissante à plusieurs leds
- Une paire de wadders (botte pantalon)
- Un gilet de sauvetage léger
- Support et fiche de prospection standardisée
- Epuisette rectangulaire graduée

II. a) 1. 4. Avantages de la méthode

Cette technique est assez discrète, simple et facile à mettre en œuvre même sur une rivière à fort gabarit comme le Doubs (largeurs de 20 à 45 mètres sur certains sites). Les faibles exigences en matériel impliquent des coûts peu élevés.

Sa facilité de mise en œuvre induit donc des longueurs de prospections plus importantes et un enchaînement aisé des sites par rapport à la plongée. Elle est donc facilement renouvelable.

II. a) 1. 5. Inconvénients de la méthode

Malgré sa grande efficacité, la prospection à la lampe frontale ne permet pas d'inspecter tous les habitats de l'apron. Les mouilles en aval de radiers supérieures à 1,50m ne sont pas vérifiées ainsi que les zones inférieures à 1,50m caractérisées par des rides de surfaces importantes néfastes aux observations hors de l'eau. Le site n'est pas toujours échantillonné à 100% dans le cas où la visibilité est faible.

Enfin cette méthode dépend trop des mauvaises conditions météorologiques influençant visibilité, courant, hauteur d'eau.

II. a) 2. Prospection en plongée

La plongée se fait également la nuit et bien souvent dans la continuité de la prospection à la lampe frontale pour les nombreux sites requérant les deux techniques (figure 12).

Chaque plongeur suit et/ou poursuit le transect établi par les prospecteurs à pied et balaie à 180° le fond de la rivière avec un phare subaquatique puissant. Cette méthode est peu discrète mais l'apron étant un poisson peu farouche, les plongeurs n'ont aucune difficulté à l'approcher (figure 13).



Figure 12 : photo d'une prospection en plongée, site des Champs Mandeures, 2 août 2009



Figure 13 : aprons observés en plongée, Go-Griat, le 12 juillet 2009 (photos BEJEAN).

En revanche, contrairement à la prospection à pied, l'apron est directement identifié car l'œil ne reflète pas la lumière du phare subaquatique puissant.

Les plongeurs sont guidés par deux personnes à la lampe frontale près des rives. Cet accompagnement est nécessaire :

- pour faire les zones peu profondes dans la mesure du possible en bords de rives
- pour la sécurité des plongeurs
- pour les orienter la nuit surtout dans les zones de remous.

Comme pour la méthode à la lampe frontale, la visibilité latérale moyenne est estimée cette fois-ci, par les plongeurs.

Remarque : une plongée dure en moyenne 40 minutes sur 100m de linéaire examinés.

II. a) 2. 1. Conditions limites d'application

De la même manière que l'observation à lampe frontale, la plongée au phare se fait en remontant le site et respecte les conditions de débits et de turbidité des prospections à pied.

La plongée se fait généralement en bouteille dans les zones supérieures à 2m mais elle peut être faite également en PMT (palme masque tuba) dans des profondeurs variant de 1,50 à 3m.

L'entrée des plongeurs dans l'eau se fait toujours 10m avant le site pour ne pas le perturber.

Cette méthode peut être exécutée quand il pleut ou quand il y a du vent mais est à bannir quand il y a du tonnerre pour des raisons de sécurité. Dans ce cas, les plongeurs sortent de l'eau « pour ne pas prendre la foudre » pouvant être conduite par l'eau de la rivière.

La plongée est possible mais fortement déconseillée dans une eau inférieure à 14°C car la pose du pied ou des palmes sur le substrat peut endommager les frayères potentielles et effectives d'aprons.

II. a) 2. 2. Faciès d'écoulements préférentiels

Toutes zones supérieures à 1,50m d'eau peuvent être faites en plongée. Les mouilles en aval de radiers, les fosses de dissipation ou de méandres, les chenaux lenticulaires et lotiques sont des faciès d'écoulements observables par la plongée.

II. a) 2. 3. Matériel requis pour un plongeur

- Une combinaison néoprène intégrale (5mm minimum) pour supporter l'effort dans l'eau souvent durant plus d'une heure.
- Palme, masque, tuba
- Bouteille de plongée
- Ceinture de plomb
- Phare subaquatique puissant
- Matériels de sécurité (lumière de signalisation, couteau,...)
- Accessoires divers : appareil photo subaquatique, montre,...

II. a) 2.4. Avantages de la méthode

C'est une méthode complémentaire à la première car elle permet d'observer dans des secteurs définis comme non applicable à la frontale. De cette manière, c'est l'ensemble du linéaire du site qui est examiné et potentiellement l'ensemble des types d'habitats de l'apron. L'effort d'échantillonnage est donc plus complet.

II. a) 2.5. Inconvénients de la méthode

Cette technique demande un matériel plus important qui implique automatiquement un coût élevé.

De plus, la plongée requiert des personnes compétentes ayant leurs niveaux validés et avec de l'expérience sur la manière de négocier la diversité de courants en rivière. Elle est par conséquent difficilement renouvelable.

Le site n'est pas toujours échantillonné à 100% dans le cas où la visibilité est faible.

La plongée dépend trop des mauvaises conditions météorologiques influençant visibilité, courant, hauteur d'eau.

Enfin, cette méthode est dangereuse car les plongeurs ne peuvent pas toujours anticiper les difficultés de franchissement (ou des branches emmenées par le courant) ; La nuit ne facilitant pas les choses.

II. b) COMPTAGE DES POISSONS

Le comptage des aprons se réalise uniquement par observations car c'est un poisson qui présente l'avantage de rester relativement immobile (certains individus se laissent parfois toucher).

Une fois localisé, l'apron est mesuré et inscrit sur relevé par classe de taille de 5cm (classe 1 comprend les individus de 1 à 5cm inclus). Dans le cas d'une prospection mixte plongée/lampe frontale, ce sont les suiveurs en rives qui notent les données.

II. c) COMPARAISON DE 2 SITES A APRON PAR L'ETUDE DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES

Le compartiment biologique des sites dépourvus et contenant des aprons a été comparé par la méthode IBGN (Indice Biologique Global Normalisé).

Afin d'émettre des hypothèses sur la présence et l'absence d'aprons, 2 IBGN ont fait l'objet d'une comparaison synchronique d'un site où l'espèce est présente actuellement à Tariche (Doubs helvétique) et au lieu-dit « Les Moulins » à Soubey (Doubs helvétique) où l'apron n'a pas été observé depuis 1995. Ces 2 tronçons sont espacés d'environ 7km et non cloisonnés par un seuil naturel ou artificiel.

II. c) 1. IBGN (Indice Biologique Global Normalisé)

L'IBGN est un indice biologique global qui renseigne à la fois sur la qualité de l'habitat et de l'eau. A partir d'un échantillonnage stratifié normé (Norme AFNOR NF-T90-350) de la macrofaune benthique, la méthode permet de mettre en évidence d'éventuelle perturbation de l'hydrosystème étudié.

Cependant cette méthode ne permet pas d'évaluer la nature des perturbations ni le compartiment de l'hydrosystème affecté par ces dernières. C'est pourquoi, d'autres indices sont calculés qui autorisent notamment l'étude de la structure des peuplements macrobenthiques.

II. c) 2. Le CB2 (Coefficient biogène 2)

Le Cb2 est une méthode non normalisée. Cette note sur 20 est la somme de 2 indices.

- Un indice qui caractérise la qualité de l'eau (In)

In dépend de groupes indicateurs. Plus les taxons des groupes indicateurs élevés sont présents en grand nombre (taxons polluo - sensibles), plus la qualité de l'eau est bonne.

- Un indice qui caractérise la qualité de l'habitat (Iv).

Iv dépend du nombre de taxons total. Chaque taxon affectionne un habitat particulier, donc plus l'habitat est diversifié, plus le nombre de taxon est important. Iv doit cependant être interprété avec précaution car s'il existe une pollution, la diversité taxonomique peut diminuer entraînant une diminution de l'indice Iv sans que pour autant l'habitat soit dégradé.

II. c) 3. Diversité de Shannon et Weaver (H)

La diversité permet surtout de comparer des peuplements différents (étude synchronique) ou l'état d'un même peuplement à des moments différents. Si pour un même peuplement, H varie peu au cours du temps, le peuplement est homogène. Lorsque la diversité est faible ($H < 3$), cela signifie que le peuplement est dominé par quelques taxons et que les conditions du milieu sont défavorables.

II. c) 4. Indice d'équitabilité (J)

C'est une valeur comprise entre 0 et 1 qui apprécie le degré d'équilibre d'un peuplement. On peut considérer lorsque $J \geq 0,8$ que le peuplement est équilibré. Il est admis qu'un système dont les ressources énergétiques sont excédentaires par rapport au besoin présente une valeur de J basse.

II. c) 5. Dominance de Simpson (Q)

La dominance représente la probabilité d'obtenir le même taxon en tirant au hasard, deux fois de suite, un individu dans le peuplement. Lorsque q est faible (aux alentours de 0,1) le peuplement est bien structuré.

II. d) TRAITEMENT ET ANALYSE DES RESULTATS

Les données récoltées sur le terrain pour chaque prospection et les IBGN sont rentrées sous tableur Excel (renvoi à la fiche de prospection en annexe 2). Elles sont ensuite triées et condensées dans le but d'obtenir des éléments maniables et facilement exploitable.

C - RESULTATS

I. les prospections nocturnes

Tableau 2 : résultats des prospections 2009 réalisées sur le Doubs

rivière	sites	dates	méthode de prospection	longueur tronçon (m)	effectifs observés					
					total	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	> 20 cm
France	pont de Glère	04/06/09	lampe et plongée	650	0					
	Champs Mandeuire	02/08/09	lampe et plongée	620	0					
	pont Brémoucourt	04/06/09	lampe	340	0					
Suisse	La Motte	02/07/09	lampe	1035	0					
	Ocourt	13/07/09	lampe	1390	0					
	camping Le Moulin	13/07/09	lampe et plongée	175	0					
	Bellefontaine	26/07/09	lampe et plongée	570	0					
	Chamesat	12/07/09	lampe	470	0					
	Roche aux Brochets	12/07/09	lampe	475	0					
	Go Fourches	12/07/09	lampe	500	0					
	Pont St Ursanne	26/07/09	lampe	440	6	0	4	1	1	0
	Ravines	12/07/09	lampe et plongée	330	0					
	Plan du Noyer	12/07/09	lampe et plongée	390	0					
	Go-griat	03/07/09	lampe et plongée	700	12	0	8	1	3	0
	Tariche	12/07/09	lampe	330	5	0	4	1	0	0
	Chétevat	26/07/09	lampe	640	0					
	La Charbonnière	26/07/09	lampe et plongée	550	0					
	Les Moulins	26/07/09	lampe	210	0					
pont Soubey	09/07/09	lampe	190	0						
Lobchex	09/07/09	lampe	700	0						
Doubs frontalier	Clairbief	09/07/09	lampe et plongée	700	0					
	Moulin Jeannottat	22/06/09	lampe et plongée	230	0					
	La Verrerie	25/06/09	lampe	260	0					
	Moulin du Plain	25/06/09	lampe et plongée	660	0					
	Pré Bourassin	25/06/09	lampe	790	0					
	stat pomp. Goumois	25/06/09	lampe	300	0					
	aval STEP Goumois	20/05/09	lampe	820	0					
	pont Goumois	27/07/09	lampe et plongée	325	0					
	Theusseret	27/07/09	lampe et plongée	430	0					
	Roche aux chevaux	17/07/09	lampe	410	0					
	La Charbonnière	17/07/09	lampe et plongée	430	0					
	Refrain	17/07/09	lampe	1390	0					
	Rocher aux loutres	18/06/09	lampe et plongée	440	0					
	Le cercueil	18/06/09	lampe et plongée	1400	0					
Les Gravieres	30/05/09	lampe	850	0						
				20140	23	0	16	3	4	0

Tableau 3 : caractéristiques globales de la campagne de prospections 2009.

linéaire total (m)	92000	100%
n sites	35	100%
m cumulés	20140	22%
n sites lampe	19	54%
n lampe/plongée	16	46%

Le choix de 35 sites s'est réalisé dans le courant des mois d'avril et mai 2009. Ils sont globalement inégalement répartis sur le linéaire : 3 sites sur 23km en France, 17 sur 30km en Suisse, 15 sur 39km de Doubs frontière, et sont de longueurs variables (figure 14).

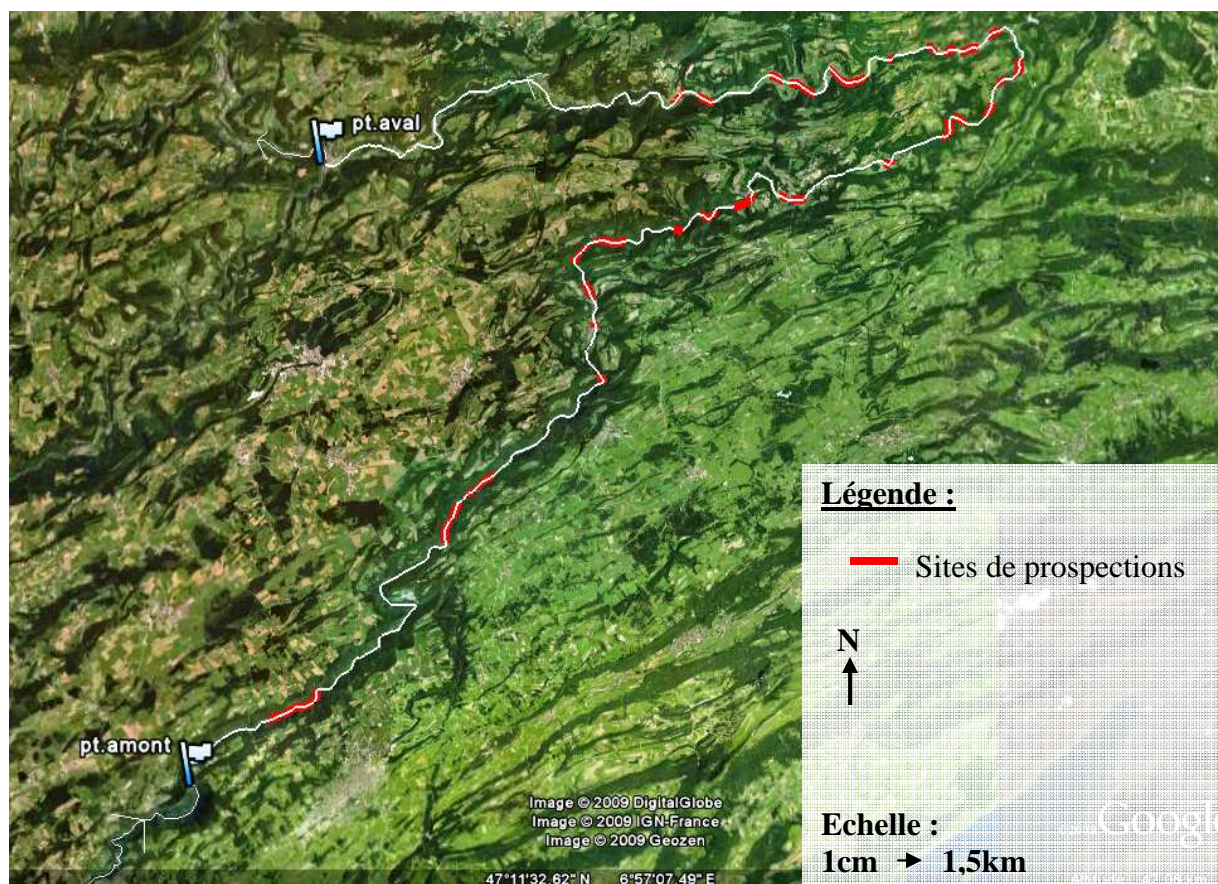


Figure 14 : répartition des 35 sites de prospections

L'effort d'échantillonnage (tableau 2) est caractérisé par une seule observation dans chacun des 35 sites favorables à l'apron depuis la fin mai jusqu'au début août.

Sur 15 nuits de prospections ce sont autant qui ont été annulées et reportées à causes des hausses brutales de débits directement liées aux centrales hydroélectriques du Châtelot et de la Goule (l'usine du Refrain étant en travaux notamment par la mise en place d'une turbine de restitution).

Les conditions météorologiques et hydrologiques amplifiées dans le temps par les éclusés inconvenants sont à l'origine de cette longue campagne de prospections nocturnes.

Suite à cet effort d'échantillonnage sur plus de 20km cumulés (tableau 3), seulement 23 aprons ont été observés. C'est le meilleur résultat depuis 1999 (AQUARIUS, 1999) au Clos du Doubs, où les plongeurs d'AQUARIUS en avaient observés 39.

Ces 23 individus ont été vus (figure 15) sur 3 tronçons suisses du Doubs : au pont de St Ursanne (n=6), au Go-Griat (n=12) et à Tariche (5). Les densités d'aprons sont également extrêmement faibles et avoisinent 0,04 individus/100m² (tableau 4).

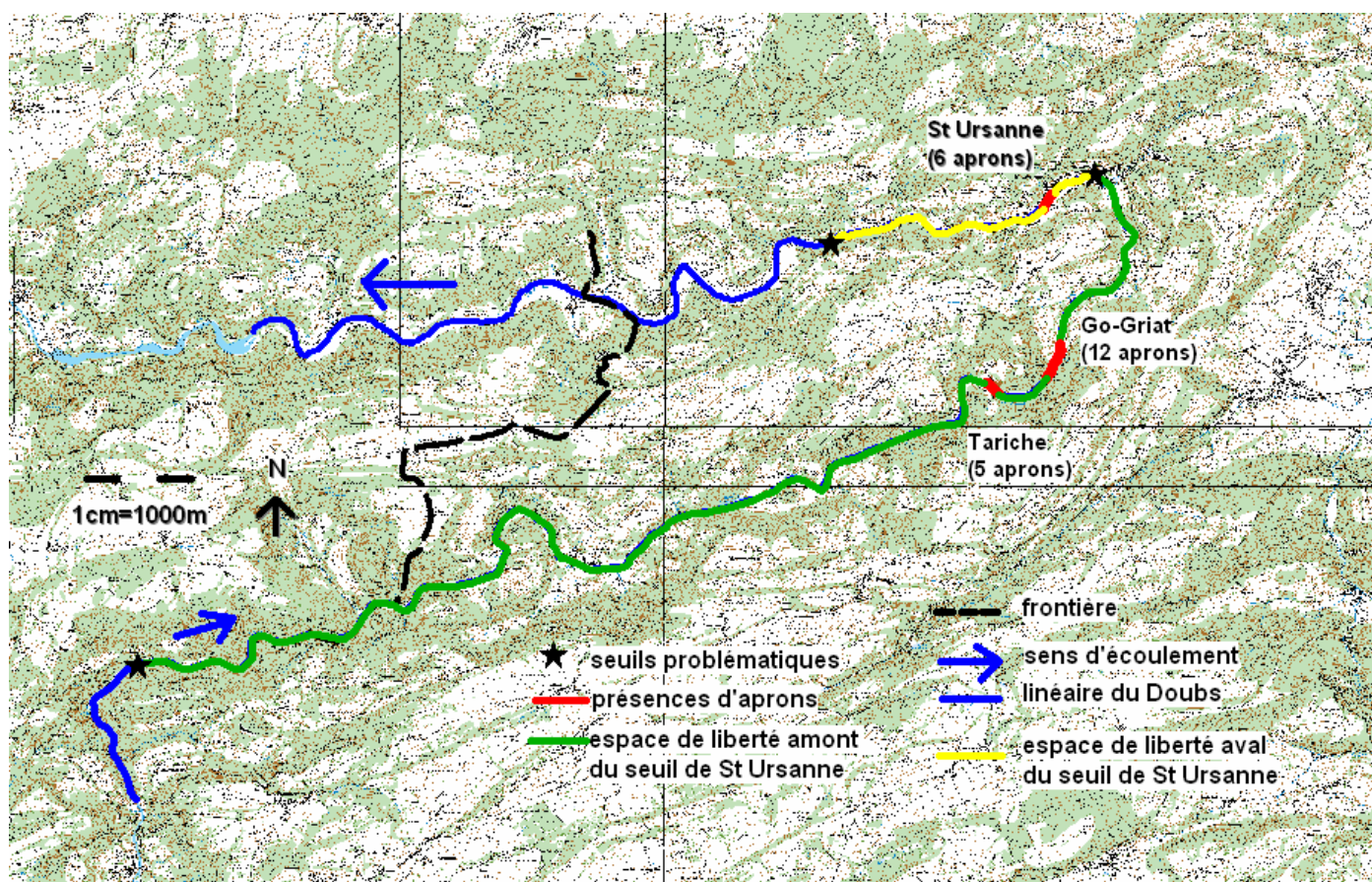


Figure 15 : localisation des 3 tronçons d'aprons repérés

Tableau 4 : caractéristiques de ces 3 sites.

sites	longueur (m)	largeur moy. (m)	surface (m ²)	ni	ni /100m ²
pont St Ursanne	440	35	15400	6	0,039
Go-Griat	700	50	35000	12	0,034
Tariche	330	35	11550	5	0,043

Les aprons ont été observés sur 2 sites requerrant la lampe frontale (renvoi tableau 2) et un site Go-Griat où il a fallu combiner les 2 méthodes de prospection (lampe et plongée).

L'efficacité de la technique à la lampe frontale n'avait pas besoin d'être prouvée grâce à l'expérience de l'ONEMA et au programme LIFE Apron 1 et 2 alors que la plongée de nuit n'avait pas été pratiquée jusque là dans un protocole authentifié.

Le site de Go-Griat a donc confirmé la nécessité de la plongée au phare car plusieurs des 12 aprons observés ont été trouvés dans plus de 2m d'eau (jusqu'à 4m pour un individu).

Ces 23 aprons ont tous été observés sur le même type de substrat galet/gravier grossier, dans des vitesses d'eau inférieures à 1m/s mais à des profondeurs variant de 40cm (St Ursanne, Tariche) à 4m (Go-Griat). Ce substrat était propre ou faiblement colmaté par quelques petites algues vertes filamenteuses accrochées aux gros galets (figure 16).



Figure 16 : apron au Go-Griat dans un substrat faiblement colmaté par des algues vertes filamenteuses (BEJEAN, 2009)

70% de ces aprons (16 sur 23) ont une taille comprise entre 5 et 10cm, c'est-à-dire des individus 1+ (un an plus un hiver) ce qui montre bien qu'il y a encore de la reproduction dans le Doubs même-ci ce chiffre est incontestablement très faible.

Les 6 aprons vus au pont de St Ursanne sont à environ 600m du seuil totalement infranchissable de St Ursanne (figure 17). Ceux-ci sont donc nettement isolés de ceux du Go-Griat et de Tariche qui se trouvent à environ 3800m plus en amont.



Figure 17 : seuil de St Ursanne (photos MB, 2009)

Enfin les 32 autres sites potentiellement favorables à l'apron sont pour une majeure partie très colmatés voir à 100% recouverts d'algues vertes filamenteuses notamment pour les sites proches de Goumois, de Clairbief, Lobchez, et Soubey « les Moulins » dont la présence d'aprons a été prouvée les années précédentes par AQUARIUS (rapport de synthèse 2000-2005, AQUARIUS, 2005).

II. les IBGN

Les listes faunistiques, les cartographies ainsi que les présentations des stations sont exposées en annexes 4, 5, 6, 7, 8 et 9.

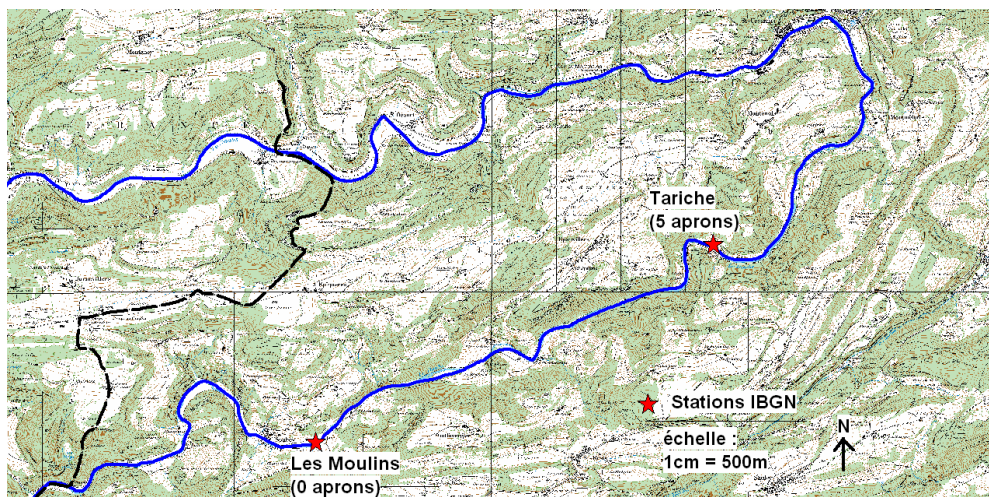


Figure 18 : localisation des 2 stations IBGN

II. a) CARACTERISATIONS DES STATIONS

II. a) 1. Station « Les Moulins »

La station (figure 18) se situe en contexte prairial et possède une ripisylve bien équilibrée (espèces et strates variées). L'habitat est diversifié mais le colmatage en algues vertes filamenteuses est important. Il est à noter qu'une pisciculture se situe à quelques centaines de mètres en amont du site et les prairies bordant la rivière sont drainées et parsemées en amont de quelques champs de maïs.

Le site présente une alternance de faciès d'écoulements propice à l'apron plat/radier/mouille et la classe de vitesse la plus biogène ($25 < v < 75$) est bien représentée. Aucune trace de recalibrage important n'a été notée.

II. a) 2. Station « Tariche »

5 aprons ont été observés lors de la prospection de cette station qui se situe 7km plus en aval de Soubey. Un camping de taille moyenne borde le Doubs en rive droite et malgré de nombreux baigneurs l'été, le lit mineur n'a pas subi d'aménagement dégradant l'habitat. La ripisylve est bonne et le fond de vallée est composé de prairies et de forêt.

Le colmatage est nul à faible et les couples substrats/vitesses ($25 < v < 75$; spermaphytes) les plus biogènes sont bien représentés.

II. b) COMPARAISON DES DESCRIPTEURS POPULATIONNELS

Tableau 5 : récapitulatif des notes et indices des 2 stations étudiées

	Les Moulins	Tariche
nombre d'aprons observés	0	5
Groupe indicateur (IBGN)	odontoceridae (8)	odontoceridae (8)
note IBGN	16/20	16/20
abondance	1452	2618
variété taxonomique	30	31
groupe indicateur moyen	6	8
Indice nature de la faune In	7,6	10
Indice de variété Iv	6,6	6,8
CB2	14,2/20	16,8/20
Diversité de Shannon H	2,82	2,68
Indice d'Equitabilité J	0,58	0,54
Dominance de Simpson Q	0,17	0,16

II. b) 1. Interprétation des indices biologiques au site Les Moulins

La note IBGN de 16/20 signifie d'un fonctionnement assez perturbé du Doubs à Soubey. Ici le Doubs en son état eutrophe (vrai optimum de production) doit avoir une note IBGN de 20/20. La richesse spécifique est moyenne et l'abondance très faible (1452 individus). La diversité du peuplement en macroinvertébrés n'est pas optimale ($H=2,82 < 3$) et il est surtout mal équilibré ($J=0,58 < 0,8$). La note de 16/20 semble surévaluée, car le taxon indicateur (Odontoceridae, GI 8) est vraisemblablement en sous-effectif (8 individus recensés). Le groupe indicateur moyen (6) est faible et donc révélateur de l'altération du cours d'eau.

Ces constatations permettent de conclure à une qualité de l'eau dégradée. Cette dégradation n'est vraisemblablement pas liée à la présence de pesticides étant donné que les gammarus sont très sensibles à ce type de pollution.

Il est probable que cette perturbation soit liée à une crise trophique (apports en nutriments trop importants) ou à des toxiques d'origine agricole (désherbants, fongicides...). La pisciculture présente en amont, les épandages en fonds de vallées et des eaux usées domestiques peu traitées en amont peuvent être probablement à l'origine d'un apport d'une eau de mauvaise qualité et pourraient être incriminés dans le colmatage observé.

La rivière est perturbée tant du point de vue de l'habitat que de la qualité de l'eau. Cependant la station possède un bon potentiel d'habitabilité et une amélioration de la qualité des eaux pourrait amener la rivière à atteindre un état écologique acceptable.

II. b) 2. Interprétation des indices biologiques à Tariche

A en juger par la comparaison synchronique des descripteurs populationnels (H, J, Q) des 2 stations (tableau 5), la différence entre les structures des peuplements invertébrés n'est pas nette. Ils traduisent ici encore un peuplement peu diversifié et déséquilibré.

Par contre, l'abondance varie du simple au double et le groupe indicateur moyen (8) est similaire au groupe indicateur. L'indice nature de la faune est largement supérieur (10/10) à celui de Soubey ce qui traduit une bonne qualité d'eau.

De plus les densités de Baetidae et d'Hydropsychidae, invertébrés les plus consommés par l'apron en été, sont très largement supérieures à la station de Soubey (densité baetidae multipliée par 2,2 ; densité hydropsychidae multipliée par 6).

La qualité d'eau est donc le principal critère qui différencie ces 2 stations. Elle joue sur la forte abondance des espèces et sur la plus grande présence de taxons polluo-sensibles.

Le développement d'algues filamenteuses est moins prononcé à Tariche et par conséquent le substrat moins colmaté. Cependant la qualité du substrat peut être aussi influencé par l'effet des baigneurs du camping qui remettent en suspension les matières solides du fond.

L'apron a donc un habitat plus intéressant et une nourriture plus abondante qu'à Soubey ce qui pourrait expliquer son absence sur cette première station.

- **Interprétation sur la meilleure qualité d'eau à Tariche.**

Entre ces deux stations, le Doubs est caractérisé par une succession de rapides d'environ 3km de long qui permettent un bon brassage de l'eau. Ce brassage accroît le taux d'oxygène dissous de l'eau ce qui peut expliquer le bénéfice acquis durant le parcours de la rivière jusqu'à Tariche. La présence en nombre de taxons polluo-sensibles y est donc intimement liée.

Cette comparaison met en avant la polytrophie du Doubs. Cela se traduit concrètement par un colmatage très fort du substrat, et précoce dans la saison grâce à l'accélération du réchauffement de l'eau principalement causée par les nombreuses retenues de barrages.

Ce colmatage dégradant l'habitat de l'apron tant au point de vue de son hospitalité que nourricier est caractérisé en été par des algues vertes filamenteuses abondantes qui témoignent d'un enrichissement marqué en azote et en phosphore.

D - DISCUSSIONS

I. Effort d'échantillonnage

La campagne de prospection aura permis de mieux connaître la répartition de l'apron dans le Doubs. N'ayant été observé que dans la partie suisse du Doubs, il semblerait que celui-ci n'est pas survécu sur la partie frontalière et la partie française. Mais ce constat repose sur une seule prospection par site, il ne faut donc pas poser de conclusions définitives sur son aire de répartition. Pour l'heure, les aprons observés sont sur un tronçon libre d'obstacles infranchissables, sur un linéaire d'environ 29km, alors qu'ils n'ont été observés que sur 1470m cumulés. D'autant plus que ce linéaire présentent de nombreux sites favorables à l'espèce.

II. Explications sur les observations d'aprons de 5 à 10cm

16 de ces 23 aprons ont une taille comprise entre 5 et 10 cm. Il y a donc bien encore une petite reproduction. Ce petit succès de reproduction naturelle peut être corrélé à des facteurs abiotiques favorables que sont :

- des conditions hivernales caractérisées par un épisode de neige long et volumineux permettant de garder des températures d'eau convenables. La période de fontes de neiges a été longue et tardive (surtout pendant le mois d'avril) ce qui a atténué les variations brusques des éclusées du Châtelot par une surverse des eaux du barrage suffisamment longue.
- l'absence de grosses crues hivernales découpant le lit de la rivière et par conséquent les frayères potentielles.
- l'absence de turbinage par la centrale du Refrain, qui en activité, accroît les effets des éclusées du Châtelot en aval de l'usine.

III. Les impacts des barrages et des éclusées

Sans cette succession de barrages, le linéaire du Doubs serait en bonne santé, la circulation piscicole serait libre, la reproduction serait optimale et le cloisonnement génétique des populations d'aprons inexistant.

Au lieu de cela, ils favorisent l'altération du patrimoine biologique de la rivière par une réduction de l'hospitalité biogène des habitats aquatiques sous influence des éclusées quotidiennes, combinée à l'accélération du réchauffement de l'eau et à l'augmentation des flux polluants (organiques et toxiques notamment dans les sédiments).

L'impact des éclusées sur la réduction de la phase de reproduction et de croissance pélagique a été démontré, de janvier à avril, sur la truite fario et l'ombre commun dans le Doubs frontalier (DEGIORGI, 1998). Elles diminuent la fonctionnalité des frayères, les œufs sont sous la menace d'être balayés ou asséchés et les mortalités au stade larvaire (alevins inféodés aux graviers) ainsi qu'au stade pélagique (en hauts fonds, chenaux latéraux) sont fortes car ces habitats sont brutalement exondés.

Cette étude a été faite sur des espèces dont l'intérêt halieutique est fort mais les phases de reproduction et de croissance de l'apron sont également soumises à ces brutales et soudaines variations de débits.

Deuxième aspect très important, ces barrages segmentent le cours d'eau et cloisonnent les populations de poissons. Ce cloisonnement a pour effet néfaste de réduire le brassage génétique nécessaire à une bonne reproduction.

13 barrages sur le linéaire d'études sectionnent le Doubs et aucun ne sont actuellement franchissables pour l'apron. Par ailleurs le seuil de St Ursanne sépare la population d'aprons du Doubs par une hauteur bétonnée de 2m70. Ce seuil fait l'objet d'une concession hydroélectrique depuis 10 ans. Pour obtenir cette concession, le producteur d'électricité a présenté au Service de l'environnement jurassien un projet de circulation piscicole. 10 ans après, cette passe à poisson n'est toujours pas réalisée. Des aprons ont été observés en aval (environ 600m du seuil) et pour assurer sa sauvegarde, il est primordial de rendre franchissable cet obstacle à la migration.

Ces barrages ont aussi des effets sur la qualité de l'eau. Ils diminuent le transfert des matières le long de la chaîne trophique, accélèrent le réchauffement de l'eau et augmentent par conséquent la prolifération algale. Celle-ci se retranscrit dans le milieu par le colmatage des habitats aquatiques résiduels et réduit les densités d'invertébrés benthiques. Cette diminution des fonds est causée par les éclusés et les dérivations de débits.

Les algues sont généralement microscopiques (invisibles à l'oeil nu). Or, si elles sont trop nourries par excès d'azote et de phosphore, elles se multiplient et s'agglomèrent au point de former des masses macroscopiques (visibles à l'œil nu).

Dans le Doubs, trois grandes catégories d'algues sont observables : les algues vertes filamenteuses, les algues diatomées (algues brunes) et les cyanobactéries (figure 19).



Figure 19 : algues vertes filamenteuses, diatomées et cyanobactéries, à Goumois (photos MB)

Les algues vertes filamenteuses flottent ou se fixent sur un substrat solide comme les galets et les graviers, habitat idéal pour l'apron. L'augmentation de la température de l'eau, impact direct des nombreux seuils transversaux du Doubs, accélère et entretient cette propagation algale. Voir ces algues à l'œil nu, signifie qu'il y a un apport en nutriments les faisant proliférer.

Les algues brunes ou filamenteuses vertes colmatent les fonds de la rivière, ce qui détruit l'habitat de nombreux invertébrés et certaines zones de frayères de poissons. L'apron ayant nécessairement besoin de zones à galet/gravier faiblement organiques pour son alimentation et sa reproduction, ce recouvrement algale diminue considérablement ces chances de survie.

D'autant plus que la carence en oxygène dissous induit par ces proliférations, provoque la disparition de certains invertébrés benthiques. Quand le début de la chaîne alimentaire d'espèces détritivores rhéophiles, comme l'apron, est perturbée, c'est lui-même qui se trouve en danger.

Les résultats concernant la comparaison synchronique des descripteurs populationnels d'invertébrés benthique par l'outil IBGN sur les sites « les Moulins » et « Tariche », met en évidence ce problème de colmatage des fonds néfaste à l'apron.

Comment éviter un bloom d'algues ?

Il faut s'attaquer à la cause du problème : l'excès de nutriments. Il faut donc réduire les sources de phosphore et d'azote. Par ailleurs ces sources de phosphore et d'azote sur le bassin versant sont connues :

- Engrais agricoles (engrais chimiques, lisiers, etc.) et domestiques
- Eaux usées domestiques et industrielles chargée en détergents en lessives et savons
- Coupes forestières abusives (sols mis à nu)
- Rejets de sites d'enfouissement

Remarque :

La dystrophisation est une forme de pollution dont les conséquences s'observent aussi bien sur les écosystèmes aquatiques, que sur les activités de loisirs et les usages des eaux douces. Consécutivement aux enjeux sur la sauvegarde de l'apron, le développement de ces algues peut entraîner la fermeture des zones de baignade, voire l'interdiction des activités nautiques. Cela répercute une image négative de la région et entraîne un impact sur la fréquentation touristique.

E - PRECONISATIONS DE GESTION EN FAVEUR DES POPULATIONS D'APRONS ET DE SON MILIEU

Dans l'état actuel du Doubs, les pistes d'actions sont nombreuses et méritent d'être identifiées et exploiter. Aux vues de ces recensements très faibles, l'urgence pour la sauvegarde de l'apron du Rhône dans le Doubs se fait ressentir. Ces efforts portés sur l'espèce doivent être intimement liés à ses habitats car vouloir gérer l'apron sans se préoccuper de son habitat relève du domaine de l'utopie.

Ces préconisations peuvent s'intégrer dans un plan quinquennal, modulable en fonction de l'évolution des connaissances géographiques sur les populations d'aprons. Ces actions sont en accord avec l'objectif prioritaire de l'O.F.E.V. (office fédéral de l'environnement suisse) et de l'office de l'environnement Jurassien qui est de préserver et mettre en valeur la qualité de la nature et du paysage suisse (I.1.4 Préserver voire élargir la diversité des écosystèmes et des espèces).

Elles s'appuient sur l'expérience et le travail du programme LIFE Nature de conservation de l'apron et de ses habitats.

Remarques

Le programme LIFE-Nature « Conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et de ses habitats » s'applique sur l'ensemble du bassin hydrographique du Rhône français. Il s'achève au 31 septembre 2009.

Fin août de cette année, une circulaire européenne est attendue afin d'établir les moyens de sauvegarde des espèces en voie d'extinction ainsi que les attentes de résultats sur ces espèces par l'Union Européenne. L'apron du Rhône n'échappe pas à cette circulaire et dans ce cadre réglementaire, la poursuite des travaux en France est étudiée par le Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, structure porteuse du LIFE. Ce prolongement devrait être établi à partir de janvier 2010 sous la forme d'un plan national d'actions (PNA). Sa mise en œuvre devrait voir le jour en 2011 et couvrirait le territoire hydrographique français rhodanien.

Ce PNA permettra de poursuivre les travaux de l'Observatoire national ONEMA à savoir : les suivis des populations et des habitats d'aprons (recherches et études) et le suivi des travaux de reconnections des populations connues.

Le plan de gestion s'articule sous 3 types de mesures :

1. le suivi des populations
2. actions de restaurations pour la libre circulation de l'apron
3. actions sur les pressions de pollutions sur le territoire

I. Suivi des populations d'aprons

Ce monitoring est organisé et centralisé par une même structure porteuse qu'est l'Office de l'environnement du Canton du Jura afin de développer un observatoire de suivi des populations existantes et d'hypothétiques nouvelles.

Un observatoire de ce type existe déjà en France sur le bassin versant du Rhône et est exécuté par l'ONEMA. L'observatoire Suisse ainsi créé doit fusionner avec le français dans le but d'obtenir un échange d'expérience et appliquer une gestion intégrée sur l'ensemble du bassin hydrographique du Rhône.

Le réseau des points de mesure actuel de cet observatoire français qui représente la majeure partie du bassin du Rhône doit être complété par les 3 sites du Clos du Doubs où vient d'être recensés les aprons :

- Pont de St Ursanne
- Camping du Go-Griat
- Camping de Tariche

Chacun de ces sites présente une bonne accessibilité et un effort d'échantillonnage facile (prospections à pied), mis à part Go-Griat qui requiert une équipe de plongeurs.

Cet observatoire effectuera le suivi des populations d'aprons connues par :

- a- par poursuites des prospections
- b- par mesures d'indices physiques, physico-chimiques et biologiques afin d'évaluer la santé de l'habitat d'apron.
- c- par un monitoring génétique

I. a) POURSUITES DES PROSPECTIONS

L'effort d'échantillonnage annuel est conduit chaque année sur 5 ans et prioritairement sur les 3 sites évoqués précédemment. Il doit y être évalué l'abondance et les variations d'effectifs avec un effort d'observation en relation avec l'évolution de la surface et de la bathymétrie du fond pour chaque site prospecté.

Cet effort est accompagné d'une extension de prospection des limites amont et aval de chacun de ces sites dans la mesure où la capacité d'accueil reste favorable à l'espèce. Cette extension est importante pour connaître les variations des effectifs et de l'aire de répartition effective.

I. b) MESURES D'INDICES PHYSIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

La collecte de données, par prélèvements et mesures directes sur les 3 sites connus, concerne trois types de descripteurs du milieu.

1. Les descripteurs d'habitats : débit, faciès d'écoulement, hauteurs d'eau, largeur mouillée, colmatage, fragmentation amont et aval pour évaluer l'évolution sédimentaire de l'aire de répartition des populations d'aprons.

Le profil thermique des rivières est suivi grâce à l'installation de sondes enregistreuses des températures d'eau journalières sur les stations hydrométriques de la DIREN Franche Comté et des Cantons neuchâtelois et jurassien.

2. Les descripteurs physico-chimiques : température de l'eau, oxygène dissous, conductivité, pH, ammonium, nitrites, nitrates, phosphates, phosphore total, DBO5, micropolluants doivent être analysés 4 fois par an soit une fois par saison.

Les mesures en continu de l'oxygène dissous sur 24 heures doivent compléter ces analyses surtout pour connaître ces concentrations à l'étiage estival. Les stations hydrométriques françaises et suisses sont les lieux possibles de captures de données.

3. Les descripteurs biologiques (une fois par an en été) : un IBGN accompagné de descripteurs populationnels et un indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) qui donne en général des notes moins surévaluées que l'IBGN.

I. c) MONITORING GENETIQUE

Parallèlement au suivi démographique, un monitoring génétique des populations d'apron doit être mis en place sur une phase minimale de 5 à 10 ans afin de suivre l'évolution de leur génôme et d'estimer leur taille efficace.

Ce dernier paramètre est essentiel en biologie de conservation, car il définit le nombre de géniteurs qui participent effectivement à la reproduction et qui produisent une descendance viable.

II. les actions de restaurations pour la libre circulation de l'apron dans le Doubs

II. 1. ACTION PRIORITAIRE : ECHEANCE 2011

La priorité est d'agir rapidement sur la reproduction en favorisant le brassage des populations. Selon les résultats de prospections, 6 individus sont « déconnectés » des autres car ceux-ci ont été retrouvés à environ 600m en aval du seuil de St Ursanne. Ce seuil de 2,70m (concession hydroélectrique) est totalement infranchissable pour l'apron et dans l'espoir d'amélioration de la reproduction de l'espèce, la création d'une rivière de contournement (respectant les exigences de vitesses de l'apron) est possible en rive gauche de ce seuil (prairies de fond de vallées en pentes douces).

Caractéristiques d'une rivière artificielle de contournement

La rivière artificielle se présente sous la forme d'un chenal à faible pente se rapprochant le plus possible des conditions du milieu naturel. A la faible dénivellation s'ajoute la composition du fond de la rivière qui doit être très rugueux et hétérogène par la pause de blocs épars. Ainsi l'énergie hydraulique est dissipée et favorise ainsi le franchissement de l'apron.

Remarque :

La crise de l'énergie et le réchauffement climatique incitent au développement des énergies renouvelables, comme la force hydraulique.

Ce plan de gestion soutient cette position. Mais ces efforts ne doivent pas se faire au détriment de la biodiversité du Doubs et encore moins à l'insu d'une espèce en voie de disparition comme l'apron du Rhône.

II. 2. ACTIONS SUPPLEMENTAIRES : ECHEANCE 2014

L'espace de liberté de l'apron sur le Doubs helvétique est limité par un seuil d'ancien moulin en amont « le Moulin du Plain » (Doubs franco-suisse) et par le seuil de l'usine hydroélectrique de Bellefontaine désaffectée depuis les années 70 (Doubs suisse) en aval. Ces deux seuils n'ont aujourd'hui qu'une vocation patrimoniale.

Dans l'hypothèse que des aprons soient encore présents sur les parties française et frontalière, les 13 obstacles à la migration de l'apron du linéaire d'étude doivent être équipés de passe rustique à plots dispersés favorisant le transit du poisson. Cela relevant du domaine de l'utopie pour certains ouvrages car topographiquement irréalisables, le seuil du Moulin du Plain et celui de Bellefontaine doivent donc devenir franchissables.

- Le seuil du Moulin du Plain peut être lissé en son centre par le démantèlement de quelques blocs déjà présents. Si cette solution n'est pas retenue pourtant moins onéreuse et s'intégrant davantage dans le paysage, la solution d'une rivière artificielle (méthode plus douce) ou d'une passe rustique à plots dispersés en réutilisant le bief de l'ancien moulin peut être envisagée.
- Le second doit en premier lieu être détruit ou alors équipé d'une rivière de contournement en rive gauche.

Précisions sur la passe « rustique » à rangée de plots régulièrement espacés

La passe « rustique » se présente techniquement comme un couloir dans lequel sont disposés des plots trapézoïdaux artificiels régulièrement répartis d'une hauteur d'environ 75 centimètres (figure 20). La passe est en soit une pente d'une inclinaison inférieure à cinq pour cent possédant un fond particulièrement rugueux par la présence de galets.

A l'heure actuelle, cette passe est d'après les études du programme LIFE apron II, la plus facilement et rapidement franchie par les aprons.

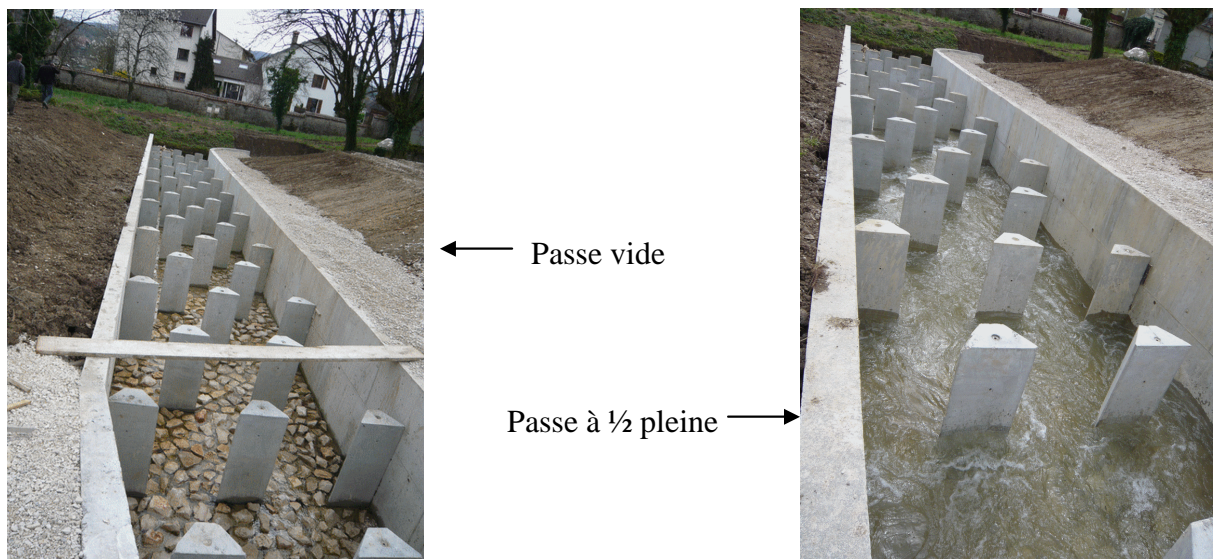


Figure 20 : photos de la première passe spécialisée pour l'apron sur la Loue à Quingey (MB.)

Remarque :

Cette passe vient d'être terminée sur la Loue, à Quingey et elle a prouvé son efficacité par la prise de 4 aprons dans le piège seulement 2 jours après sa première mise en eau.

Cela laisse donc supposer que malgré les contraintes de pente liées à la construction de cet ouvrage, ce dernier reste tout de même adapté aux capacités natatoires de l'apron. D'autant plus que la réalisation de ce type de passe conçue pour de piètres nageurs comme l'apron sous entend qu'elle sera bénéfique à l'ensemble de l'ichtyofaune.

III Actions sur les pressions de pollutions à l'échelle du périmètre du PNR transfrontalier

III. a) ACTIONS PRIORITAIRES : DEFI DE L'ASSAINISSEMENT DES EAUX (ECHEANCE 2015)

Pour agir sur le problème d'excès en matière azotée et phosphorée, il est urgent de travailler sur la qualité des eaux rejetées en amont par les grosses villes polluantes de la Chaux-de-fonds, du Locle dont le réseau est encore unitaire dans certaines zones de la ville. Il n'est pas rare de retrouver des déchets domestiques dans la retenue de Biaufond (Doubs frontalier) d'où la nécessité pressante pour le Canton de Neuchâtel de répondre au défi de la qualité d'eau dans la troisième grande ville suisse romande en installant un réseau séparatif d'eau usée sur l'ensemble des raccordements.

De plus, le site du « Cul des près » (Canton de Neuchâtel) à mi-chemin entre la Chaux-de-fonds et le Doubs (localisation en annexe 10), était autrefois une zone inondable par les eaux provenant de la ville en période de fortes précipitations. Elle faisait office de zone tampon par sa géologie marneuse. Cette zone fixait naturellement une partie de l'azote et du phosphore concentrés dans ces eaux. Depuis, le seuil naturel qui retenait ces eaux a été détruit et en cas d'orage ou longue période pluvieuse (ou fonte des neiges), toutes les eaux polluées de la ville transitent directement dans le Doubs. Pour répondre à la reconquête de la qualité de l'eau dans le Doubs, ce site est d'une importance capitale et doit faire l'objet d'une renaturation rapidement afin qu'il retrouve ses fonctionnalités.

Dans un périmètre plus rapproché, de nombreux riverains prennent encore le Doubs comme un égout à en juger par les rejets domestiques intempestifs très nombreux le long de la rivière. Les contrôles d'assainissement autonome doivent être renforcés pour soumettre les riverains de respecter l'ordonnance sur les pollutions de l'eau.

Enfin la production extensive et des mesures agro-environnementales en fonds de vallées doivent être soutenues et renforcées sur le Doubs frontalier et sur la boucle jurassienne.

La plupart des prairies sont drainées et ces réseaux doivent être bouchés afin de rendre optimal le pouvoir d'auto-épuration de ces sols comme « derniers remparts » aux pollutions de la rivière. Le labourage doit être banni des pratiques culturales dans cette zone d'importance prioritaire comme à Soubey (première commune en amont des observations les plus hautes d'aprons) où la production de maïs est bien présente.

Les épandages de lisiers et fumiers doivent être maîtrisés et contrôlés, en respectant une zone interdite d'épandage d'au minimum 25m. Six mètres comme le prévoit la loi suisse aujourd'hui n'est pas suffisant. Cette distance, quand elle est respectée, n'a qu'un impact minime voir nul pour la rétention des matières organiques.

III. b). MESURE DE PROTECTION REGLEMENTAIRE

Une partie de la vallée française d'étude est en NATURA 2000 et celle-ci devrait être étendue jusqu'à la frontière franco-suisse.

Sur le secteur suisse du Doubs, il conviendrait de protéger le milieu par un texte de loi analogue à un arrêté de protection de biotope (APB) français. Il fixe des mesures et des interdictions sur des activités portant atteinte de manière indirecte à l'équilibre biologique des milieux (un APB apron du Rhône existe déjà sur une portion de l'Asse en France).

Les habitats de l'apron doivent faire l'objet d'un APB administré par le Canton du Jura pour être protégés. La démarche pour la création d'un A.P.P.B. est précisée dans la circulaire n°90-95 (90-2115) du 27 juillet 1990 relative à la protection des biotopes nécessaires aux espèces vivant dans les milieux aquatiques.

Les mesures de conservation de biotopes doivent concerner les actions pouvant porter atteinte au biotope lui-même et non viser directement la protection de l'espèce.

Les A.P.B. peuvent s'appliquer sur tout ou partie du territoire du fond de la vallée, quel que soit le régime de propriété auquel il est soumis, à l'exclusion du domaine public. Les mesures prises dans ces arrêtés peuvent être à durée indéterminée ou à portée limitée dans le temps (période de l'année par exemple).

L'élaboration du texte doit se faire avec les scientifiques connaissant l'espèce et les personnes compétentes pour évaluer les problématiques des biotopes localement. Ce texte devra être adapté aux contraintes et enjeux locaux compatibles avec la sauvegarde de l'espèce.

CONCLUSION

Le linéaire favorable à l'apron correspondant la zone à ombre (B4-B5) jusqu'à la zone à barbeau (B7-B8), est loin de son optimum écologique sur le bassin versant du Doubs. Les peuplements relictuels de la boucle suisse sont donc potentiellement en danger d'extinction et où au contraire l'expansion des populations est envisageable.

Pour assurer la pérennité de l'espèce, il convient d'améliorer ces conditions de vie. Et pour cela des actions doivent porter sur le biotope car accroître les populations d'aprons passe avant tout par l'amélioration de la qualité du Doubs.

Par ailleurs, la population d'apron du Doubs est la plus septentrionale recensée à ce jour. La protection de cette zone est donc capitale car elle peut constituer une « réserve » stratégique décisive. C'est à partir de ce « refuge » que l'espèce pourra recoloniser le linéaire du Doubs, si les grands travaux de restauration des connexions écologiques avancent sur cette rivière.

La crédibilité des préconisations de gestion avancées dans ce rapport ne seront reconnues que, par au minimum, une stabilisation des populations d'aprons et dans son optimum, par une augmentation significative de celles-ci. Si les actions préconisées sont réalisées alors l'apron du Rhône aura hypothétiquement plus de chances pour prospérer. Ces actions pourront également avoir un autre succès : le bénéfice d'une meilleure santé du Doubs, et ce sont tous les riverains, usagers et amoureux du Doubs qui en tireront profits.

Au contraire si le travail de sauvegarde de l'apron s'arrête à cette présente étude alors, à terme, l'apron sera probablement le prochain poisson sur la liste des espèces disparues de Suisse et au-delà de cet aspect, c'est l'économie locale des communes riveraines s'articulant autour du Doubs, déjà en déclin depuis quelques années, qui va en souffrir.

C'est pourquoi le concept de sauvegarde du Roi du Doubs doit être un emblème d'actions du futur PNR et la vallée du Doubs doit être « la raison d'être » du parc. L'aspect transfrontalier est un point clé pour la réussite de ce projet car ce sont des actions concertées de chaque côté du Doubs qui auront des effets bénéfiques sur la rivière.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAPRA, DIREN Délégation de bassin RMC, (1999). Gestion des populations d'Apron. Bilan 1994-1998 des études préalables au programme LIFE. Rapport d'activités. 39 p.
- ADAPRA (1996). Faisabilité de l'élevage contrôlé de l'Apron (*Zingel asper* L. 1758), Rapport Convention DIREN/ADAPRA 95-4-00-0004, 20 p.
- Allouche S., Gaudin P., Labonne J. (1999). Préférences d'habitat de l'Apron du Rhône, *Zingel asper* (L., 1758) : Etude de la population de la Beaume, affluent de l'Ardèche. (Rapport du Programme LIFE), R.N.F., Univ. Lyon I, Quetigny : 14 p.
- AQUARIUS. (1999). Concept de protection de l'Apron (*Zingel asper*) : recensement des effectifs dans le Doubs franco-suisse et suisse. 58 pages.
- AQUARIUS. (2006). Apron (*Zingel asper*) programme de monitoring, rapport de visite. 6p.
- Balon, E. K., Mormot W.T., Regier H.A. (1977). Reproductive guilds of Percids ; Results of the Paleogeographical History and Ecological Succession. J. Fis. Res. Can. 34 pp.1910-1921.
- Banarescu, P. (1964). Pisces-Osteichthyes. Fauna repub. Pop. Rom. 13 : 959 pp.
- Banarescu P., Bless R., J.F. Perrin, (1994). Zur aktuellen Bestandsituation des vom Aussterben bedrohten Groppenbarsches *Romanichthys valsanicola*. Fischökologie 7, p 5-9.
- Berrebi P., Perrin J.F. (1995). Structure génétique et conservation d'un percidé endémique du Rhône, l'apron (*Zingel asper*), espèce en danger. DIREN Rhône-Alpes, Univ. Montpellier, 10p.
- Briaudet P.-E. (1994). Participation à la mise en place d'un projet de sauvegarde de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Rapport de stage deuxième année ENSA Rennes, 26 p.
- Boutitie F. (1984). L'Apron - *Zingel asper* (LINNE), Percidae - Poisson rare menacé de disparition (Biologie - Répartition - Habitat). DEA. Ecologie des Eaux Continentales. Univ. Lyon I: 22 p.
- Chevalier C., Goubier V., Martin M. (2001). Bases biologiques de la reproduction de l'Apron. Premiers résultats d'études. (En préparation, rapport du programme LIFE).
- Danancher D., Gaudin P. (2000). Etude de la croissance de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes. Univ. Lyon I. 18 p. + figures.
- DEGIORGI (1998). Plaquette d'informations. Le Doubs franco-suisse : une rivière à truite et à ombre au potentiel exceptionnel. Téléos. 4p.

DIREN Délégation de bassin RMC. (2001). Guide technique n°4 : Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière. SDAGE. Document réalisé par le GHAAPPE, Meylan : 51p.

DIREN Fr-Comté (2008). Suivi de l'amélioration du Doubs franco-suisse, analyse hydrologique. GHAAPPE RA.07.08 : 36p.

Durand J.D., Laroche J. (2000). Structure génétique et conservation des populations d'Apron. Rapport de fin de travaux. (Rapport du Programme LIFE), R.N.F, Univ. Lyon 1 , Quetigny : 22 p.

Estéouille F., Lecoq O. (2001). L'Apron du Rhône. Rapport de prospection sur l'Ardèche, la Beaume et le Chassesac. Cartographie et fiches de terrain. Fédération de Pêche et des APPMA de l'Ardèche. 14 p.

Genoud D. (2001). Recherche de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) sur la rivière Drôme entre la confluence avec le Rhône et Die . (Rapport du Programme LIFE), CORA Drôme, 15 p. + cartes et annexes.

Gaudin P., Pradelle S. (2001). Etude du franchissement d'obstacles par des juvéniles d'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Rapport du Programme LIFE, R.N.F., Univ. Lyon 1, Quetigny : 17p.

Huet M. (1949). Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes.

Issartel G., Vincent S. (1998). L'Apron du Rhône (*Zingel asper*) sur les cours d'eau d'Ardèche méridionale : répartition, effectifs, cartographie. Rapport DIREN Rhône-Alpes / CORA 07, 20 p+ Annexes.

Labonne, J. (1998). Etude de la dynamique de populations d'un poisson patrimonial : l'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Premiers travaux de modélisation. Rapport de DEA Analyse et Modélisation des Systèmes biologiques / Univ. Lyon I, 30 p.

Labonne J., Gaudin P.(2000). Rapport d'expertise d'habitat sur des sites de réintroduction potentiels pour l'apron. (Rapport du Programme LIFE), R.N.F., Univ. Lyon 1, Quetigny : 16p.

Labonne, J., Gaudin P. (2000). Eléments de dynamique des populations d'aprons sur la rivière Beaume. Rapport de fin de travaux (Rapport du Programme LIFE), R.N.F, Univ. Lyon 1, Quetigny: 19p.

Lamouroux, N. (1997). Hydraulique et prédiction de caractéristiques du peuplement piscicole : modèles pour l'écosystème fluvial. Thèse 3e cycle, Univ. Lyon 1, 39 p.

Langon, M. Juillet 2008. Programme de conservation de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) et de ses habitats - synthèse des résultats scientifiques. 41 pages.

Langon, M. Décembre 2007. Programme de conservation de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) et de ses habitats – Répartition et situation de l'espèce sur la Loue et la basse vallée du Doubs – Synthèse des prospections 2004 – 2006. 30 pages

Malavoi, J.R., Souchon, Y. (1989). Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. Exemple de la filière (Haute-Savoie). Revue de géographie de LYON, 64 : 252-259.

Mari,S. Novembre 2001. Guide de gestion pour la conservation de l'apron du Rhône. 43 pages.

Monnard A. (1944). L'Apron. Rameau de sapin, Neuchatel ; 4, 2, pp. 2-3.

Moullec P., Chappaz R., Cavalli, L. (2000). L'apron, *Zingel asper*, dans le bassin de la Durance sur l'axe Serre-Ponçon - Sisteron (Département des Hautes-Alpes). Biologie et répartition de l'espèce. Rapport d'avancement. Université de Provence - Marseille ; CSP Paris : 41 p. + annexes.

O.F.E.F.P. (Office fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage) (1999). Concept de protection de l'apron (*Zingel asper*): Recensement des effectifs dans le Doubs. 44 p.

Perrin J.F. (1988). Maintien en aquarium de l'Apron du Rhône, *Zingel asper* (L.), espèce menacée d'extinction. Revue française d'Aquariologie: 15 (1), 17-20.

Perrin J.F., in P. Keith et J. Allardi (coord.). (2001) : Atlas des poissons d'eau douce de France. (articles Apron, Loche franche, Loche épineuse, Loche d'étang, Huchon, Cristivomer). Patrimoines Naturels 47, MNHN ed., Paris, 387 p.

Puech, M. (1996). Compte rendu d'observation des géniteurs d'apron sur le site de La beaume. Rapport RIVE-ENVIRONNEMENT, 7 p.

SAINT-OLYMPE (2005). Contribution à l'étude de l'écologie de l'apron du Rhône 59p. +ann.

Spillmann (1961). Faune de France - Poissons d'eau douce. 5 Le Chavallier, Paris.

Vallot J. N. (1836). Histoire naturelle des poissons du département de la Côte d'Or. Mémoires de l'Académie des Sciences, Art et belles Lettres, Dijon.

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, Besançon, 261 p. +ann.

Verneaux J. (1981). Les poissons et la qualité des eaux. Ann. Scient. Univ. Franche-Comté. Besançon, Biol. anim. 4ème série, 2 : 33-41.

Pour de plus amples recherches :

WEB

<http://www.franche-comte.environnement.gouv.fr/>
<http://www.doubs.fr/sig3D/>
<http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/carto>
<http://www.apron-du-rhone.fr/>
<http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/>
<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/milieux-continentaux/poissons/apron.php>
<http://www.apron.reserves-naturelles.org/>
<http://www.netaquarius.ch/downloads/Pdf/Apron%20rapport%20français.pdf>
<http://www.hydro.eaufrance.fr/>
<http://www.eptb.asso.fr/>
http://hades.unibe.ch/hades_f/index.htm
<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/surveillance/surveillance-liste.php>
<http://sandre.eaufrance.fr/>
<http://sierm.eaurmc.fr>
<http://www.ades.eaufrance.fr/>
<http://www.meteosuisse.admin.ch/web/fr/meteo.html>
<http://basol.environnement.gouv.fr/>
<http://sierm.eaurmc.fr/eaux-superficielles/index.php>
<http://www.doubs.fr/cadredevis/sommaire.php>
<http://www.toutdoubs.info/Barrage%20du%20chatelot.html>
<http://franche-comte.ademe.fr/>
<http://www.franche-comte.ecologie.gouv.fr/spip.php>
<http://www.pronatura.ch/>
<http://www1.franche-comte.ecologie.gouv.fr>
http://www.fischnetz.ch/content_f/pdf/schlussb-franz.pdf

Arrêtés

- NALLET Henry, MELLICK Jacques, LALONDE Brice. 22 décembre 1988. Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. 2 pages.
- 28 août 1999. Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département. 2 pages.
- VOYNET Dominique, GLAVANY Jean. 22 décembre 1999. Arrêté du 22 décembre 1999 fixant les conditions de demande et d'instruction des autorisations exceptionnelles (d'opérations) portant sur des spécimens d'espèces protégées. 3 pages.

CD-ROM

LANGON, Marion. Février 2008. Programme de conservation de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) et de ses habitats – Troisième rapport d'activités – Période du 1er novembre au 31 janvier 2008. 90 pages

Support vidéo, DVD

BERNARD O, DUPUY M, SCHMITT H, BEJEAN M, FRANCOIS L. 2007. L'Apron du Rhône un poisson en voie de disparition. 12 minutes.

BERNARD O, DUPUY M, SCHMITT H, BEJEAN M, FRANCOIS L. 2007. L'élevage de l'apron. 12 minutes.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : apron du Rhône, Go-Griat, Doubs	7
Figure 2 : illustration des trois espèces du genre <i>Zingel</i>	9
Figure 3 : évolution de l'aire de répartition de l'apron dans le bassin hydrographique du Rhône depuis 1900	10
Figure 4 : localisation du bassin versant du Doubs	12
Figure 5 : localisation du linéaire d'étude	13
Figure 6 : rejet domestique « sauvage » dans le Doubs à Goumois suisse	14
Figure 7 : graphique des débits moyens mensuels du Doubs	15
Figure 8 : photos du barrage voûte du Châtelot	16
Figure 9 : localisation des observations d'aprons en 2006 et en 2008	18
Figure 10 : reflet de l'œil d'apron, à Tariche, le 12 juillet 2009	21
Figure 11 : prospection à la lampe frontale, à Brémoucourt	21
Figure 12 : photo d'une prospection en plongée, site des Champs Mandeures	23
Figure 13 : aprons observés en plongée, Go-Griat	23
Figure 14 : répartition des 35 sites de prospections	29
Figure 15 : localisation des 3 tronçons d'aprons repérés	30
Figure 16 : photo d'un apron au Go-Griat dans un substrat faiblement colmaté par des algues vertes filamenteuses	31
Figure 17 : seuil de St Ursanne	31
Figure 18 : localisation des 2 stations IBGN	32
Figure 19 : algues vertes filamenteuses, diatomées et cyanobactéries, à Goumois	36
Figure 20 : photos de la première passe spécialisée pour l'apron sur la Loue	42

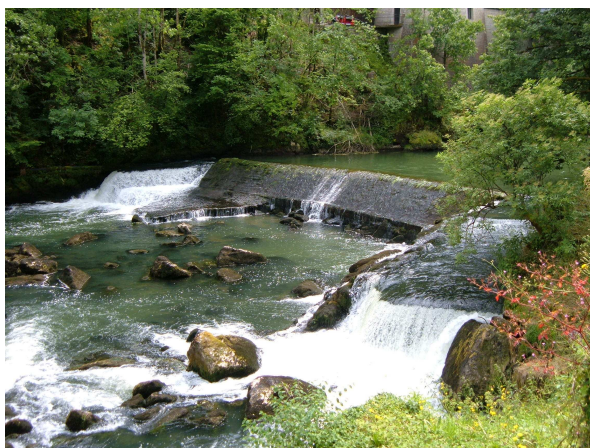
LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : caractéristiques des seuils depuis Goumois jusqu'à St Hyppolite	17
Tableau 2 : résultats des prospections 2009 réalisées sur le Doubs	28
Tableau 3 : caractéristiques globales de la campagne de prospections 2009	29
Tableau 4 : caractéristiques de ces 3 sites	30
Tableau 5 : récapitulatif des notes et indices des 2 stations étudiées	33

**ANNEXE 1 : atlas photographique de seuils et barrages sur le linéaire d'étude
(Photos MB)**



Photos du seuil au droit de la centrale hydro-électrique du Châtelot



Photos des deux seuils à la Rasse



Photos des barrages du Refrain et de La Goule (à droite)



Photos des seuils du Theusseret et du Moulin du Plain (à droite)



Photos du seuil St Ursanne



Photos du seuil de Bellefontaine



Photos du seuil d'Occourt



Photos des barrages EDF de Grosbois et Vaufrey (à droite)

**ANNEXE 2 : extrait de la clé de détermination des faciès d'écoulements en rivière
(MALAVOI et SOUCHON, 2002)**

Tableau I
Clé de détermination des faciès d'écoulement.

Table I
Geomorphic units classification key.

PROFONDEUR	VITESSE	PROFIL EN TRAVERS	PROFIL EN LONG	FACIES
> 60 cm	< 30 cm/s	symétrique 	souvent en amont d'un obstacle ou d'un faciès de type radier ou rapide 	CHENAL LENTIQUE
	> 30 cm/s	symétrique 	en pied de cascade ou de chute 	FOSSE DE DISSIPATION
	< 30 cm/s	asymétrique 	généralement dans une concavité de méandre 	MOUILLE DE CONCAVITE
< 60 cm	> 30 cm/s	symétrique 	le long d'un obstacle à l'écoulement : embâcle, pile de pont, rocher 	FOSSE D'AFFOUILLEMENT
	< 30 cm/s	symétrique 	pas de situation particulière 	CHENAL LOTIQUE
	< 30 cm/s	symétrique 	souvent en amont d'un obstacle ou d'un faciès de type radier ou rapide 	PLAT LENTIQUE
< 60 cm	> 30 cm/s	symétrique 	pente douce, écoulement uniforme, vaguelettes à la surface de l'eau liées à la présence du substrat à proximité de la surface libre. Rugosité relative $H/S50 - 3 \text{ à } 4$ (H = hauteur d'eau, S50 = petit axe du D50, diamètre médian du substrat) 	PLAT COURANT
	> 30 cm/s	symétrique 	pente plus forte, rupture de pente plus nette avec les faciès limitrophes. Turbulence plus forte liée à l'affleurement du substrat au ras de la surface libre. Rugosité relative $H/S50 - 2 \text{ à } 3$ 	RADIER
	> 30 cm/s	symétrique 	pente très forte, forte turbulence matérialisée par de l'écume blanche. $H/S50 - 1.2 \text{ à } 2$ 	RAPIDE
	> 30 cm/s	symétrique 	pente très forte, dénivellée entre l'amont et l'aval > 0.5 et < 1.5 m 	CASCADE
			dénivelée > à 1.5 m 	CHUTE

ANNEXE 3 : fiche de prospection du 26 juillet 2009 au Go-Griat.

Prospection apron -Doubs-

FRANCE	commission bio. FFESSM	Béjean	Monmarché	
SUISSE	CNC	Boismartel	Imbert	
	AAPPMA franco-suisse	Malavaux		

Commune	Clos du Doubs
Date	26/07/2009
Temps de prospection (mn)	165
Largeur de la lame d'eau (m)	50
Distance prospectée (m)	700

Lieu-dit	Go-griat
-----------------	----------

H début	23:00
H fin	01:45

Limite amont	X	47°20'26.48"N	Y	7°09'22.70"E
Limite aval	X	47°20'08.73"N	Y	7°09'11.31"E

Conditions d'observation

Météo (% recouvrement)	25
Transparence (m)	>1,5
Vent (beaufort)	0
t°eau (°C)	20
t°air (°C)	13

débit (m³/s)	7
h moy (m)	1,75
colmatage	nul
substrat	G-Gr-Bép*

*G-Gr-Bép = galet gravier et blocs épars.

séquence faciès écoulement				
radier	fosse	radier	plat courant	plat lent

aprons observés

Observations et Remarques

Nombre d'observateurs	5
Effectif total observé	12

Effectifs

classes de tailles	0-5 cm	0
	5-10 cm	8
	10-15 cm	1
	15-20 cm	3
	>20 cm	0

Commentaires

rive gauche et milieu de la fosse localement très colmatées par des algues filamenteuses

Poissons vus

LOF	CHA	APR	CHE	BLA
BRO	OMB	TRF	ARC	BAF
VAI				

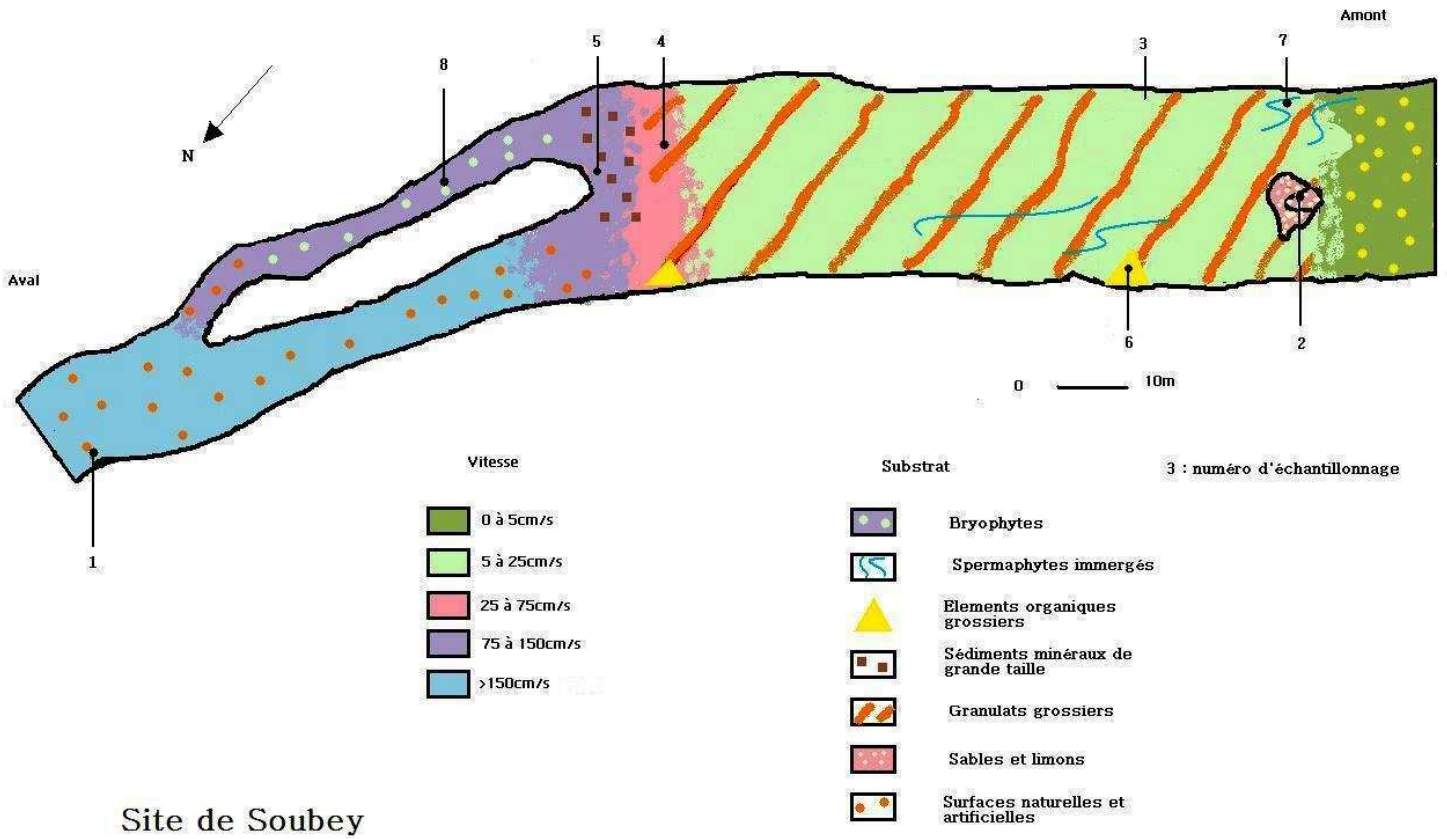
ANNEXE 4 : fiche d'échantillonnage IBGN lieu-dit « Les Moulins »

Identification de la station	
Nom du cours d'eau	Doubs
Nature de l'étude	Complément d'information sur les sites à Apron
Localisation	Aval pisciculture Soubey Jura Suisse
Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie
Station informative	

Caractéristiques du lit	
Largeur du lit mouillé	30m
Faciès d'écoulement	Plat lent, mouille, plat courant, radier
Nature des berges	Naturel, incliné 20°
Végétation des rives	équilibrée, arbustive
Ensoleillement	Fort
Environnement	Prairial, forestier
Nature géologique	Calcaire

Nom du cours d'eau : Le Doubs				Date: 21/07/09		
Nom de la station : Aval pisciculture Soubey "Les Moulins"						
Hydrologie : Etiage		Turbidité en cm (Secchi) : 1,5m				
Température de l'eau (°C) : 17°		Conductivité : n.c			pH : n.c	
Vitesse superficielle V (cm/s)	V	V>1	150>V	75>V	25>	V
Supports	S	50	>75	>25	V>5	<5
Bryophytes	9		8			
Spermaphytes immergés	8					7
Eléments organiques gossiers (litiere, branchages, racines)	7				6	
Sédiments minéraux de grande taille (pierre, galets) taille>25mm	6			5		
Granulats grossiers 25mm>taille>2,5mm	5			4	3	
Spermaphytes émergents de strate basse	4					
Sédiments fins organiques, "vases"<0.1mm	3					
Sables et limons grains<2.5mm	2			2		
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols) Blocs>250mm	1	1				
Algues ou à défaut, marne et argile	0					

ANNEXE 5 : station IBGN « Les Moulins »



ANNEXE 6 : liste taxonomique IBGN : « Les Moulins »

Cours d'eau : Doubs	Commune: Soubey				Date de prélèvement : 21/07/09						
Taxons	CB2	GI	1	2	3	4	5	6	7	8	Effectif total
Plécoptères											1
Perlodidae	10	9	1								1
Ephéméroptères											117
Ephemerellidae	10	3		4	4				20	13	41
Baetidae	4	2	3	7	2	8			8	47	75
Ephemeridae	10	6			1						1
Tricoptères											181
Rhyacophilidae	7	4	3				1			11	15
Hydropsychidae	5	3	7	1		4	3		16	61	92
Psychomyidae	8	4						1			1
Limnephilidae	7	3		1			7	2	4		14
Polycentropodidae	7	4				1	7	2	6		16
Odontoceridae	10	8		2		4					6
Sericostomatidae	10	6		6	21	4	6				37
Coléoptères											344
Elmidae	5	2	38	78	17	42	38	2	7	122	344
Diptères											508
Simuliidae	5		12							1	13
Psychomyidae	8									2	2
Chironomidae	2	1	16	11	9	9	32	25	307	17	426
Limoniidae	5				1	12	2		4	6	25
Athericidae	6		3	1	2	6	1	1		26	40
Ceratopogonidae	5			1	1						2
Mégaloptères											2
Sialidae	4							2			2
Gastéropodes											6
Lymnaeidae	3	2		1							1
Bithyniidae	2	2						2			2
Hydrobiidae	3	2						3			3
Bivalves											36
Sphaeriidae	3	2			2	10	10	6	8		36
Crustacés											180
Gammaridae	6	1	1	5	29	49	39	1	3	53	180
Achètes											52
Erpobdellidae	3	1	1	12	8	24	4				49
Glossiphoniidae	3	1		1	1		1				3
Oligochètes	1	1		5	2	8	1				16
Branchiobdellida				3							3
Némathelminthes					3						3
Némertiens										3	3
Effectif total			85	139	103	181	152	47	383	362	1 452

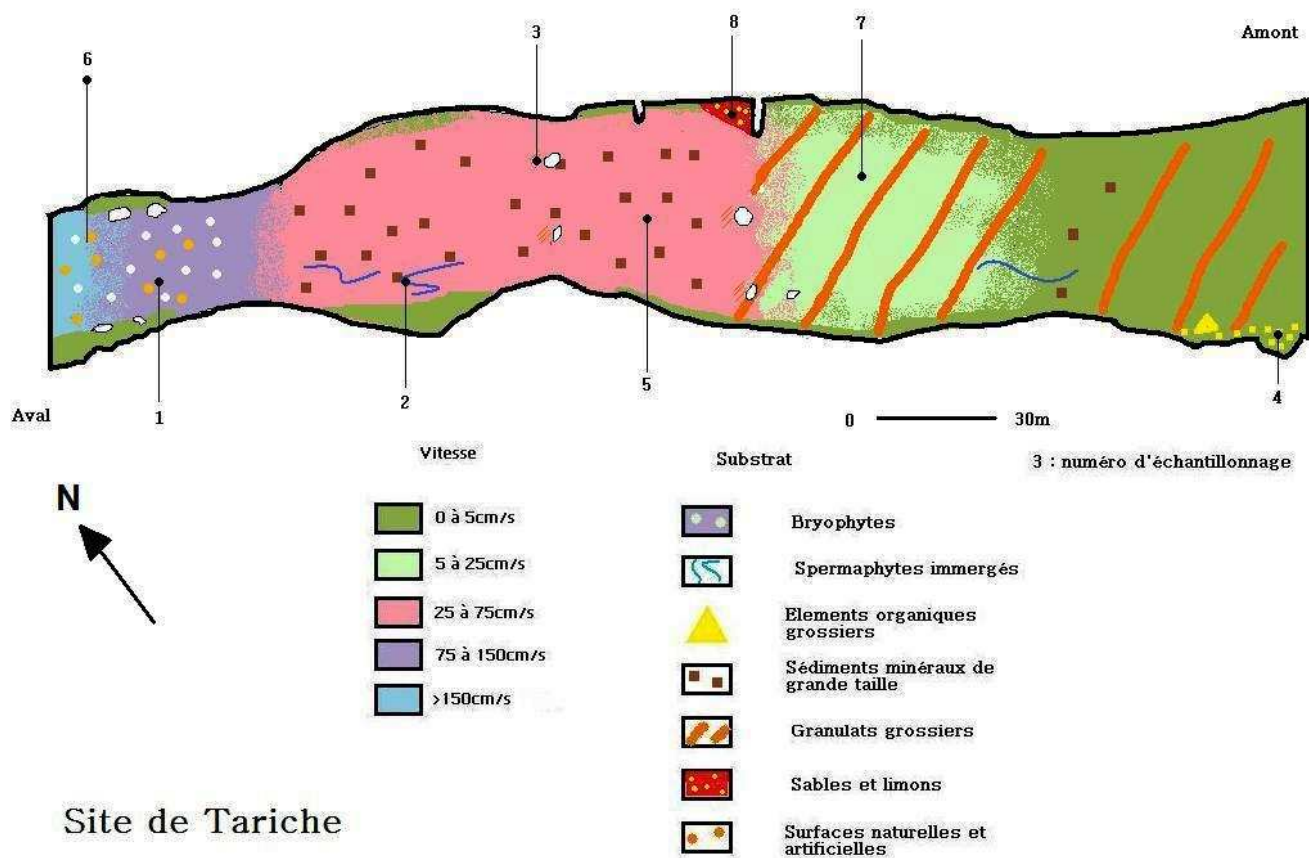
ANNEXE 7 : fiche d'échantillonnage IBGN lieu-dit « Tariche »

Identification de la station	
Nom du cours d'eau	Doubs
Nature de l'étude	Complément d'information sur les sites à Apron
Localisation	Camping de Tariche, Clos du Doubs Jura Suisse
Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie
Station informative	

Caractéristiques du lit	
Largeur du lit mouillé	33m
Faciès d'écoulement	Plat lent, plat courant, radier
Nature des berges	Naturel, incliné 20°
Végétation des rives	Dense, arbustive
Ensoleillement	Fort
Environnement	Prairial, forestier
Nature géologique	Calcaire

Nom du cours d'eau : Doubs				Date: 13/08/09			
Nom de la station : Camping "Tariche"							
Hydrologie : Etiage			Turbidité en cm (Secchi) : 1,5m				
Température de l'eau (°C) : 19			Conductivité : n.c			pH : n.c	
Vitesse superficielle V (cm/s)	V		V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	V<5
Supports	S						
Bryophytes	9	6	1				
Spermaphytes immergés	8			2			
Eléments organiques grossiers (litière, branchages, racines)	7						
Sédiments minéraux de grande taille (pierre, galets) taille>25mm	6			5			
Granulats grossiers 25mm>taille>2,5mm	5			3	7		
Spermaphytes émergents de strate basse	4						
Sédiments fins organiques, "vases"<0.1mm	3						4
Sables et limons grains<2.5mm	2						8
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols) Blocs>250mm	1						
Algues ou à défaut, marne et argile	0						

ANNEXE 8 : station IBGN « Tariche »



ANNEXE 9 : liste taxonomique IBGN : « Tariche »

Cours d'eau : Doubs	Commune : Clos du Doubs				Date de prélèvement : 13/08/09						Effectif total
	CB2	GI	1	2	3	4	5	6	7	8	
Plécoptères											1
Perlidae	10	9						1			1
Ephéméroptères											219
Ephemeralidae	10	3	4	1			1	6			12
Heptageniidae	10	5	1					37			38
Baetidae	4	2	112	5	1		6	36	3	1	164
Ephemeridae	10	6		1			3		1		5
Tricoptères											602
Rhyacophilidae	7	4	10				2	14			26
Hydropsychidae	5	3	336	33	4		51	129			553
Psychomyiidae	8	4					2		1		3
Limnephilidae	7	3		3				1			4
Polycentropodidae	7	4		1			1	1			3
Odontoceridae	10	8		2					4		6
Sericostomatidae	10	6		4				1	2		7
Coléoptères											387
Elmidae	5	2	163	79	15	1		74	43	11	386
Elodidae									1		1
Diptères											994
Simuliidae	5		2	12				12			26
Empididae	7						2		1		3
Psychomyiidae	8		3								3
Chironomidae	2	1	206	108	1	270	30	52	46	12	725
Thaumaleidae							2				2
Limoniidae	5		9	4	2		96	4	53		168
Athericidae	6		2	36	1	1		22			62
Ceratopogonidae	5			1			3		1		5
Gastéropodes											91
Lymnaeidae	3	2		88		1	1				90
Planorbidae	3	2		1							1
Bivalves											27
Sphaeriidae	3	2				27					27
Crustacés											117
Gammaridae	6	1	3	56			44	4	10		117
Achètes											51
Erpobdellidae	3	1		15	1		4	1	23		44
Glossiphoniidae	3	1		4		2			1		7
Oligochètes	1	1	22	7	2	5	23	12	23	9	103
Branchiobdellida							4				4
Némathelintes				2		20					22
Effectif total			873	463	27	327	275	407	213	33	2618

ANNEXE 10 : localisation du site « Le Cul des Prés »

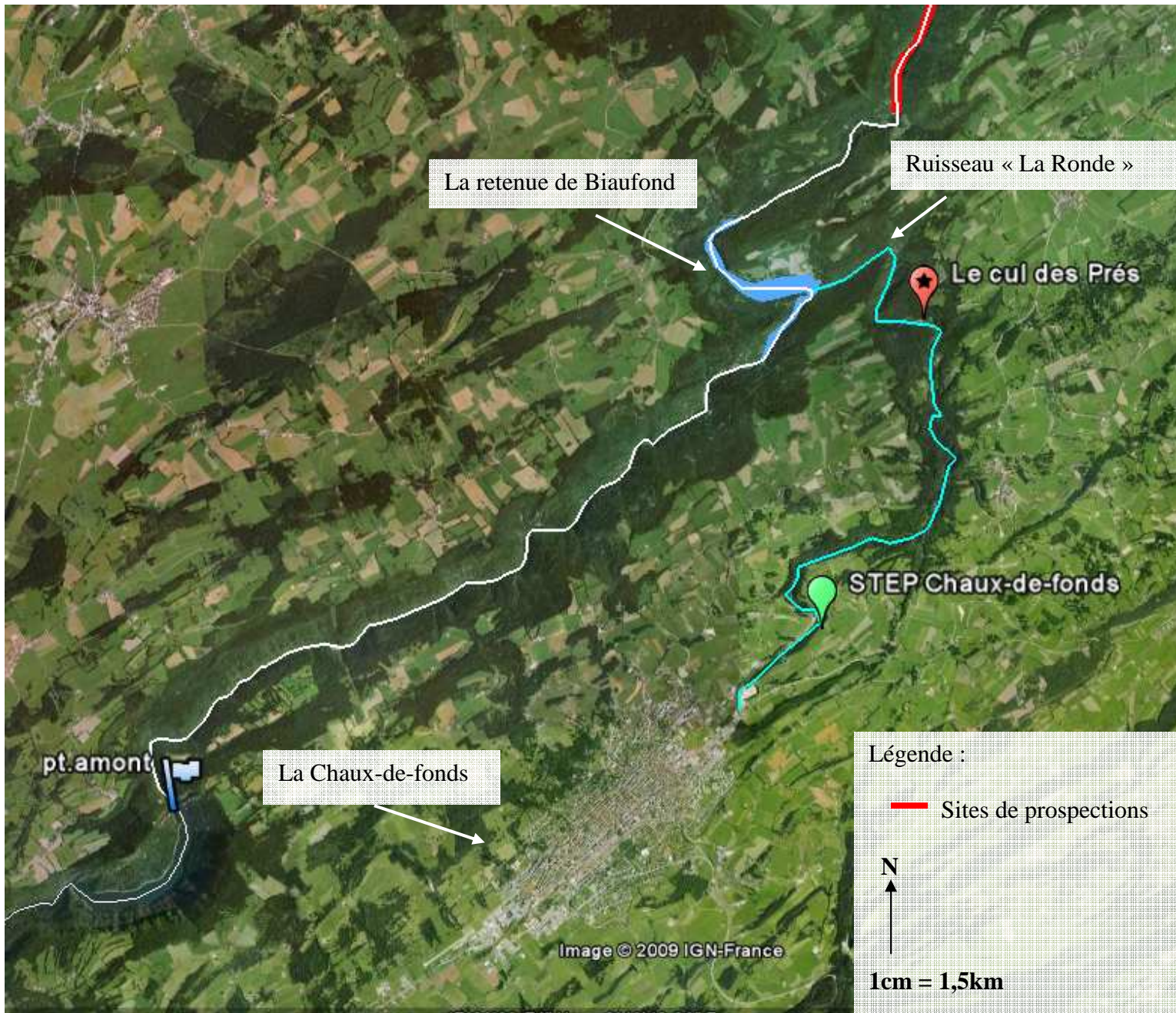


TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	0
RESUME	1
SOMMAIRE	2
AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION	4
A- CONTEXTE DE L'ETUDE	7
I. Connaissances sur l'apron du Rhône (<i>Zingel asper</i>)	7
I. a) TAXONOMIE	7
I. b) MORPHOLOGIE	7
I. c) BIOLOGIE	8
I. c) 1. Comportement	8
I. c) 2. Habitats	8
I. c) 3. Alimentation	8
I. c) 4. Reproduction et croissance	9
I. c) 5. Spéciation et génétique	9
I.c) 6. Distribution géographique et état des populations de <i>Z. asper</i>	10
I. c) 7. Protection et statut de l'apron du Rhône	11
II. Présentation de la zone d'étude	12
II. a) GENERALITES SUR LE DOUBS	12
II. b) LOCALISATION DU LINEAIRE D'ETUDE	13
II. c) OCCUPATION DU SOL ET ACTIVITES	14
II. d) DEMOGRAPHIE	14
II. e) GEOLOGIE	15
II. f) HYDROMETRIE	15
II. g) AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES	16

II. h) HISTORIQUE DE L'APRON DANS LE DOUBS ET BILAN DES PROSPECTIONS	17
B – MATERIEL ET METHODE	19
I. Méthodologie	19
I. a) RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES	19
I. b) RECONNAISSANCE D'APRONS SUR LA LOUE	19
I. c) IDENTIFICATION DES SITES DE PROSPECTIONS	19
I. d) CARACTERISTIQUES DES PROSPECTIONS	20
II. Méthode de prospection	20
II. a) PROSPECTIONS NOCTURNES	21
II. a) 1. Prospection à la lampe frontale	21
II. a) 1.1. Conditions limites d'application	21
II. a) 1.2. Faciès d'écoulements préférentiels	22
II. a) 1.3. Matériel requis pour un observateur	22
II. a) 1.4. Avantages de la méthode	22
II. a) 1.5. Inconvénients de la méthode	23
II. a) 2. Prospection en plongée	23
II. a) 2. 1. Conditions limites d'application	24
II. a) 2.2. Faciès d'écoulements préférentiels	24
II. a) 2.3. Matériel requis pour un plongeur	24
II. a) 2.4. Avantages de la méthode	25
II. a) 2.5. Inconvénients de la méthode	25
II. b) COMPTAGE DES POISSONS	25
II. c) COMPARAISON DE 2 SITES A APRON PAR L'ETUDE DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES	25

II. c) 1. IBGN (Indice Biologique Global Normalisé)	26
II. c) 2. Le CB2 (Coefficient biogène 2)	26
II. c) 3. Diversité de Shannon et Weaver (H)	26
II. c) 4. Indice d'équitabilité (J)	26
II. c) 5. Dominance de Simpson (Q)	27
II. d) Traitement et analyse des résultats	27
C - RESULTATS	
I. les prospections nocturnes	28
II. les IBGN	32
II. a) CARACTERISATIONS DES STATIONS	32
II. a) 1. Station « Les Moulins »	32
II. a) 2. Station « Tariche »	32
II. b) COMPARAISON DES DESCRIPTEURS POPULATIONNELS	33
II. b) 1. Interprétation des indices biologiques au site Les Moulins	33
II. b) 2. Interprétation des indices biologiques à Tariche	34
D – DISCUSSIONS	35
I. Effort d'échantillonnage	35
II. Explications sur les observations d'aprons de 5 à 10cm	35
III. Les impacts des barrages et des éclusées	35
E - PRECONISATIONS DE GESTION EN FAVEUR DES POPULATIONS D'APRONS ET DE SON MILIEU	38
I. Suivi des populations d'aprons	39
I. a) POURSUITES DES PROSPECTIONS	39
I. b) MESURES D'INDICES PHYSIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES	40
I. c) MONITORING GENETIQUE	40

II. les actions de restaurations pour la libre circulation de l'apron dans le Doubs	41
II. a). ACTION PRIORITAIRE : échéance 2011	41
II. b). ACTIONS SUPPLEMENTAIRES : échéance 2014	41
III Actions sur les pressions de pollutions à l'échelle du périmètre du PNR Transfrontalier	43
III. A) ACTIONS PRIORITAIRES : DEFI DE L'ASSAINISSEMENT DES EAUX (ÉCHEANCE 2015)	43
III. b). MESURE DE PROTECTION REGLEMENTAIRE	44
CONCLUSION	45
BIBLIOGRAPHIE	46
LISTE DES FIGURES	51
LISTE DES TABLEAUX	52
ANNEXE 1 : atlas photographiques de seuils et barrages sur le linéaire d'étude	53
ANNEXE 2 : extrait de la clé de détermination des faciès d'écoulements en rivière (MALAVOI et SOUCHON, 2002)	56
ANNEXE 3 : fiche de prospection du 26 juillet 2009 au Go-Griat	57
ANNEXE 4 : fiche d'échantillonnage IBGN lieu-dit « Les Moulins »	58
ANNEXE 5 : station IBGN « Les Moulins »	59
ANNEXE 6 : liste taxonomique IBGN : « Les Moulins »	60
ANNEXE 7 : fiche d'échantillonnage IBGN lieu-dit « Tariche »	61
ANNEXE 8 : station IBGN « Tariche »	62
ANNEXE 9 : liste taxonomique IBGN : « Tariche »	63
ANNEXE 10 : localisation du site « Le Cul des Prés »	64