Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 91 (2008-2009)

Heft: 2

Artikel: Suivi piscicole du Brassu et du Nant de Pry, deux affluents du Léman : campagnes 2004-2006

Autor: Richard, Alexandre / Rubin, Jean-François

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-282146

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 91.2: 103-128 ISSN 0037-9603

Suivi piscicole du Brassu et du Nant de Pry, deux affluents du Léman: campagnes 2004 à 2006

par

Alexandre RICHARD[1] *et, Jean-François RUBIN*[1]

Résumé.–RICHARD A. et RUBIN J.-F., 2008. Suivi piscicole du Brassu et du Nant de Pry, deux affluents du Léman: campagnes 2004 à 2006. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 91.2*: 103-128.
Les inventaires piscicoles réalisés sur deux dérivations de la Versoix, le Brassu et le Nant de Pry, montrent des peuplements dominés par la truite, avec des densités très variables selon les secteurs: fortes à proximité de l'embouchure, moindres en amont. La migration des truites provenant du lac est très difficile en raison des nombreux obstacles. Elle reste cependant possible notamment dans la partie aval du Brassu, où des géniteurs ont été capturés en hiver 2004.
La croissance des truites est assez proches entre des deux cours d'eau. Le coefficient de condition est légèrement supérieur sur le Nant de Pry. Le repeuplement réalisé chaque année maintient artificiellement des densités élevées sur certains secteurs, mais on constate un taux de survie limité de ces individus. Le marquage des truites capturées lors de la campagne 2005 semble indiquer que les secteurs situés en amont d'ouvrages infranchissables, non soumis au repeuplement, présentent des populations sédentaires stables. Ces observations posent la question de la nécessité du repeuplement dans ces deux affluents.

Mots clés: *Salmo trutta* (L.), migration, gestion piscicole, pêche à l'électricité, scalimétrie, croissance.

Abstract.–RICHARD A. and RUBIN J.-F., 2008. Fish monitoring in two tributaries of Lake Leman (Brassu and Nant de Pry): campaigns 2004 to 2006. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 91.2*: 103-128.
We present here the results of electrofishing campaigns carried out in two derivations of the Versoix river (Brassu and Nant de Pry). Brown trout is the prevailing species, even if densities vary according to stream sector: high just above the mouth, and lower upstream. Migratory trout from the lake can hardly spawn upstream, because of the numerous impassable waterfalls. However, spawning still remains possible, as shown in the downstream sector of Brassu, where a few spawners were caught during winter 2004.

[1]Institut Terre - Nature - Paysage de l'Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier
150 route de Presinge, CH-1254 Jussy / Genève, Suisse.

CODEN: BSVAA6

© Société vaudoise des Sciences naturelles
Droits de reproduction réservés

Growth is similar for populations of both streams. Condition index is a little more important in Nant de Pry. High densities, reached in some parts of the rivers, are maintained through fry stocking. However, survival rate of the introduced fish appears low. The marking campaign, lead in 2005, seems to show stable populations of sedentary brown trout in river sectors located just above impassable water falls. These observations question the necessity of fish stocking in both tributaries.

Keywords: *Salmo trutta* (L.), migration, fish management, electrofishing, scalimetry, growth.

Introduction

En Europe occidentale, la truite commune (*Salmo trutta* L.) est une espèce indigène allopatrique très polymorphe (Klemetsen *et al.* 2003), pouvant être résidente, lorsque la totalité de son cycle de vie se réalise en rivière, ou migratrice, lorsqu'elle vit à l'état adulte en mer ou en lac et ne remonte les rivières que pour se reproduire. Des études récentes ont montré qu'il n'existe pas de différence génétique significative entre les deux formes (Launey *et al.* 2003, Charles *et al.* 2006), des individus sédentaires pouvant engendrer des individus migrateurs et inversement (Schulz 1999). Dans le bassin lémanique, ces deux écotypes coexistent. Les populations de truites, depuis longtemps exploitées par la pêche professionnelle (forme migratrice) et amateur, font l'objet de soutien régulier par repeuplement, dans la plupart des affluents du Léman. Malgré cela, les statistiques de pêche semblent indiquer une baisse sensible des captures sur le Léman par rapport à la fin des années 80 (Büttiker 2005). Les diverses études consacrées à la biologie de la truite migratrice du Léman (Büttiker et Matthey 1986, Büttiker *et al.* 1987, Champigneulle *et al.* 1999, Champigneulle *et al.* 1993, Melhaoui 1985, Rubin 1999) soulignent en particulier l'importance de l'accès des géniteurs aux sites de fraie, souvent fortement limité par la présence d'obstacles infranchissables dans le cours aval des affluents. Toutefois, les nombreux aménagements de passes à poisson, déjà réalisés et en prévision, devraient permettre un retour facilité aux sites de fraie. En outre, les suivis réalisés en période de reproduction n'indiquent pas pour le moment de diminution de la remontée des géniteurs (Büttiker 2005).

Dans le bassin lémanique, comme dans le reste de la Suisse, la politique en terme de gestion piscicole a longtemps consisté en un repeuplement régulier des cours d'eau. Ce mode de gestion, très répandu jusqu'à la fin du siècle dernier (Aass 1993, Cowx 1994) est actuellement fortement remis en question par la communauté scientifique, et peut s'avérer dommageable le cas échéant pour la dynamique des populations naturelles (Bohlin *et al.* 2002, Weiss et Schmutz 1999) et la diversité génétique (Almodovar *et al.* 2001, Hauser *et al.* 1991). En Suisse, l'Office Fédéral de l'Environnement a publié une synthèse de 24 expériences menées sur l'efficacité du repeuplement (Gmünder 2002). Cette

étude fait apparaître les résultats très mitigés d'une gestion fondée uniquement sur le repeuplement dans des cours d'eau où la reproduction naturelle est possible. La tendance actuelle en termes de gestion vise par conséquent à œuvrer plutôt, dans la mesure du possible, pour une amélioration de la qualité physico-chimique et une restauration de l'habitat des cours d'eau, pour permettre une gestion durable des stocks piscicoles. Le rempoissonnement ne devrait donc être maintenu que dans le cas de populations qui ne peuvent se maintenir naturellement, ou bien, pour une durée limitée, suite à une atteinte majeure au milieu.

Sur les cours d'eau du bassin lémanique, seules de rares études sur la truite se sont intéressées à l'efficacité du repeuplement par rapport à la reproduction naturelle (BÜTTIKER 1989, CHAMPIGNEULLE *et al.* 2003, CHAMPIGNEULLE *et al.* 1988). D'une manière générale, de nombreux cours d'eau font l'objet de repeuplements, sans qu'un réel suivi ne soit mis en place. Cette gestion à court terme ne permet pas d'avoir une vision critique et un retour d'expériences sur l'efficacité des mesures de restauration entreprises. Certaines rivières font toutefois figure d'exception, comme le Boiron de Morges, qui ne bénéficie actuellement d'aucune mesure de repeuplement depuis 10 ans (RUBIN 2001), ou encore la Versoix, où les déversements d'alevins ont cessé en 2006 (GREN 2006). L'estimation fiable de l'efficacité du repeuplement passe par un marquage de l'ensemble des alevins déversés, puis par un suivi régulier et rigoureux des cohortes par pêches électriques.

La présente étude vise à décrire les communautés piscicoles dans deux affluents du Léman, provenant de dérivations de la Versoix: le Brassu et le Nant de Pry. L'inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Genève (GREN 2001) souligne la présence potentielle de géniteurs de truites migratrices sur ces cours d'eau, qui font l'objet depuis une dizaine d'années de rempoissonnements réguliers, à partir d'alevins issus de géniteurs sauvages de l'Aubonne. La population de truites dans ces deux cours d'eau est donc constituée d'individus d'origines diverses, pouvant être issus de la reproduction naturelle de truites résidentes ou migratrices, du repeuplement, ou encore de dévalaisons à partir de la Versoix.

Dans ce contexte, les objectifs de l'étude sont: (1) estimer les densités et les biomasses des différentes espèces de poissons peuplant les deux cours d'eau, (2) déterminer les caractéristiques intrinsèques des populations de truites (taille, âge, et croissance), (3) évaluer l'efficacité de la fraie naturelle dans le Brassu.

Matériel et méthodes

Sites d'étude

1. Présentation des cours d'eau et des stations

La Versoix, rivière franco-suisse, prend sa source au pied du massif du Jura. Longue de 22 km, elle draine un bassin versant de 90.7 km^2 et alimente plusieurs dérivations, avant de se jeter dans le Léman, sur le territoire genevois. Son débit moyen est de 3.2 m^3/s. Les crues sont parfois importantes, comme en 2006, avec une pointe à plus de 30 m^3/s le 10 avril (GREN 2006).

Le Brassu et le Nant de Pry sont deux dérivations de la Versoix, dont l'origine se situe sur le territoire français au niveau de la commune de Divonne-les-Bains. Les deux cours d'eau se jettent dans le Léman. Leurs débits dépendent de la configuration et du réglage des prises d'eau dans la Versoix, ainsi que de l'état d'entretien des dérivations. La présente étude porte sur les secteurs du Brassu et du Nant de Pry situés dans l'enclave genevoise de Céligny, ainsi que dans le canton de Vaud (cas du Nant de Pry).

Pour chacun des deux cours d'eau, l'échantillonnage a été réalisé au niveau de quatre stations, réparties depuis l'embouchure, jusqu'en amont de l'autoroute Genève-Lausanne (figure 1). L'emplacement des stations (tableau 1) a été choisi de manière à mettre en évidence l'effet d'obstacles (seuils, longs passages sous tuyau...) sur les communautés piscicoles, et plus particulièrement sur la migration des truites. Les quatre stations choisies pour chaque cours d'eau permettent ainsi de déterminer l'effet de trois obstacles majeurs pour les migrations piscicoles (Jakob 2005), dus à des passages sous tuyau:

(1) la route suisse, entre les stations BR1 et BR2 (ou NP1 et NP2), située à moins de 100 m de l'embouchure.

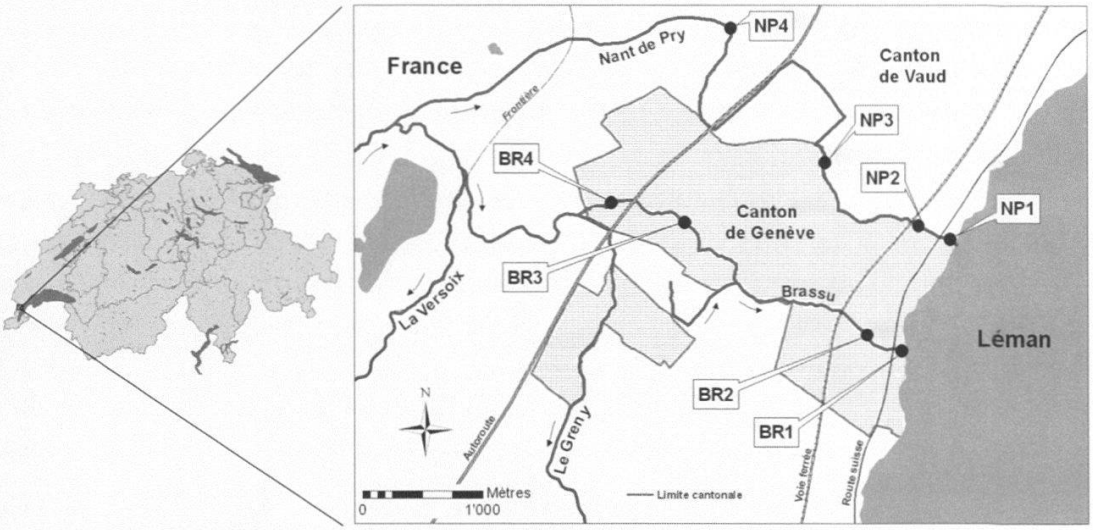

Figure 1.–Localisation géographique du secteur d'étude (BR1,…,4 = stations 1 à 4 sur le Brassu; NP1,…, 4 = stations 1 à 4 sur le Nant de Pry).

(2) la voie ferrée, entre les stations BR2 et BR3 (ou NP2 et NP3).

(3) l'autoroute, entre les stations BR3 et BR4 (ou NP3 et NP4), qui constitue un obstacle majeur essentiellement pour le Nant de Pry.

Les données collectées dans le Boiron de Morges en 2005 et 2006 (RUBIN 2008) seront comparées à nos résultats. Ce cours d'eau présente l'avantage d'être situé dans le même secteur biogéographique que le Brassu et le Nant de Pry. En outre, aucun repeuplement n'a été réalisé depuis 1997.

2. Qualité écomorphologique et biologique

La qualité écomorphologique des deux cours d'eau a été étudiée en août 2004 (JAKOB 2005), selon la méthode «Ecomorphologie - Niveau R» (OFEFP 1998). La figure 2 indique les classes de qualité écomorphologique des différents tronçons, ainsi que l'emplacement des principaux obstacles à la migration.

Le Brassu présente globalement des tronçons de bonne qualité écomorphologique, même si quelques points noirs (secteurs «urbanisés») subsistent au niveau d'agglomérations, comme Bogis-Bossey ou Céligny (JAKOB 2005). Par contre, on recense sur le cours d'eau plus d'une quinzaine de seuils, de hauteur supérieure à 30 cm (dont 3 supérieurs à 60 cm), entre l'autoroute et l'embouchure, plus ou moins franchissable par la faune piscicole selon les régimes hydrologiques. L'obstacle le plus important se situe au niveau de la voie ferrée Lausanne-Genève, à environ 700 m en amont de l'embouchure, avec une chute d'eau infranchissable pour la faune piscicole. Plus en aval, le passage sous la route suisse, sous tuyau, ne constitue qu'un obstacle partiel à la migration. Dans la zone accessible aux truites migratrices, c'est-à-dire en aval de la voie ferrée, le Brassu présente des berges naturelles ainsi qu'une forêt riveraine.

Le Nant de Pry présente de nombreux secteurs naturels (ou peu altérés) dans la partie aval de son cours. La contrainte majeure se situe au niveau de la commune de Crans sur Céligny: le cours d'eau est sous tuyau sur environ 300 m, et est canalisé plus en amont sur un linéaire d'environ 1,5 km jusqu'à son passage sous l'autoroute. Ces tronçons canalisés (et bétonnés), ou sous tuyaux, constituent un obstacle majeur à la migration de l'ichtyofaune.

Concernant la qualité biologique, des études antérieures sur la Versoix et ses affluents (PERFETTA 2004), ont relevé une qualité d'eau «assez bonne» au niveau bactériologique pour la Versoix en amont du lac de Divonne, ainsi qu'une très bonne qualité biologique globale. A l'inverse, la qualité bactériologique dans les deux dérivations apparaît mauvaise en 2003, essentiellement à cause des rejets d'origine agricole. Cependant, de récentes analyses sur le Brassu, semblent montrer une tendance à l'amélioration de la qualité de l'eau (P. Fillietaz, Service Cantonal de l'Ecologie de l'Eau, Genève, comm. pers.).

Tableau 1.–Caractéristiques des stations.

Cours d'eau	Code station	Caractéristique	Obstacle	Coordonnées suisses		Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente (%)
Brassu	BR1	Embouchure	-	505207	133385	373	96.3	3.1	0.5
Brassu	BR2	Amont route suisse	Route suisse	504900	133529	381	74.9	3.5	2.3
Brassu	BR3	Ligne électrique	Voie ferrée	503373	134454	453	70.0	2.4	2.2
Brassu	BR4	Moulin de l'Oie	Autoroute	502743	134603	462	85.1	3.2	0.4
Nant de Pry	NP1	Embouchure	-	505630	134279	372	90.0	2.6	1.6
Nant de Pry	NP2	Poterie (amont route suisse)	Route suisse	505315	134440	384	55.6	2.9	3.6
Nant de Pry	NP3	Les Ouchettes	Voie ferrée	504511	134906	430	71.9	3.0	2.8
Nant de Pry	NP4	Amont autoroute	Autoroute	503755	136067	459	46.1	3.2	0.7

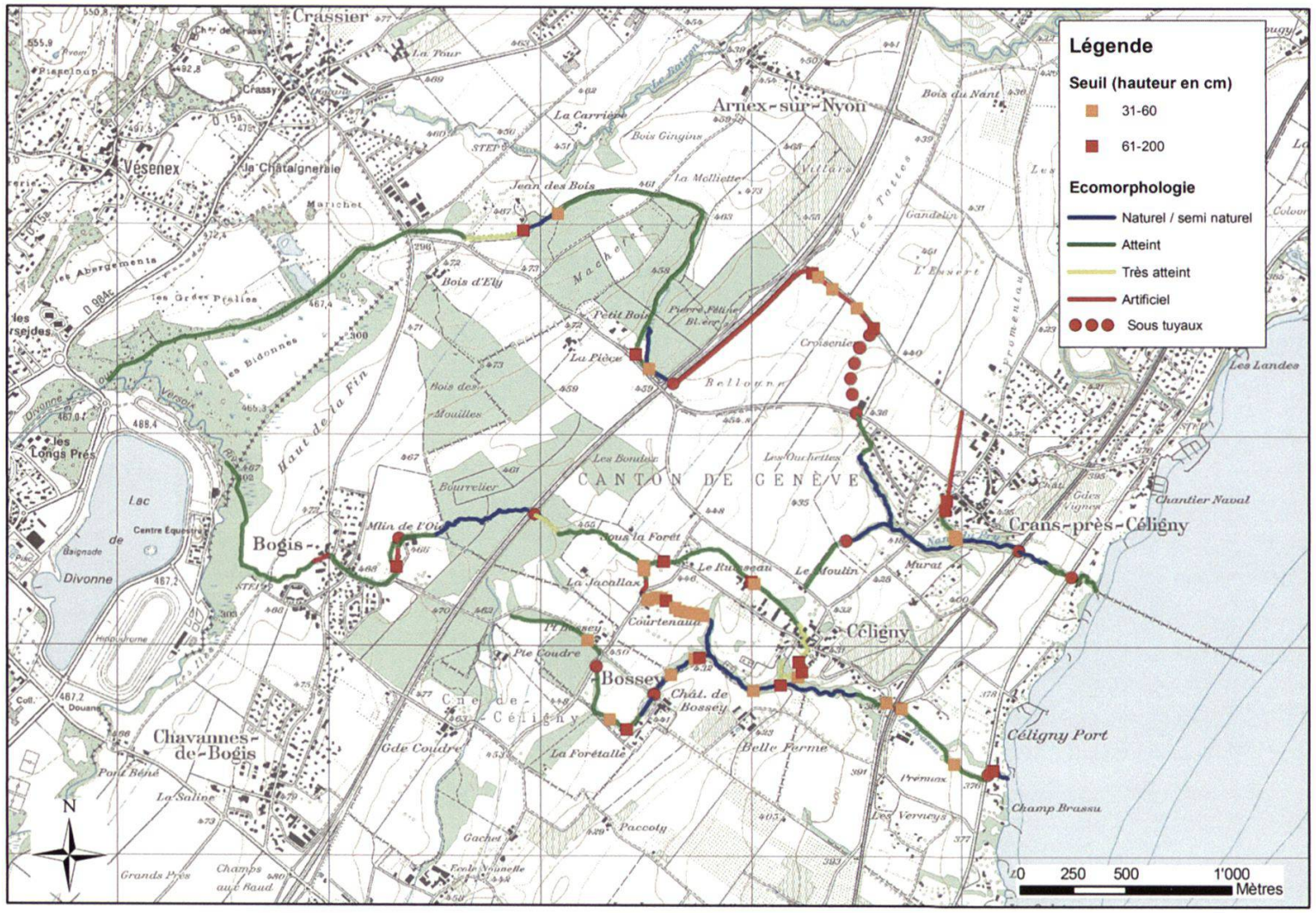

Figure 2.–Relevés écomorphologiques du Brassu et du Nant de Pry (d'après JAKOB 2005)

3. Potentialités pour la fraie naturelle sur le Brassu

Le 12 février 2004, tout le secteur du Brassu en aval de la voie ferrée a été parcouru pour dénombrer les zones de reproduction des truites. Une frayère de truite se compose d'une excavation (nid), suivie d'un monticule de gravier constitué des matériaux excavés du nid.

Pendant l'hiver 2003-04, une chambre de capture permettant le piégeage de la totalité des géniteurs migrateurs a été mise en place près de l'embouchure du Brassu. L'expérience s'est déroulée sur une durée de deux mois, à partir du 3 décembre 2003 (Rubin 2004). La présence de poissons a été déterminée par deux visites quotidiennes, permettant également de nettoyer la chambre des divers détritus dérivants. Les individus capturés ont alors été mesurés et pesés.

4. Repeuplement

Le Brassu est rempoissonné chaque année, à partir de truites de différents stades (alevins nourris, préestivaux ou estivaux). Entre 2003 et 2006, plusieurs opérations de repeuplement ont été réalisées (tableau 2), depuis l'embouchure jusqu'au cimetière de Céligny, situé à environ 1000m en aval de la station BR3 (données du Domaine Nature et Paysage, Genève). L'absence de repeuplement en 2004 permet d'estimer l'efficacité de la reproduction naturelle.

Le Nant de Pry fait l'objet de repeuplements chaque année, de mi-avril à fin-avril (tableau 2).

Sur la Versoix, le repeuplement a pris fin en 2006, à la fois sur les territoires français et suisse (GREN 2006). Les estivaux capturés en 2006 dans les deux dérivations ne proviennent donc pas de la dévalaison d'alevins introduits dans la Versoix.

Tableau 2.–Bilan des opérations de repeuplement (truites) sur la période 2003-2007.

Année	Brassu		Nant de Pry	
	Type d'alevins	Nombre	Type d'alevins	Nombre
2003	Alevins nourris	8'000	Préestivaux *	8'000
	Préestivaux	2'000		
2004	Pas de repeuplement		Préestivaux *	7'500
2005	Estivaux (août 2005)	10'000	Préestivaux *	8'000
2006	Préestivaux (juillet 2006)	4'500	Préestivaux *	3'000

*alevins pré-nourris, mis à l'eau la deuxième quinzaine d'avril.

Méthodes employées

1. Pêches électriques et biométrie

Afin d'estimer les densités et biomasses des différentes espèces piscicoles présentes sur les stations sélectionnées, des pêches à l'électricité ont été réalisées. Pour cela, deux pêches successives (ou «passages») ont été effectuées, avec retrait des individus capturés (BOHLIN *et al.* 1990), permettant d'estimer la population piscicole à l'échelle de la station. Pour les espèces benthiques peu mobiles, comme la loche franche (*Barbatula barbatula* L.) ou le chabot (*Cottus gobio* L.), nous nous sommes contentés de signaler la présence / absence. La méthode utilisée pour estimer les densités et les biomasses est celle dite du maximum de vraisemblance pondéré, développée par CARLE et STRUB (1978), qui permet d'obtenir des intervalles de confiance plus petits que ceux calculés via d'autres méthodes, comme la méthode de De Lury (GERDEAUX 1987).
Les campagnes de pêche électrique ont eu lieu les 4 et 7 juillet 2005, et les 20 et 21 juin 2006. Pour chaque campagne, tous les individus capturés ont été mesurés au mm près (longueur totale) et pesés au g près.

2. Coefficient de condition

Le coefficient de condition de FULTON (1911) permet de déterminer l'état physiologique d'un poisson:

$$K = (\text{poids en g}) / (\text{taille en mm})^3 \times 100'000$$

La comparaison des coefficients de condition entre populations a fait appel à des tests non paramétriques de Mann-Whitney, réalisés sur MINITAB 15. Les relations tailles-poids ont été modélisées, après conversion des données en logarithmes décimaux, et des analyses de covariance réalisées pour détecter d'éventuelles différences entre les deux cours d'eau.

3. Détermination d'âge et suivi de cohorte

L'âge des poissons a été déterminé par scalimétrie. Au minimum cinq écailles ont été prélevées sur le flanc, entre les nageoires dorsale et adipeuse, au-dessus de la ligne latérale.

Au laboratoire, les écailles ont été nettoyées et placées entre deux lames. La lecture a été réalisée sous loupe binocculaire avec éclairage diascopique, facilitant le repérage des annuli. Un annulus est une zone de l'écaille où les circuli (stries concentriques) sont très rapprochés les uns des autres, correspondant à une période de faible croissance du poisson (hiver).

Une seule écaille par individu a été analysée et a servi de base pour les rétrocalculs. Une photo numérique (Caméra Colorview, Olympus) a été prise, et un traitement adapté de l'image a permis de mieux visualiser les discontinuités (logiciel CELL D, Olympus). L'âge des individus a alors pu être déterminé par dénombrement des annuli.

Le nombre d'individus de même génération (ou cohorte) a été estimé en 2005 et 2006 par la méthode de Carle et Strub pour chaque station. Puis, un taux de recrutement (Tr) par cohorte a été calculé, c'est-à-dire le rapport entre le nombre d'individus d'une génération en 2006, et le nombre d'individus de cette même génération en 2005. Ce taux de recrutement tient donc compte à la fois de la mortalité, de la migration vers le lac, mais également du repeuplement.

4. Rétrocalcul

Les distances entre le nucleus et chaque annulus ont été mesurées directement sur l'image, dans l'axe de croissance de l'écaille (figure 3). La distance entre deux annuli, ou entre le nucleus et un annulus, représente la croissance de l'écaille au cours d'une année de vie du poisson (été + hiver). Les valeurs mesurées ont ensuite été utilisées pour estimer la longueur du poisson après chaque hiver.

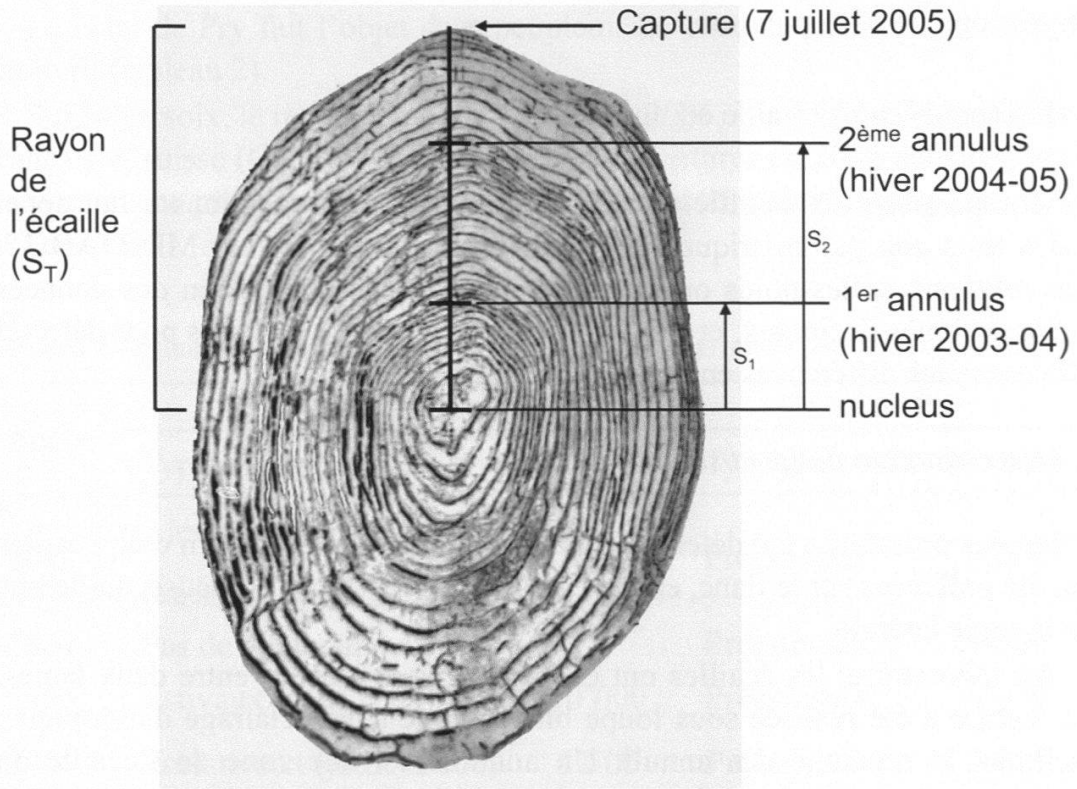

Figure 3.–Mesures prises sur une écaille de truite capturée dans le Nant de Pry (longueur totale = 165 mm; poids = 48g), dans sa troisième année de vie (2+).

Pour réaliser cette opération, la relation entre la longueur totale et le rayon de l'écaille a été modélisée par régression linéaire (figure 4). Le regroupement des individus capturés en 2005 et 2006 n'est pas possible en raison d'un effet «année» significatif, tant sur le Brassu (test Mann-Whitney, $p < 0.001$) que sur le Nant de Pry ($p = 0.045$). Nous comparons les schémas de croissance seulement pour l'année 2006, du fait des faibles effectifs capturés sur le Nant de Pry en 2005.

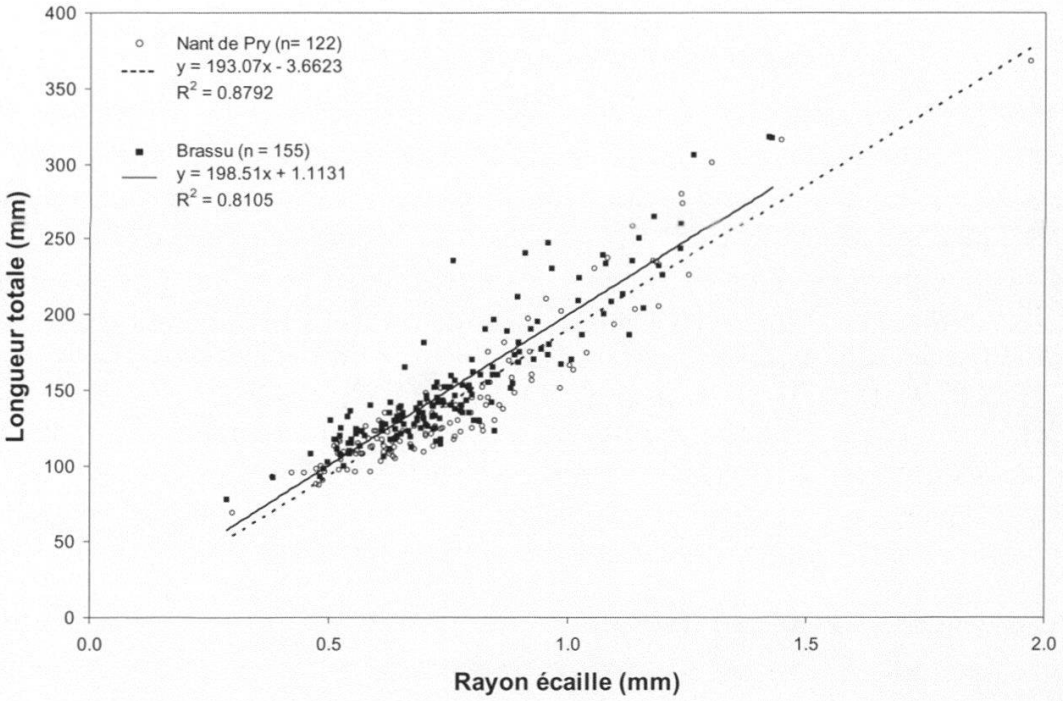

Figure 4.–Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'écaille en 2006.

Afin de tenir compte de la variation de croissance intrinsèque à chaque poisson, le modèle linéaire a été ajusté pour chaque individu selon la formule suivante:

$$b_i = \frac{\mathbb{L}_i - a}{\mathbb{S}_i}$$

avec $\mathbb{L}_i$ = Longueur totale de l'individu i lors de sa capture

$\mathbb{S}_i$ = Rayon total de l'écaille de l'individu i lors de sa capture

b_i = Coefficient de proportionnalité de l'individu i

a = Constante (ordonnée à l'origine de la droite de régression entre la longueur totale et le rayon de l'écaille, calculée pour l'ensemble des individus).

Pour un individu i, la longueur totale à l'âge t (notée $L_{t,i}$) se calcule donc de la manière suivante:

$$L_{t,i} = b_i S_{t,i} + a$$

avec $S_{t,i}$ = Distance entre l'annulus et le centre de l'écaille (nucleus).

5. Marquage

Lors des pêches effectuées en 2005 et 2006, la nageoire adipeuse de l'ensemble des individus capturés, de taille supérieure à 80 mm, a été sectionnée et conservée dans de l'alcool, en vue d'éventuelles futures analyses génétiques. Cette opération permet, lors d'inventaires répétés sur des tronçons identiques, de déterminer un taux de recapture. Cette technique de marquage est habituellement employée pour estimer l'efficacité du repeuplement (CHAMPIGNEULLE *et al.* 1990). Dans le cadre de cette étude, l'opération présente un intérêt essentiellement pour les classes d'âge ≥ 1+, l'adipeuse n'ayant pas été systématiquement sectionnée chez les individus les plus jeunes.

RÉSULTATS

Résultats des campagnes de pêche

Sur le Brassu, lors de la campagne 2005, cinq espèces ont été capturées (tableau 3): la truite, le brochet (*Esox lucius* L.), la loche franche, le chabot et le chevaine (*Leuciscus cephalus* L.). Les quatre dernières espèces ont été recensées uniquement au niveau de l'embouchure (BR1): le passage sous la route suisse constitue pour elles un obstacle infranchissable. En 2006, cinq espèces ont également été inventoriées: la truite, le chabot, le chevaine, la perche (*Perca fluviatilis* L.) et l'épinoche (*Gasterosteus aculeatus* L.). Avec la truite, le chabot et l'épinoche sont les seules espèces capturées en amont de la route suisse (station BR2). Plus en amont encore, on ne retrouve que la truite et l'épinoche (un seul individu sur la station BR4).

Ces résultats mettent en évidence un peuplement largement dominé par la truite. La capture des autres espèces reste anecdotique, et la plupart du temps liée à la proximité du lac, excepté le chabot, pour lequel les captures ne sont pas négligeables (29 individus sur la station BR1 et 44 sur la station BR2 en 2006), malgré sa faible capturabilité par pêche électrique. Par ailleurs, on constate une diminution de près de 50% des densités de truites en amont de la route suisse (BR2), par rapport à la station BR1, et la disparition de 4 espèces.

Le passage sous la voie ferrée (entre les stations BR2 et BR3) empêche la remontée du chabot et de l'épinoche, mais on constate néanmoins de fortes densités de truites sur le secteur BR3, tant en 2005 que 2006 (supérieures à 3'000 individus/ha), probablement la conséquence du repeuplement. Enfin, la station BR4, en amont de l'autoroute, révèle d'assez faibles densités de truites, tant en 2005 que 2006, avec moins de 1'000 individus / ha.

Sur le Nant de Pry, en 2005, seules 2 espèces ont été inventoriées (tableau 4): la truite, présente sur toutes les stations, et le chabot, absent seulement au niveau de l'embouchure (NP1). En 2006, 7 espèces ont été capturées: la truite, la lotte (*Lota lota* L.), la loche franche, la perche soleil (*Lepomis gibbosus* L.), le chabot, le goujon (*Gobio Gobio* L.) et le poisson chat (*Ictalurus melas*, Rafinesque 1820). La lotte, poisson typiquement lacustre, n'est recensée qu'au niveau de l'embouchure, tout comme la loche franche. Le chabot est capturé sur les mêmes stations qu'en 2005. On note la présence de deux espèces exotiques, la perche soleil et le poisson chat, au niveau de la station NP3, pouvant provenir d'introductions accidentelles consécutives à des vidanges d'étangs.

Tableau 3.–Résultats des pêches électriques réalisées sur le Brassu en 2005 et 2006.

		2005			2006		
Station	Espèce	ñ (*)	densité estimée (n/ha)	biomasse estimée (kg/ha)	ñ (*)	densité estimée (n/ha)	biomasse estimée (kg/ha)
BR1	Truite	212	7'194	56.4	97	3'292	95.7
	Brochet	1	34	0.1	0	0	0
	Loche franche		Présence		0	0	0
	Perche	0	0	0	1	34	0.2
	Epinoche	0	0	0	1	34	0.1
	Chevaine	1	34	-	5	170	137
	Chabot		Présence			Présence	
BR2	Truite	73	2'767	54.8	46	1'744	77.6
	Epinoche	0	0	0	4	152	0.2
	Chabot	0	0	0		Présence	
BR3	Truite	65	3'889	241	55	3'291	244
BR4	Truite	22	800	46.7	18	655	36.8
	Epinoche	0	0	0	1	36	0.1

(*) Nombre de capture estimé par la méthode de CARLE et STRUB (1978).

Tout comme le Brassu, le Nant de Pry présente un peuplement assez peu diversifié, dominé par la truite. Pour cette espèce, on relève de faibles densités en 2005 par rapport à 2006, au niveau des deux premières stations (NP1 et NP2). Une pollution d'origine agricole, dans la partie aval du cours d'eau, a en effet engendré une forte mortalité piscicole cette année-là (D. Jaquet, Domaine Nature et Paysage, Genève, comm. pers.). Les densités sont en revanche assez stables pour les deux stations situées plus en amont (NP3 et NP4). En terme de diversité piscicole, la route suisse constitue l'obstacle majeur sur le cours d'eau, puisque 3 espèces (lotte, loche franche et perche soleil) sont absentes de la station NP2. Plus en amont, le peuplement est constitué de truites et de chabots, avec quelques espèces capturées de manière anecdotique (goujon, poisson-chat, perche soleil). Pour la truite, en 2006, il est intéressant de relever la très forte densité d'individus sur la station NP2, avec plus de 11'000 individus par hectare de cours d'eau, constitués pour leur grande majorité (plus de 95%) de juvéniles de l'année. En amont de la voie ferrée (station NP3), la densité de truites n'est plus que de 3'000 par hectare, tout comme sur la station NP4.

Tableau 4.–Résultats des pêches électriques réalisées sur le Nant de Pry en 2005 et 2006.

		2005			2006		
Station	Espèce	ñ (*)	densité estimée (n/ha)	biomasse estimée (kg/ha)	ñ (*)	densité estimée (n/ha)	biomasse estimée (kg/ha)
NP1	Truite	3	128	5.8	32	1'368	27.1
	Lotte	0	0	0	3	128	5.2
	Loche franche	0	0	0		Présence	
	Perche soleil	0	0	0	1	43	0.5
NP2	Truite	2	124	1.2	185	11'474	42.4
	Goujon	0	0	0	1	62	0.6
	Chabot		Présence			Présence	
NP3	Truite	66	3'060	61.7	66	3'060	112.0
	Perche Soleil	0	0	0	2	93	1.3
	Poisson chat	0	0	0	2	93	3.6
	Chabot		Présence			Présence	
NP4	Truite	45	3'050	220.7	41	2'779	140.0
	Chabot		Présence			Présence	

(*) Nombre de capture estimé par la méthode de CARLE et STRUB (1978).

Populations de truites

1. Reproduction naturelle sur le Brassu

Le recensement des frayères dans le Brassu montre que pratiquement la totalité du tronçon entre l'embouchure et la voie ferrée est constituée d'un substrat favorable à la reproduction naturelle (JAKOB 2005). Au total, 14 frayères de truites y ont été observées.

Concernant le suivi des truites migratrices *via* la chambre de capture, l'expérience a mis en évidence que seul un nombre très restreint de poissons migrait dans le Brassu: sur l'ensemble de l'hiver 2003-04, seules 2 truites migratrices ont été capturées (tableau 5), ainsi qu'une truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss,* Walbaum 1792). Cette dernière espèce, interdite de repeuplement dans les cours d'eau suisses, pourrait provenir d'introductions en territoire français.

Des prospections complémentaires par pêche électrique, le jour du retrait de la chambre, n'ont permis de capturer qu'une seule truite migratrice, ayant probablement migré dans la rivière avant la pose de la cage, le reste de la population de truites étant constitué d'individus sédentaires.

Tableau 5.–Résultats des prises réalisées grâce à la chambre de capture du 3.12.2003 au 12.02.2004.

Date	Espèce	Long tot. (mm)	Poids (g)	Sexe	Age (ans +)
12.02.2004	*Onchorynchus mykiss*	510	1250	F	3
19.12.2003	*Salmo trutta*	710	4000	M	4
10.01.2004	*Salmo trutta*	530	1750	F	3

2. Coefficient de condition et relation taille - poids

Le calcul du *coefficient de condition* K, toutes classes d'âge confondues, donne une indication sur la morphologie et l'état de santé des poissons (tableau 6). On relève l'absence de différence significative entre les coefficients de condition des truites capturées dans le Brassu et le Nant de Pry en 2005 (Mann-Whitney ajusté, $p = 0.748$). En 2006 par contre, l'écart est significatif (Mann-Whitney ajusté, $p = 0.002$): à taille égale, les truites du Nant de Pry sont légèrement plus grosses que celles du Brassu.

Il ressort d'excellentes corrélations entre la taille et le poids des truites capturées en 2006 pour chacun des cours d'eau ($R^2 = 0.99$). Il n'existe pas de différence significative entre les deux années pour le Brassu. Inversement, pour le Nant de Pry, il apparaît un effet «année» significatif (Analyse covariance,

p = 0.003). Enfin, les relations sont statistiquement différentes entre des deux cours d'eau en 2006 (Analyse covariance, $p < 0.005$), ce qui confirme la meilleure condition des truites du Nant de Pry.

Tableau 6.–Comparaison des coefficients de condition K des truites dans les deux cours d'eau (test de Mann-Whitney (seuil $\alpha = 0.05$, NS = non significatif, S = significatif).

Cours d'eau	Année	Effectif	Moyenne (± Ecart type)	Test MW (p)
Brassu	2005	112	1.02 ± 0.15	0.748 (NS)
Nant de Pry	2005	41	1.04 ± 0.10	
Brassu	2006	155	1.04 ± 0.09	0.002 (S)
Nant de Pry	2006	122	1.07 ± 0.09	

3. Structure d'âge et évolution des cohortes

Sur le Brassu, le repeuplement est réalisé à la fin de l'été, en 2005 et 2006, donc après nos campagnes d'échantillonnage. Les alevins capturés (0+) sont donc tous issus de la reproduction naturelle. En 2005, cette génération 0+ est bien représentée sur les 4 stations (figure 5), avec des densités particulièrement élevées au niveau de l'embouchure (185 individus / ha). A l'inverse, les effectifs sont plus faibles en 2006, et les captures de 0+ sont anecdotiques sur les stations BR2 à BR4. Afin d'obtenir davantage d'informations sur la dynamique des populations, le taux de recrutement par cohorte, noté Tr, a été calculé (tableau 7).

Pour la cohorte 2005, les taux de recrutement sont biaisés par le repeuplement effectué le 17 août 2005 (10'000 estivaux), donc après la campagne de pêche cette année-là (4 et 7 juillet 2005). L'estimation de l'effectif de 0+ en 2005 correspond donc uniquement à la fraie naturelle, alors que l'effectif de 1+ en 2006 est le résultat de la fraie naturelle, et du repeuplement en 2005. A l'embouchure (station BR1), et ce malgré le repeuplement, le taux de recrutement est faible (22%). Sur les autres secteurs, il dépasse les 100%, conséquence du repeuplement. La cohorte 2004 est intéressante à suivre, puisqu'il n'y a pas eu de repeuplement cette année-là: pour les stations BR1 et BR2, on note respectivement 19% et 16% de survie.

Sur le Nant de Pry, il apparaît également une forte variabilité inter-annuelle dans les captures sur les différentes stations (figure 6). En 2005, les effectifs ont été largement affectés par l'épisode de pollution, au niveau des stations NP1 et NP2. En 2006, pour les générations >1+, les effectifs restent faibles voire très faibles sur ces stations. Cette même année, les opérations de repeuplement réalisées en avril, soit deux mois avant la campagne de pêche, biaisent les effectifs en amont de la route suisse (station NP2), d'où la forte proportion de 0+.

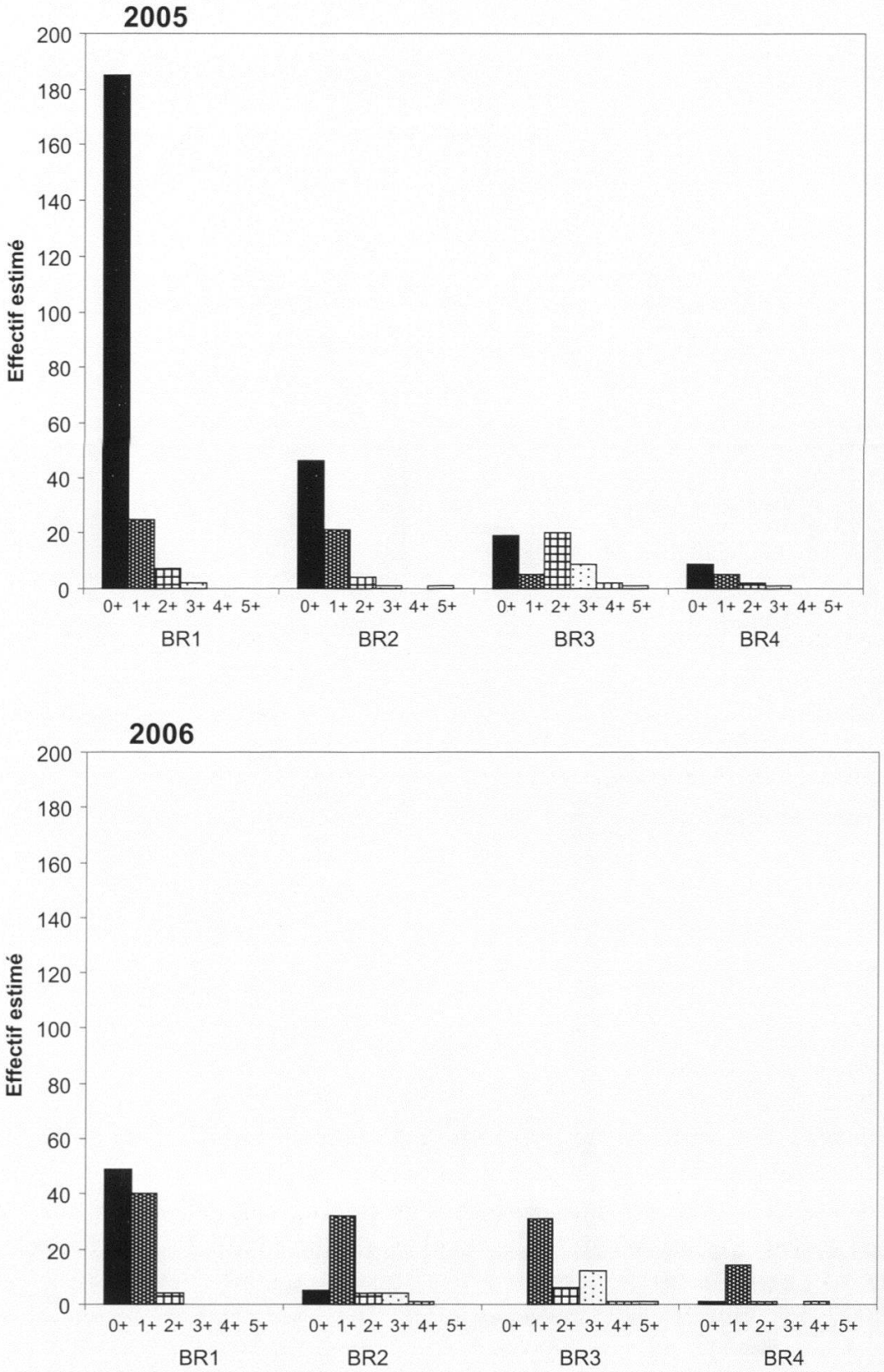

Figure 5.–Distribution des effectifs de truites par cohortes sur le Brassu.

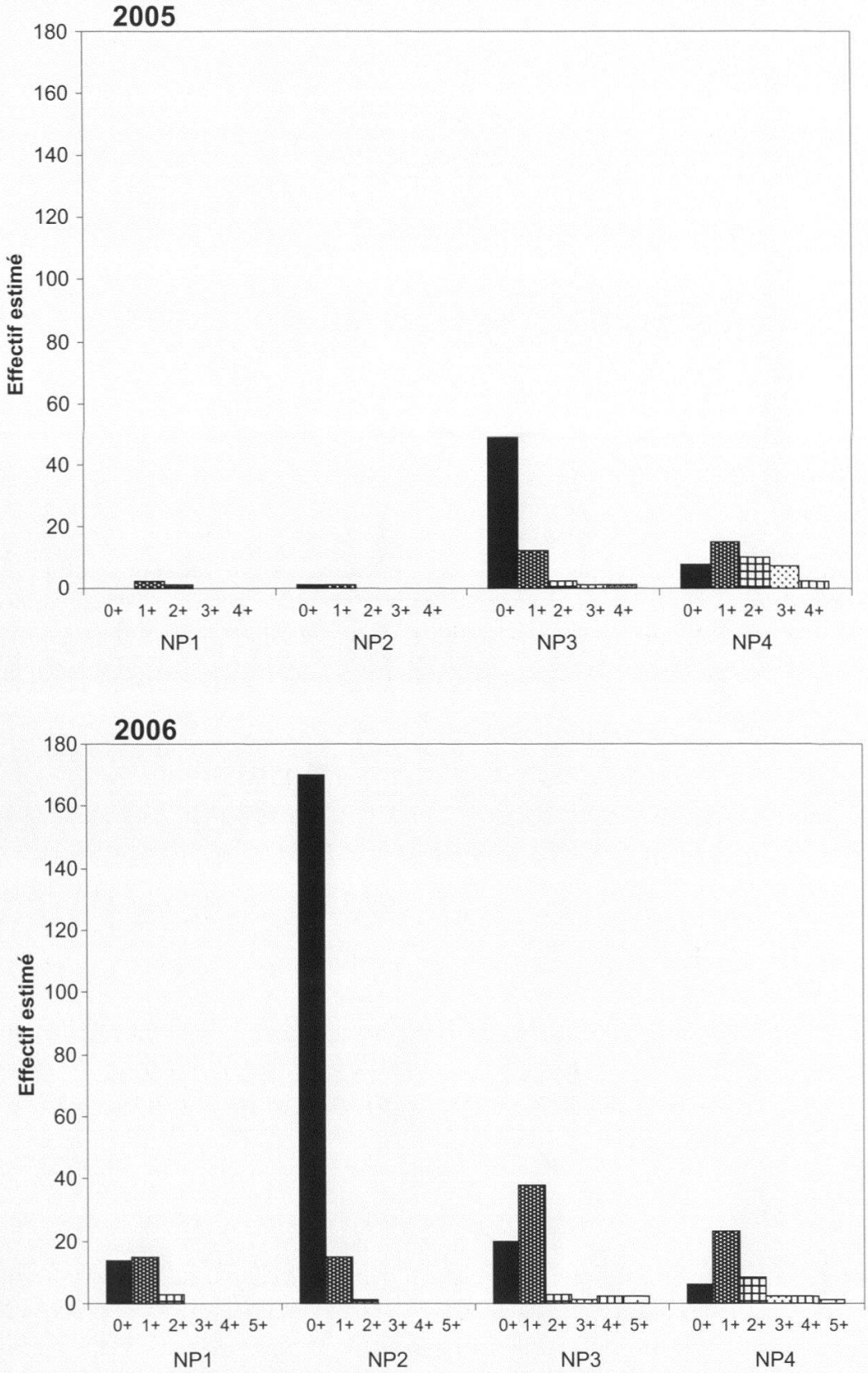

Figure 6.–Distribution des effectifs de truites par cohortes sur le Nant de Pry.

Tableau 7.–Évolution des effectifs de truites par cohorte sur le Brassu.

	Cohorte 2005			Cohorte 2004			Cohorte 2003		
	Effectif 2005 (0+)	Effectif 2006 (1+)	Tr* (%)	Effectif 2005 (1+)	Effectif 2006 (2+)	Tr* (%)	Effectif 2005 (2+)	Effectif 2006 (3+)	Tr* (%)
BR1	185	40	22	25	4	16	7	0	0
BR2	46	32	70	21	4	19	4	4	100
BR3	19	31	163	5	6	120	20	12	60
BR4	9	14	156	5	1	20	2	0	0

* Taux de recrutement parfois supérieur à 100%, du fait du repeuplement et des migrations.

4. Taux de recapture

Sur le Brassu, une fraction des individus marqués en 2005 a été recapturée en 2006 (tableau 8), excepté dans la partie aval du cours d'eau (station BR1). Les taux de recapture sont très forts sur la station BR2 (amont route suisse) et la station BR3, surtout pour les cohortes 2004 à 2002 (générations 1+ à 3+ en 2005). Sur la station BR4, les effectifs sont trop faibles pour apporter une quelconque analyse.

Sur le Nant de Pry, on ne constate aucune recapture de truites marquées au niveau des deux stations situées en amont direct de l'embouchure, phénomène explicable par l'épisode de pollution en 2005. En revanche, les stations en amont de la commune de Crans-près-Céligny (NP3 et NP4) présentent des taux de recaptures non négligeables (tableau 9). Sur ces deux stations, les géniteurs (2+) représentent un nombre d'individus relativement faible (8 sur la station NP3 et 13 sur NP4), mais les taux de recapture sont forts: 5 poissons marqués sur NP3, et 8 sur NP4.

Bien que l'on ne puisse pas exclure l'hypothèse d'un déplacement des truites, en l'absence de marquages individuels, ces résultats démontrent néanmoins que la plupart des poissons marqués en 2005 sont restés à l'intérieur du système rivière étudié.

5. Croissance

On peut établir une courbe de croissance par cours d'eau, que nous pouvons comparer avec des populations de truites d'autres systèmes (figure 7). En 2006, les truites capturées sur le Brassu et le Nant de Pry ont des tailles rétrocalculées à 1 an significativement différentes (t-test, $p < 0.001$): 79.4 ± 16.6 mm pour le Brassu et 72.6 ± 15.2 mm pour le Nant de Pry. Cette différence est

néanmoins à relativiser, car les écarts-types restent forts. Concernant les tailles rétrocalculées à 2 et 3 ans, aucun écart entre les deux cours d'eau n'est significatif (respectivement $p = 0.776$ et $p = 0.753$). Sur le Boiron de Morges, la courbe de croissance des truites diffère de celle obtenue sur le Brassu et le Nant de Pry. La croissance lors de la première année est plus forte sur le Boiron que sur le Brassu (t-test, $p < 0.001$) et le Nant de Pry (t-test, $p < 0.001$) ; cependant, cette tendance s'estompe avec l'âge. A deux ans, aucune différence de taille significative n'est visible entre les truites des trois cours d'eau (ANOVA à un facteur contrôlé, $p = 0.888$), ni à trois ans (ANOVA à un facteur contrôlé, $p = 0.196$). Pour les individus plus âgés, le faible nombre de captures ne permet pas d'analyses statistiques satisfaisantes. Les effectifs de géniteurs âgés de 4 ans et plus restent en effet très faibles sur le Brassu ($n = 4$) et le Nant de Pry ($n = 7$).

Tableau 8.–Taux de recapture des truites sur trois stations du Brassu, en 2006.

Cohorte	Age en 2006	BR2		BR3		BR4	
		Effectif total	taux recapture (%)	Effectif total	taux recapture (%)	Effectif total	taux recapture (%)
2005	1+	32	22	31	10	14	7
2004	2+	4	100	6	83	1	0
2003	3+	4	75	12	58	-	-
2002	4+	1	100	1	100	1	100
2001	5+	-	-	1	100	-	-

Tableau 9.–Taux de recapture des truites sur deux stations du Nant de Pry, en 2006.

Cohorte	Age en 2006	NP3		NP4	
		Effectif total	taux recapture (%)	Effectif total	taux recapture (%)
2005	1+	38	26	21	10
2004	2+	3	33	8	50
2003	3+	1	100	2	100
2002	4+	2	100	2	50
2001	5+	2	50	1	100

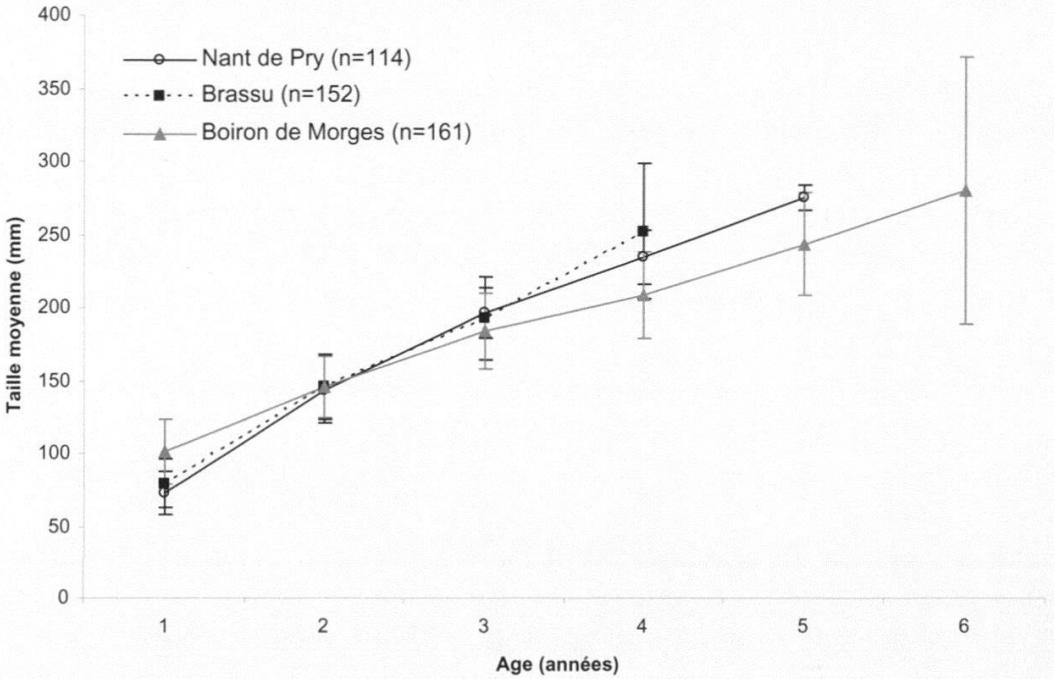

Figure 7.–Courbes de croissance des truites capturées sur le Brassu et le Nant de Pry en 2006, et comparaison avec le Boiron de Morges sur la période 2005-2006 (RUBIN 2008).

DISCUSSION

Etat des peuplements

Les résultats obtenus au cours des deux campagnes de pêche montrent une faible diversité spécifique sur les deux cours d'eau, qui est caractéristique de la zone à truite. Les stations situées au niveau de l'embouchure comptent certaines espèces lacustres (lotte, perche, brochet,…). Les nombreux obstacles à la migration (seuils, passages sous la voie ferrée, tronçons canalisés) empêchent ces espèces, ainsi que les espèces migratrices (truites, chevaines) de coloniser l'intégralité du cours d'eau. De ce fait, seules les populations de truites sédentaires sont susceptibles de se maintenir dans les secteurs en amont, et dans une moindre mesure, une espèce compagne, le chabot. On constate en effet, sur les stations situées en amont de la voie CFF, de forts taux de recapture des truites marquées, âgées de deux ans ou plus. En outre, les densités sur ces secteurs sont relativement faibles. Pour les truites migratrices, les multiples obstacles entre l'embouchure et la voie CFF rendent difficile la remontée des géniteurs au-dessus de la route suisse, et impossible au-dessus de la voie CFF (JAKOB 2005).

Sur le Brassu, au niveau de l'embouchure, on constate que le nombre de 0+ varie de manière importante d'une année à l'autre: fort en 2005, il est moindre

en 2006. Cet écart peut avoir deux explications: 1/ la remontée et la fraie d'un ou plusieurs couples de migrateurs en 2005, à l'origine d'un grand nombre d'alevins cette année-là; 2/ une dévalaison massive d'alevins issus de géniteurs migrateurs et/ou sédentaires en 2006, à la suite d'un épisode de crue. Cette dernière hypothèse est d'autant plus vraisemblable que les débits enregistrés sur la Versoix cette même année montrent une crue importante le 10 avril 2006, avec une pointe à plus de 30 m^3/s (GREN 2006). Bien que les débits au niveau des prises d'eau des deux dérivations ne puissent être rapportés proportionnellement à celui de la Versoix en raison de la complexité du réseau de canaux et de dérivations, ils ne sont pas régulés et restent par conséquent liés au débit de la Versoix (Sylvain Ferretti, Service de l'Ecologie de l'Eau, Genève, comm. pers.). Une telle crue pourrait ainsi expliquer les très faibles effectifs d'alevins de l'année (0+) en 2006 sur les stations BR2 à BR4.

Sur le Nant de Pry, l'efficacité de la reproduction naturelle est difficile à quantifier, à cause du repeuplement réalisé chaque année au mois d'avril. En outre, l'épisode de pollution constaté en 2005 (stations NP1 et NP2) a grandement perturbé les populations sur ces stations. Sur les autres stations, les populations souffrent d'un manque de géniteurs (individus >1+ au moment de la capture), ce qui limite la contribution de la reproduction naturelle.

L'analyse de la croissance des truites des deux cours d'eau ne montre pas de différence majeure (écart significatif seulement pour la première année). Par comparaison, les populations du Boiron de Morges, autre affluent du Léman, présentent une croissance plus forte la première année, mais ensuite la vitesse de croissance devient plus faible. Cette différence la première année pourrait être due au nombre important d'alevins issus du repeuplement dans le Brassu et le Nant de Pry. A l'inverse, dans le Boiron, tous les alevins sont issus de la reproduction naturelle. Or, Bohlin *et al.* (2002) ont montré une croissance moindre chez les truites issues du repeuplement, lors de la première année, phénomène pouvant être expliqué par un manque d'expérience des alevins introduits, sur la capture de proies vivantes. Cette hypothèse est cependant à relativiser car le Boiron de Morges ne présente pas les mêmes conditions hydrologiques et écomorphologiques que les deux autres cours d'eau, paramètres pouvant potentiellement influer sur la croissance.

Bilan du repeuplement

Les opérations de repeuplement sont menées depuis plusieurs années tant sur le Brassu que sur le Nant de Pry. Les autorités cantonales genevoises et vaudoises déversent plusieurs milliers d'alevins de truites chaque année. Or, ces opérations n'ont semble-t-il pas l'effet escompté. Les résultats des captures sur le Brassu en 2006 montrent, par exemple, que l'on retrouve, sous forme de 1+, seulement 22% des 0+ capturés en 2005 au niveau de l'embouchure. Certes,

ce taux est à relativiser car l'effectif de 1+ en 2006 intègre plusieurs éléments: le nombre d'alevins issus de la reproduction naturelle en 2005 (dénombrés lors de l'inventaire 2005), le nombre de 0+ issus de repeuplement (10'000 estivaux déversés après la campagne 2005), la mortalité des 0+ entre 2005 et 2006 et enfin, la migration des 0+ vers le lac. Ce phénomène de migration vers le lac reste difficile à quantifier. SCHULZ (1999) a néanmoins montré, pour les truites, dans un affluent du lac de Constance, que ce processus se produisait généralement en début de la deuxième année.

Malgré les déversements réguliers, les densités de truites sur les cours d'eau étudiés ne sont guère plus élevées que celles mesurées sur d'autres cours d'eau ne bénéficiant actuellement d'aucune politique de repeuplement, comme le Boiron de Morges (Rubin, résultats non publiés).

CONCLUSIONS, PERSPECTIVES

Il apparaît ainsi important de s'interroger sur l'efficacité des mesures de gestion et d'estimer la part de géniteurs qui proviennent effectivement de la reproduction naturelle. Deux variantes peuvent être envisagées: 1/ marquer systématiquement les estivaux (ou préestivaux) déversés dans le milieu, et suivre l'évolution du rapport entre le nombre de poissons introduits et ceux issus de la fraie naturelle, 2/ supprimer les repeuplements pendants au moins deux ans et observer l'évolution de la structure des populations. Cette deuxième alternative semble être la solution la plus simple à mettre en œuvre, en tout cas d'un point de vue expérimental. Cependant, si l'on cherche à préciser la dynamique des populations, un suivi à plus long terme devrait aussi être envisagé (ELLIOTT 1984). Les espèces exotiques, récemment rencontrées sur le Nant de Pry (perche soleil et poisson chat), devraient elles aussi faire l'objet d'un suivi de manière à déterminer leur origine et décrire l'évolution des effectifs. En effet, ces espèces peuvent rapidement perturber le fonctionnement d'un écosystème déjà fragilisé et morcelé.

Parallèlement à ces propositions de suivi, il est nécessaire d'agir directement sur les obstacles à la migration dans ces deux cours d'eau. La migration de la truite est difficile mais reste possible sous la route suisse. Par contre, elle est impossible au-delà de la voie CFF. Par conséquent, le linéaire accessible aux migrateurs est au maximum de 700 m pour le Brassu et 480 m pour le Nant de Pry. Au niveau de cette voie CFF, il apparaît très difficile de mettre en œuvre une passe à poisson (trop coûteux au regard du nombre de géniteurs et du gabarit du cours d'eau). Il faut donc s'orienter davantage vers une amélioration de la capacité d'accueil des cours d'eau, pour les truites sédentaires, dans les tronçons amont dont l'écomorphologie est altérée. Pour cela, il pourrait être intéressant de créer des caches pour l'ichtyofaune en utilisant des bois

morts le long des berges, opération réalisée avec succès sur le Boiron de Morges (Boillat et Rubin 2006, Rubin 2006), ou encore d'ajouter du gravier favorable pour la reproduction des truites. Des investigations complémentaires (localisation des fosses et sous-berges, étude granulométrique,…) devraient permettre de préciser la stratégie à adopter.

La pollution observée en 2005 sur le Brassu montre la nécessité d'informer et d'éduquer les pollueurs potentiels (exploitants agricoles). En effet, une pollution ponctuelle peut avoir des conséquences dramatiques sur les communautés piscicoles, et plus particulièrement sur les populations de truites. Il est également indispensable, dans une optique de gestion à long terme, de continuer le suivi de la qualité de l'eau en aval des rejets susceptibles d'entraîner des pollutions diffuses.

Enfin, s'il était établi que ces repeuplements sont nécessaires, la question du niveau de maturité des alevins introduits peut être soulevée. En effet, les cantons de Vaud et de Genève utilisent respectivement des alevins préestivaux (dits «nourris»), déversés en principe mi-avril, ou des alevins estivaux, déversés en juillet-août. Ces opérations sont menées sans qu'il y ait un réel retour d'expérience, et il serait intéressant, dans l'optique d'une gestion adaptée, de définir quelle est la meilleure stratégie.

Remerciements

Le Service de la Renaturation des cours d'eau et des rives du canton de Genève, ainsi que le Domaine Nature et Paysage ont été les mandants de cette étude. Monsieur Dimitri Jaquet, technicien pêche du canton de Genève, a coordonné l'ensemble des opérations d'inventaires piscicoles, ainsi que la mise en place de la chambre de capture et les suivis de frayères.
Nous remercions également Monsieur Joël Vuadens, pêcheur professionnel, Madame Mariana Massa, Madame Zoé Fleury, Madame Morgane Nicod, et Monsieur Yannick Jakob, pour leur participation aux différentes opérations de terrain.
Enfin, les préparations et photographies d'écailles ont été réalisées par Madame Jane O'Rourke, laborantine à l'Ecole d'Ingénieurs de Lullier, et les données SIG fournies par Monsieur Olivier Travaglini, adjoint scientifique.

Bibliographie

Aass P., 1993. Stocking strategy for the rehabilitation of a regulated brown trout (*Salmo trutta* L.) river. *Regulated Rivers: Res. & Manag. 8*: 135-144.

Almodovar A., Suarez J., Nicola G.G. and Nuevo M., 2001. Genetic introgression between wild and stocked brown trout in the Douro River basin, Spain. *J. Fish Biol. 59(A)*: 68-74.

Bohlin T., Heggberget T.G. and Strange C., 1990. Electric fishing for sampling and stock assessment. *In* Fishing with electricity, Applications in Freshwater Fisheries Management. *In* Cowx I. and Lamarque P. (Eds). Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

BOHLIN T., SUNDSTROM L.F., JOHNSSON J.I., HOJESJO J., and PETTERSSON J., 2002. Density-dependent growth in brown trout: effects of introducing wild and hatchery fish. *J. Animal Ecology 71(4)*: 683-692.

BOILLAT S. and RUBIN J.F., 2006. Création de caches à poissons dans le Boiron de Morges. Rapport de l'ATL. 11 p.

BÜTTIKER B., 1989. Production piscicole et succès du repeuplement de la truite dans les rivières du canton de Vaud (Suisse). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 79.4*: 285-300.

BÜTTIKER B., 2005. Evolution de la faune piscicole et astacicole, ainsi que de la pêche dans le lac Léman. *Arch. des Sc. Genève 58(3)*: 183-192.

BÜTTIKER B. and MATTHEY G., 1986. Migration de la truite lacustre (*Salmo trutta lacustris* L.) dans le Léman et ses affluents. Schweizerische Zeitschrift für *Hydrologie 48*: 153-160.

BÜTTIKER B., MATTHEY G., BEL J. and DURAND P., 1987. Age et croissance de la truite lacustre (*Salmo trutta* lacustris L.) du Léman. *Schweiz. Z. für Hydrologie 49(3)*: 316-328.

CARLE F.L. and STRUB M.R., 1978. A New Method for Estimating Population Size from Removal Data. *Biometrics 34*: 621-630.

CHAMPIGNEULLE A., BÜTTIKER B., DURAND P. and MELHAOUI M., 1999. Main characteristics of the biology of the trout (*Salmo trutta* L.) in Lake Léman (Lake Geneva) and some of its tributaries. In Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout. BAGLINIÈRE J.-L. and MAISSE G. (Eds). Springer and Praxis Publishing, Chichester (UK): 147-174.

CHAMPIGNEULLE A., BÜTTIKER B., MELHAOUI M., DURAND P. and PILOTTO J.P., 1993. Synthèse des principales études sur la truite de lac dans le Léman et quelques affluents. *Les Cahiers de la Pêche 51*: 29-53.

CHAMPIGNEULLE A., MELHAOUI M., GERDEAUX D., ROJAS-BELTRAN R., GILLET C. and GUILLARD J., 1990. La truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le Redon, un petit affluent du lac Léman: I - caractéristiques de la population en place (1983-1987) et premières données sur l'impact des relâchers d'alevins nourris. *Bull. Franç. de La Pêche et de la Pisciculture 319*: 181-196.

CHAMPIGNEULLE A., MELHAOUI M., GILLET C. and CAUDRON A., 2003. Stocking fed fry and demography of the brown trout (*Salmo trutta* L.) population of the River Redon, a Lake Leman's affluent interrupted by a weir. *Bull. Franç. de La Pêche et de la Pisciculture 369*: 17-39.

CHAMPIGNEULLE A., MELHAOUI M., MAISSE G., BAGLINIÈRE J.L., GILLET C. and GERDEAUX D., 1988. Premières observations sur la truite (*Salmo trutta* L.) dans le Redon, un petit affluent-frayère du lac Léman. *Bull. Franç. de La Pêche et de la Pisciculture 310*: 59-76.

CHARLES K., ROUSSEL J.M., LEBEL J.M., BAGLINIERE J.L. and OMBREDANE D., 2006. Genetic differentiation between anadromous and freshwater resident brown trout (*Salmo trutta* L.): insights obtained from stable isotope analysis. Ecology of Freshwater Fish 15(3): 255-263.

COWX I.G., 1994. Stocking strategies. *Fisheries Management and Ecology 1*: 15-30.

ELLIOTT J.M. 1984. Growth, Size, Biomass and Production of Young Migratory Trout *Salmo trutta* in a Lake District Stream, 1966-83. *J. Animal Ecology 53*: 979-994.

FULTON T.W., 1911. The Sovereignty of the Sea, London, England.

GERDEAUX D., 1987. Revue des méthodes d'estimation de l'effectif d'une population par pêches successives avec retrait. Programme d'estimation d'effectif par la méthode de Carle et Strub. *Bull. Franç. de la Pêche et de la Pisciculture 304*: 13-21.

GMÜNDER R., 2002. Efficacité des repeuplements piscicoles effectués en Suisse. Informations concernant la pêche 71. p. 55.

GREN. 2001. Inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Genève. Constats et plan d'actions envisagées pour une politique cantonale ciblée, Service des forêts, de la protection de la nature et du paysage. Dép. de l'Intérieur, de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Energie (DIAE). p.65+ annexes.

GREN. 2006. Suivi piscicole de la Versoix. Rapport final, Domaine Nature et Paysage, Genève. p.24.+ annexes.

HAUSER L., BEAUMONT A.R., MARSHALL G.T.H. and WYATT R.J., 1991. Effects of sea trout stocking on the population genetics of landlocked brown trout, *Salmo trutta* L., in the Conwy River system, North Wales, U.K. Journal of Fish Biology 39: 109-116.

JAKOB Y., 2005. Potentialités de reproduction de la truite (*Salmo trutta*) dans le Brassu et le Nant de Pry, à l'enclave de Céligny (Canton de Genève, Suisse), Travail de diplôme, Ecole d'Ingénieurs de Lullier. p. 38 + annexes

KLEMETSEN A., AMUNDSEN P.-A., DEMPSON J.B., JONSSON B., JONSSON N., O'CONNEL M.F. and MORTENSEN E., 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish 12*: 1-59.

LAUNEY S., KRIEG F., CHAMPIGNEULLE A. and GUYOMARD R., 2003. Écotypes sympatriques migrateurs et sédentaires de truite commune (*Salmo trutta* L.): différentiation génétique et effet des repeuplements. Les Actes du BRG 4: 63-78.

MELHAOUI M., 1985. Eléments d'écologie de la truite de lac (*Salmo trutta* L.) du Léman dans le système lac-affluents, Thèse Doct. 3e cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI. p.127.

OFEFP. 1998. Système modulaire gradué. L'environnement pratique n°26, Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysage.

PERFETTA J., 2004. Etude de la Versoix et de ses affluents. Etat 2003 et évolution depuis 1997, Service cantonal de l'écologie de l'eau, Genève.

RUBIN J.F., 1999. Evolution des peuplements de truites, *Salmo trutta* L., dans le Léman au cours du XXe siècle. In Découvrir le Léman, 100 ans après François-Alphonse Forel. Slatkine, Genève: 275-299.

RUBIN J.F., 2001. Un exemple pratique de renaturation: le Boiron de Morges, suivi 2000. *Bull. ARPEA 207*: 13-24.

RUBIN J.F., 2004. Suivi piscicole du Brassu à Céligny, Service des Forêts, de la Protection de la Nature et du Paysage (SFPNP): 29.

RUBIN J.F., 2006. Des arbres pour les truites du Boiron. *In* «L'Echo des truites». *Bull. Assoc. Truite-Léman*: 4-5.

RUBIN J.F., 2008. Comment se portrent les truites après 10 ans d'études. *In* «L'Echo des truites». *Bull.-Assoc. Truite-Léman*: 1-6.

SCHULZ U.H., 1999. Downstream migration of European lake trout, *Salmo trutta* f. lacustris L., and resident brown trout, *Salmo trutta* f. fario L., progeny in a Lake Constance affluent river. *Fisheries Management and Ecology* 6(3): 187-194.

WEISS S. and SCHMUTZ S., 1999. Performance of hatchery-reared brown trout and their effects on wild fish in two small austrian streams. *Trans. Amer. Fisheries Soc. 128*: 302-316.

Manuscrit reçu le 11 février 2008