



**Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la
Protection du Milieu Aquatique**
2092 route des Diacquenods
Le Villaret
74370 St Martin Bellevue
www.pechehautesavoie.com



INRA UMR CARTEL
75 avenue de Corzent
BP511
74203 Thonon-les-Bains
www.dijon.inra.fr/thonon

SUIVI ANNUEL DE LA MIGRATION DES GENITEURS DE TRUITE LACUSTRE AU PIEGE DE VONGY SUR LA BASSE DRANSE

CAMPAGNE 2009/2010 ET COMPARAISON AVEC LA CAMPAGNE 1999/2000



Rédaction : Arnaud CAUDRON

Juin 2010

Collaboration technique :

- Guillaume BINI (FDPPMA 74)
- Denis LYONNAZ, Emmanuel MOLLARD, Bernard RIVA (AAPPMA Chablais Genevois)

**Rapport SHL 296.2010
FDP74.10/06**

Disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=18

Avec le soutien financier de la FNPF et d'EDF.



Référence à citer : Caudron A., 2010. Suivi annuel de la migration des géniteurs de truite lacustre au piège de Vongy sur la Basse-Dranse, campagne 2009/2010 et comparaison avec la campagne 1999/2000. Rapport SHL 296.2010 / FDP74.10/06, 16p.

SOMMAIRE

Introduction	1
Matériels et méthodes	2
1) Présentation du site d'étude.....	2
2) Caractéristiques du piégeage et récolte des données.....	3
3) Traitements statistiques.....	3
Résultats	4
1) Effectifs migrants et période de migration.....	4
2) Dynamique de migration et condition de débits.....	5
3) Caractéristiques des géniteurs migrants.....	6
3.1) Longueur et croissance.....	6
3.2) Age total et nombre d'année en rivière.....	7
3.3) Comparaisons inter-sexe.....	8
3.4) Sex-ratio.....	9
3.5) Sexage morphologique.....	10
3.6) Itéroparité.....	11
Discussion / Perspectives	11
Bibliographie	15

INTRODUCTION

La truite commune (*Salmo trutta*) montre une importante plasticité écologique et diversité génétique au sein de son aire naturelle de répartition en Europe (Baglinière et Maisse 1991, Bernatchez 2001). Cette diversité génétique intra-spécifique se traduit, par exemple, au niveau de l'ADN mitochondrial, par l'existence d'au moins 5 lignées évolutives de truite (Atlantique, Méditerranéenne, Adriatique, Danubienne, Marmoratus) nommées initialement en fonction de leur appartenance à un bassin hydrographique mais qui présente en réalité un pattern de distribution très complexe au sein de l'Europe (Bernatchez 2001 ; Cortey *et al.* 2004). Ecologiquement, cette diversité se traduit par l'existence de deux principales formes, résidente et migratrice (truite de mer et truite de lac), qui peuvent coexister dans le même bassin et au sein d'une même population (Jonsson et Jonsson, 1993 ; Ferguson 2006). Pour conserver la diversité de cette espèce, il est essentiel de prendre en compte ces variabilités génétique et phénotypique au niveau intra-spécifique (Ferguson 1989 ; Laikre *et al.* 1999), en particulier dans les systèmes où différentes composantes sont présentes en sympatrie.

Les lacs sub-alpins (Léman, lacs d'Annecy et du Bourget) associés à leurs tributaires représentent des systèmes écologiques lacs-affluents particuliers dans lesquels la truite a développé un cycle de vie alternant entre le lac pour la croissance et les affluents pour la reproduction et la production de juvéniles (Champigneulle *et al.* 1991).

Dans le bassin Lémanique, le système des Dranses, deuxième plus grand affluent du Léman après le Rhône, fait partie des quatre principaux tributaires français, avec le Pamphiot, le Redon et le Foron de Sciez, utilisés pour la reproduction par les géniteurs de truite de lac. C'est sur le Redon que les premières études du comportement migratoire et des caractéristiques des truites lacustres du Léman ont été réalisées au cours des années 1980 (Melhaoui 1985 ; Champigneulle *et al.* 1988 et 1990). Sur le système des Dranses, l'accès des truites de lac a été progressivement limité d'une part par les aménagements hydroélectriques (construction des prises d'eau de 1898 à 1949 ; Veyret-Verner 1948) et d'autre part plus récemment par le développement des infrastructures routières. En particulier, le radier du pont de Vongy situé à seulement 3km de l'embouchure avec le lac est devenu au cours des années 1990 un ouvrage difficilement franchissable en raison de l'érosion régressive induite par les extractions de granulats qui a provoqué un enfoncement important du lit en aval et ainsi la création d'un seuil accidenté avec un dénivelé important. Ce seuil infranchissable limitait l'accès à des faciès favorables pour la reproduction et la croissance des juvéniles situé sur les 10 km à l'amont (Soares 1995).

La construction en 1998 d'une passe à poissons équipée d'un système de piégeage a permis d'améliorer l'accès aux sites de reproduction et de réaliser des premiers suivis (1998-2001) de la migration des géniteurs sur cette rivière (Colon 2001). Après plusieurs années de dysfonctionnement de l'ouvrage de franchissement et de suivis partiels de la migration, une nouvelle campagne annuelle du suivi de la migration a été entreprise au cours de la période 2009/2010. Le premier objectif de ce suivi était de réaliser sur une année complète un nouveau point sur la migration permettant ainsi une comparaison avec les données obtenues 10 ans auparavant. Le deuxième objectif consistait à étudier la faisabilité de mettre en place un suivi pluriannuel de la migration de type « station de comptage de migrateurs » permettant d'envisager des études à plus long terme sur l'évolution du stock et des caractéristiques de la population de truite lacustre du Léman.

Le présent travail rapporte les résultats de cette nouvelle campagne de suivi en les comparants à ceux obtenus par Colon (2000) dix années auparavant au cours de la période 1999/2000.

MATERIEL ET METHODE

1) Présentation du site d'étude

La Basse-Dranse constituée par la confluence des trois Dranses (Morzine, Abondance et Bellevaux) présente une longueur d'environ 14 km pour une pente moyenne d'1,2%. Le module interannuel moyen de la Basse-Dranse, calculé sur la période 1906-2002, est évalué à 20,1 m³/s.

Le piège situé dans la passe à poissons du seuil de Vongy est localisé à environ 3 km à l'amont de la confluence avec le lac Léman (Figure 1). Il permet de capturer et comptabiliser la majorité des géniteurs de truite de lac qui migrent à l'amont du seuil de Vongy. La fraction migratrice se reproduisant sur les 3 km à l'aval du seuil de Vongy n'est donc pas prise en compte.

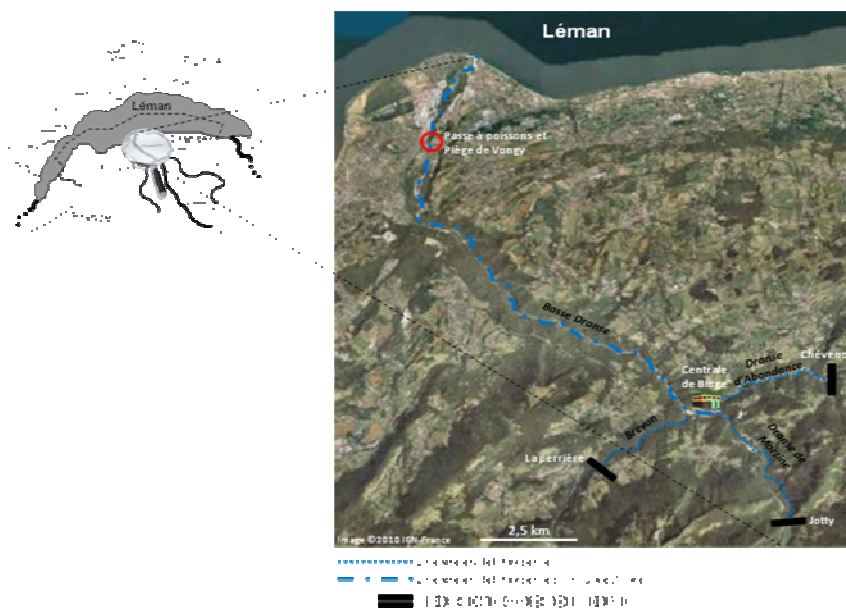


Figure 1 : Localisation géographique du système de piégeage sur la Basse-Dranse. Précision des aménagements hydro-électriques et des conditions de débits associées.

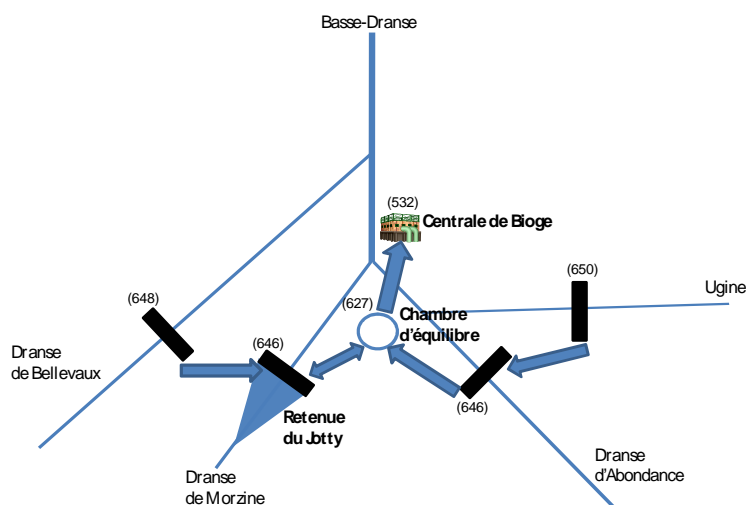


Figure 2 : Schématisation du fonctionnement des aménagements hydro-électriques du système des Dranses liés à la centrale de Bioge (modifié d'après CIDEE 2001). L'altitude des différentes installations est précisée entre parenthèses.

Sur ce système, la pression anthropique liée à la production hydroélectrique est importante puisque la totalité du cours de la Basse-Dranse est soumis aux éclusées de l'usine hydroélectrique de Bioge qui turbine les eaux prélevées au droit de plusieurs prises d'eau situées sur les Dranses de Morzine, d'Abondance, de Bellevaux et sur l'Ugine (affluent de la Dranse d'Abondance) (Figure 2).

2) Caractéristiques du piégeage et récolte des données

Pour la campagne 1999/2000, l'ensemble du procédé de capture et de manipulation des poissons ont été décrits par Colon (2000).

Pour la campagne de 2009/2010, le piégeage a été réalisé du 01 janvier 2009 au 31 janvier 2010. Chaque truite capturée a été identifiée par un numéro de référence unique et manipulée comme suit :

- Anesthésie dans une solution d'eugénol ;
- Sexage des poissons matures ;
- Mesure de la longueur fourche et de la longueur totale en mm ;
- Prise d'écailles au niveau de la zone préconisée par Ombredane et Richard (1990) ;
- Prélèvement d'un morceau de nageoire adipeuse et stockage de celle-ci en tube Eppendorf dans l'Ethanol absolu en vu d'analyses génétiques ultérieures ;
- Réveil et remise à l'eau du poisson.

L'analyse scalimétrique a été réalisée sur un lecteur de microfiche après nettoyage des écailles au peroxyde de sodium. Cette analyse a permis de sélectionner les truites ayant séjournés en lac, d'estimer l'âge de chaque poisson et de comptabiliser les éventuelles marques de fraie. Toutes les écailles ont été lues conjointement par deux opérateurs (A. Caudron et A. Champigneulle) afin de minimiser les risques d'erreur de lecture. En effet, contrairement aux truites sédentaires vivant uniquement en rivière, les écailles de truites de lac sont très difficiles à lire, il peut être en particulier délicat de repérer les arrêts de croissance qui suivent la première reproduction (Gerdeaux et Hamelet 1997). L'âge estimé est donc un nombre minimum d'année.

Les débits de la rivière ont été estimés grâce aux relevés, au pas de temps 10min, du système de mesure limnimétrique de Bioge géré par les Services Industriels de Genève.

3) Traitements statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2010 (Addinsoft) en utilisant principalement des tests non paramétriques.

Le test de Wilcoxon-Mann-Witney (WMW) a été utilisé pour comparer la taille (longueur totale en mm) des individus capturés selon les années et selon les sexes.

La différence de taille entre les mois pour une année donnée a été comparée à l'aide du test de Kruskal-Wallis (KW).

La comparaison de distributions des effectifs entre les deux années et entre les deux sexes ont été testées en utilisant de test de Kolmogorov-Smirnov (KS).

Le test du Khi-deux a été utilisé pour comparer les effectifs par âge entre les deux années étudiées.

Enfin une analyse de covariance (ANCOVA) a permis de comparer en fonction de l'âge et du sexe les régressions linéaires obtenues entre la longueur à la fourche et la longueur de la mâchoire.

RESULTATS

1) Effectifs migrants et période de migration

Au total 242 géniteurs de truites de lacs ont été capturés au cours de la période de migration 2009/2010 contre 207 pour la période 1999/2000. Pour cette dernière période, le nombre de géniteurs peut être réduit à 197 si on ne prend en compte que les truites qui ont migré à partir du mois d'avril et qui ont donc participé à la période de reproduction suivante (2000/2001).

En effet, contrairement à la période 1999/2000, au cours de la campagne de piégeage 2009/2010, aucune truite mature pouvant être considérée comme géniteur tardif n'a été capturée au cours des mois de janvier, février et mars (Figure 3). Les poissons migrants non matures capturés à partir du mois d'avril-mai peuvent être considérés comme des futurs géniteurs qui se reproduiront au cours de la prochaine période de reproduction. La distribution des captures par mois montre une différence significative (KS, $P < 0.01$) entre les deux périodes étudiées avec d'une part un étalement plus important des captures sur l'ensemble de la période de migration en 1999/2000 et une migration qui semble plus précoce pour la période 2009/2010. En effet, les dates médianes de capture pour les deux périodes, soit le 12 septembre pour l'année 2009 et le 02 octobre pour 1999, sont distantes de 20 jours (Figure 3). Cependant, deux pics de migration, en septembre et novembre, ont été observés pour la période 2009/2010 contre un seul pic en octobre pour la période 1999/2000.

Dans les deux cas, il est important de noter que la majorité des géniteurs (67% en 1999 et 64% en 2009) a franchi le seuil de Vongy pendant la période d'ouverture de la pêche en rivière.

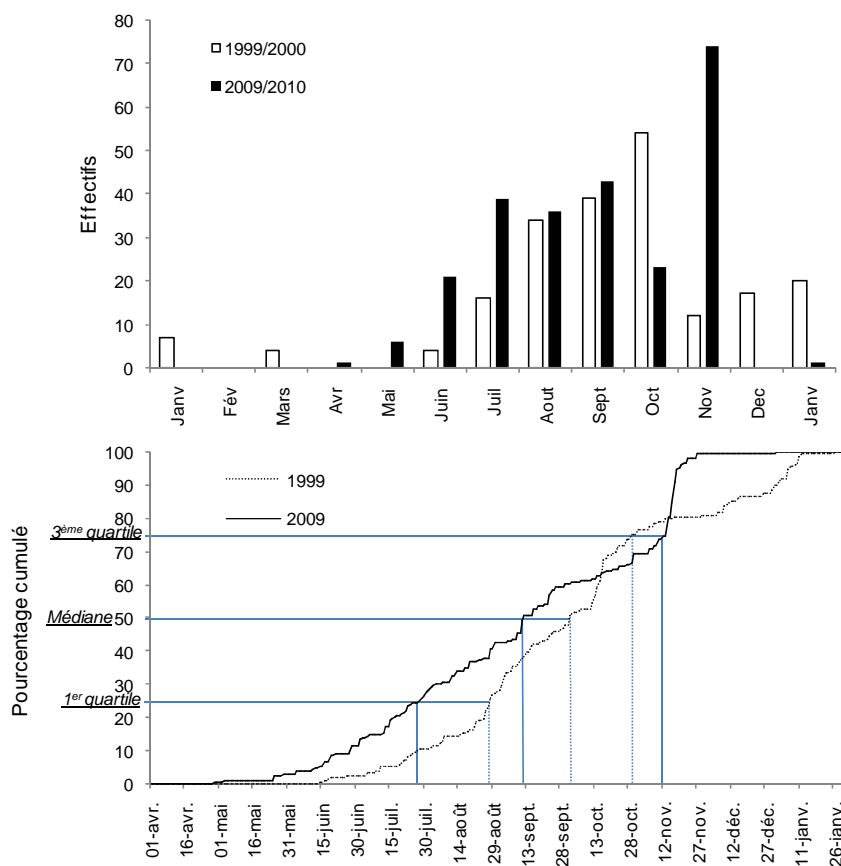


Figure 3 : Répartition mensuelle des truites de lac capturées dans le piège et pourcentage cumulé par quinzaine pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

2) Dynamique de migration et condition de débits

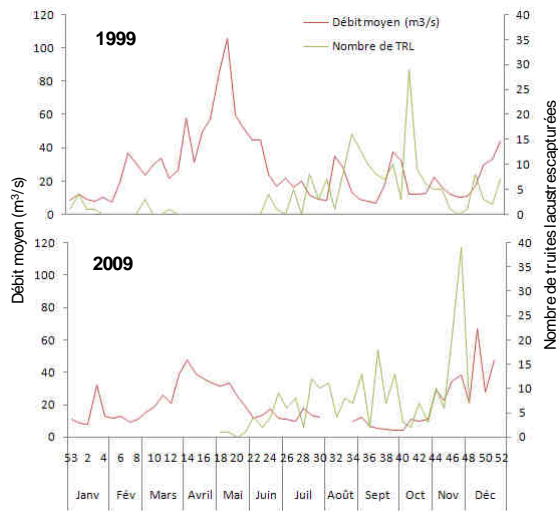


Figure 4 : Débits moyens hebdomadaires de la Basse-Dranse et nombre de truites lacustres capturées dans le piège pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

Aucune relation évidente entre les débits et la migration des géniteurs n'a pu être mise en évidence sur la Basse-Dranse au cours des deux périodes étudiées. Les différents tests réalisés avec des pas de temps quotidien et hebdomadaire n'ont pas permis d'observer de corrélations significatives entre le nombre de truite capturées et les valeurs de débits. Ces résultats suggèrent que, sur cette rivière soumise à éclusées, les variations de débits liées à l'hydrologie naturelle au printemps (avril et mai) et à l'automne (octobre et novembre) n'engendrent pas de migration préférentielle (Figure 4). Par contre, les données de piégeage indiquent qu'une migration continue des géniteurs semble s'installer à partir du mois de juin pendant la période influencée par le régime hydrologique artificiel lié aux éclusées (Figure 5).

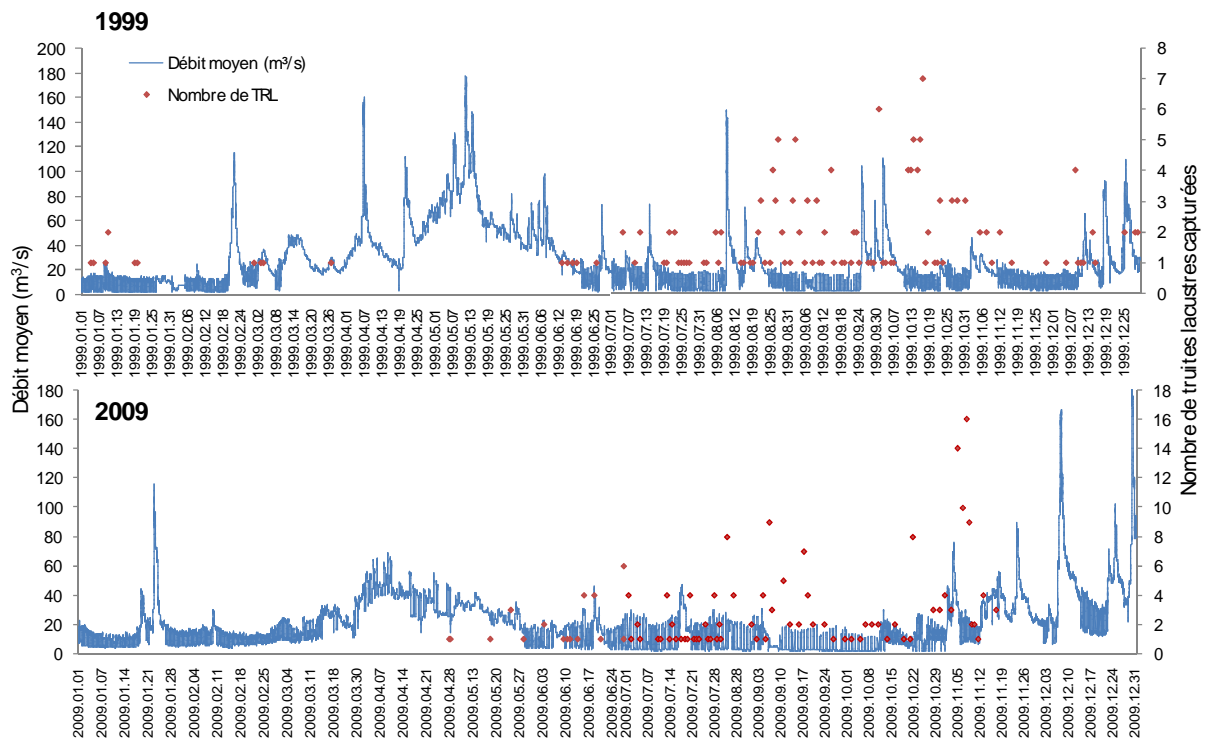


Figure 5 : Débits instantanés au pas de temps 10min de la Basse-Dranse et nombre de truites lacustres capturées quotidiennement dans le piège pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

3) Caractéristiques des géniteurs migrants

3.1) Longueur et croissance

La longueur moyenne des géniteurs de truites de lacs capturés au piège de Vongy est significativement (WMW, $P < 0.0001$) plus élevée en 2009 ($L_t = 76,7 \text{ cm} \pm 9,3$) qu'en 1999 ($L_t = 67,8 \text{ cm} \pm 10,3$).

Pour chacune des deux périodes étudiées, la taille moyenne des individus ne diffèrent pas significativement (KW $P > 0.05$) entre les mois (Figure 6). Ces résultats sont contraires à ceux observés pour le saumon atlantique et la truite de mer, pour lesquels les individus de plus grande taille et plus âgés, ayant passés plusieurs années en mer, migrent préférentiellement au printemps et en début d'été alors que les individus moins âgés et de plus petite taille migrent plus tardivement en rivière en automne.

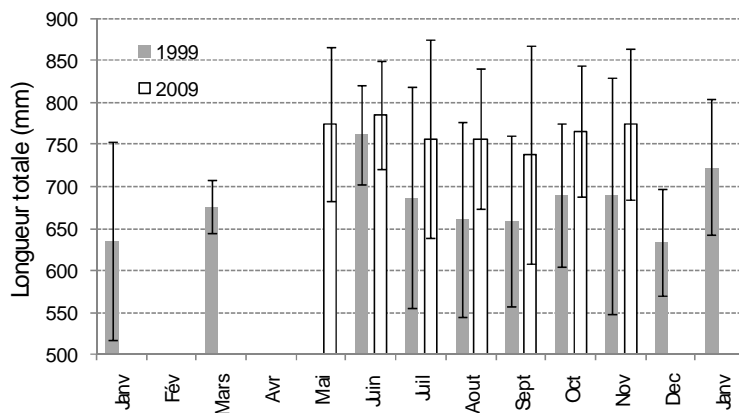


Figure 6 : Moyenne mensuelle (\pm écart-type) de la taille des truites lacustres capturées dans le piège pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

La taille moyenne des truites entre 2009 et 1999 montre une légère différence significative WMW, $P = 0.04$) pour la classe d'âge 2+ et une différence hautement significative (WMW, $P < 0.0001$) pour les classes d'âge 3+, 4+ et 5+. Seule la classe d'âge 6+ ne montre pas de différence significative (WMW, $P = 0.24$) dans la taille des truites capturées entre les deux périodes étudiées (Figure 7).

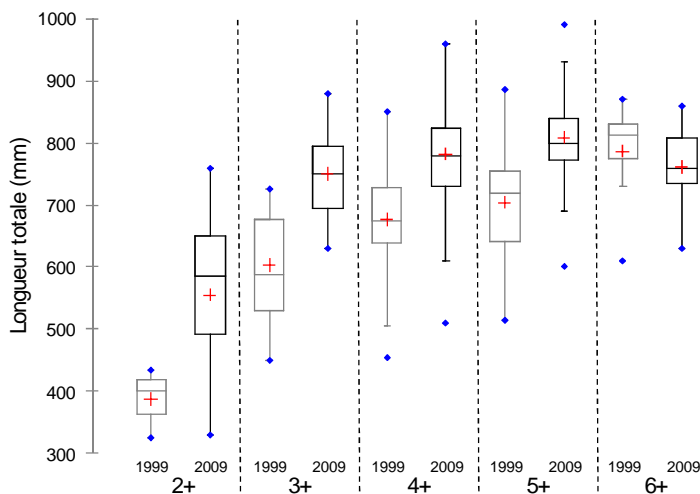


Figure 7 : Box-plot par âge et pour les deux années étudiées de la longueur totale des truites lacustres capturées.

3.2) Age total et nombre d'années en rivière

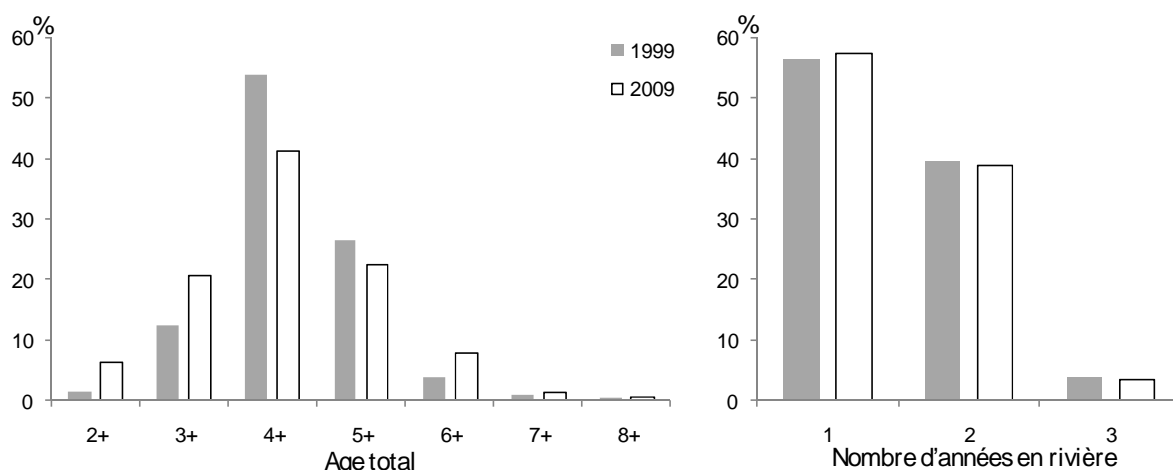


Figure 8 : Répartition par âge total et par nombre d'années de vie en rivière des truites lacustres capturées pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

La distribution des truites par âge total et par nombre d'années en rivière (Figure 8) est identique pour les deux périodes étudiées (KS, $P>0.05$).

La proportion de truites ayant 1 ou 2 années de vie en rivière ne diffère pas entre les deux périodes pour chacune des classes d'âge 3+, 4+ et 5+ et ne diffère pas non plus entre les classes d'âge pour chacune des deux périodes (Khi-deux, $P>0.05$). Autrement dit, les poissons d'âge total 3+ au moment de leur capture n'ont pas un nombre d'année de vie en rivière significativement différent de ceux d'âge total 4+ et 5+ (Figure 9).

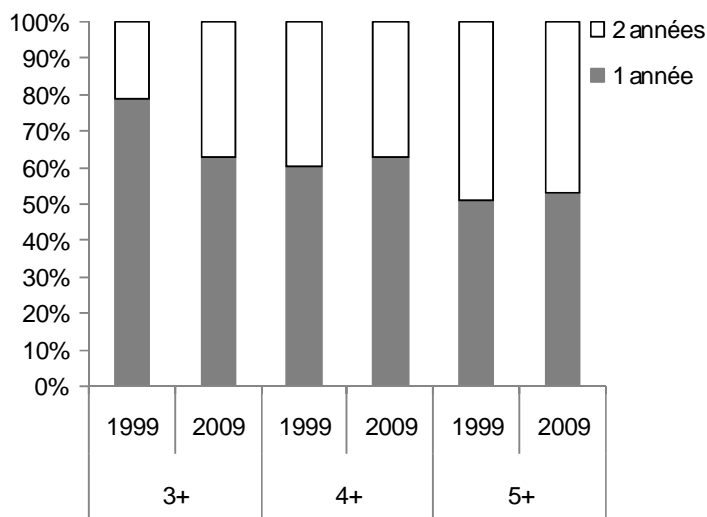


Figure 9 : Répartition pour les deux années étudiées et pour chacune des trois classes d'âge principales (3+, 4+ et 5+) du pourcentage de truite lacustre présentant 1 et 2 années de vie en rivières.

Pour chacune des deux périodes étudiées, les répartitions en âge total (Figure 10) et en nombre d'année de vie en rivière (Figure 11) des truites capturées sont identiques entre les mois (Khi-deux, $P>0.05$).

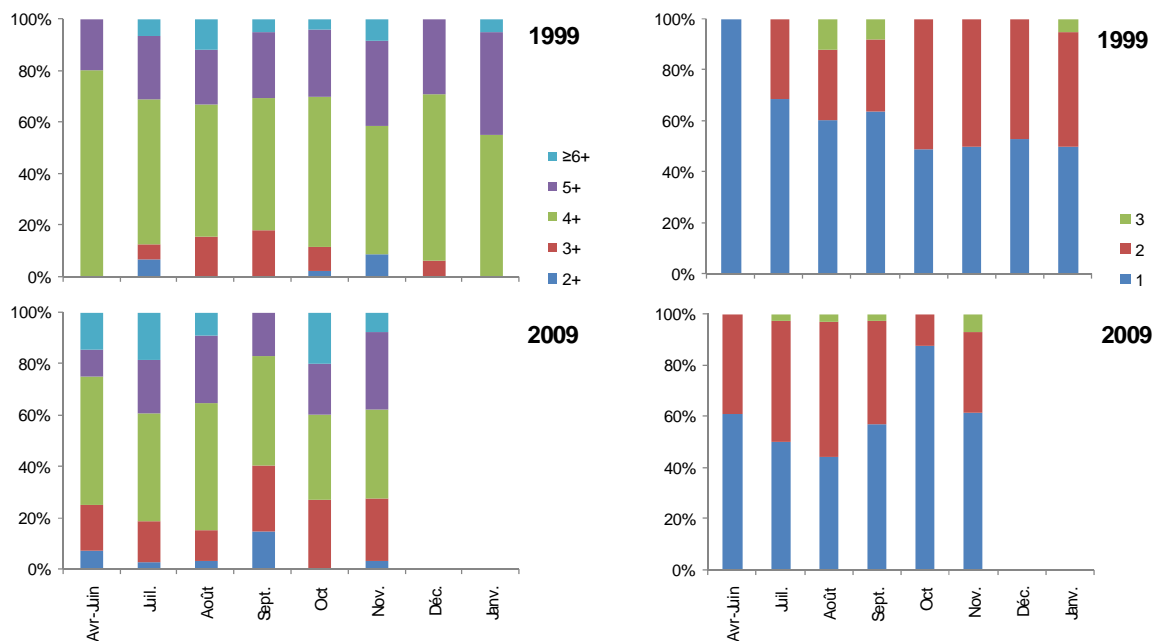


Figure 10 : Répartition pour chaque mois des âges et du nombre d'années de vie en rivières des truites lacustres capturées pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

3.3) Comparaisons inter-sexe

Pour les deux campagnes étudiées, la longueur totale des femelles est significativement (WMW, $P < 0.0001$) plus petite que celle des mâles. En 1999, les tailles des femelles ($65,4 \text{ cm} \pm 8,6$) et des mâles ($72,5 \text{ cm} \pm 9,9$) sont significativement (WMW, $P < 0.0001$) plus faibles que celles des femelles ($74,4 \text{ cm} \pm 8,3$) et des mâles ($80,3 \pm 8,3$) capturés en 2009 (Figure 11).

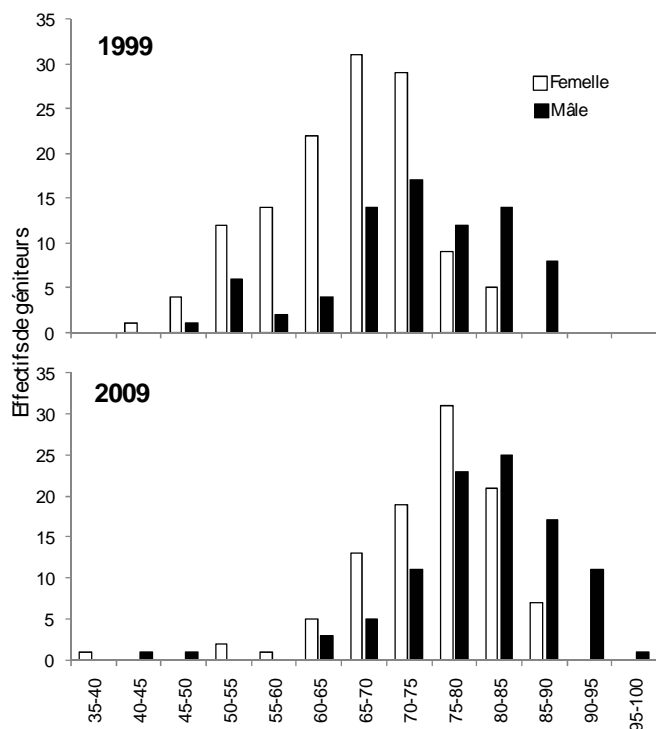


Figure 11 : Distribution par classes de taille (en cm) des truites lacustres en fonction de leur sexe pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

Sur le total des deux périodes, les distributions par classes d'âge ne montrent pas de différences significatives (KS, $P>0.05$) entre les sexes (Figure 12).

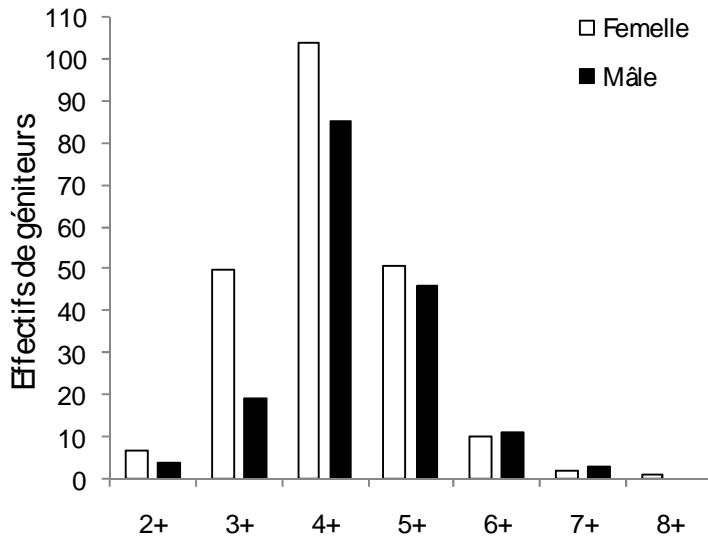


Figure 12 : Distribution par classes d'âge des truites lacustres en fonction de leur sexe pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

3.4) Sex-ratio

Le sex-ratio est déséquilibré en 1999 avec seulement 38% de mâles alors qu'il est équilibré en 2009 avec 49% de mâles. Les variations mensuelles du sex-ratio observées au cours les deux années suivies ne sont pas significatives (Khi-deux, $P>0.05$) (Figure 13).

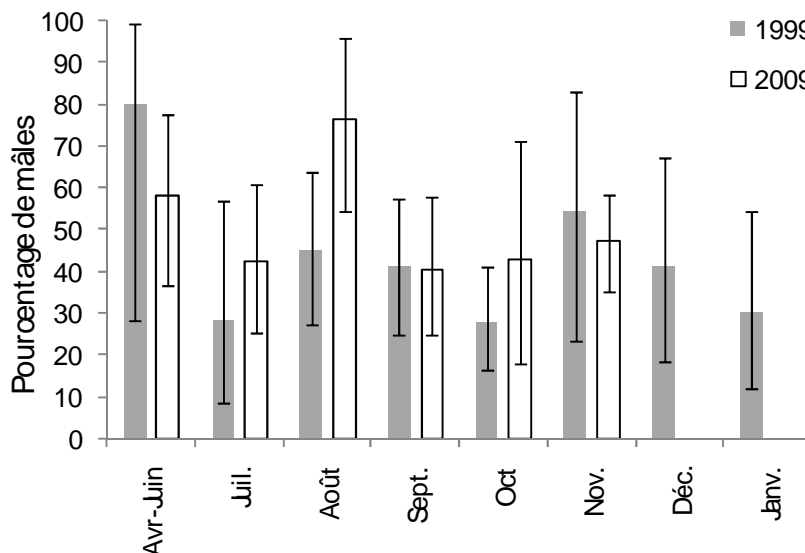


Figure 13 : Pourcentage de mâle (\pm limite de confiance à 95%) dans les truites lacustres capturées et sexées pour chaque mois et pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

3.5) Sexage morphologique (Rapport Longueur maxillaire-Longueur à la fourche)

Les pentes des droites de régression relatives aux 5 classes d'âge ne peuvent pas être considérées comme significativement différentes (ANCOVA, $P > 0.05$) indiquant que la relation linéaire entre la longueur à la fourche et la longueur de la mâchoire ne diffèrent pas d'une classe d'âge à l'autre (Figure 14). L'analyse de covariance montre que l'impact de la variable âge est négligeable ($P = 0.53$) dans la relation entre la longueur à la fourche et la longueur de la mâchoire.

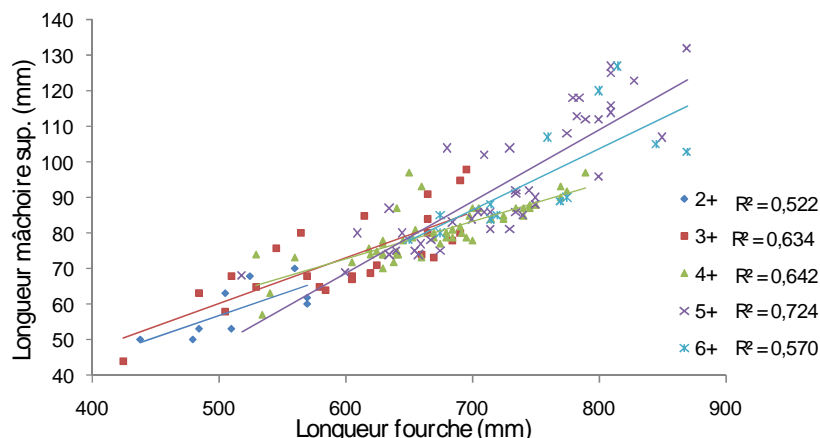


Figure 14 : Relation entre la longueur fourche et la longueur de la mâchoire supérieure selon l'âge total.

Par contre les droites de régression de chacun des deux sexes sont significativement différentes (ANCOVA, $P < 0.0001$) indiquant qu'il est possible de distinguer les mâles et les femelles à partir de la longueur relative de la mâchoire supérieure (Figure 15).

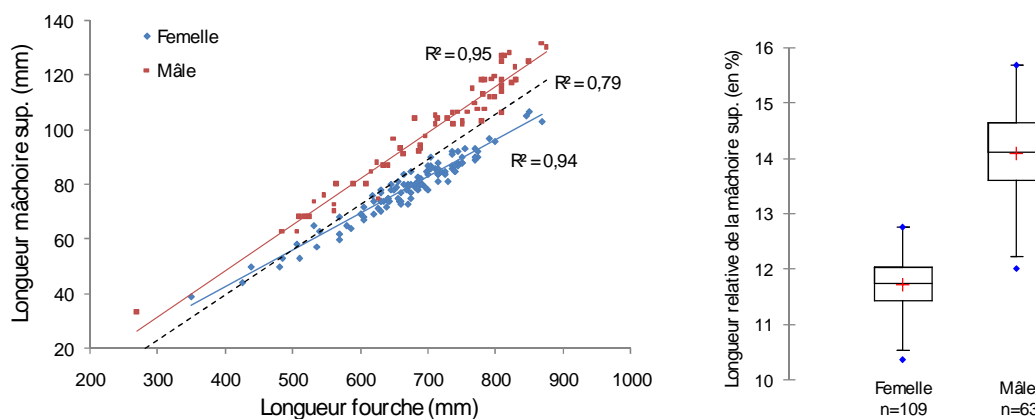


Figure 15 : Relation entre la longueur fourche et la longueur de la mâchoire supérieure selon le sexe et box-plot de la longueur relative de la mâchoire supérieure pour les deux sexes.

Ce dimorphisme sexuel permet de réaliser, à partir des mesures des longueurs à la fourche et de la mâchoire supérieure, un sexage morphologique en utilisant l'équation discriminante suivante :

$$Y = -0,17L_f + 1,19L_m + 10,85$$

où L_f = Longueur à la fourche en mm

L_m = Longueur de la mâchoire supérieure en mm

avec $Y > 0$ = mâle et $Y < 0$ = femelle.

L'analyse factorielle discriminante a permis d'estimer le pourcentage de bon classement à 97,7%.

3.6 Itéroparité (reproduction pluriannuelle)

La répartition pour chaque classe d'âge du nombre de reproductions auxquelles ont déjà participé les truites au moment de leur capture dans le piège montre que le phénomène d'itéroparité (participation à la reproduction durant plusieurs années) est courant chez la truite de lac au Léman (Figure 16). Sur le total des deux années de suivis, la majorité (58%) des poissons capturés dans la passe à poissons ont déjà participé au moins une fois à une reproduction lors des saisons précédentes. En effet, dès le stade 3+, 40% des migrants se sont déjà reproduits 1 fois et ce taux augmente régulièrement au cours des âges pour atteindre 80% au stade 6+ (Figure 16).

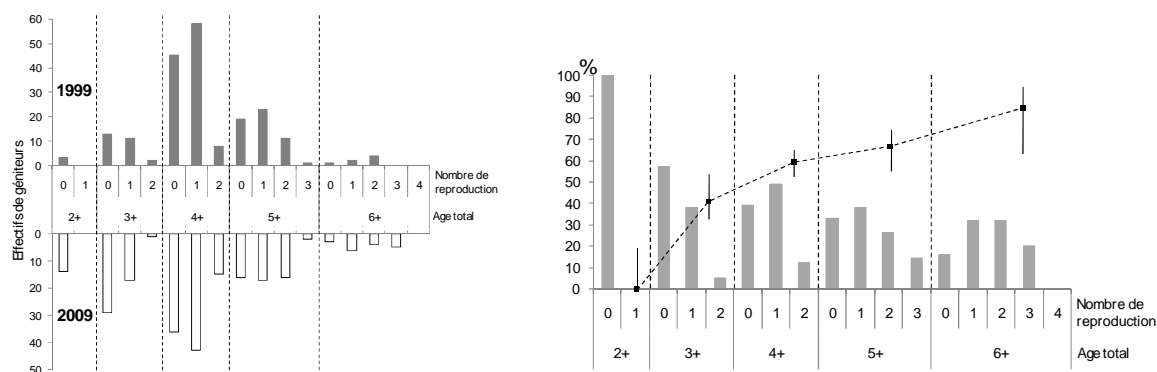


Figure 16 : Répartition (en effectifs brutes et en pourcentage) pour chaque classe d'âge des géniteurs de truite lacustre en fonction du nombre de reproductions auxquelles ils ont déjà participé. Les points associés à la courbe en pointillés indique le pourcentage de truites ayant participé au moins une fois à la reproduction.

DISCUSSION / PERSPECTIVES

Efficacité et taux de piégeage

Lors des précédentes campagnes de piégeage ainsi que lors de celle de 2009/2010, aucune évaluation de l'efficacité et du taux de piégeage du système n'a été réalisée. Aussi, il semble primordial, dans le cas de la mise en place d'un suivi pluriannuel de la migration, de prévoir une étude permettant d'évaluer :

- Le pourcentage de poissons piégés dans la passe à poissons par rapport au nombre total de géniteurs franchissant le seuil de Vongy. Ainsi, il sera possible d'évaluer le taux de géniteurs qui remonte le seuil de Vongy sans emprunter le système de franchissement. En effet, plusieurs observations (A. Bornet, M. Colon, B. Riva, com. pers.) semblent indiquer que des géniteurs, avec certaines conditions de débits, arrivent à franchir le seuil par la rive droite. Cependant, les résultats des recensements de frayères réalisés sur l'ensemble de la Basse-Dranse, durant les deux périodes de reproduction 2007/2008 lorsque la passe à poissons n'étaient plus fonctionnelle et 2008/2009 après rétablissement du franchissement, suggèrent que le nombre de géniteurs franchissant le seuil sans emprunter la passe à poissons est faible (SAGE 2010). En effet, dans l'étude de SAGE (2010) le pourcentage de frayères observées en amont du seuil de Vongy n'est que de 8,5% ($n=7/83$) durant la période de reproduction 2007/2008 indiquant que peu de géniteurs de truites de lac ont réussi à franchir le seuil de Vongy alors qu'il est de 42,5% ($n=100/135$) durant la période de reproduction 2008/2009. Afin d'éclaircir ce point, le taux de piégeage peut être estimé par capture-marquage-recapture (CMR) en marquant la totalité des poissons transitant

par le piège et en évaluant en fin de saison le taux de poissons marqués recapturés dans la population en amont du piège.

- La longueur minimum des poissons piégés. En effet, l'espacement actuel entre les barreaux du piège de 40mm suggère que le système de piégeage est moins efficace pour les poissons de plus petites tailles (probablement <500mm). Cette caractéristique peut entraîner une sous-évaluation de la quantité de géniteurs migrants en particulier chez les jeunes mâles (1+ et 2+) qui mûrent précocement et dont leur faible taille pourrait leur permettre d'échapper au piégeage.

Caractéristiques des géniteurs migrants

Les résultats obtenus lors des deux campagnes de migration n'ont pas permis de montrer, contrairement à ce qui existe chez la forme anadrome, une évolution de la taille des géniteurs au cours de la saison de remontée. Euzénat *et al.* (1991) ont indiqué pour la truite de mer sur trois rivières de Normandie la présence d'une migration préférentielle des gros sujets en début de période (mai-juin) et plus tardive des finnock (25-40 cm) au cours du mois d'août. Dans le cas de la truite de lac sur la Basse-Dranse, il ne peut pas être exclu la présence d'un biais lié au système de capture qui ne permet pas un piégeage total des petits individus. Il semble donc nécessaire de mieux préciser la taille limite de piégeage et d'évaluer la possibilité d'améliorer l'efficacité du piège pour les petits individus afin d'être capable de piéger les géniteurs dès 250-300mm de longueur totale.

Un résultat important obtenu est la différence significative de taille observée entre les deux périodes de migration 1999/2000 et 2009/2010. Ces différences valables à la fois pour l'échantillon total, pour toutes les classes d'âge exceptées 6+ et pour les deux sexes, indiquent que les géniteurs de truites de lac qui ont migré en 2009/2010 ont une longueur totale significativement plus élevée que ceux qui ont migré en 1999/2000. Cette différence de taille ne s'explique pas par un changement des distributions d'âge à la migration ou du nombre de d'année de vie en rivière qui restent identiques entre les deux années. Aussi, l'hypothèse la plus probable semble que cette différence de taille traduise une différence de croissance liée à un changement des conditions de vie en milieu lacustre. Une analyse plus poussée par rétrocalcul des tailles à partir des écailles permettant de construire des modèles de croissance pour les deux périodes concernées puis de les comparer permettrait de valider cette hypothèse.

L'étude des relations entre la longueur du maxillaire supérieur et de la longueur à la fourche a permis de mettre en évidence un polymorphisme sexuel très fort rendant possible une distinction fiable à près de 98% entre les mâles et les femelles à partir de la longueur relative de la mâchoire supérieure. Cette caractéristique déjà mise en évidence pour d'autres salmonidés (Beacham et Murray 1986 ; Maisse et Baglinière 1986 ; Prévost *et al.* 1991) et pour la forme anadrome (Richard 1986) est donc également valable pour la truite de lac. Ce résultat montre l'importance, lors des campagnes de piégeage de truite de lac, de mesurer également la longueur de la mâchoire supérieure.

Enfin, les analyses scalimétriques ont montré chez les truites de lac de la Basse-Dranse que le phénomène de reproduction pluriannuelle ou itéroparité était relativement courant puisque à partir de l'âge 4+, plus de 50% des géniteurs migrants se sont reproduits au moins une fois au cours des périodes de reproduction précédentes. Ce phénomène avait déjà été mis en évidence auparavant sur les affluents Suisse du Léman par Buttiker et Matthey (1986) et également dans

la population du lac de Neufchâtel (Bouille 2003). Chez la truite de mer, Euzénat *et al.* 1991 ont observé des proportions de géniteurs ayant déjà frayé entre 12 et 40% selon les rivières. Cette particularité associée à l'existence d'une fidélité du géniteur à la première rivière de remontée (Büttiker et Matthey 1986 ; Bouille 2003) permet d'envisager, dans le cadre d'un suivi pluriannuel, des études inter-annuelles plus fines du comportement migratoire et des caractéristiques des géniteurs par marquage individuel.

Dynamique de la migration et effets des éclusées

Les données de suivi de la migration, portant uniquement sur deux années, ne sont pas suffisantes pour caractériser la dynamique de la migration en relation avec les débits, en particulier sur une rivière comme la Basse-Dranse qui présente un régime hydrologique artificiel. Cependant, la dynamique de la migration au cours des deux années étudiées montre que la période de migration des géniteurs débute au printemps (avril-mai), et se poursuit régulièrement pendant plusieurs mois dans des conditions hydrologiques artificialisées par les éclusées. En effet, de mi-juin à mi-novembre, le régime d'exploitation hydroélectrique fonctionne majoritairement avec 2 éclusées par jour d'un cycle de 10-12h chacune, faisant varier le débit d'une valeur minimum allant de 1 à 5 m³/s à une valeur maximum comprise entre 9 et 20m³/s (SAGE 2010). Si les amplitudes de débits les plus fréquentes sont comprises entre 6 et 14m³/s, durant la période estivale 27% des éclusées ont une amplitude supérieure à 15m³/s (SAGE 2010). Ces variations artificielles de débits peuvent avoir un effet positif sur la dynamique de migration des géniteurs de truite de lac. En effet, elles peuvent provoquer une remontée régulière des géniteurs au cours d'une période normalement d'étiage où le débit naturellement faible devrait être moins propice à la migration de montaison. Les effets des éclusées sur les « runs » de poissons migrateurs amphihalins comme le saumon atlantique sont bien connus des pêcheurs (Huntsman 1948). Jonsson et Jonsson (2002), a montré sur 24 années de suivis de la migration par piégeage sur une rivière norvégienne que la majorité des truites de mer remontait à des débits intermédiaires de l'ordre de 7.5 à 10m³/s. Arnekleiv et Kraabøl (1996) ont montré par radio-pistage sur une rivière norvégienne à hydrologie artificielle que des pics de débits répétés de 60m³/s au cours de l'été où le débit naturel n'excède pas 20m³/s favorisaient significativement la migration de reproduction des truites de lac. D'autres résultats obtenus sur la truite arc-en-ciel lacustre et le saumon atlantique indiquent que la migration de reproduction sur des rivières à régime régulé peut être influencée par des éclusées (Hayes 1953 ; Banks 1969 ; Dedual et Jowett 1999 ; Thorstad et Heggberget 1998)

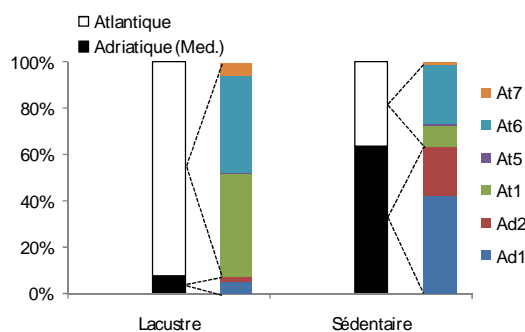
Aussi, il n'est pas exclu que le fonctionnement en éclusées de l'usine hydroélectrique de Bioge soit déterminant pour permettre la remontée des truites de lac majoritairement pendant la période d'ouverture de la pêche en rivière. Dans ce cas, une meilleure compréhension de la relation entre le régime des éclusées et les comportements migratoires des truites sur la Basse-Dranse (effets des amplitudes de débits et de la valeur du débit résiduel, de la durée et du nombre des éclusées) permettrait d'apporter des éléments de réflexion pour le prochain renouvellement de concession afin de concilier la préservation de la qualité des habitats et le maintien d'une activité halieutique.

Perspectives de suivis et de recherches appliquées

Le suivi annuel de la migration réalisé au cours de la période 2009/2010 a permis d'apporter des éléments de connaissances supplémentaires sur la truite de lac au Léman et en particulier de mettre en évidence, par comparaison avec le suivi annuel réalisé en 1999/2000, certaine évolution (dynamique de migration, croissance, sex-ratio). Cependant le manque de chronique de données (absence de suivis pendant 10 années) rend actuellement les analyses trop ponctuelles et uniquement descriptives et ne permet pas de rechercher les facteurs explicatifs. L'étude a montré également, grâce à l'implication conjointe de l'AAPPMA locale et de la FDPPMA 74, la faisabilité de mettre en place un suivi de la migration sur le site de Vongy. Le suivi annuel a pu être reconduit pour la période de migration 2010/2011 grâce à une aide financière du fond national FNPF/EDF et à une collaboration tripartite entre la FDPPMA 74, le bureau d'étude SAGE et la station INRA de Thonon-les-Bains.

Plusieurs arguments plaident en faveur de la mise en place d'un suivi pluriannuel de la migration des truites de lac au niveau de la passe à poissons de Vongy.

- D'une part, ce suivi serait un outil de gestion des populations permettant de mieux connaître l'état du stock de géniteurs et de préciser l'évolution des effectifs migrants observés (+23% en dix ans d'intervalle) en distinguant les variabilités inter-annuelles des tendances temporelles à plus long terme.
- Le suivi de la migration et la comptabilisation des géniteurs migrants permettrait de compléter le suivi plus global de la population de truite réalisé depuis maintenant trois années consécutives sur la rivière et qui inclut un recensement standardisé des frayères et une évaluation démographique par pêches électriques.
- A moyen terme, ce suivi permettrait d'évaluer les effets sur le milieu et les populations de poissons de l'évolution programmée en 2014 des débits de base imposé par la LEMA. Cette opportunité fait de la Basse-Dranse un site atelier unique dans le domaine de l'écologie de la restauration permettant d'étudier concrètement les effets potentiels d'une politique de développement durable cherchant à concilier la production hydroélectrique, le maintien d'une diversité biologique et des activités de loisirs.
- A plus long terme, la Basse-Dranse, deuxième plus important affluent du Léman, pourrait représenter un site d'études privilégié sur les effets locaux liés l'anthropisation des milieux (artificialisation des débits, fragmentation des habitats) et généraux liés au changement global.
- Sur le plan génétique, de nombreuses recherches restent à entreprendre afin de préciser, y compris sur le plan fonctionnelle, les différences entre écotypes sédentaires et migrants et leurs conséquences phénotypiques. En effet, sur la Basse-Dranse, la proportion des deux origines, Méditerranéenne et Atlantique varient fortement au niveau de l'ADN mitochondrial entre les deux formes, lacustre et sédentaire (Carlo Largiadèr, com. pers. Figure ci-dessous).



BIBLIOGRAPHIE

- Arnekleiv J.V. & Kraabøl M., 1996. Migratory behavior of adult fast-growing brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to water flow in a regulated Norwegian river. *Regulated rivers: research and management*, 12, 39-49.
- Baglinière J.L. & Maisse G. (Eds), 1991. « La Truite : Biologie et Ecologie » INRA Paris, 303 p.
- Banks J.W., 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. *Journal of Fish Biology*, 36, 511-520.
- Beacham T.D. & Murray C.B., 1986. Sexual dimorphism in length of upper jaw and adipose fin of immature and maturing Pacific Salmon (*Oncorhynchus*). *Aquaculture*, 58, 269-276.
- Bernatchez L., 2001. The evolutionary history of brown trout *Salmo trutta* L. inferred from phylogeographic, nested clade and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation. *Evolution*, 55, 351-379.
- Bouille R., 2003. La truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la région du lac de Neuchâtel ; biologie et perspectives de gestion. Thèse de Doctorat. Université de Lausanne. Faculté des Sciences. Département d'Ecologie et Evolution. 117p.
- Büttiker B. & Matthey G., 1986. Migration de la truite lacustre (*Salmo trutta* L.) dans le Léman et ses affluents. Schweiz. Z. Hydrol. 48(2), 153-160.
- Champigneulle A., Melhaoui M., Maisse G., Baglinière J.L., Gillet C. & Gerdeaux D., 1988. Premières observations sur la population de truite dans le Redon, un petit affluent-fryère du lac Léman. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*, 310, 59-76.
- Champigneulle A., Melhaoui M., Gerdeaux D., Rojas-Beltran R., Gillet C., Guillard J. & Moille J.P., 1990. La truite commune dans le Redon, un petit affluent du lac Léman. II. Caractéristiques des géniteurs de truite de lac (1983-88) et premières données sur l'impact des relachers d'alevins prégressis. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*, 319, 197-212.
- Champigneulle A., Buttiker B., Durand P. & Melhaoui M., 1991. Principales caractéristiques de la biologie de la truite (*Salmo trutta* L) dans le Léman et quelques affluents. In « la truite : Biologie et Ecologie ». Baglinière J.L. & Maisse G. (Eds.), INRA, Paris, pp153-182.
- CIDEE, 2001. Etude d'impact de la centrale hydroélectrique de Bioge sur la Basse-Dranse. FDPPMA 74, 103p.
- Colon M., 2000. Passe à poissons de Vongy, campagne 1998-2000. Rapport SHL 181-2000.
- Colon M., 2001. Passe à poissons de Vongy, synthèse 1998-2001. Rapport SHL 203-2001, 25p.
- Cortey, M., Pla, C. & Garcia-Marin, J. (2004). Historical biogeography of Mediterranean trout. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33, 831-844.
- Dedual M. & Jowett I.G., 1999. Movement of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during the spawning migration in the Tongarino River, New-Zealand. *New-Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 33, 107-117.
- Euzéat G., Fournel F. & Richard A. 1991. La truite de mer en Normandie/Picardie. In « la truite : Biologie et Ecologie ». Baglinière J.L. & Maisse G. (Eds.), INRA, Paris, pp183-213.
- Ferguson, A. 1989. Genetic differences among brown trout, *Salmo trutta*, stocks and their importance for the conservation and management of the species. *Freshwater Biology*, 21: 35-46.

- Ferguson, A. 2006. Genetics of sea trout with particular reference to Britain and Ireland. In: Harris, G.S. & Milner, N.J., eds. *Sea trout: biology, conservation and management*. Oxford: Blackwell publishing, pp. 157–182.
- Gerdeaux D. & Hamelet V. Analyse de la pêche de la truite sur le lac d'Annecy en 1996. *Annecy Lac Pêche*, 30, 16-17.
- Hayes F.R., 1953. Artificial freshets and other factors controlling the ascent and population of atlantic salmon in the LaHave River, Nova Scotia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 99, 1-47.
- Huntsman A.G., 1948. Freshets and fish. *Transaction of the American Fisheries Society*, 75, 257-266.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3: 348–365
- Jonsson N. & Jonsson B., 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. *Freshwater Biology*, 47, 1391-1401.
- Laikre L., Antunes A., Apostolidis A., Berrebi P., Duguid A., Ferguson A., Garcia-Marin J.L., Guyomard R., Hansen M.M., Hindar K., Koljonen M-L., Lardiadèr C., Martinez P., Nielsen E.E., Palm S., Ruzzante D., Ryman N. & Triantaphyllidis C. (1999). Conservation genetic management of Brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the concerted action on identification, management and exploitation of genetic resources in the Brown trout (*Salmo trutta*). ("Troutconcert"; EU FAIR CT97-3882). 91p.
- Maisse G. & Baglinière J.L., 1986. Le sexage morphologique du saumon atlantique (*Salmo salar*). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 300, 13-18.
- Melhaoui M., 1985. Eléments d'écologie de la truite de lac du Léman dans le système lac-affluents. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 127p.
- Ombredane D. & Richard A., 1990. Détermination de la zone optimale de prélèvement d'écaillés chez les smolts de truite de mer (*Salmo trutta* L.). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 319, 224-238.
- Prévost E., Vauclin V., Baglinière J.L., Brana-Vigil F. & Nicieza A.G., 1991. Application d'une méthode de détermination externe du sexe chez le saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans les rivières des Asturies (Espagne). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 323, 149-159.
- Richard A. 1986. Recherches sur la truite de mer, *Salmo trutta* L., en Basse-Normandie. Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Rennes, 54p.
- SAGE, 2010. Evaluation des gains biologiques sur la Basse-Dranse après modification du mode de gestion des éclusées de la centrale hydroélectrique de Bioge depuis 2004. FDPPMA 74, 124p.
- Soares I., 1995. Eléments pour l'estimation des potentialités piscicoles de la Basse-Dranse, affluent du Léman. ENGEES, Mémoire de 3^{ème} année, 116p. + annexes.
- Thorstad E.B. & heggberget T.G., 1998. Migration of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*); the effects of artificial freshets. *Hydrobiologia*, 371/372, 339-346.
- Veyret-Verner G., 1948. Chantiers et projets d'amangements hydro-électriques dans les Alpes françaises. *Revue de Géographie Alpine*, 36, 169-174.