

Faisabilité de l'élevage de l'apron du Rhône (*Zingel asper*, L.) à des fins de repoissonnement de soutien de la population du Doubs Suisse



Etude préliminaire

mars 2012



Environnement et sciences aquatiques

BP 1767, CH-2001 Neuchâtel

Tél.: 032 724 72 62 / Fax.: 032 835 30 78

www.netaquarius.ch

Auteur(s) du rapport :
AQUARIUS : Blaise Zaugg & Jérôme Plomb



Mandant :	Dernière modification :
République et canton du Jura : ENV	Neuchâtel, le 13 mars 2012

Table des matières

1. INTRODUCTION - CADRE	2
2. SUIVI DE L'APRON DU RHONE SUR LA BOUCLE JURASSIENNE DU DOUBS.....	3
3. GENETIQUE DE L'APRON DU RHONE	4
3.1 <i>Différenciations à l'échelle des bassins du Rhône</i>	4
3.2 <i>Evaluation de la fragmentation et de l'érosion génétique.....</i>	6
3.3 <i>Echantillonnage nécessaire pour une étude génétique.....</i>	7
4. ELEVAGE DE L'APRON DU RHONE.....	7
4.1 <i>Premiers essais difficiles.....</i>	7
4.2 <i>Evolution et amélioration des connaissances.....</i>	8
5. TRANSLOCATION ET REPEULEMENTS	10
5.1 <i>Conditions préalables.....</i>	10
5.2 <i>Essais de réintroductions sur la Drôme</i>	12
5.2.1 <i>Choix des sites.....</i>	12
5.2.2 <i>Protocole de réintroduction – concept de base.....</i>	13
5.2.3 <i>Réintroductions effectuées sur la Drôme</i>	14
5.2.4 <i>Résultats et retour d'expérience des réintroductions sur la Drôme</i>	14
6. SYNTHÈSE DES DONNÉES ET CONCLUSIONS.....	15
7. POURSUITE DES INVESTIGATIONS	16
7.1 <i>Poursuite du monitoring de l'apron</i>	16
7.2 <i>Investigations génétiques.....</i>	17
7.3 <i>Objectifs habitationnels à atteindre pour l'apron</i>	17
7.3.1 <i>Rétablissement du continuum biologique</i>	18
7.3.2 <i>Amélioration des connaissances concernant la qualité des eaux et des sédiments, régime thermique. .</i>	18
7.3.3 <i>Incidence des éclusées sur les biotopes à apron.....</i>	19
7.4 <i>Elevage de l'apron et rempoissonnements</i>	19
7.4.1 <i>Communication avec la France</i>	19
7.4.2 <i>Faisabilité économique de l'élevage en Suisse.....</i>	20
7.4.3 <i>Evaluation de la nécessité d'actions de soutien par des rempoissonnements</i>	20
7.5 <i>Coordination avec le Plan sectoriel des Eaux</i>	20
8. AUTRE BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE	22
ANNEXE 1 : METHODE D'ÉVALUATION DE LA FRAGMENTATION ET DE L'ÉROSION GÉNÉTIQUE	23

Liste des figures

Figure 1	Classification des aprons capturés sur le bassin du Rhône. Distance génétique : allèles partagés. Stratégie d'agrégation : neighbor joining.	5
Figure 2	Structure et diversité génétiques de l'apron du Rhône : Echantillonnage. 6 ^{ème} journée thématique de la ZBAR (Zone Atelier Bassin du Rhône): La valeur patrimoniale des espèces, des espaces et de leurs dynamiques. Jeudi 30 septembre 2010, Espace Tête d'Or, Lyon-Villeurbanne (69). Source : Dubut V. UMR 6116 – IMEP, Equipe Evolution Génome Environnement Université de Provence, CNRS, IRD.	6
Figure 3	Différents stades de développement de l'apron (<i>Zingel asper</i>). Dessins présentés dans 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.	9

Liste des tableaux

Tableau 1	Effectifs prévus pour un site pilote et survie escomptée.	13
-----------	--	----

1. INTRODUCTION - CADRE

L'apron du Rhône (*Zingel asper*) est une espèce menacée d'extinction et strictement protégée à l'échelle européenne selon la Convention de Berne au sens de l'Ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche (OLFP). Il n'est présent en Suisse que dans la boucle jurassienne du Doubs, site qui constitue la population actuelle la plus septentrionale de cette espèce.

Les suivis systématiques effectués dans le Doubs jurassien depuis les années 80 mettent en évidence des effectifs très réduits d'aprons tendant encore à diminuer ces dernières années. L'abondance de ce poisson est si faible qu'il est aujourd'hui très difficile de bénéficier de données précises exploitables d'un point de vue scientifique, notamment en termes de dynamique de populations ou de distinction de sous-populations.

La fragmentation de son habitat, la perturbation du régime hydrologique ainsi que l'altération de la qualité de l'eau sont les principaux critères qui sont avancés pour expliquer la régression de cette espèce en Suisse.

Face à ce déclin et aux recensements réalisées ces dernières années, la question se pose de savoir si l'apron du Rhône possède aujourd'hui sur le Doubs des effectifs et un patrimoine génétique suffisants pour pouvoir se maintenir et potentiellement se restaurer naturellement. Bien que plusieurs données manquent actuellement pour répondre à ces questions, l'urgence de la situation ainsi que les perspectives d'améliorations susceptibles de survenir à cours terme (en particulier rétablissement du continuum biologique) ont conduit l'Office cantonal de l'environnement, ci-après ENV, à mandater le bureau AQUARIUS pour évaluer la faisabilité de l'élevage de l'apron (*Zingel asper*) à des fins de rempoissonnement de soutien dans le Doubs Suisse. Le présent rapport constitue cette étude préliminaire de faisabilité.

Le cadre de cette étude est défini par les axes de travail suivants :

- > Recherche et examen de la littérature existante relative à l'élevage, au maintien en aquarium et au repeuplement de l'apron et autres espèces du genre *Zingel*.
- > Recherche de la littérature, contacts et discussions avec divers spécialistes en relation avec la génétique de l'apron du Rhône.
- > Synthèse des données et conclusions.
- > Discussions et proposition d'un programme d'investigations complémentaires à entreprendre.

La recherche de littérature s'est avant tout concentrée sur les investigations menées dans le cadre du projet Life Apron. En effet, il s'agit du plus gros programme d'étude de l'apron du Rhône jamais réalisé. Achevé en 2009, la deuxième partie de ce programme, doté d'un budget de plus de 3.5 millions d'euros, s'est orientée vers la mise en œuvre de stratégies de conservation.

2. SUIVI DE L'APRON DU RHÔNE SUR LA BOUCLE JURASSIENNE DU DOUBS

Les premiers recensements de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) «organisés & systématiques» dans le Doubs jurassien ont été pratiqués sous l'égide de l'OEPN (actuellement Office cantonal de l'environnement, ENV). Des clubs de plongées d'abord, puis dès 1985 AQUARIUS, plongeait alors dans quelques sites définis par le canton. Il s'agissait alors essentiellement de zones profondes (gos). De telles opérations ont été menées irrégulièrement durant une dizaine d'années environ.

Ces investigations ont notamment permis de déterminer les sites où cette espèce était présente ainsi que les tronçons potentiellement favorables. Elles ont notamment servi de base à l'élaboration d'une étude réalisée entre 1994 et 1998 visant à étudier le statut des populations d'apron du Rhône sur la boucle jurassienne du Doubs¹. Cette étude finalisée en 1999 démontrait déjà à l'époque l'extrême faiblesse des populations d'apron dans le Doubs suisse. Suite à ce constat, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a mandaté AQUARIUS (Neuchâtel) afin d'effectuer un monitoring ponctuel allégé des effectifs de ce poisson de 2000 à 2009. Afin de compléter ce monitoring par des investigations supplémentaires, l'ENV a chargé AQUARIUS d'effectuer des campagnes complémentaires, celles-ci ont débuté en 2006. Le rapport de synthèse de ces suivis confirme la faiblesse des effectifs d'apron et montre globalement une tendance à la diminution².

BOISMARTEL³ a réalisé en 2009, une actualisation de la distribution des populations d'apron sur le Doubs jurassien et son extension sur le territoire français. Cette étude relève la présence de 26 aprons sur 3 sites uniquement répartis sur un linéaire de moins de 6 km.

Un monitoring renforcé mandaté à AQUARIUS par l'OFEV a débuté en 2010, celui-ci comprend des prospections diurnes en plongée et nocturnes à la lampe qui sont réalisées annuellement sur plus de 10 stations. Ces derniers relevés (AQUARIUS, en prép.) ont permis de mettre en évidence des aprons de Bellefontaine à la Charbonnière, soit sur un linéaire de plus de 15 km, dans des abondances toutefois inférieures à celles observées par BOISMARTEL (*op. cit.*).

Les études précitées, malgré des prospections sur le Doubs international et français, mettent en évidence la présence de l'apron uniquement sur la boucle jurassienne du Doubs. Elles confirment que les effectifs d'apron du Rhône sur ce tronçon sont très faibles et n'atteignent en moyenne quasiment jamais plus d'un à deux individus par 100 mètres de cours d'eau prospecté. Bien que l'apron ne soit pas un poisson naturellement abondant, les densités rencontrées sur le Doubs sont nettement inférieures à celles que l'on trouve par exemple dans plusieurs populations des bassins de la Durance, de l'Ardèche et de la Loue, où la densité d'aprons dépasse régulièrement les 10 à 15 individus pour 100 m de cours d'eau prospecté.

¹ AQUARIUS (1999) : Concept de protection de l'apron (*Zingel asper*) : Recensement des effectifs dans le Doubs. – Information concernant la pêche n°64. OFEV.

² AQUARIUS (2010): Apron (*Zingel asper* L.) Programme de monitoring - Rapport de synthèse 2000-2009 et proposition pour la poursuite du monitoring.

³ BOISMARTEL M. (2009) : Actualisation des connaissances sur les populations d'apron du Rhône (*Zingel asper*) dans le Doubs – linéaire du futur Parc Naturel Régional franco-suisse. – Université François – Rabelais. Tours.

3. GÉNÉTIQUE DE L'APRON DU RHÔNE

3.1 Différenciations à l'échelle des bassins du Rhône

Les premières campagnes de prospection génétique concernant l'apron du Rhône⁴ ont été mises en œuvre en 1993 et 1994 par une équipe constituée du Laboratoire Génôme et Populations de Montpellier, du Laboratoire d'Ichtyologie Générale et Appliquée du Muséum de Paris ainsi que du Laboratoire Tchèque de Génétique des Poissons de LIBECHOV. Les analyses utilisées en première approche (polymorphisme enzymatique) présentaient l'inconvénient de devoir sacrifier de rares spécimens pour analyses (prélèvement de foie, chair, sang).

A la fin des années 90, DURAND & LAROCHE (2000, 2004)⁵ ont cherché sur l'ensemble du périmètre de distribution de l'apron (*Zingel asper*), si des différenciations génétiques significatives pouvaient être détectées en fonction des sous-bassins du Rhône. Pour cela, des fragments de nageoires et d'écailles ainsi que 5 marqueurs de type "microsatellites" ont été utilisés, permettant notamment de définir les grandes tendances de la diversité allélique sur l'ensemble du bassin. Concernant le matériel génétique du Doubs, des échantillons provenant d'un individu mort trouvé en 1997 par AQUARIUS (collection personnelle) ont été fournis en 1999 à l'Institut d'analyse des Systèmes Biologiques et Socio-Economiques de l'Université Claude Bernard Lyon 1 (M. Jean Laroche). Malheureusement son ADN dégradé n'a pas permis d'analyser son génotype. Quatre poissons ont été collectés sur la Loue pour le bassin du Doubs. Les objectifs de cette étude étaient :

- > Etablir la diversité génétique intra-populationnelle et évaluer l'érosion génétique possible de ces populations et donc leur degré de viabilité à moyen terme;
- > déterminer la différenciation populationnelle pour détecter d'éventuelles différences génétiques entre les sous-bassins;
- > déterminer la différenciation populationnelle à une échelle microgéographique (de l'ordre de 10 km) au sein de chaque sous-bassin où l'espèce est suffisamment abondante, pour diagnostiquer l'intensité des flux géniques sur une distance modérée.

Cette étude conclut notamment que les populations d'apron des sous-bassins du Doubs, de la Drôme, de l'Ardèche et de la Durance présentent chacune une certaine spécificité par rapport à cette distribution, avec une hétérogénéité notable sur la Drôme (signifiant peut-être qu'elle est la plus proche de la souche ancestrale). Ceci confirme le fait que ces populations doivent être considérées comme des unités de conservation à part entière. La fragmentation de ces trois sous-systèmes est probablement ancienne, du fait de flux génique nul entre ces rivières (aménagement artificiels des cours d'eau et du Rhône en particulier).

⁴ 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, 10 p.

⁵ 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 I, Quetigny : 22 p.

DURAND J.D. & LAROCHE J. (2004) Genetic structure of fragmented populations of a threatened endemic percoid of the Rhône river: *Zingel asper*. *Heredity* 92, pp 329–334.

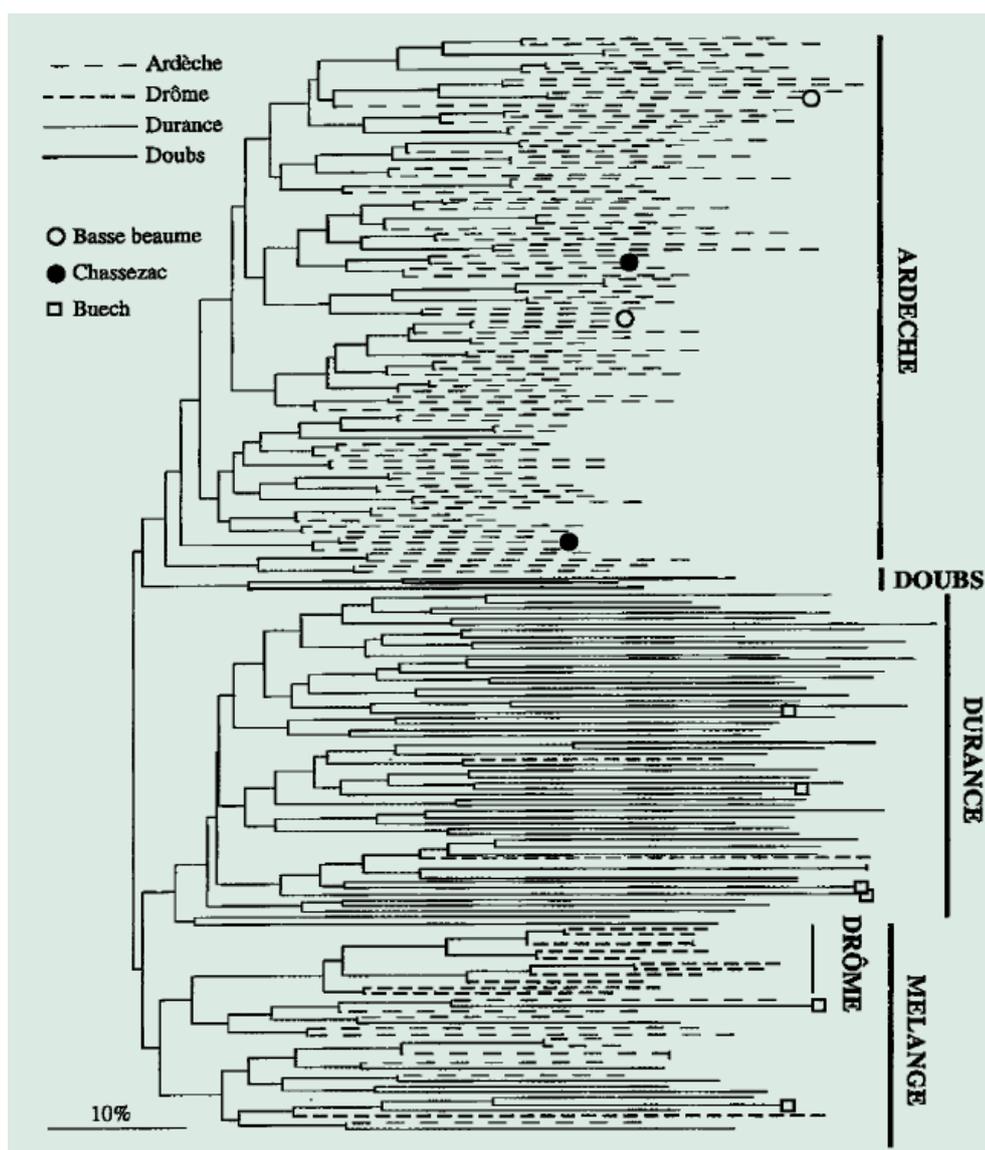


Figure 1 Classification des aprons capturés sur le bassin du Rhône⁶. Distance génétique : allèles partagés. Stratégie d'agrégation : neighbor joining.

Des investigations récentes (2008-2010) basées sur ces anciens échantillons ont montrés une très faible diversité génétique sur le Verdon et la Loue alors qu'en revanche elle est très élevée sur le bassin de la Durance (Mme Georget, responsable du plan d'action national en faveur de l'apron du Rhône (F). Communication personnelle 2012).

Rappelons que les échantillons de l'apron du Doubs jurassien fournis en 1999 n'ont pas pu être valorisés et que par conséquent cette population est la seule qui n'a pas été analysée du point de vue génétique.

Un programme de suivi génétique est projeté dans le plan national d'action en faveur de l'apron du Rhône.

⁶ 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 I, Quetigny : 22 p.

3.2 Evaluation de la fragmentation et de l'érosion génétique

En 2010, le nombre d'aprons ayant fait l'objet de prélèvements sur le bassin français du Rhône pour des investigations génétiques pouvait être récapitulé comme suit :

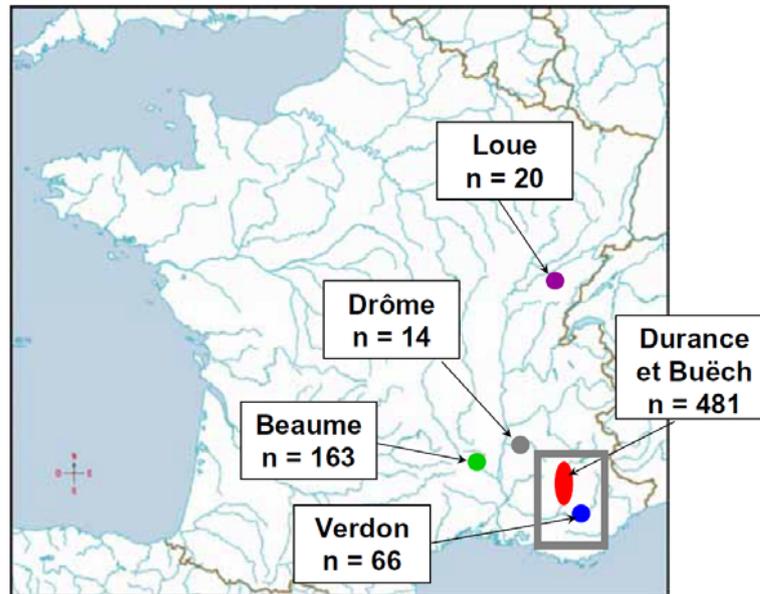


Figure 2 Structure et diversité génétiques de l'apron du Rhône : Echantillonnage. 6^{ème} journée thématique de la ZBAR (Zone Atelier Bassin du Rhône): La valeur patrimoniale des espèces, des espaces et de leurs dynamiques. Jeudi 30 septembre 2010, Espace Tête d'Or, Lyon-Villeurbanne (69). Source : Dubut V. UMR 6116 – IMEP, Equipe Evolution Génome Environnement Université de Provence, CNRS, IRD.

L'Université de Provence, avec notamment le soutien financier et la collaboration d'Electricité de France (EDF), a réalisé plusieurs études génétiques spécifiques concernant la conservation de l'apron du Rhône⁷ sur les bassins de la Durance et du Verdon dans le but d'évaluer le statut de conservation de cette espèce dans ces sites. Les objectifs de ces études génétiques sont les suivantes :

- > Tester une possible structuration de la diversité génétique, notamment une structuration amont-aval de la diversité génétique des populations ;
- > mesurer la diversité génétique des populations ;
- > évaluer l'impact d'un possible goulot d'étranglement (qui aurait suivi la mise en place de barrages) sur la diversité des populations ;
- > évaluer l'impact d'un possible goulot d'étranglement sur la différenciation de cette population par rapport à des populations d'autres sous-bassins du Rhône.

⁷ DUBUT, V., GILLES A. & CHAPPAZ R., (2010) : Diversité génétique de l'apron du Rhône (*Zingel asper* L.) dans le Verdon : Intérêt pour sa conservation. Rapport de fin de travaux.

DUBUT, V., GILLES A. & CHAPPAZ R., (2010) : Diversité et structure génétique de l'apron du Rhône (*Zingel asper* L.) sur le Buëch et la Durance : Connectivité des populations et conservation dans le cadre du projet de curage de la retenue de St-Lazare. Rapport de fin de travaux.

DUBUT, V., GILLES A. & CHAPPAZ R., (2011) : Impact de la fragmentation de l'habitat sur la diversité et la structure génétique de l'apron du Rhône (*Zingel asper* L.) dans le bassin de la Durance. Rapport de fin de travaux.

Ces résultats fournissent des informations précieuses sur l'érosion génétique possible des individus étudiés et donc sur l'état de leur potentiel adaptatif. La méthodologie générale employée pour les études précitées est décrite dans l'annexe 1.

3.3 Echantillonnage nécessaire pour une étude génétique

Les études citées au chapitre précédent ainsi que les contacts pris avec leurs auteurs permettent de mettre en évidence que des investigations génétiques fiables à l'échelle d'une population nécessitent au minimum des prélèvements pratiqués sur 15 et 20 individus pour une évaluation globale de la diversité génétique et sur environ 30 individus par tronçon de cours d'eau pour évaluer l'effet de la fragmentation de l'habitat (notion de sous-population séparée par des obstacles artificiels par exemple).

4. ELEVAGE DE L'APRON DU RHÔNE

4.1 Premiers essais difficiles

L'apron du Rhône est une espèce discrète, peu abondante et ne présentant pas d'intérêt halieutique. Les connaissances sur sa biologie et en particulier sur sa reproduction étaient jusqu'à récemment très lacunaires. De fait, le frai de cette espèce n'a aujourd'hui encore jamais été observé et les alevins de quelques semaines n'ont jamais été localisés en milieu naturel.

LEGER & STANKOVIC (1921)⁸, réussissent les premiers la reproduction artificielle d'aprons originaires de l'Isère. En captivité, les auteurs obtiennent la ponte et la fécondation et réussissent l'élevage des alevins jusqu'à ce que les juvéniles présentent les traits morphologiques caractéristiques des adultes.

En 1995, un programme de recherche sur la faisabilité de la reproduction artificielle de l'apron est mis sur pied (ADAPRA 1996)⁹. Dans ce cadre, les chercheurs effectuent des cartographies des habitats de l'apron, des captures d'individus ainsi que des essais de maintien en captivité et de reproduction. Lors d'essais de reproduction, 2 femelles et 2 mâles sont placés dans un bassin. A deux reprises, les ovules sont libérés mais aucune fécondation n'est observée. Lors d'une 3^{ème} tentative, aucune libération d'ovule n'est observée et les mâles sont retrouvés morts après 24 jours. Ceci confirme l'hypothèse que, contrairement aux "Donaufstreber (*Zingel streber* et *Z. zingel*)", les aprons du Rhône supportent mal ou pas du tout la coexistence avec leurs congénères en dehors de la période de reproduction. Ils ne peuvent donc être maintenus en groupe que 2 à 3 semaines au maximum. Un 4^{ème} essai a consisté en une fécondation artificielle; cette dernière tentative n'a abouti à rien en raison de la maturité trop avancée des ovules.

⁸ LEGER L. & STANKOVITC S. (1921) : Fécondation artificielle et développement de l'Apron. Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de Grenoble: 335-338.

⁹ ADAPRA (1996) : Faisabilité de l'élevage contrôlé de l'Apron (*Zingel asper* L. 1758), Rapport Convention DIREN/ADAPRA 95-4-00-0004, 20 p.

De nouveaux essais de reproduction artificielle ont ensuite été reconduits en 2000 à la Réserve naturelle des Ramières (Drôme) dans le cadre du programme Life Apron I. La technique de stripping (pressions abdominales) a alors été pratiquée avec succès sur 2 femelles et 2 mâles sauvages de la rivière Beaume (Ardèche). Cependant, les essais réalisés ultérieurement n'ont pas confirmé la reproductibilité de la première manipulation. Ces expériences ont néanmoins permis d'obtenir des informations intéressantes :

- > Les essais réalisés entre 1921 et 2000 ont montré la difficulté de la reproduction naturelle en captivité et de la fécondation artificielle dans l'eau. Un bon succès de la reproduction artificielle ne peut être garanti que si elle est réalisée au moment exact de l'ovulation : les échecs rencontrés en 2000, sont tous dus à des femelles immatures ou sur-matures. Mais repérer l'ovulation chez la femelle apron est assez problématique. En effet, les expériences passées ont montré la difficulté à appréhender l'état de maturation des femelles : pendant la période de reproduction, qui dure presque 3 mois, elles possèdent un abdomen très renflé mais aucun signe physique extérieur n'annonce les prémices de la ponte. De plus, les manipulations répétées des géniteurs pour essayer de mesurer cet état peuvent engendrer un stress important susceptible de nuire au bon déroulement de la gamétogenèse.
- > PROLONGE-CHEVALIER (2007)¹⁰ a détaillé dans sa thèse, sur la base d'études histologiques et immunohistochimiques, le développement sexuel de l'apron du Rhône qui est un poisson téléostéen gonochorique possédant un cycle de reproduction annuel. La maturité sexuelle des femelles et des mâles est ainsi atteinte à deux ans. La gamétogenèse se déroule pendant l'automne et l'hiver et la ponte a lieu entre mars et avril, parfois en mai dans les conditions de l'élevage. La ponte est unique. Chez les adultes, six stades ont été définis lors de la maturation du follicule ovarien et quatre dans l'évolution du testicule. *Zingel asper* possède, dans les conditions de l'élevage, un cycle de reproduction non perturbé, qui est très comparable à celui des autres Percidae des eaux douces tempérées. L'ovocyte avant l'ovulation s'entoure d'une membrane externe alvéolaire, caractéristique des espèces apparentées à l'apron. Les protéoglycane sulfatés qui composent cette membrane sont synthétisés par les cellules de la granulosa. Elle est probablement impliquée dans l'adhérence des œufs au substrat.

4.2 Evolution et amélioration des connaissances

Les quelques dizaines d'aprons survivants des expériences réalisées en 2000 à la Réserve naturelle des Ramières (Drôme) ont constitué la base des géniteurs qui ont participé dès 2005 aux essais de reproduction de cette espèce au Muséum de Besançon (cf. chapitre suivant).

Les précieuses informations acquises lors des précédentes expériences ont conduit le Muséum de Besançon à commencer à adopter dès 2005 un tout autre procédé : obtenir des

¹⁰ PROLONGE-CHEVALIER C. (2007) : Étude histologique du développement sexuel de l'Apron du Rhône *Zingel asper* L., percidé endémique menacé d'extinction, Thèse de doctorat, Université Catholique de Lyon, 210 pp.

pontes sans manipulation des géniteurs, en reconstituant de manière artificielle les éléments qui conditionnent la reproduction de l'apron en rivière (radier artificiel). Parallèlement et dès 2008, la mise en place d'un système de vidéo surveillance nocturne a permis de suivre quelques comportements de reproduction en aquarium. La plupart des pontes sur les radiers artificiels ont ainsi pu être filmées. De plus, à l'aide du système de reconnaissance individuelle des géniteurs mis en place dès 2005, il a par exemple été mis en évidence que certaines femelles (notamment les grosses) peuvent fractionner leur ponte en plusieurs nuits avec 24 ou 48 heures de décalage. Cependant la plupart du temps, la ponte se déroule en une seule nuit. Rarement le frai a lieu le jour, comme le 12 mars 2008 où une femelle a pondu de 9h à 16h et toutes les étapes ont été observées en direct et filmées¹¹.

Depuis 2005, les installations consacrées aux aprons n'ont ainsi cessé d'évoluer en fonction de l'expérience acquise et des besoins. En janvier 2008, elles se présentaient sous leurs configurations définitives, permettant la reproduction de 3 groupes reproducteurs (environ 150 individus) et l'élevage de leur descendance. Les différents bacs et incubateurs sont disposés dans 2 lieux bien distincts : l'écloserie et la ferme aquacole.

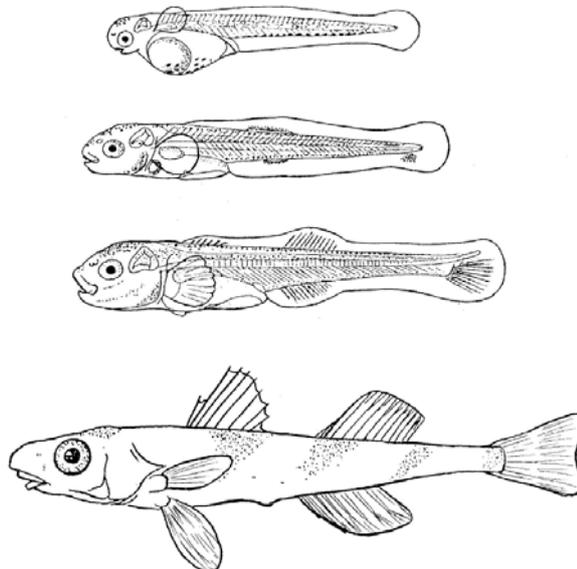


Figure 3 Différents stades de développement de l'apron (*Zingel asper*). Dessins présentés dans ADAPRA, DIREN Délégation de bassin RMC, (1999). Gestion des populations d'Apron. Bilan 1994-1998 des études préalables au programme LIFE. Rapport d'activités. 39 p.

Les résultats ainsi obtenus entre 2005 et 2009 sont très hétérogènes mais s'expliquent par les différentes phases de mise au point de l'élevage de l'apron.

Tout d'abord, les 3 premières années ont permis de cerner les éléments techniques indispensables au maintien d'une population d'aprons en captivité. Cette période a aussi permis de cerner les conditions thermiques intervenant dans les différentes phases de la reproduction c'est-à-dire la gamétogénèse, la ponte, l'incubation. Cependant, les géniteurs provenant de la Réserve des Ramières (souche « Ramières ») étaient probablement déjà trop âgés et accusaient une forte consanguinité d'où des résultats très modestes.

¹¹ BEJEAN M. & MAILLOT F. (2009) : Essais de reproduction de l'Apron du Rhône en conditions artificielles contrôlées. Bilan 2005 – 2009; Rapport Life Apron II, 39 p.

A partir de 2008, la reproduction devient plus productive grâce à la capture de nouveaux géniteurs (issus de la rivière Beaume : souche « Beaume » et dans une moindre mesure aux jeunes géniteurs nés au muséum issus de la souche « Ramières » qui réalisaient leur première reproduction. Les résultats de la reproduction en 2009 confirment la tendance à la hausse du nombre d'éclosion pour la souche « Ramières » mais reste encore faible pour des géniteurs qui devraient être à pleine maturité sexuelle.

Finalement, entre 2005 et 2009, 59'760 œufs ont été produits, desquels 5'135 alevins ont pu émerger.

Les installations actuelles nécessaires à la conservation de l'apron du Rhône en aquarium ainsi qu'à sa reproduction ont été financées par le programme Life Apron II pour un coût estimé à environ 200'000 €. La manutention nécessaire à l'élevage de l'apron est importante, elle correspond à environ 1/3 de poste de travail.

Les rapports d'essais de reproduction de l'apron entre 2005 et 2009 ainsi que la méthode et le matériel employés sont accessibles librement sur le site du programme Life Apron II.

5. TRANSLOCATION ET REPEUPEMENTS

5.1 Conditions préalables

Dans le cadre du programme Life Apron, des considérations générales ont été émises pour définir les conditions préalables qui doivent être réunies pour justifier une opération de repeuplement avec l'apron du Rhône¹², notamment :

- > S'assurer de l'absence d'une population en effectif suffisant pour se reconstituer sans apports extérieurs. Si les recherches de l'espèce dans un cours d'eau où elle était présente sont infructueuses malgré des conditions de prospection satisfaisantes sur les types habitats où l'on observe habituellement l'espèce, on peut alors considérer que la population est soit absente, soit trop réduite pour se reconstituer d'elle-même.
- > Les prospections des sites potentiellement favorables aux réintroductions doivent être étendues en amont des secteurs de présence historique car avec le réchauffement des cours d'eau, l'espèce a tendance à occuper aujourd'hui des secteurs plus en amont que les limites de leur aire de présence historique et à disparaître des zones aval. C'est ce qui a été constaté sur la Loue (RICHARD, 2007)¹³. La recherche doit notamment cibler l'aval des obstacles butoirs, où l'espèce est bloquée dans son déplacement vers l'amont. Dans certains cas il est cependant difficile de prospecter efficacement en raison de la taille du milieu et/ou de conditions de transparence insuffisantes.

Les critères pour définir la viabilité d'une population ne sont toutefois pas évidents, en particulier dans le cas du Doubs jurassien où l'on ignore si les aprons qui y vivent sont en

¹² ROCHE P., BOUCANSAUD C., AMIOT F. & BEJEAN M. (2010) : Premiers retours d'expérience de l'opération pilote de réintroduction de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) dans la rivière Drôme. ONEMA juin 2010. Projet N° LIFNAT/FR/000083.

¹³ RICHARD S. (2007) : Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Répartition et situation de l'espèce sur la Loue et la basse vallée du Doubs, Synthèse des prospections 2004 – 2006. Rapport ONEMA projet Life Apron II, 21 p.

effectif suffisant pour être capables de se reconstituer et s'ils possèdent un bagage génétique suffisamment diversifié pour être viables à long terme (notion de dérive génétique). De plus, les effectifs actuels sont faibles et il est possible que même un faible prélèvement d'individus en vue de la réalisation d'un élevage par exemple constitue un impact notable sur la ou les populations résiduelles.

Par ailleurs, préalablement à la mise en œuvre sur le Doubs suisse et franco-suisse d'actions de repeuplement ou de soutien d'une espèce, il convient d'identifier les causes de régression d'origine anthropiques et de fixer des objectifs qualitatifs à atteindre et des horizons de réalisation pour viser des réintroductions. Les principales perturbations anthropiques actuelles probablement en partie responsables du statut très fragile de cette espèce (fragmentation, perturbation du régime hydrologique, pollutions) sont actuellement analysées en détail par les autorités suisses et françaises dans le cadre d'un programme commun.

Le « Projet de plan national d'actions en faveur de l'Apron du Rhône 2011-2016 » prévoit dans sa fiche action n°33 que dans le cadre du Plan National d'Actions, du Projet Intégré Doubs franco-suisse, et du réseau d'acteurs que ces projets réunissent, un échange d'expériences pourra être fait entre les acteurs concernés français et suisses sur différents points, dont les principaux sont notamment :

- > La mise en place de passes à poissons, et plus particulièrement le retour d'expérience français sur la mise en place de passes à aprons ;
- > le maintien et la reproduction de lots d'aprons en captivité ;
- > l'impact des variations de débits sur les habitats favorables à l'espèce ;
- > les méthodes de prospections et leur efficacité ; les actions et démarches de sensibilisations (grand public, scolaires...).

LABONNE (2002)¹⁴ aborde dans sa thèse la question de l'éthique du repeuplement. La réintroduction demeure en débat. Deux idées s'opposent, dès lors que l'on peut prouver que la restauration de l'habitat et de la connectivité est effective. La première consiste à penser que la réintroduction est le moyen de retrouver rapidement une distribution de l'espèce plus ou moins proche de ce qu'elle était auparavant. Cette approche est confortée si la situation est jugée urgente : multiplier les « noyaux populationnels » revient à diminuer les risques d'extinction accidentelle pour l'espèce. Il faut alors :

- > Maitriser la reproduction et le maintien en captivité ;
- > mettre en œuvre une campagne de communication adaptée vers le public et les élus pour les sensibiliser à l'importance de l'action ;
- > réaliser des réintroductions tests dans des systèmes permettant le suivi afin d'estimer d'éventuels coûts à la réintroduction et de résoudre les questions que les modèles laissent en suspens. Selon les résultats des premières réintroductions, il sera alors possible d'envisager d'élaborer un protocole pour répéter l'opération.

La deuxième idée s'oppose à la réintroduction en tant que méthode de gestion du milieu. La réintroduction n'est alors qu'un moyen de dernier recours pour parer à une situation

¹⁴ LABONNE J. (2002) : Contribution à la Conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Dynamique des Populations, Sélection de l'Habitat et Modélisation. Thèse Université Claude Bernard Lyon 1.

urgente de risque d'extinction. Le raisonnement s'appuie sur le fait que si des populations sont encore en place, et que le milieu est restauré, alors la recolonisation naturelle devrait suffire à augmenter progressivement l'aire de répartition de l'espèce. Il est en effet assez délicat à l'heure actuelle de choisir la provenance et la souche génétique d'individus participant à une réintroduction : le scientifique n'a pas la réponse exacte à cette question. Il prône généralement le maximum de diversité génétique, pour augmenter en théorie le potentiel adaptatif de la population réintroduite. Le problème est que la diversité est mesurée sur des marqueurs hypervariables, mais neutres : l'hypothèse est que la diversité de ces marqueurs est corrélée à celle des gènes sélectionnés. Ces recommandations ne suffisent pas toujours au gestionnaire, qui n'a donc pas toujours les éléments pour savoir ou prélever des individus pour une réintroduction. Il peut aussi être préjudiciable de prélever dans les populations naturelles de trop gros effectifs. Finalement, ce raisonnement revient à penser que la meilleure façon de laisser l'espèce augmenter son aire de répartition est de restaurer ses conditions d'habitat, en s'affranchissant ainsi de toutes les erreurs qui pourraient être commises lors de réintroduction (problèmes génétiques, pathogènes, impact sur les populations sources, coût de l'élevage, etc.).

Pour le Doubs suisse et franco-suisse, si les principes énumérés ci-dessus restent pertinents, il convient prioritairement de s'assurer que lorsque les objectifs de restauration du milieu seront atteints, la population d'apron du Doubs soit encore apte à se régénérer ou à servir de ressource de géniteurs pour procéder à de l'élevage en vue de procéder à des rempoissonnements. En ce sens, des investigations visant à déterminer si la conservation dès à présent d'un pool de géniteurs et la pratique de l'élevage en milieu artificiel permettraient de garantir la conservation de la souche de l'apron du Doubs sont souhaitables (notamment analyses génétiques).

5.2 Essais de réintroductions sur la Drôme

5.2.1 Choix des sites

La présélection des sites tests potentiels a été réalisée sur la base de critères qui reprennent et complètent les recommandations du guide de gestion de l'apron en fin du 1er projet Life Apron¹⁵. Une expertise de sites potentiels a d'ailleurs été réalisée par l'Université de Lyon dans le cadre du 1^{er} Life Apron¹⁶. Elle a permis d'identifier quelques sites parmi lesquels le site de la Drôme apparaissait comme zone prioritaire, et par conséquent identifié dans le dossier de candidature Life comme site pilote potentiel de réintroduction.

La Drôme a donc été confirmée pour des tests de réintroduction, avec plusieurs sites possibles. La qualité d'eau et d'habitat de cette rivière est aujourd'hui meilleure que dans les années 80 où elle souffrait de l'eutrophisation due aux rejets des communes ainsi que de nombreuses extractions dans le lit mineur et de curages fréquents, surtout après des crues. La continuité des habitats s'est améliorée sur l'amont avec la suppression du barrage de

¹⁵ 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- Nature. CORA 26, 15 p. + cartes et annexes.

¹⁶ 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 I, Quetigny : 16 p.

Saillans en 1995. En amont de Livron, malgré quelques obstacles plus ou moins difficiles à franchir pour l'apron, la Drôme dispose de tronçons avec des linéaires relativement importants et a priori suffisants pour le maintien de l'espèce si l'on compare à l'Ardèche ou la Loue qui ont aussi des habitats fragmentés.

5.2.2 Protocole de réintroduction – concept de base

Le protocole élaboré pour la Drôme proposait initialement de tester en parallèle:

- > Des lâchers d'individus sauvages, dont une majorité de juvéniles d'un an qui correspondent au stade le plus abondant dans les populations, accompagnés de sub-adultes (2 ans) et adultes qui seront marqués avec des émetteurs radios pour être retrouvés facilement en cas de déplacements importants ou de choix d'habitats profonds où l'observation directe ne serait pas possible.
- > Des lâchers d'individus issus de reproduction en captivité, qui seront réalisés à un stade de vie précoce (début du stade benthique soit à l'âge d'un mois environ, période avril-mai) et sur la base d'un nombre d'individus plus important qu'avec des individus sauvages. Si suffisamment d'alevins sont disponibles, on propose de lâcher 250 individus par site test.

Ce concept de réintroduction se basait sur un taux de survie des aprons introduits déterminé comme suit :

sauvages							
	Taux de survie escomptés			40%	33%	25%	
	nombre introduit	0+ sauvages	1+ sauvages	2+ sauvages	3+ sauvages	4+ sauvages	total observable*
Année 1	25		20	3	2		
Année 2	25		20	11	3	5	34
Année 3	25	repro nat	20	11	6	7	37
Année 4		repro nat	repro nat	8	4	14	13

captifs								
	Taux de survie escomptés			10%	50%	33%	25%	
	nombre introduit	0+ captifs	1+ captifs	2+ captifs	3+ captifs	4+ captifs	total observable*	
Année 1	250	250						
Année 2	250	250	25				25	
Année 3	250	250	25	13			38	
Année 4		repro nat	25	13	4		42	

* hors reproduction naturelle

Tableau 1 Effectifs prévus pour un site pilote et survie escomptée¹⁷.

¹⁷ ROCHE P., BOUCANSAUD C., AMIOT F. & BEJEAN M. (2010) : Premiers retours d'expérience de l'opération pilote de réintroduction de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) dans la rivière Drôme. ONEMA juin 2010. Projet N° LIFNAT/FR/000083.

5.2.3 Réintroductions effectuées sur la Drôme

Dans les faits, les réintroductions suivantes ont été effectuées dans la Drôme dans le cadre d'essais pilotes :

Réintroduction et translocation en 2006 :

- > 30 aprons issus de reproduction en captivité âgés d'un an, de souche Beaume, nés en 2005 à l'Aquarium du Muséum de Besançon. Ces aprons ont été marqués par cryomarkage pour les distinguer de ceux provenant de la Durance.
- > 10 aprons sauvages, de souche Durance, provenant d'une pêche de sauvetage avant travaux en juin 2006 dans cette rivière. Parmi ceux-ci, les huit plus petits n'ont pas été marqués et les deux plus grands ont été équipés d'émetteurs radio pour les retrouver en cas de déplacements importants ou de choix d'habitats profonds. Quatre autres individus laissés dans la Durance ont été équipés d'émetteurs et déplacés en amont de la zone de curage. Notons que la population de la Durance se trouve dans la même hydroécocorégion (Préalpes sud ; typologie CEMAGREF) que la Drôme moyenne et amont. Elle est aussi génétiquement proche de celle de la Drôme d'après l'étude génétique réalisée dans le cadre du 1er Life Apron (RNF, 2001).

Le suivi des poissons introduits a été effectué par prospections visuelles nocturnes à la lampe, par pêches à l'électricité et par radiopistage.

Réintroduction et translocation en 2008-2009 :

- > En 2008, 923 aprons de 2 à 4 cm (2 à 3 mois) nés en captivité introduits sur 2 sites.
- > En 2009, 661 aprons de 3.5 à 4.5 cm (2 à 3 mois) nés en captivité introduits sur 2 sites. En complément, 49 aprons de 8.5 à 12 cm (1 an et 2 mois) également nés en captivité ont été introduits sur un site.

Le suivi des poissons introduits a été effectué uniquement par des prospections visuelles nocturnes à la lampe. Afin de ménager les poissons, aucun marquage des poissons introduits n'a été effectué.

5.2.4 Résultats et retour d'expérience des réintroductions sur la Drôme

2006 : Les résultats des suivis des introductions réalisées en 2006 montrent que les sites retenus se sont avérés moins adaptés que pressenti initialement. De plus, des conditions d'observations visuelles très difficiles ont contribué à compliquer les opérations de suivi.

2008-2009 : Le suivi de la deuxième opération de réintroduction réalisée entre 2008 et 2009 a permis de constater le maintien d'au moins une partie de ces aprons sur chacun des deux sites. Un an après les lâchers de 2008, 15 individus ont pu être observés en début d'été (ce qui représente un taux de survie d'au moins 3%, certainement supérieur du fait de l'efficacité de comptage qui ne dépasse pas en général 80% et de la possible dispersion des individus après un an), puis 6 aprons de la même cohorte mi-août. Leur croissance était bonne, puisqu'ils sont passés d'une taille de 2-4 cm à 7-9cm après un an (22 juin) et 10-12cm

dans le courant du 2^{ème} été en rivière (18 août). Lors du suivi du 18 août, les auteurs du suivi dénombrèrent nettement moins d'aprons de la cohorte 2008. Un deuxième enseignement de cette opération est le maintien sur un des sites pendant au moins deux mois des aprons lâchés à deux stades différents : d'une part des alevins de deux mois de très petite taille (2-4 cm) et d'autre part des juvéniles âgés de plus d'un an, d'une taille d'environ 10-12 cm. Ces derniers, du fait de leur taille plus importante, sont plus visibles lors du suivi (brillance supérieure des yeux et moindre possibilité de se cacher dans les interstices) et moins soumis à la prédation d'autres poissons, ce qui explique en partie la proportion plus élevée d'individus observés (par rapport à l'effectif lâché, 9 sur 49 soit 20%) que pour les alevins lâchés à l'âge de 2 mois (20 sur 333 soit 6%).

Bien qu'il soit trop tôt pour juger de la faisabilité d'une opération de réintroduction de l'apron sur la Drôme à partir des résultats des opérations pilotes menées jusqu'en 2009, quelques lignes directrices provisoires – donc à prendre avec précaution – pouvant servir à la réflexion en vue de préparer d'éventuelles opérations sont émises¹⁸ : Dans l'état actuel du retour d'expérience de la Drôme, des effectifs annuels minimum de l'ordre de 500 alevins pour un site semblent pouvoir permettre une implantation de quelques dizaines d'individus après un an, permettant d'espérer au moins une dizaine d'adultes reproducteurs chaque année. C'est peu mais peut-être suffisant pour redémarrer une population si l'opération est renouvelée pendant au moins une dizaine d'années. Si la possibilité existe, il est sans doute préférable de viser le millier d'individus annuel. Etant donnée la fragilité de l'espèce et de ses populations, surtout dans le cas d'une population réintroduite, on imagine aisément que le maintien à long terme de cette population dépendra de la bonne gestion du site et plus globalement du bassin versant, notamment en amont.

6. SYNTHÈSE DES DONNÉES ET CONCLUSIONS

- > Les connaissances sur la biologie de l'apron du Rhône se sont récemment significativement accrues grâce notamment aux études menées dans les cadres des programmes Life Apron I et II. Une part importante de ces données peut aujourd'hui être utilisée pour la conservation de cette espèce à l'échelle de son bassin de distribution potentiel.
- > Les connaissances spécifiques de la population ou des populations d'apron sur le Doubs sont en revanche lacunaires concernant plus particulièrement leur dynamique, leur état de diversité génétique et le rôle exact des différentes perturbations anthropiques dans la distribution et la diminution des effectifs de cette espèce. Une des raisons majeures qui explique cette situation est la faible abondance de l'apron sur le Doubs et la difficulté de réaliser des prospections efficaces (rapport coût/efficacité) et des prélèvements à but d'études scientifiques.
- > Les données actuelles ne permettent pas de déterminer si le nombre d'aprons subsistant sur le Doubs est suffisant pour recoloniser la rivière naturellement et si

¹⁸ ROCHE P., BOUCANSAUD C., AMIOT F. & BEJEAN M. (2010) : Premiers retours d'expérience de l'opération pilote de réintroduction de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) dans la rivière Drôme. ONEMA juin 2010. Projet N° LIFNAT/FR/000083.

les poissons en place représentent une ou plusieurs populations génétiquement viables à long terme.

- > La réintroduction d'aprons dans un écosystème comme stratégie de conservation est une solution ultime qui doit répondre à diverses conditions préalables. En l'occurrence, pratiquer des rempoissonnements d'aprons dans un écosystème perturbé n'est pas pertinent. La qualité de l'écosystème Doubs doit impérativement pouvoir être améliorée. Dans ce contexte, des objectifs précis d'amélioration de l'hydrosystème Doubs doivent pouvoir être formulés pour l'apron ainsi que des horizons de concrétisation.
- > Pour le Doubs suisse et franco-suisse, il convient prioritairement de s'assurer que lorsque les objectifs de restauration du milieu seront atteints, la population d'apron du Doubs soit encore apte à se régénérer ou à servir de ressource de géniteurs pour procéder à de l'élevage en vue de procéder à des rempoissonnements. En ce sens, des investigations visant à déterminer si la conservation dès à présent d'un pool de géniteurs et la pratique de l'élevage en milieu artificiel permettraient de garantir la conservation de la souche de l'apron du Doubs sont souhaitables (notamment analyses génétiques).
- > L'élevage d'aprons est une opération complexe qui nécessite des moyens financiers et de manutentions importants. Actuellement, seul l'Aquarium du Muséum de Besançon a réussi plusieurs années consécutivement une production significative d'aprons. Précisons que cette production atteint actuellement annuellement quelques milliers d'alevins et emploie environ 150 géniteurs.
- > L'abondance des aprons sur le Doubs est si faible qu'il est difficile d'évaluer si des manipulations et prélèvements en vue d'études (p. ex. génétiques) et action de conservation (p. ex. élevage et repeuplement de soutien) peuvent être réalisées sans porter des dommages importants à cette espèce.
- > Les retours d'expérience sur les actions de repeuplement et de translocation d'aprons du Rhône sont récents. Les investigations doivent être poursuivies pour répondre aux objectifs d'étude qui ont été fixés. Ils concernent essentiellement la Drôme et sont actuellement difficilement transposables comme tel au cas du Doubs.

7. POURSUITE DES INVESTIGATIONS

7.1 Poursuite du monitoring de l'apron

Buts : Qualification de la distribution de l'apron sur le Doubs, estimation des populations et de leur évolution.

Justification : Le suivi de l'apron sur le Doubs tel qu'il est pratiqué actuellement est indispensable pour tenter d'améliorer les connaissances concernant la dynamique de ce poisson sur cette rivière. En particulier l'évolution de ses effectifs en fonction de celle des paramètres physico-chimiques de

l'hydrosystème. Ce suivi sera également essentiel pour évaluer l'effet et le succès des éventuelles mesures de repeuplement.

Méthode : Prospections annuelles diurnes en plongée subaquatique et nocturnes à pied et à la lampe sur un réseau de 12 stations, conformément au programme de suivi actuel. Définition de fenêtres d'observation préférentielles (saison, conditions hydrologiques) et discussion avec la France des méthodes d'observation et de suivi.

7.2 Investigations génétiques

But : Déterminer les caractéristiques et l'état génétiques de l'apron du Doubs.

Justification : La caractérisation génétique de la population d'apron du Doubs est nécessaire pour apprécier sa diversité et ainsi déterminer en particulier son degré de dérive génétique (goulot d'étranglement génétique), son potentiel adaptatif ainsi que son rapprochement ou sa différenciation avec les autres populations d'aprons du bassin du Rhône (souche génétique). Ces données sont également indispensables pour justifier le choix de la méthode d'élevage et notamment la source des géniteurs la plus adaptée pour effectuer de potentiels repeuplements de soutien.

Méthode : Prélèvements entre 2012 et 2013 sur minimum 15 à 20 aprons du Doubs de fragments de nageoire pour analyse génétique en laboratoire (campagnes de recherche intensive en plongée et à la lampe, pêches à l'électricité si nécessaire en dernier recours). Afin d'éviter au maximum de stresser les individus, les prélèvements de fragments de nageoire, ainsi qu'une mesure de la longueur du corps seront effectués en laissant le poisson dans le milieu. La réalisation d'investigations génétiques devrait être confiée à l'Université de Provence, selon le même principe que les analyses populationnelle effectuées sur les bassins du Verdon et de la Durance et projetées entre 2012 et 2013 sur le bassin de l'Ardèche et sur la Loue.

7.3 Objectifs habitationnels à atteindre pour l'apron

But : Définition des objectifs qualitatifs habitationnels nécessaires à atteindre pour le rétablissement des populations d'apron du Doubs.

Justification : Certaines perturbations anthropiques contribuent à la régression des effectifs de poissons dans le Doubs. Bien qu'il soit aujourd'hui difficile de déterminer avec précision quels sont les effets précis de ces perturbations sur l'apron, il est nécessaire de fixer, notamment sur la base de la littérature existante, des objectifs qualitatifs d'amélioration à atteindre pour la conservation et la restauration de cette espèce.

Méthode : Comparaison des données disponibles sur le Doubs avec la littérature, en particulier les recherches menées dans le cadre des programmes Life Apron.

7.3.1 Rétablissement du continuum biologique

Buts : Fixer des exigences pour l'assainissement des obstacles artificiels existants. Décrire les projets d'assainissements projetés et leur horizon de réalisation.

Justification : La fragmentation du biotope de l'apron sur le Doubs constitue le facteur majeur contribuant à l'isolation des populations historiques et leur appauvrissement (dérive) génétique. L'assainissement des obstacles prioritaires (Bellefontaine, Ocourt et St-Ursanne) est un objectif de première importance dans la conservation et la restauration des populations d'aprons du Doubs. Des expérimentations ainsi que des recommandations précises ont été réalisées dans le cadre du programme Life Apron.

Méthode : Réalisation de fiches directrices pour les seuils de Bellefontaine, Ocourt et St-Ursanne précisant notamment sur la base des nouvelles dispositions légales ainsi que le l'expérience du programme Life Apron, les exigences requises en matière de montaison et de dévalaison ainsi que les horizons de réalisations souhaités. Prise de contact avec les projeteurs des centrales hydroélectriques afin de les informer dès l'amont du projet des exigences à remplir dans les dispositifs de franchissement qu'ils seront amenés à mettre en place.

7.3.2 Amélioration des connaissances concernant la qualité des eaux et des sédiments, régime thermique.

But : Corréler la qualité actuelle des eaux et des sédiments en regard des connaissances sur les exigences et besoins de l'apron.

Justification : Les connaissances sur les exigences écotoxicologiques et physicochimiques de l'apron sont relativement larges mais globalement peu précises. Elles ont principalement été collectées en investiguant les caractéristiques des cours d'eau où l'apron était distribué ainsi que dans des bassins d'élevage. On peut néanmoins déterminer aujourd'hui si la qualité des eaux et des sédiments du Doubs est, pour certains paramètres bien documentés, suffisante pour permettre à l'apron de subsister. Il est également possible de mettre en évidence les investigations qu'il serait indispensable de conduire pour répondre à des questions essentielles de pérennité de l'espèce. On peut mentionner dans ce contexte la présence du parasite *Saprolegnia parasitica* dont on ignore s'il s'agit d'une souche spécialement virulente et s'il affecte significativement l'apron.

Méthode : Comparaison des données de la littérature et en particulier du programme Life Apron avec les données disponibles sur le Doubs. Rédaction d'objectifs qualitatifs à atteindre pour cette espèce. Mise en évidence potentielle d'investigations complémentaires à mener.

7.3.3 Incidence des éclusées sur les biotopes à apron

But : Evaluer l'incidence des éclusées sur les biotopes à apron, spécialement leur amplitude sur les zone de frai.

Justification : Les éclusées réalisées actuellement sur le Doubs perturbent la faune piscicole, spécialement les espèces se reproduisant sur les bancs d'alluvions périodiquement inondés et exondés. Bien qu'il n'existe pas de seuil à partir duquel on puisse affirmer que les impacts des éclusées sur l'apron sont acceptables, il est fortement souhaitable que des essais et modélisations soient réalisés pour évaluer l'incidence de ces pratiques sur des facteurs habitationnels tels que la surface mouillée par exemple.

Méthode : Recherche dans la littérature, recherche de projet connexe, comparaison avec d'autres cours d'eau français abritant des populations d'aprons du Rhône et subissant des éclusées.

7.4 Elevage de l'apron et rempoissonnements

But : Définir la faisabilité, la pertinence et les modalités de l'élevage de l'apron en vue de rempoissonnement potentiel de soutien.

Justification : La densité actuelle d'apron dans le Doubs se trouve peut-être dans une situation critique ne permettant plus à la population de se restaurer naturellement. Les données sont toutefois actuellement insuffisantes pour juger de l'urgence ou de l'impérativité de procéder à des rempoissonnements, raison pour laquelle l'Autorité a entrepris une étude en ce sens, dont le présent rapport en est l'amorce.

Méthode : Compilation et analyse des résultats du programme d'investigations (cf. chapitre 7) du présent chapitre. Coordination avec les spécialistes français. Définition des phases ultérieures à entreprendre et élaboration d'une stratégie de conservation de l'apron concernant les domaines de l'élevage et du rempoissonnement.

7.4.1 Communication avec la France

But : Coordonner et échanger avec la France les retours d'expérience sur les méthodes de suivi et de gestion de l'apron du Rhône.

Justification : L'essentiel des études récentes réalisées sur l'apron du Rhône, en particulier son élevage et sa réintroduction découlent de la mise en œuvre du programme Life Apron. La stratégie développée dans le programme précité est aujourd'hui reprise et mise en œuvre dans la Plan national d'actions en faveur de l'Apron du Rhône 2011-2016. Un échange d'expérience avec la Suisse y est fortement souhaité. La Suisse a par conséquent la possibilité de profiter de la grande expérience française

concernant cette espèce tout en apportant en contrepartie des informations et données constructives, notamment dans la mesure où la population d'aprons du Doubs est aujourd'hui la plus septentrionale.

Méthode : Renforcement des prises de contact effectuées jusqu'à présent, échanges d'informations, collaborations, discussions.

7.4.2 Faisabilité économique de l'élevage en Suisse

But : Déterminer la faisabilité technique et économique d'un dispositif d'élevage de l'apron en Suisse.

Justification : La réussite de l'élevage de l'apron en aquarium est toute récente et les méthodes employées sont continuellement améliorées. Personne en Suisse ne dispose d'expérience en la matière et le nombre de géniteurs d'aprons nécessaires à produire annuellement quelques milliers d'alevins est considérable en regard des effectifs subsistant dans le Doubs. Il est donc déterminant de décrire le cadre technique et économique qui accompagne une telle installation en Suisse et le cas échéant de justifier la sous-traitance de cette opération.

Méthode : Prise de contact avec Mickael Béjean, responsable du projet d'élevage d'aprons au Muséum de Besançon. Visite des installations.

7.4.3 Evaluation de la nécessité d'actions de soutien par des rempoissonnements

But : Evaluer la nécessité et la pertinence d'actions de repeuplement.

Justification : L'élaboration d'une stratégie de conservation de l'apron du Doubs par des actions de soutien basées sur des rempoissonnements constitue un moyen ultime de sauvegarde et de conservation de l'espèce en question. Elle doit pouvoir se justifier et s'appuyer sur des données claires et précises et doit répondre à une série de conditions préalables.

Méthode : Compilation et analyse des résultats du programme du présent chapitre. Coordination avec les autorités cantonales et fédérales. Echanges et discussions avec les spécialistes français.

7.5 Coordination avec le Plan sectoriel des Eaux

But : Assurer la coordination avec les outils de gestion du territoire et des ressources en eaux.

Justification : Le Plan sectoriel des Eaux (PsEaux) constitue un document de conduite stratégique dans le domaine de la gestion des eaux sur le territoire cantonal. Il vise à planifier les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire et à fixer les objectifs et les actions à mener dans les domaines de

l'eau potable, de l'assainissement et des cours d'eau. Parmi les différentes mesures identifiées dans le PsEaux, l'assainissement des trois seuils du Clos du Doubs visant à rétablir la migration du poisson est par exemple considéré comme prioritaire. Il est prévu de réaliser les travaux nécessaires en synergie avec le développement de projets d'exploitation de la force hydraulique au fil de l'eau.

Méthode : Consultation du PsEaux et implication et coordination étroite avec les autorités cantonales.

8. AUTRE BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE

- Allendorf FW, Luikart G., (2006): Conservation and the genetics of populations. Blackwell Publishing, Malden, 642 p.
- 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.
- 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: 27 p.
- Frankham R., Ballou JD., Briscoe DA., (2010): Introduction to conservation genetics, 2th edition. Cambridge University Press, Cambridge, 618 p.
- Cadville B., (2005) : Etude du comportement d'aprons adultes (*Zingel asper* L.) équipés de radioémetteurs dans l'Ardèche en période estivale. Rapport de stage Master SET Université de Provence – CSP. 40 p.
- Cavalli L., Knight CM., Durbec M., Chappaz R. & Gozlan RE., (2009) : Twenty-four hours in the life on Apron *Zingel asper*. Journal of Fish Biology, 75 : 723-727
- Danancher D., (2005) : Apports de l'écologie comportementale à la conservation d'un poisson en voie de disparition : l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) . Thèse Université Lyon I, 167p.
- Dubut V., Grenier R., Meglcz E., Chappaz R., Costedoat C., Danancher D., Descloux S., Malausa T., Martin J.-F., Pech N., Gilles A., (2010) : Development of 55 novel polymorphic microsatellite loci for the critically endangered *Zingel asper* L. (Actinopterygii: Perciformes: Percidae) and cross-species amplification in five other percids. European Journal of Wildlife Research 56: 931-938.
- Hartl DL., Clark AG., (2007): Principles of population genetics, 4th edition. Sinauer Associates, Sunderland, 653p.
- 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.
- Verneaux J., (1981) : Les poissons et la qualité des eaux. Ann. Scient. Univ. Franche-Comté. Besançon, Biol. anim. 4^{ème} série, 2 : 33-41.

Multiplés documents du programme Life Apron.

ANNEXE 1 : MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA FRAGMENTATION ET DE L'ÉROSION GÉNÉTIQUE

La diversité génétique d'une espèce ou d'une population représente la somme de l'information contenue au sein du génome de ces deux unités. Le génome est quant à lui constitué par l'ensemble des régions de l'ADN qui codent ou non pour les caractères d'un individu (sa couleur, sa forme, sa capacité à résister au courant, etc.). Seules quatre molécules différentes, appelées bases, permettent d'encoder cette information : l'adénine (A), cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T). C'est l'association de ces quatre bases A, C, G et T et l'ordre dans lequel elles sont associées qui forme le code génétique. Les brins d'ADN forment quant à eux des chromosomes. La plupart des Percidés ont 24 paires de chromosomes. Chaque individu présente deux chromosomes homologues par paire et donc deux versions (qui peuvent être différentes ou identiques) pour chacun des codes contenus dans son génome : une version reçue de sa mère et une version reçue de son père. La quasi totalité du génome est contenue dans le noyau des cellules qui forment un organisme ; il est donc appelé ADN nucléaire. Seul l'ADN mitochondrial (ADNmt) fait exception, et se situe à l'extérieur du noyau des cellules.

Dans une démarche de conservation, l'objectif est de mesurer cette diversité génétique. La première étape consiste à identifier et à compter les allèles différents pour une espèce donnée ou au sein des populations qui forment cette espèce. En effet, il y a une relation directe entre diversité génétique et potentiel évolutif (ALLENDORF & LUIKART 2006 ; FRANKHAM & AL. 2010). Plus la diversité génétique d'une population sera importante (plus il y aura de codes différents pour la même fonction), plus cette population aura des chances de répondre favorablement aux changements spatiaux et temporels de son environnement. Une faible diversité génétique potentialise donc des lacunes vis-à-vis des changements environnementaux et peut également être associée à une sensibilité accrue aux pathogènes (virus, bactéries et parasites).

Certaines populations animales sont relativement importantes : des milliers d'individus sont connectés par un réseau lâche de reproduction qui assure les flux génétiques au sein de ces populations. En revanche, d'autres populations peuvent être de taille plus réduite, par exemple lorsqu'elles sont confinées à un habitat de taille limitée et sont privées de connexion reproductive avec les autres populations de la même espèce. Dans ce cas, la diversité de ces petites populations va le plus souvent être inférieure à celle des populations de plus grande taille. Ces petites populations ne représentent en effet qu'un échantillon de taille limitée de la diversité génétique de l'espèce et subissent ainsi ce qui est appelé un goulot d'étranglement génétique. Les goulots d'étranglement entraînent généralement la perte d'une partie des allèles, notamment les allèles rares (= peu fréquents). Lorsqu'un goulot d'étranglement est sévère, il va alors amplifier un processus appelé la dérive génétique aléatoire. La dérive génétique va accélérer davantage la perte des allèles et modifier rapidement la fréquence des allèles par rapport aux autres populations. En effet, au

sein de petites populations, à chaque génération, n'est retenue qu'une partie de la variation de la génération précédente (HARTL & CLARK 2007). C'est par la dérive génétique que va s'accélérer le processus de différenciation entre des populations qui n'échangent plus de migrants.

Un des marqueurs les plus utilisés pour étudier le polymorphisme génétique des populations animales est l'ADNmt. C'est une partie du génome un peu particulière qui n'est pas transmise par les deux parents, mais exclusivement par les femelles chez les vertébrés. Présentant un taux d'évolution (c'est-à-dire une capacité à produire des nouveaux allèles par la mutation) modéré, l'ADNmt est particulièrement utile pour reconstruire l'histoire et la structuration anciennes d'une espèce et des populations qui la composent. Néanmoins, comme l'ADNmt n'est transmis que par les femelles, pour un mâle et une femelle d'une même population qui présenteront à eux deux 4 copies d'un locus nucléaire, en revanche, il n'y aura qu'une seule copie d'ADNmt qui peut être transmise à la génération suivante. En ce qui concerne sa diversité, l'ADNmt est donc beaucoup plus sensible au goulot d'étranglement et à la dérive génétique que l'ADN nucléaire. Les marqueurs microsatellites (à transmission biparentale, par le père et la mère) sont des marqueurs de choix dans l'étude fine de flux génétiques et de la diversité des populations. Ils présentent un fort taux d'évolution et donc un grand nombre d'allèles par locus (polymorphisme) peut être observé au sein d'une population. C'est notamment grâce aux microsatellites que la richesse allélique d'une population peut être évaluée. Les microsatellites vont donc cumuler l'impact d'événements anciens et récents qui ont affectés une population ou une espèce. Les microsatellites permettront de déterminer finement l'impact de la fragmentation de l'habitat sur la diversité génétique d'une espèce, les flux entre populations, et d'évaluer les relations de parenté entre les individus issus de différentes stations.

Dans le cas d'une espèce rare, peu voire aucun marqueurs génétiques spécifiques ne sont généralement disponibles afin d'évaluer la diversité et la structure génétique de cette espèce. Pour exemple, une étude pionnière sur la diversité génétique de l'apron (LAROUCHE & DURAND 2004, *op. cit.*) avait pu utiliser seulement 5 marqueurs microsatellites et qui avaient été développés non pas pour l'apron mais pour le sandre canadien (*Sander vitreum*). Or, lorsque l'on veut établir le statut de conservation d'une population, il est nécessaire de mesurer avec le plus de précision possible la diversité génétique de cette population. Il s'agit alors de maximiser le nombre de loci étudiés. L'étude sur la diversité génétique des populations d'apron de la Durance menée par l'Université de Provence et financée par EDF avait pour objectif de développer un minimum de 50 marqueurs microsatellites afin de répondre aux objectifs de l'étude. L'analyse de la diversité génétique de l'apron du Verdon a pu bénéficier de cette avancée technique.

Au total, 58 marqueurs microsatellites ont été analysés pour l'ensemble des individus. Parmi eux, 55 ont été développés *de novo* et 3 marqueurs développés pour *S. vitreum* furent conservés.