

Suivi de la truite lacustre sur le bassin versant du lac du Bourget

Fiche C2-7 du contrat de bassin versant du lac du Bourget (2011-2017)

FDPPMA 73

Damien PRONER – rapporteur

Manuel VALLAT

Vincent COURT

Bertrand LOHEAC

Fabrice PIATEK

Eulanie MEVEL

Nous remercions sincèrement le CISALB et la DDT de Savoie pour leur soutien et pour avoir largement participé aux campagnes de communication pour sensibiliser les pêcheurs. Un grand merci également aux AAPPMA des pêcheurs chambériens et d'Aix les bains grand lac pour leur aide lors des campagnes de terrain. Enfin, merci beaucoup à tous les pêcheurs amateurs et professionnels qui se sont investis dans ce projet en faveur de la truite lacustre.

Référence :

PRONER D et al, 2017. Suivi de la truite lacustre sur le bassin versant du lac du Bourget, FDPPMA 73, p81

Contenu

Introduction.....	5
Matériel et méthodes.....	6
1. Présentation du bassin versant	6
1.1. Le lac.....	6
1.2. Les affluents.....	7
2. La truite lacustre.....	10
2.1. Description	10
2.2. Etat de la population sur le bassin versant du lac du Bourget	11
3. Suivi de la truite lacustre	14
3.1. Efficacité des opérations de renaturation.....	14
3.2. Efficacité de la reproduction	15
3.3. Efficacité du repeuplement	22
3.4. Acquisition des données.....	23
Résultats.....	27
1. Efficacité des opérations de renaturation.....	27
1.1. Description physique.....	27
1.2. Les travaux réalisés et à venir	28
2. Efficacité de la reproduction	35
2.1. Suivi des frayères.....	35
2.2. Exploitation hivernale des affluents par les géniteurs	36
3. Efficacité du repeuplement	40
3.1. Les alevins sauvages/domestiques.....	40
3.2. Les adultes.....	44
4. Acquisition de données	46
4.1. Le suivi thermique	46
4.2. Le suivi scalimétrique	47
4.3. Le suivi génétique	51
Conclusion	52
Bibliographie.....	54
Annexe.....	56

Table des illustrations

Figure 1 : Principaux affluents du bassin versant du lac du Bourget	6
Figure 2 : Linéaire exploitable par la truite lacustre sur le bassin versant de la Leysse.....	7
Figure 3 : Débit moyen mensuel mesuré au niveau de la station limnimétrique du Tremblay.....	8
Figure 4 : Linéaire exploitable par la truite lacustre sur le bassin versant du Sierroz.....	8
Figure 5 : Débit moyen mensuel mesuré au niveau de la station limnimétrique de La Fin.....	9
Figure 6 : Comparaison de la livrée de deux truites capturées en 2008 sur le Sierroz. A gauche truite présentant les caractéristiques morphologiques d'une truite de rivière et à droite une truite se rapprochant de l'écotype lacustre.	11
Figure 7 : Evolution des captures de truites au lac du Bourget de 1921 à 2015 (Source : DDT, CISALB, 2016).....	12
Figure 8 : Evolution des quantités de truites lacustres déversées au lac du Bourget (Source : CISALB, 2016).....	13
Figure 9 : Plan d'alevinage des truites lacustres sur le bassin versant du Bourget	13
Figure 10 : Caractéristiques relevés pour chaque frayère de truite lacustre observée (Caudron et al., 2006).....	16
Figure 11 : Evolution des stations de suivi des géniteurs sur le Sierroz.....	18
Figure 12 : Station de suivi des géniteurs sur la Leysse.	19
Figure 13 : Truite lacustre sur la table d'opération mesurée(a), pesée(b) et marquée(c)	20
Figure 14 : Antenne fixée au substrat.	21
Figure 15 : Description simplifiée des antennes fixes en place sur le Sierroz	21
Figure 16 : Situation initiale des stations de pêche électrique	22
Figure 17 : Observation d'otolithes marquées (Source : FDPPMA 74, 2010)	23
Figure 18 : Observation microscopique d'une écaille	24
Figure 19 : Exemple de répartition des génotypes (index d'hybridation) au sein d'une population avec des individus purs MED (=index 0), des individus purs ATL (index= 12) et des individus présentant divers degrés d'hybridation (index 1 à 11 (source, Caudron et al 2016).	26
Figure 20 : Représentativité des différents faciès d'écoulement sur la Leysse et le Sierroz	27
Figure 21 : Photographies des aménagements sur la Leysse (a) avec des épis opposés, (b) des banquettes végétalisées, (c) la diversification des faciès et (d) l'ancien seuil du Pont des Carmes. (Photos : CISALB)	29
Figure 22 : Comparaison photographique avant/après les travaux de la Leysse (en haut) et de l'Albanne (en bas)(Source : Chambéry Métropole, 2016).....	29
Figure 23 : Exemple de travaux 250 m sous la confluence Leysse Hyères (Source Cisalb).....	30
Figure 24 : Végétalisation du secteur après les travaux.....	31
Figure 25 : Comparaison de la passe à poissons du pont de Serbie. A gauche la passe non entretenue et à droite la passe entretenue. (Source : CISALB, 2013).....	32
Figure 26 : Comparaison photographique avant/après les travaux du Sierroz (en haut 2007 et en bas 2014). A gauche le seuil du Pont Garibaldi et à droite le seuil du Pont SNCF. (Source : CISALB, 2007 et FSPMA, 2014)	33
Figure 27 : Schéma des travaux réalisés sur les trois seuils à l'amont du Sierroz (Source : BIOTEC, FSPMA, 2013)	34
Figure 28 : Photographie du seuil de Chez Blanc	34
Figure 29 : Représentation de la granulométrie utilisée par la truite lacustre	35
Figure 30 : Comparaison des faciès utilisés pour les frayères.....	36

Figure 31 : Arbre en travers des antennes dans le Sierroz.....	38
Figure 32 : Hydrologie sur le Sierroz pendant l’hiver 2010-2011 (évolution similaire sur la Leysse et sur les affluents du bassin versant).....	40
Figure 33 : Pourcentage de poissons issus de l’alevinage lors des suivis automnaux	42
Figure 34 : Comparaison de la taille des alevins (0+) marqué/non marqué sur les affluents (a) sur le Sierroz en 2010, (b) sur le Sierroz en 2012, (c) sur la Leysse en 2010 et (d) sur la Leysse en 2012 (Source : suivi des otolites, FSPMA, 2016)	43
Figure 35 : Evolution des poissons adultes marqués en fonction des années.....	45
Figure 36 : Taux d’alevins ayant les symptômes de la MRP.....	46
Figure 37 : Courbe de croissance des truites lacustres du lac du Bourget.....	47
Figure 38 : Evolution taille / poids des truites lacustres	47
Figure 39 : Evolution des croissances entre truites sédentaires et truites de lac capturées dans le Redon, affluent du lac léman. Longueurs rétrocalculées en considérant le nombre d’années de croissance en rivière (d’après Champigneulle et al., 1988)	48
Figure 40 : Âges exploités par les pêcheurs professionnels.....	49
Figure 41 : No kill (pointillés jaunes) sur la Leysse (du lac au pont de Serbie) et sur le Sierroz (du lac au barrage à l’entrée des gorges).....	50
Figure 42 : Indice d’hybridation des truites lacustres	51

Introduction

Espèce emblématique des lacs Alpins la truite lacustre a vu ses effectifs chuter depuis la fin des années 90 sur le lac du Bourget. Ce déclin est en grande partie à mettre en relation avec l'artificialisation et la dégradation de ses affluents où la truite remonte en hiver pour se reproduire. Son cycle de vie, partagé entre le lac et la rivière, en fait une espèce particulièrement vulnérable aux aléas climatiques et aux dégradations des milieux aquatiques. En ce sens, ses exigences écologiques, et sa grande sensibilité aux perturbations physiques et chimiques font de la truite lacustre un bon indicateur de l'état de santé des milieux aquatiques, et plus particulièrement un bon indicateur des actions de restauration du milieu programmées dans le volet B1 du contrat de bassin versant du lac du Bourget. C'est pour cette raison qu'une fiche action intitulée « Suivi de la truite lacustre » a été intégrée dans le volet C2-7 du second contrat de bassin versant du lac du Bourget (2011-2017). La Fédération de Savoie pour la Pêche et la Protection du milieu aquatique (FSPMA) est maître d'ouvrage de l'opération.

Ce suivi s'articule autour de trois objectifs :

- Evaluer l'efficacité des actions de restauration du milieu,
- Evaluer l'efficacité de la reproduction naturelle,
- Evaluer l'efficacité des actions de repeuplement,

Ce document fait le bilan de 6 années de suivi. Il vise dans un premier temps à faire un état des lieux sur les connaissances acquises sur cette espèce patrimoniale. Dans un second temps, la fonctionnalité de la population de truite lacustre sera évaluée à tous ses stades de développement suivant différentes approches. Enfin, en fonction des résultats, il pourra être proposé des mesures de gestion adaptées en vue de protéger efficacement l'espèce.

A terme l'objectif est de retrouver une population fonctionnelle de truite lacustre qui représenterait un symbole fort de la réussite des opérations de renaturation et de restauration de la continuité écologique sur les affluents du lac du Bourget.

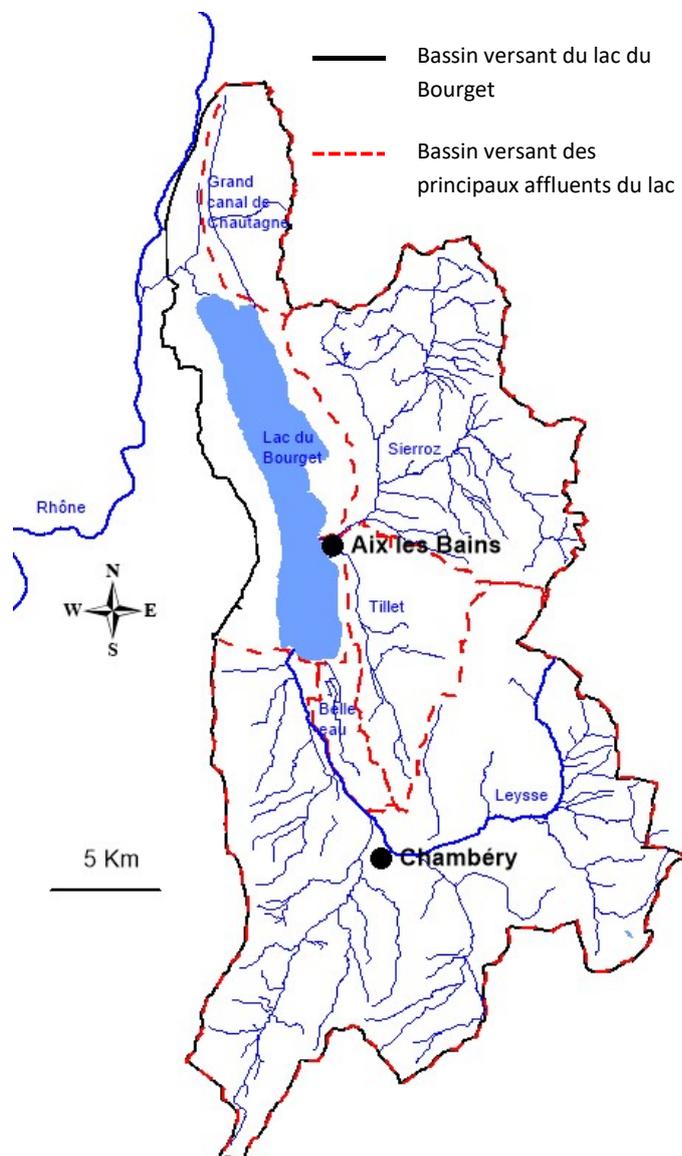
Matériel et méthodes

1. Présentation du bassin versant

1.1. Le lac

Le lac du Bourget, avec une superficie de 44,5 km² et un volume de 3,6 milliards de m³ d'eau, est le plus grand lac naturel de France et la plus importante ressource d'eau douce de la région Rhône-Alpes. Son bassin versant s'étend sur 588 km² et compte comme principaux tributaires : la Leysse (possédant un bassin versant de 290 km²), le Sierroz (133 km²), le Tillet (50 km²), le Grand Canal de Chautagne (42 km²), le Belle-Eau (14 km²).

Le bassin versant du lac du Bourget (*Figure 1*) est principalement occupé par des espaces présentant un caractère naturel (45% de forêts, 12% de prairies et pelouses et 8% de marais et roches nues). Les surfaces agricoles représentent quant à elles 22% du territoire et les surfaces urbaines 13%. Malgré



cette composition naturelle, le lac a connu une phase d'eutrophisation jusqu'aux années 70-80 suite à de fortes pressions anthropiques liées notamment aux rejets directs, dans les affluents du lac, des stations d'épuration des agglomérations de Chambéry, d'Aix les bains et du Bourget du lac. La mise en service de la galerie de rejet au Rhône en 1980 ; ayant comme objectif de collecter les eaux usées épurées sortant des stations d'épuration des agglomérations du bassin versant du lac pour les rejeter dans le Rhône ; a contribué à la diminution des apports nutritifs provenant de ses affluents (Leysse, Sierroz, Tillet) améliorant ainsi son statut trophique (*Gerdeaux et al, 2006*). En effet, une diminution drastique de la teneur en ortho-phosphate de 1980 à 2006 (120µg/L à 16µg/L) a permis au lac d'acquérir le statut d'oligo-mésotrophe (*Jacquet et al, 2014*) et « le statut d'oligotrophe en 2015 » (*Cachera S, 2016*). Le lac répond donc parfaitement aux exigences écologiques de la truite lacustre et est propice à son développement.

Figure 1 : Principaux affluents du bassin versant du lac du Bourget

1.2. Les affluents

Le choix des affluents pour le suivi de la truite lacustre s'est tourné vers les deux principaux affluents du lac du Bourget : la Leysse et le Sierroz. La présence avérée de la truite lacustre sur ces cours d'eau, les potentialités intéressantes et, les actions de restauration importantes programmées sur ces systèmes sont les critères essentiels à l'origine de ce choix. Ces affluents ont subi une artificialisation poussée, avant le 20^{ème} siècle, conduisant à de nombreuses discontinuités piscicoles. Parallèlement la chenalisation de ces cours d'eau a entraîné une homogénéisation des faciès, à l'origine d'une banalisation des écoulements et des habitats. Leur suivi est donc d'autant plus pertinent pour évaluer la réponse comportementale de la population de truite lacustre par rapport à l'évolution du milieu car d'importantes opérations de restauration ont été déclenchées dès le début du suivi sur ces affluents. Le choix des autres tributaires comme le Belle eau, le canal de Chautagne ou encore le Tillet n'aurait pas été judicieux. Les deux premiers sont peu attractifs pour le recrutement de la truite : substrat vaseux avec des vitesses de courant très faibles. Le troisième n'était pas connecté au lac au début du contrat.

1.2.1 La Leysse

La Leysse prend sa source sur le col de Plainpalais à 1190 mètres d'altitude, traverse la ville de Chambéry et se jette dans le lac du Bourget (235 m d'altitude) sur la commune du Bourget du lac. La surface de son bassin versant est de 290 km². Durant son parcours de 28,5 km, la Leysse se charge de plusieurs cours d'eau, dont certains sont exploités par la truite lacustre : le Nant Varon, le ruisseau des Marais, le Nant Bruyant, l'Hyères, le Forézan et potentiellement l'Albanne, le ruisseau des Combes et le ruisseau de la Combe (Figure 2).

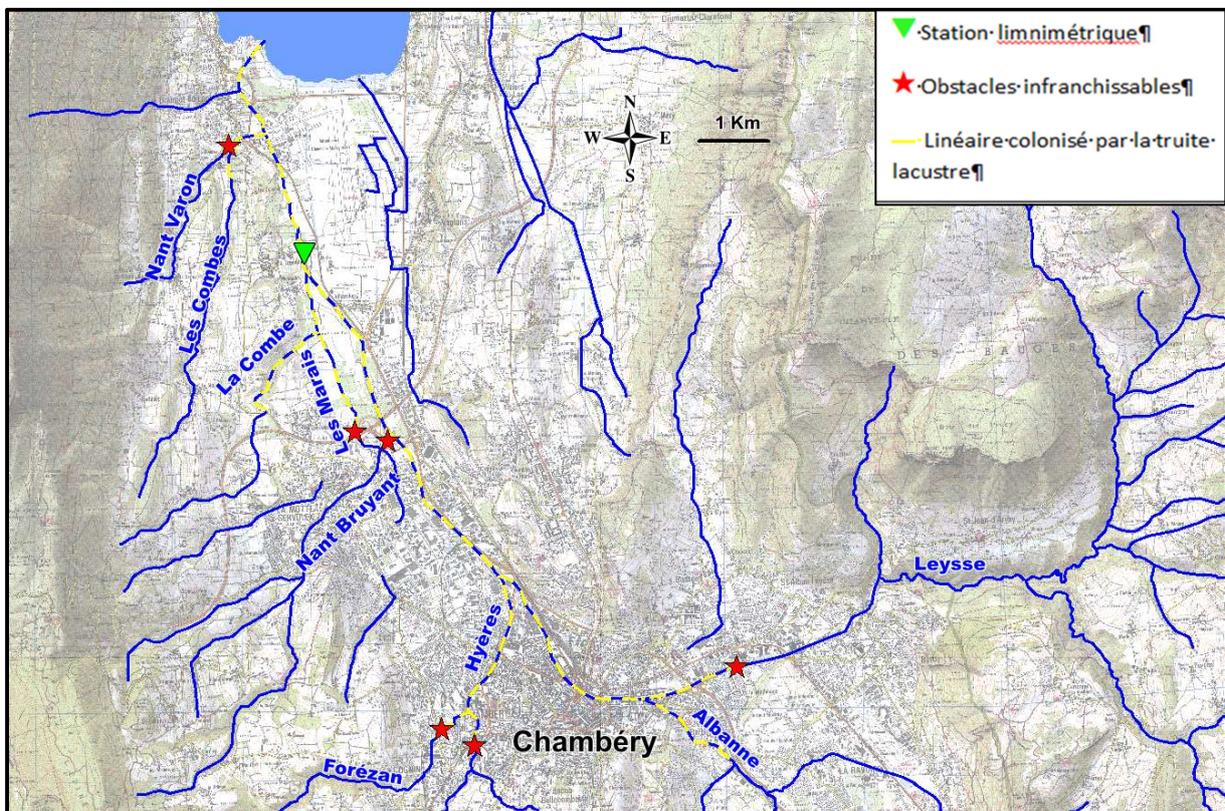


Figure 2 : Linéaire exploitable par la truite lacustre sur le bassin versant de la Leysse

La Leysse est une rivière de première catégorie, autrement dit l'assemblage piscicole dominant contient des truites et ses espèces d'accompagnement.

Elle possède un régime pluvio-nival marqué par un étiage estival fort, des hautes eaux en hiver et des débits qui se renforcent encore au printemps liés à la fonte des neiges. Sur la base d'une chronique de 48 ans (1969-2016), le module de la Leysse au pont du Tremblay (commune de la Motte Servolex) s'élève à 6.3 m³/s (Figure 3).

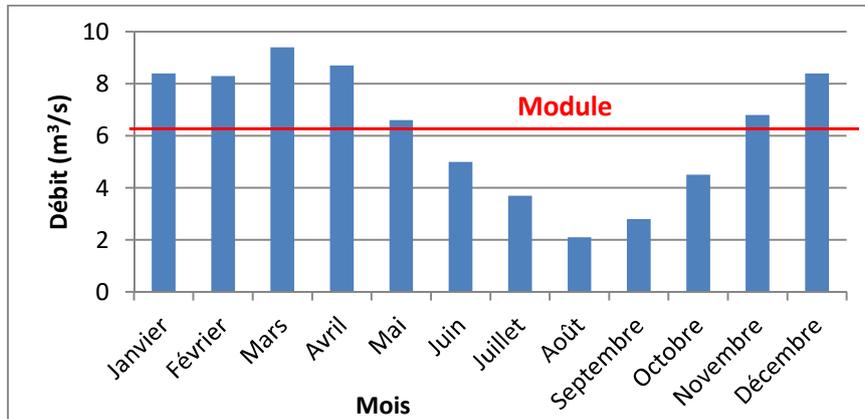


Figure 3 : Débit moyen mensuel mesuré au niveau de la station limnimétrique du Tremblay

1.2.2 Le Sierroz

Le Sierroz est une rivière de première catégorie qui prend sa source à proximité du Revard dans le massif des Bauges à près de 1307 m d'altitude. Après avoir parcouru 19,5 km, celui-ci se jette ensuite dans le lac du Bourget au niveau d'Aix les Bains à 235 m d'altitude. Au cours de son cheminement, le Sierroz se charge des eaux de trois affluents principaux (la Deysse, la Monderesse et la Meunaz) drainant ainsi un bassin versant de 130 km².

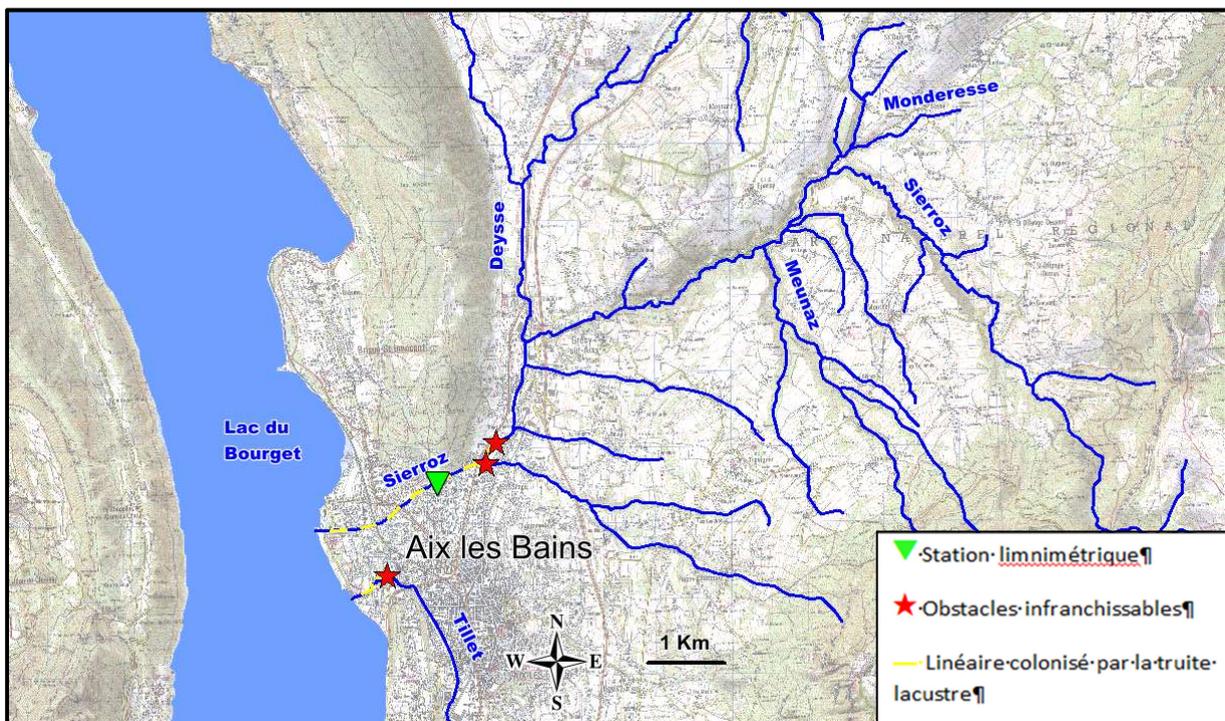


Figure 4 : Linéaire exploitable par la truite lacustre sur le bassin versant du Sierroz

Le module du Sierroz a été mesuré pendant 39 ans (1978 - 2016) à Aix-Les-Bains (Figure 5). Son débit annuel moyen s'élève à 2,5m³/s. Ce cours d'eau, dont le bassin versant est moins montagneux, est plutôt caractérisé par un régime pluvial avec un étiage estival très marqué et des débits maximum relevés en hiver.

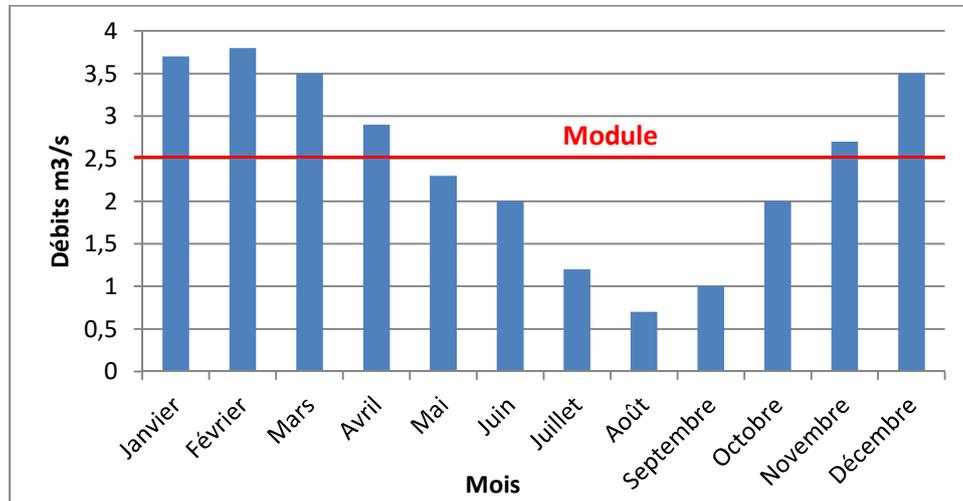


Figure 5 : Débit moyen mensuel mesuré au niveau de la station limnimétrique de La Fin

2. La truite lacustre

2.1. Description

Descendant des formes amphihalines de la truite commune (*Salmo trutta*), cet écotype se serait différencié par l'isolement de lacs de montagne lors des ères post-glaciaires. En France, la truite lacustre est autochtone de trois lacs subalpins qui sont le lac Léman, le lac d'Annecy et le lac du Bourget (Jacques Buslé & al., 2001). Sa particularité réside dans l'alternance de ses habitats partageant son temps entre une phase de croissance en lac et une phase de reproduction en rivière.

2.1.1 La reproduction

Elle est conditionnée par la présence de cours d'eau communiquant avec le lac dans lequel la truite s'est développée. Des mécanismes de mémorisation olfactive permettent à l'adulte de retrouver sa rivière d'origine (phénomène de homing).

Les remontées dans les affluents se déroulent en plusieurs étapes distinctes : une phase d'approche de l'affluent, un stationnement à l'embouchure dans l'attente de conditions favorables et une montée dans l'affluent. Cette migration anadrome, vers l'amont des affluents, débute dès le mois de novembre et se déroule en générale pendant la nuit. Elle est déclenchée par une montée importante des eaux couplée à une baisse des températures.

Le comportement des truites, lors de la remontée, dépend de l'âge, de la maturité sexuelle et du sexe des individus. L'âge de maturité sexuelle est de 3 ans (exceptionnellement 4 ans) pour les femelles et varie de 2 à 3 ans pour les mâles. La quasi-totalité des truites lacustres sont matures au stade 2+ (Champigneulle & al., 1988). La ponte commence, pour les plus précoces, à la fin du mois de novembre dans une eau ayant une température avoisinant 7°C et se poursuit jusqu'à fin janvier pour les individus les plus tardifs. Une ségrégation spatio-temporelle de la reproduction par rapport aux truites de rivière a été mise en évidence. La ponte se déroule dans les parties aval des rivières pour les truites de lac alors que les truites de rivière frayent dans les parties amont (Jacques Buslé & al., 2013). De plus la fraie est en moyenne plus tardive pour la truite de lac que pour la truite sédentaire (Champigneulle & al., 1988).

Chaque femelle remontée creuse son nid dans un substrat grossier, constitué de graviers et de galets (de 0,2 à 10 cm), à une profondeur comprise entre 20 à 40 cm, là où le courant s'accélère (50 à 75cm/s) favorisant ainsi la circulation d'eau inter-gravellaire. La femelle dépose ses œufs, fécondés ensuite par un ou plusieurs mâles (un mâle dominant et éventuellement plusieurs mâles subordonnés), puis recouvre sa ponte. Elle laisse ensuite ses œufs et quitte la frayère, alors que les mâles restent actifs, attendant d'autres femelles matures. Les femelles utilisent généralement plusieurs frayères, ne déposant qu'1/3 à 1/5 de sa ponte dans chacune d'elles. (Jacques Buslé & al., 2001).

2.1.2 L'émergence des alevins

L'incubation, l'éclosion et l'émergence des alevins est comparable aux truites de rivière. La durée d'incubation des œufs est d'environ 400 degrés-jours. L'émergence, environ 150 degrés-jours plus tard, se produit de nuit (Vignes & Heland, 1995) ce qui augmente la probabilité de survie du fait d'une prédation moindre. Suivant les années et la date de ponte, la sortie des graviers se déroule entre le début du mois de mars et début avril. L'alevin commence à s'alimenter dès que la vésicule

vitelline est résorbée à 90 %, soit à environ 780 degrés-jours après la fécondation. Les alevins doivent alors s'adapter rapidement pour se maintenir ou se déplacer dans le courant, chercher de la nourriture à proximité de la frayère et éviter les prédateurs.

2.1.3 Développement

Après un séjour variant de quelques mois à 3 ans dans la rivière, les truites dévalent vers le lac, de nuit, en période de crues automnales ou printanières. Elles séjourneront en lac jusqu'à leur maturité sexuelle, puis regagneront régulièrement leur cours d'eau d'origine pour aller se reproduire.

Pendant sa vie en rivière aucune caractéristique morphologique ou génétique ne permet alors de distinguer la future truite de lac de la truite sédentaire. C'est uniquement lors de la dévalaison que la distinction morphologique va pouvoir se faire avec la perte des points rouges l'acquisition d'une livrée argentée (Figure 6).

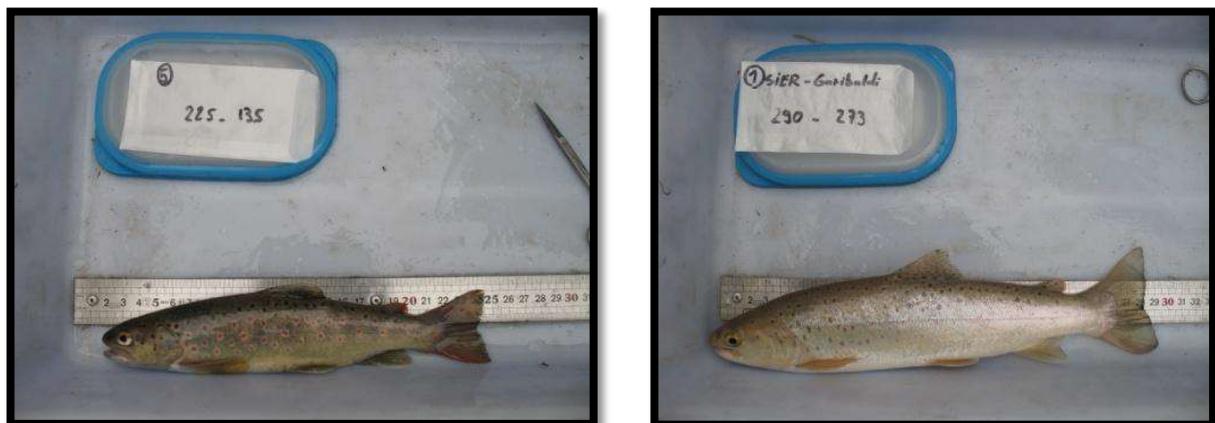


Figure 6 : Comparaison de la livrée de deux truites capturées en 2008 sur le Sierroz. A gauche truite présentant les caractéristiques morphologiques d'une truite de rivière et à droite une truite se rapprochant de l'écotype lacustre.

2.1.4 Le comportement alimentaire

Deux phases alimentaires successives peuvent être identifiées : la première dite la phase rivière se caractérise par un régime insectivore. La seconde, appelée la phase lacustre, se base sur un régime ichtyobenthophage en zones littorales et ichthyophage en zones pélagiques. Cette évolution du régime alimentaire va entraîner un taux de croissance supérieur pendant la phase « lac » grâce aux avantages énergétiques qu'offrent les poissons proies (Jacques Bruslé et al., 2001). Les truites lacustres sont moins territoriales que les truites sédentaires et peuvent même se rassembler en petits groupes lors de chasses. Adaptées à la vie pélagique ces truites sont en compétition interspécifique notamment avec les ombles chevaliers.

2.2. Etat de la population sur le bassin versant du lac du Bourget

2.2.1 Historique de l'évolution des captures

Durant les années 30-40 (Figure 7), le tonnage était en moyenne de 1 tonne chez les professionnels. Les captures de ces années pourraient être prises comme référence. Durant cette période les truites de lac pouvaient croître et se reproduire sans trop de problèmes. En effet, même si des pratiques d'alevinage devaient déjà exister, l'aménagement de digues et de seuils sur la partie basse des affluents n'a commencé qu'à la fin des années 30.

Suite à une période de transition, dans le début des années 60, les captures ont oscillé entre 1 et 2 tonnes jusqu'à atteindre des pics de 4 tonnes cumulées entre professionnels et amateurs de 1986 à 1992. Depuis ce dernier pic de captures, les prises de truites au lac du Bourget étaient en chute libre jusqu'en 2008 où le poids des captures n'a jamais été aussi bas avec 42 kg chez l'ensemble des pêcheurs. Depuis, les captures semblent se maintenir autour de 150 kg équitablement répartis entre les deux catégories de pêcheurs.

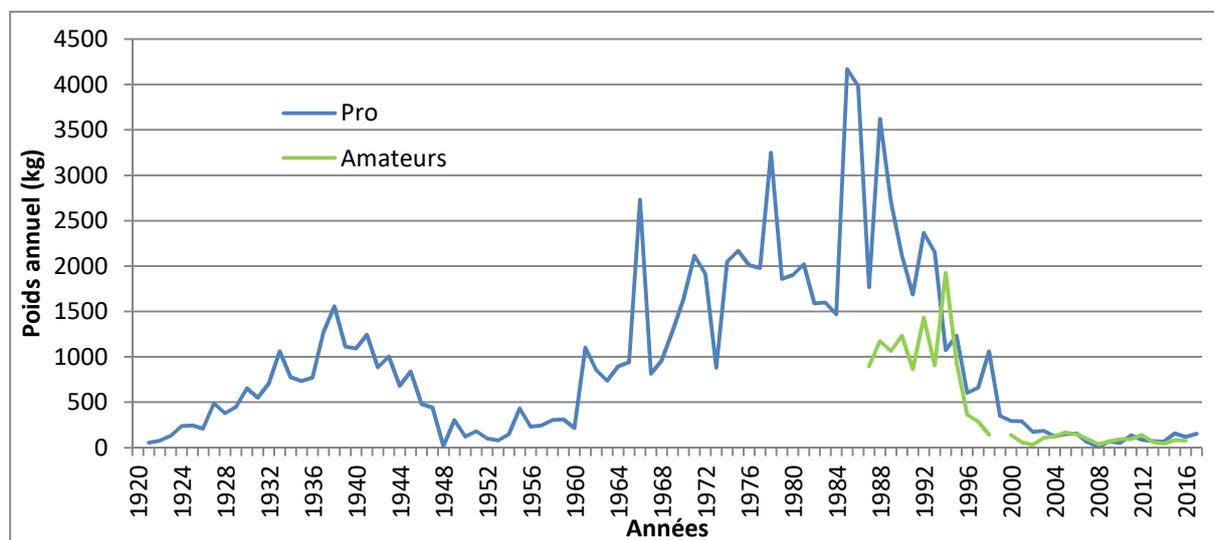


Figure 7 : Evolution des captures de truites au lac du Bourget de 1921 à 2015 (Source : DDT, CISALB, 2016)

2.2.2 Stratégies de repeuplement

Dans un objectif de restauration de la population fonctionnelle et de la reconstitution des stocks, diverses stratégies de repeuplement (*Figure 8*) ont été expérimentées depuis 1984 sans donner de réels résultats. Entre 1984 et 2004, des truites lacustres de différents stades ont été déversées au lac sans pouvoir observer une redynamisation de la population ce qui passe par une augmentation du nombre de captures et du nombre de géniteurs sur les zones de fraie accessibles. L'ajout d'individus 0+ et 1+ visait à un repeuplement d'entretien afin de tirer le meilleur parti de la capacité biotique inemployée dans les affluents suite à une reproduction naturelle insuffisante. L'ajout d'individus surdensitaires, quant-à-lui, visait à des captures immédiates ou presque et permettait de dépasser la capacité du milieu. Le repeuplement avec ces derniers a permis d'augmenter les taux de captures par les deux catégories de pêcheurs amateurs et professionnels mais dès son arrêt en 1992, les captures de nouveau ont chuté.

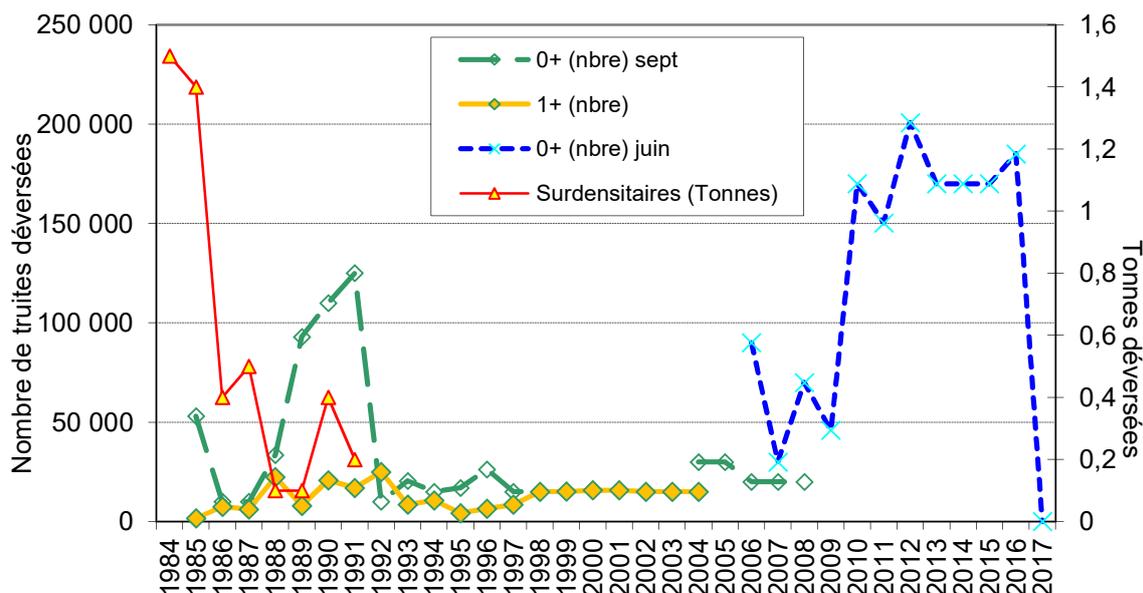


Figure 8 : Evolution des quantités de truites lacustres déversées au lac du Bourget (Source : CISALB, 2016)

En s'appuyant sur de nouvelles méthodes de gestion pratiquées sur le Léman et décrites dans les travaux de A. Champigneulle en 2003, un tournant dans la stratégie de déversement a été marqué en 2004. Cette étude démontre que l'alevinage en affluent est plus efficace qu'en lac. D'autres recherches plus récentes (Champigneulle et al, 2013) confirment ces observations. Les déversements d'alevins, en provenance du Léman et d'Annecy, se font donc à présent sur les tronçons aval des affluents et si les conditions sont défavorables, dans le lac en zone littorale. Initialement en juin et septembre, les alevinages sont dorénavant effectués en juin à raison d'un individu par m² soit 170 000 alevins par an repartis selon un plan d'alevinage (Figure 9). Ce plan reste modulable par les gestionnaires selon les conditions hydrologiques du milieu et la réalisation éventuelle de travaux pendant la période des déversements. Depuis 2017, les alevinages ont été provisoirement stoppés.

Stations	Nombre d'alevins déversés
Leyse	
Pont Technolac-Pont Tremblay	15000
Pont Tremblay-Rd point Villarcher	15000
Rd point Villarcher-Passerelle la Motte	15000
Passerelle la Motte-Pont CD16a	15000
Pont CD16a-Pont SNCF	15000
Pont SNCF-Aval partie couverte	15000
Amont partie couverte-Passe poisson seuil Serbie	15000
Passe seuil rustique-Pont la Martinière	15000
Nant Varon	
Confluence Leyse-Confl Ru Combes	5000
Hyères	
Confluence Leyse-Pont d'Hyères	10000
Sierroz	
Lac-Pont Rouge	15000
Pont Rouge-Pont RN201	10000
Pont RN201-Pont aval barrage voute	10000
TOTAL	170000

Figure 9 : Plan d'alevinage des truites lacustres sur le bassin versant du Bourget (Source : FSPMA, 2010)

3. Suivi de la truite lacustre

3.1. Efficacité des opérations de renaturation

3.1.1 Description physique

En début de suivi, en 2012, une description succincte des caractéristiques physiques de la Leysse et du Sierroz a été réalisée. Ce travail repose sur une prospection à pied, en période de basses eaux, sur l'ensemble du linéaire exploitable par les truites lacustres.

Sont relevés sur chacun des affluents :

- La nature des faciès selon la clé de détermination présentée en *annexe 1*,
- Les coordonnées GPS amont / aval de chaque faciès.
- La granulométrie dominante, la classe de vitesse de courant, et la présence de caches selon *l'annexe 2*.

Une photographie des secteurs particuliers (aménagements, seuils, zones renaturées...) vient compléter cette description.

Dans un second temps ces données sont cartographiées.

L'objectif, in fine, est de mettre à jour les données disponibles, et de les relier avec le relevé des frayères actives. Ainsi, en plus de servir d'état initial, ce relevé permet de mieux appréhender les faciès qu'il convient de restaurer ou d'obtenir en vue de l'optimisation de la reproduction de la truite lacustre sur ces cours d'eau.

3.1.2 Les travaux réalisés et à venir

Depuis 2002, dans le cadre des différents contrats de bassin versant du lac du Bourget, de nombreuses actions de renaturation et de restauration de la continuité écologique ont été réalisées sur la Leysse et le Sierroz et sur d'autres affluents du lac.

Or, la truite lacustre, espèce particulièrement sensible aux perturbations physiques infligées aux cours d'eau, constitue un très bon indicateur de l'évolution de la qualité du milieu aquatique.

Ainsi, dans un premier temps, sont rappelés l'ensemble des travaux réalisés dans le cadre du contrat de bassin.

Puis, dans un second temps, sont présentés les gains écologiques attendus, ou d'ores et déjà observés, suite aux travaux.

Aussi, au-delà du suivi propre consacré à la truite lacustre, cette étude se veut intégratrice de l'évolution de la qualité des milieux suite aux différentes actions menées en faveur des systèmes aquatiques dans le cadre du contrat de bassin versant du lac du Bourget.

3.2. Efficacité de la reproduction

La reproduction de la truite lacustre a lieu entre les mois de novembre et de janvier. Elle implique l'accessibilité et la fonctionnalité d'affluents-frayères que la truite rejoint annuellement, dès sa maturité sexuelle, par un mouvement de migration génésique anadrome.

Cette phase du cycle de vie de la truite lacustre constitue un moment privilégié d'évaluation et de suivi de l'état de santé et de fonctionnalité de la population considérée. L'un des indicateurs marquant de la restauration de la population de truites lacustres du lac du Bourget réside d'ailleurs dans son niveau d'exploitation des deux principaux affluents qui constituent les cours d'eau de la Leysse et du Sierroz (Cachera, 2009).

Le protocole retenu vise donc à évaluer l'effectivité et l'efficacité de la reproduction sur ces deux affluents majeurs du lac par deux types d'approche :

- Le suivi des frayères actives
- L'évaluation de l'exploitation des affluents par les géniteurs en période de reproduction

3.2.1 Suivi des frayères

L'objectif est d'effectuer un relevé des frayères qui seront creusées durant la période de reproduction et qui pourraient être attribuées à des géniteurs de truites lacustres. Les frayères à truites de lac sont généralement plus grandes, plus profondes et avec un substrat plus grossier que celles des truites sédentaires (Mélhaoui, 1985). La présence éventuelle de géniteurs peut éclaircir des doutes.

Pour rappel la bibliographie donne pour caractéristiques générales d'une frayère de truite lacustre (Jacques Buslé & al., 2013) :

- Profondeur : 20 à 40 cm ;
- Longueur : 60 à 200 cm ;
- Granulométrie : 0.2 à 10 cm (graviers, cailloux, pierres) ;

Espèce lithophile, la truite lacustre affectionne particulièrement les têtes de radier ou encore les queues de pool, là où le courant s'accélère (vitesse de courant en générale comprise entre 50 et 75 cm s⁻¹) limitant le dépôt de matière en suspension et favorisant une bonne oxygénation de la ponte.

Plus concrètement, ce suivi consiste en un parcours exhaustif des secteurs accessibles pour la truite lacustre sur les cours d'eau de la Leysse et du Sierroz. Compte tenu de la reconnexion du Tillet au lac en 2014, ce dernier a également fait l'objet de prospections depuis l'hiver 2014-2015. L'objectif est de mettre en avant les bénéfices éventuels de l'opération de restauration écologique du Tillet aval.

Les prospections débutent dès les premières remontées de truites depuis le lac (dans le cas d'observations ou de témoignages avérés) et, dans tous les cas à partir de la deuxième quinzaine du mois de novembre.

Elles s'effectuent de l'aval vers l'amont de manière à avoir une chance de contacter les éventuels géniteurs stabulant sur les frayères actives.

La position de chacune des frayères observées est localisée à l'aide d'un GPS afin de les reporter sur un fond cartographique. Les caractéristiques de chaque nouvelle frayère sont relevées selon les principes évoqués au schéma ci-dessous.

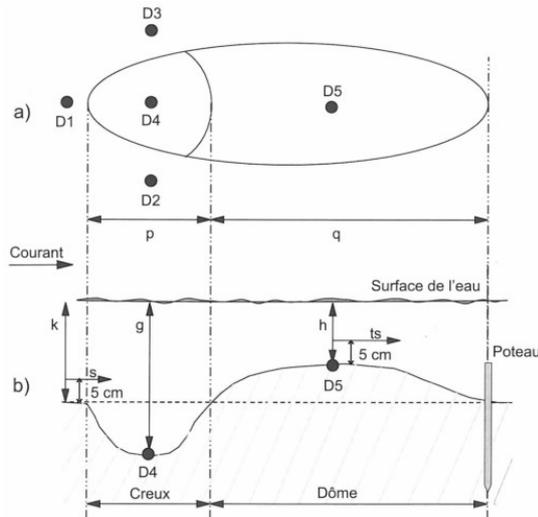


Figure 10 : Caractéristiques relevées pour chaque frayère de truite lacustre observée (Caudron et al., 2006)

a) schéma et b) section longitudinale ; D1, D2, D3 : points de mesure de la hauteur d'eau autour du creux ; K : profondeur moyenne à D1, D2, D3 (représente la hauteur d'eau au site de creusement de la frayère) ; G : profondeur d'eau au point le plus profond du creux (point D4) ; h : hauteur d'eau au milieu du dôme (point D5) ; p et q : respectivement, longueur du creux et du dôme ; s et ts : vitesse du courant à 5 cm du fond, respectivement aux points D1 et D5.

Par ailleurs, le substrat dominant recouvrant plus de 50% de la frayère est déterminé sur la base des classes granulométriques ci-dessous :

- 2 à 8 mm : gravier ;
- 8 à 16 mm : gravier grossier ;
- 16 à 32 mm : petits galets ;
- 32 à 64 mm : gros galets ;
- 64 à 128 mm : petites pierres.

Ensuite, un cliché photographique de chacune des frayères est pris afin de repositionner celle-ci dans son contexte et au sein de la mosaïque de micro-habitats alentour. Le faciès et la position de la frayère sur celui-ci sont également renseignés.

Enfin les vitesses d'écoulement sont mesurées à l'aide d'un courantomètre électromagnétique.

L'ensemble de ces variables sont renseignées dans une fiche terrain présentée en *annexe 3*. Elles constituent une base de description des faciès effectivement exploités par la truite d'écotype lacustre sur ces deux affluents du lac du Bourget. Outre le fait de servir de base de comparaison avec les données bibliographiques existantes sur les autres systèmes alpins des lacs d'Annecy et du Léman, une telle description permet :

- De mieux appréhender les faciès qu'il convient de restaurer ou d'obtenir en vue de l'optimisation de la reproduction de la truite lacustre sur ces cours d'eau.
- Le cas échéant, d'évaluer les éventuels préférends de patchs de ponte (attractivité de la mosaïque de micro-habitats, choix des patchs,...) post restauration du milieu.

Au regard des difficultés importantes pour prospecter la Leysse, l'approche, pour le suivi frayères des deux affluents principaux du lac du Bourget n'est pas la même :

- Sur la Leysse, les fenêtres favorables à l'observation de frayères sont trop étroites pour multiplier les interventions. En effet, les niveaux d'eau souvent trop importants et les eaux teintées empêchent l'identification précise des zones de frayères actives. Une seule prospection par hiver (1^{ère} quinzaine de décembre, période la plus favorable en terme de

densité de frayères) est réalisée. L'objectif, ici, n'est pas d'être exhaustif, mais de vérifier l'effectivité de la reproduction. Une attention particulière est portée au niveau des zones renaturées de manière à témoigner de l'efficacité des actions de restauration engagées sur le bassin versant.

- Sur le Sierroz, l'objectif est d'avoir une image réelle des zones exploitées par la truite lacustre. Les surfaces potentielles utilisées pour le recrutement étant peu importantes, deux à trois prospections en hiver suffissent pour identifier l'ensemble des zones de frayères actives. En effet, les différents couples exploitent souvent les mêmes secteurs et il est constaté, d'une semaine sur l'autre, que les mêmes patchs de ponte sont exploités plusieurs fois. Là encore, une attention particulière est portée au niveau des zones renaturées.

Au cours de la saison hivernale les témoignages validés de présence de géniteurs ou de frayères de truites lacustres sont intégrés à l'étude.

3.2.2 Exploitation hivernale des affluents par les géniteurs

L'objectif est d'avoir une image de l'évolution des stocks remontant chaque année dans les affluents et de développer nos connaissances sur la biologie et le comportement de l'espèce.

L'approche consiste en la réalisation de pêches électriques de sondage durant la période de reproduction (entre novembre et janvier) sur l'ensemble des tronçons accessibles aux truites lacustres. Celles-ci sont déclenchées au cas par cas dès que les conditions sont favorables au comportement de montaison (situation de refroidissement, coup d'eau récent) ainsi qu'en fonction des témoignages et retours d'observations.

Une campagne de sondage par affluent est réalisée chaque année au moment le plus opportun, généralement pendant la première quinzaine du mois de décembre. Dans le cas où le nombre de poissons capturés lors de cette campagne est faible, une seconde opération de marquage pourra être déclenchée ultérieurement.

Le choix de se limiter à une seule campagne a été décidé de manière à réduire au maximum le stress sur les populations en place en train de se reproduire. A cette période les populations sont particulièrement fragiles et un effet de stress peut entraîner une expulsion d'une partie des œufs ou, plus rarement, des conséquences physiologiques chez les individus capturés dont les effets sont peu connues.

De plus, des essais de multiplications des campagnes, au cours de la même saison de reproduction et sur un même affluent ont été réalisés. S'il est vrai que cette démarche permettait de capturer plus de géniteurs, il est également fréquent de capturer plusieurs fois les mêmes géniteurs.

Au cours des prospections, les zones de frayères, connues, sont évitées de manière à ne pas les impacter en les piétinant ou en électrocutant les embryons.

3.2.2.1 Localisation des sondages

Dans un souci d'efficacité, ces prospections ne concernaient, au départ, que le cours d'eau du Sierroz dont la morphologie et la configuration permettent d'envisager la réalisation de ces sondages dans de bonnes conditions (dimensions du lit, structure d'habitat, présence d'ouvrages transversaux équipés).

En 2014 et 2015, le suivi a été élargi à la Leysse.

a. Le Sierroz

Les stations de pêche électrique ont évolué au fur et à mesure de l'avancement des travaux de restauration de la continuité écologique (Figure 11).

Au départ, trois stations étaient suivies :

- Tronçon aval « seuil Garibaldi » ;
 - Tronçon « seuil SNCF » ;
 - Tronçon aval « seuil du Pont Rouge » ;
- } Equipés d'une passe à poissons
- Seuil infranchissable, effacés en 2014

Au fur et à mesure de l'avancement des actions d'arasement des seuils prévues dans le contrat, les stations ont évolué. Depuis 2014, les trois stations suivies sont :

- Tronçon « Seuil SNCF » ;
- Tronçon « Aval abattoirs » ;
- Tronçon « Amont abattoirs » ;

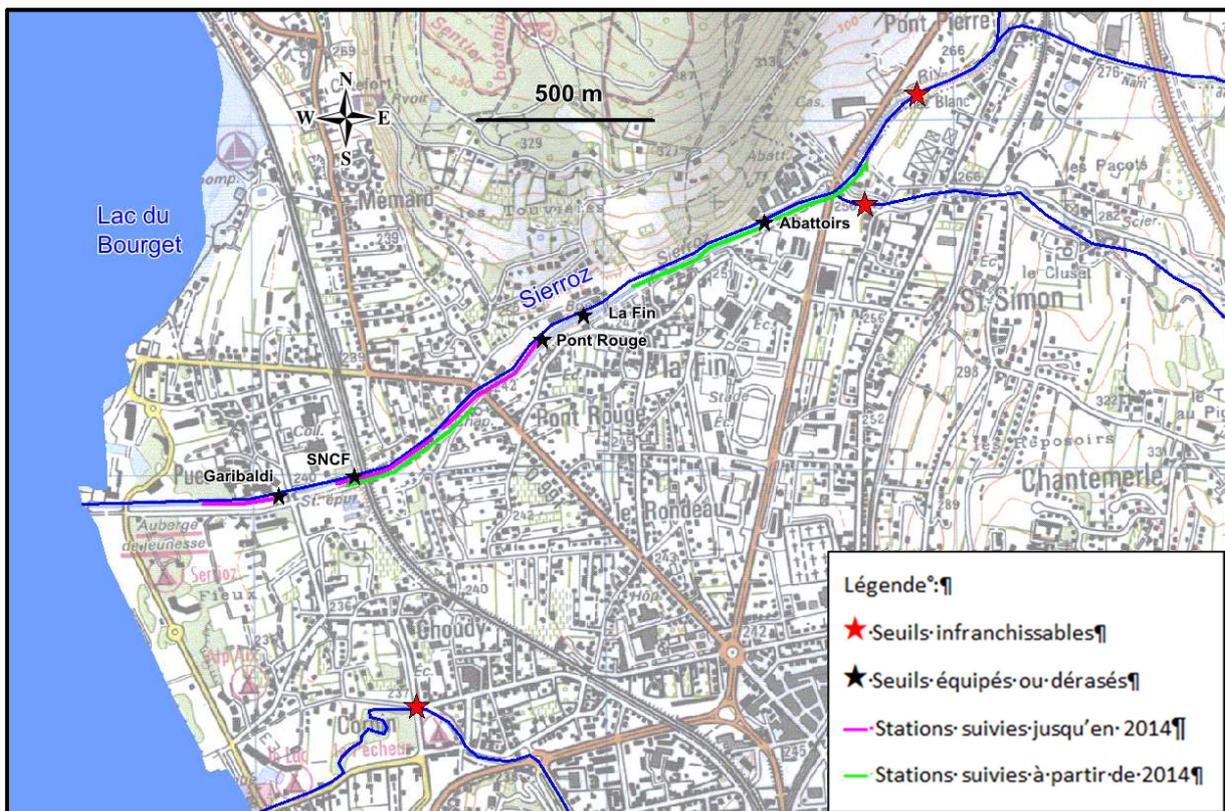


Figure 11 : Evolution des stations de suivi des géniteurs sur le Sierroz

b. La Leysse

Au début du suivi, au regard de l'homogénéité des faciès, de la morphologie du cours d'eau, des débits et des surfaces à prospecter, l'effort à mettre en œuvre, pour suivre les géniteurs dans la Leysse a été jugé bien trop important et sans garanties de résultats.

Après quelques années, avec l'avancement de l'étude, le suivi des frayères et la multiplication des

témoignages ont permis de mettre en avant certaines zones sensiblement plus fréquentées par les truites lacustres. Cette hypothèse s'est confirmée pendant l'hiver 2014-2015 suite à un suivi poussé, au niveau de points stratégiques sur la Leysse. La majorité des géniteurs ont été contactés à proximité des obstacles infranchissables et des zones de frayères (Figure 12).

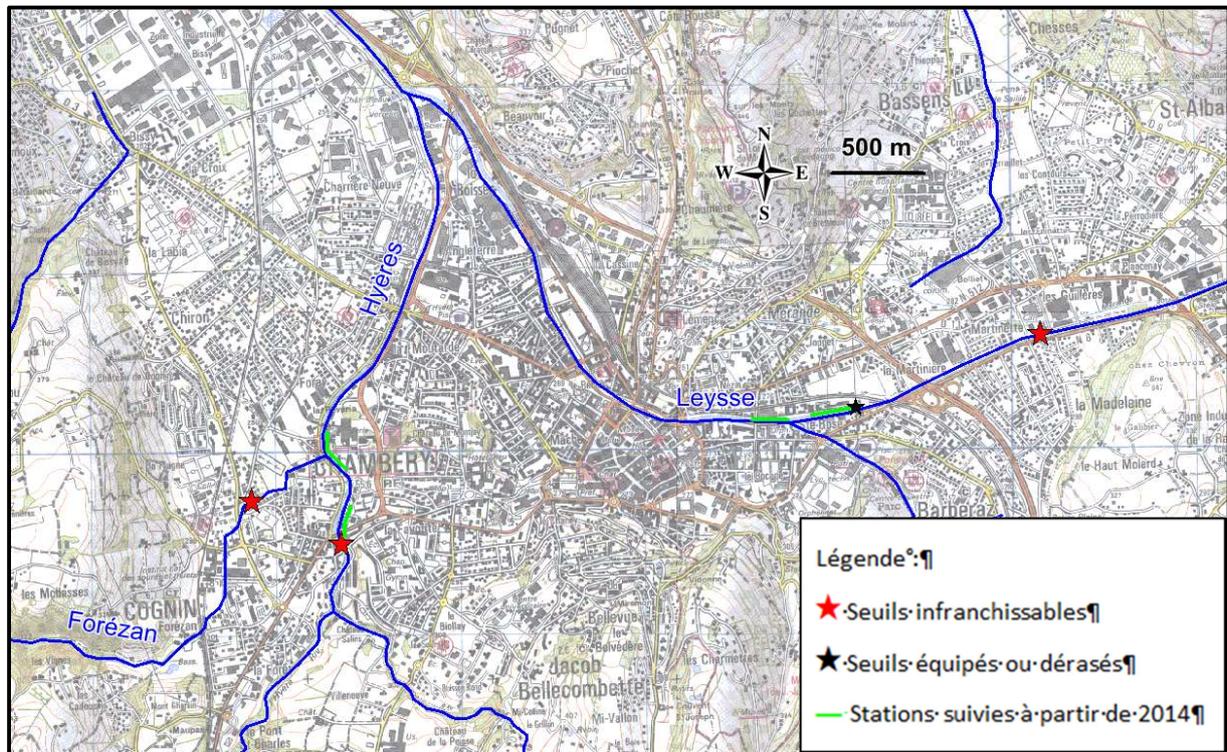


Figure 12 : Station de suivi des géniteurs sur la Leysse.

3.2.2.2. Variables suivies

Chaque poisson de phénotype lacustre capturé lors de ces sondages, est pesé, mesuré puis fait l'objet d'un prélèvement d'écaillés et de nageoire adipeuse et d'un marquage à l'aide d'un transpondeur (Pit-Tag 32mm) (Figure 13).

Les échantillons d'écaillés servent à définir l'âge des individus afin d'analyser leur croissance.



Figure 13 : Truite lacustre sur la table d'opération mesurée(a), pesée(b) et marquée(c) (Source : FSPPMA, 2012)

Le marquage permet d'assurer la reconnaissance des individus :

- Lors des pêches annuelles hivernales de suivi de l'exploitation des affluents par les géniteurs. Outre le fait d'évaluer le comportement de homing par ailleurs décrit chez la truite lacustre, ce marquage individuel nous apporte des informations d'intérêt sur la croissance annuelle des poissons en phase lacustre.
- A l'occasion d'éventuelles recaptures par les pêcheurs amateurs ou professionnels. Le retour de données nous informe sur les conditions et lieux de capture au sein du lac ainsi que sur les conditions de croissance des individus concernés depuis leur marquage.

Au départ ce marquage était intramusculaire, localisé sous la nageoire dorsale afin de limiter les risques de perte lors de la fraie. Mais, depuis l'installation de l'antenne, présentée ensuite, le transpondeur est insérée dans la cavité péritonéale afin d'optimiser la détection des individus.

Le prélèvement de nageoire adipeuse vise à constituer un double marquage permettant une reconnaissance aisée des individus portant un implant. Ce matériel biologique est ensuite analysé à des fins d'analyses génétiques.

3.2.2.3. Les antennes

Au cours du suivi, des manquements se sont fait ressentir sur le comportement migratoire de la truite. En effet, l'approfondissement des connaissances sur le déclenchement de la migration, la durée de stabulation de l'espèce dans l'affluent, son comportement exclusif quant à l'affluent qu'il exploite sont autant d'éléments manquants pour une bonne gestion de l'espèce. Or aujourd'hui la seule solution pour répondre à ces questions est d'installer une antenne fixe sur un des affluents du lac.

Pour des raisons économiques et pratiques le choix de la station s'est orienté sur le Sierroz à l'aval du pont SNCF. En effet, ce lieu possède une alimentation électrique protégée, à l'abri du vandalisme et des intempéries.

Ces antennes sont fixées au substrat sur toute la largeur du lit mineur (Figure 14).



Figure 14 : Antenne fixée au substrat.

Elles émettent un champ magnétique. Ce champ va détecter les PIT-Tags et transmettre en retour l'identifiant associé (signal à basse fréquence) au lecteur concerné. Le lecteur enregistre ensuite la date, l'heure et le signal émis, caractéristique de chaque individu. Afin de pouvoir contrôler le fonctionnement des antennes, des mouchards (marker tag) sont installés dans le champ de détection pour servir de témoin. Le tuner, relié à l'antenne, permet de régler le dispositif afin d'optimiser la distance de détection des antennes (Figure 15).

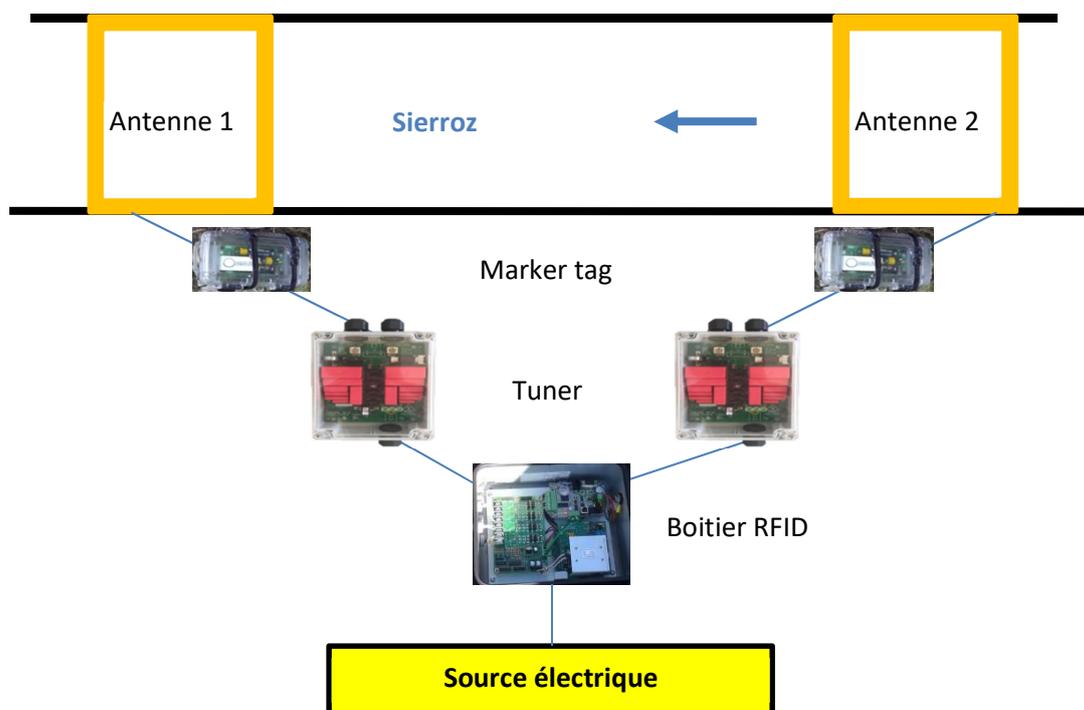


Figure 15 : Description simplifiée des antennes fixes en place sur le Sierroz (Source : Eulanie MEVEL, 2016)

Sur le long terme, cette méthode va permettre d'effectuer un suivi passif des géniteurs de truites lacustres en allégeant ainsi le programme de pêches électriques hivernales.

3.3. Efficacité du repeuplement

3.3.1 Les alevins sauvages/domestiques

Dans un souci de mieux comprendre l'impact du repeuplement et les mouvements de dévalaison au stade 0+, depuis 2010, les alevins déversés subissent un fluoromarquage lors de la résorption de la vésicule. Ce marquage consiste à une baignade des poissons dans une solution d'ARS (Alizarine Red S) pendant trois heures (Caudron et Champigneulle, 2006). Cette technique est simple et rapide, n'engendre peu ou pas de mortalité, ne requiert pas de manipulation individuelle et permet de marquer de manière pérenne de grandes quantités d'alevins à moindre coût. Lors du marquage, l'ARS se fixe par chélation avec les ions calcium au niveau des otolithes présentes dans son oreille interne, seuls parties calcifiées de l'organisme interne à ce stade de développement. Ce marquage associé à des pêches électriques automnales de sondage permet de mieux comprendre le devenir des stocks introduits. Au vue du nouveau cahier des charges, les stations des pêches ont été modifiées pour se rapprocher au mieux de la réalité du suivi hivernal. Autrement dit, les stations prospectées correspondent aux zones où un maximum de géniteurs et de frayères sont contactés pendant l'hiver (Figure 16 + annexe 4). Au fur et à mesure de l'état d'avancement des travaux de restauration et de l'augmentation du linéaire colonisable, les stations de suivi peuvent évoluer :

- Sur l'Hyères la station « prison » a été remplacée par le seuil de Cognin.
- Sur le Sierroz, la station « les abattoirs » a été ajoutée en 2014.
- Sur la Leysse, le « pont des Carmes » est suivi depuis les travaux de réouverture de la Leysse au centre-ville de Chambéry.

Sur chaque station, quand la quantité d'alevins le permet, un échantillon d'individus est prélevé et sacrifié en vue d'évaluer le taux d'individus marqués recapturés.

En parallèle, ce suivi automnal est complété par des pêches printanières réalisées avant alevinages dans le but d'attester chaque année de l'effectivité d'un recrutement naturel. Cette démarche ne fait l'objet d'aucun sacrifice de poissons.

Bassin versant	Cours d'eau	Station	Coordonnées Lambert 2	
			X	Y
Leysse	Leysse	Pont des Carmes	880431	2069394
		STEP de Bissy	878170	2071590
		Savoie Technolac	875130	2077660
	Hyères	Seuil de Cognin	878136	2068814
		Prison	878550	2070160
	Nant Varon	Nant Varon	875041	2077629
Sierroz	Sierroz	Passerelle des abattoirs	877 811	2084760
		Amont seuil de la Fin	877720	2084720
		Aval Pont Rouge	877345	2084442
		Amont seuil « SNCF »	877060	2084230
		Aval seuil Garibaldi	876570	2084130

Figure 16 : Situation initiale des stations de pêche électrique

3.3.2 Les adultes

Les efforts d'échantillonnages ont été poursuivis sur des individus adultes. Depuis 2013, date où les individus marqués en 2010 entraînent dans la pêcherie, de grandes actions de communication ont été

mises en place. Le CISALB et la DDT, qui suivent l'évolution des stocks de poissons capturés par les pêcheurs professionnels sur le lac du Bourget, ont été chargés de la communication auprès de ces derniers. En ce qui concerne les pêcheurs amateurs, l'information a été largement diffusée dans la presse, par mail, par les sites internet de la fédération de pêche et des AAPPMA (Association Agréée de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques) ou encore via les dépositaires de cartes de pêche (*Annexe 5*). Ces campagnes de communication avaient pour but de connaître la contribution réelle des poissons provenant de l'alevinage dans les captures des pêcheurs professionnels et amateurs, en vérifiant la coloration éventuelle des otolithes.

Plusieurs types de données sont récoltés tels que des informations sur la capture (date, lieu, mode de pêche), l'individu (sexe, taille, poids, prélèvements d'écaillés pour obtenir des informations sur la croissance et l'âge des individus exploités) et enfin la tête des individus. Chaque tête est disséquée pour accéder aux « sacculi » contenant les otolithes. Les poissons ont trois paires d'otolithes : les sagittae (les plus grosses), les lapilli et les asterici (les plus petites). Seules les deux sagittae sont récoltées et ensuite collées sur une lame de verre, polies au centre, et enfin, observées au microscope à épifluorescence, pour vérifier s'il est marqué (*Figure 17*).

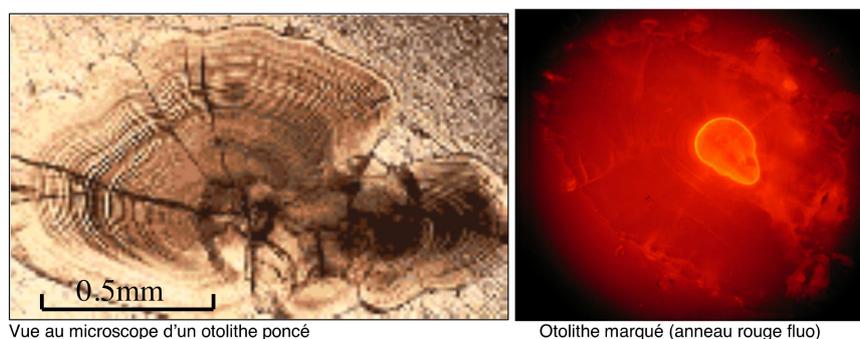


Figure 17 : Observation d'otolithes marquées (Source : FDPPMA 74, 2010)

3.4. Acquisition des données

3.4.1 Le suivi thermique

La température est l'une des variables écologiques déterminante dans les milieux d'eaux courantes. Elle est suivie à l'aide d'un enregistreur thermique (sonde de type Hobo Pendant Temp) programmé selon un pas de temps horaire. Les données récoltées sont traitées par un outil de calcul, MACMASalmo1.0 (Q. DUMOUTIER, L. VIGIER, A. CAUDRON, 2010), mis en place par la Fédération de Haute-Savoie de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques.

Les variables mesurées se répartissent en 4 catégories (*Annexe 6*) :

- Variables en rapport avec la thermie générale du milieu.
- Variables en rapport avec le preferendum thermique de la truite. D'après plusieurs études, les valeurs limites de ce preferendum sont fixées entre 4 et 19°C. La limite létale ou sub-létale pour les juvéniles et les adultes a été mesurée à 25°C.
- Conditions thermiques en rapport avec la phase de développement de la Maladie Rénale Proliférative (MRP), maladie parasitaire passant par les bryozoaires. Cette maladie touche principalement les populations de juvéniles et provoque des taux importants de mortalité. Elle se caractérise entre autres par une hypertrophie des reins, jusqu'à dix fois la normale (FIBER, 2006). Des études en milieu contrôlé ont montré des risques de prolifération de cette maladie si la température du cours d'eau dépasse 15°C pendant une durée minimum de 2

semaines consécutives.

- Conditions thermiques en rapport avec le développement embryo-larvaire de la truite commune. Ces variables sont calculées pendant la période de recrutement de la truite. Il est donc nécessaire de fixer une date médiane de ponte correspondant au moment auquel 50% des frayères totales sont creusées par les géniteurs. Les températures maximales et minimales respectivement 15°C et 1,5°C peuvent être considérées comme létales au cours du développement embryo-larvaire de la truite.

3.4.2 Le suivi scalimétrique

La compréhension de la dynamique des truites lacustres, n'est pas possible sans connaître l'âge et la croissance des individus suivis.

La scalimétrie (étude des écailles) est la méthode la plus adaptée pour analyser la croissance des truites tout en conservant le poisson en vie. Elle permet d'estimer l'âge et la croissance à partir des empreintes conservées dans les écailles de poissons Téléostéens (Panfili, 2002).

Placée dans des poches du derme, les écailles croissent en même temps que le poisson en formant des anneaux de croissance concentriques. C'est cette relation entre l'accroissement de l'écaille et les diverses phases de vie du poisson qui est exploitée en scalimétrie.

L'accroissement du poisson et, par conséquent, de l'écaille, dépend étroitement de nombreux facteurs physiologiques ou environnementaux (température, disponibilité de la ressource alimentaire, reproduction, pollution,...). Les variations des vitesses de croissance se répercutent au niveau des écailles. Chez les salmonidés, lors de périodes favorables au développement (d'avril à octobre), les stries de croissance (circuli) sont largement espacées. A contrario lorsque l'activité est ralentie (de octobre à mars), les stries de croissances sont plus resserrées. L'alternance de bandes de stries de croissances espacées ou resserrées forme ainsi des marques annuelles (annuli), leur dénombrement permet de déterminer l'âge du poisson (Figure 18)

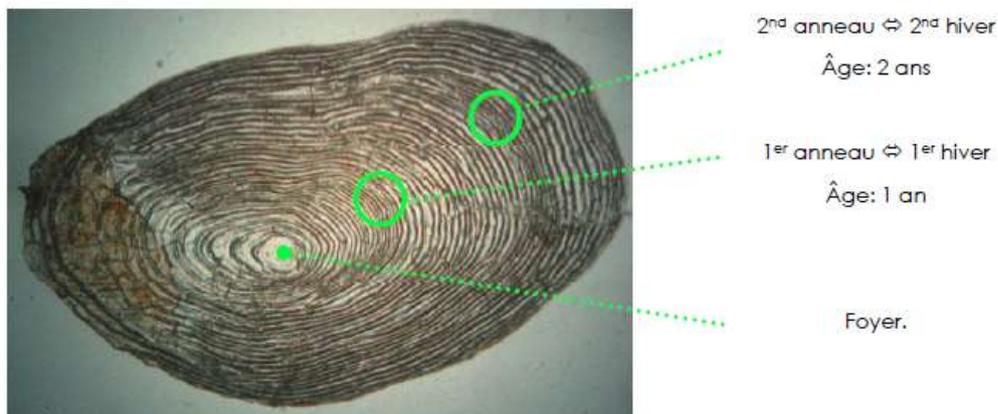


Figure 18 : Observation microscopique d'une écaille (Source : FSPPMA, 2009)

Les échantillons d'écailles sont prélevés par la FSPPMA au cours de toutes les campagnes de pêches aux géniteurs ainsi que par les pêcheurs professionnels et amateurs quand ils capturent des individus. Dans la mesure du possible les écailles sont prélevées au-dessus de la ligne latérale, à l'aplomb de l'arrière de la nageoire dorsale.

En laboratoire, elles sont nettoyées puis triées avant d'être montées entre lames. La lecture est

réalisée à l'aide d'un lecteur microfiche.

En plus de l'étude de la croissance des truites lacustres du lac du Bourget, ces analyses constitueront, dans un second temps, un outil de gestion en vue de protéger au maximum l'espèce, en adaptant les mailles et en vérifiant les cohortes exploitées par les professionnels.

3.4.3 Le suivi génétique

Sur le territoire français, la répartition biogéographique des populations naturelles de truites montre la présence de la lignée évolutive Atlantique (ATL) sur le versant atlantique et de la lignée Méditerranéenne (MED) sur le versant méditerranéen. Situé sur le bassin méditerranéen, les truites du lac du Bourget devraient appartenir à la lignée MED.

Cependant, les déversements réalisés depuis près de 40 ans ont été réalisés avec des individus, issus du lac d'Annecy ou du lac Léman, qui sont fortement introgressés par les truites de souches atlantiques largement utilisés pour les repeuplements (Caudron, 2008). De plus certains arguments géologiques et biogéographiques (Largiadèr et al., 1996) mettent en avant la possibilité d'une colonisation naturelle du Léman par le rameau évolutif atlantique.

L'objectif de ce suivi est donc de connaître l'origine génétique des truites lacustres du bassin versant du lac du Bourget, et, selon les résultats de prendre des mesures de gestion adaptées afin de conserver l'éventuelle intégrité génétique des populations en place.

Lors des pêches hivernales de géniteurs de truites lacustres sur le Sierroz, les individus capturés font l'objet d'un prélèvement de nageoire adipeuse ou pelvienne stocké dans de l'éthanol à 96°. Les échantillons sont ensuite envoyés dans un laboratoire agréé pour analyse.

Le pourcentage d'allèles atlantiques dans l'échantillon est calculé de la manière suivante :

$$\% \text{ ATL} = \frac{\text{Nb d'allèles atlantiques observés à chaque marqueur}}{\text{Nb total d'allèles observés dans l'échantillon}} \times 100$$

Ensuite, le génotype de chaque individu est caractérisé par un indice d'hybridation compris entre 0 et 12 correspondant au nombre total d'allèles atlantiques observés sur les six marqueurs (Figure 19). Ainsi par exemple, l'indice 0 correspond à un individu méditerranéen pur alors que l'indice 12 correspond à un individu atlantique domestique pur.

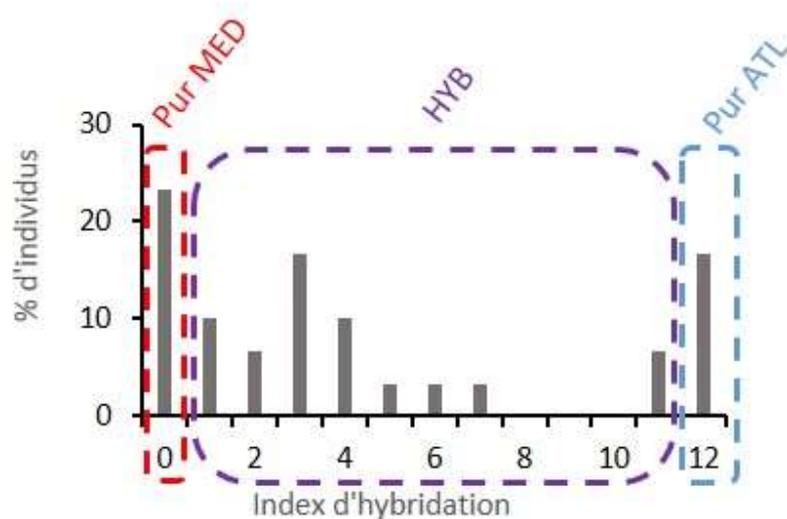


Figure 19 : Exemple de répartition des génotypes (index d'hybridation) au sein d'une population avec des individus purs MED (=index 0), des individus purs ATL (index= 12) et des individus présentant divers degrés d'hybridation (index 1 à 11 (source, Caudron et al 2016).

Enfin, le taux d'introgression des populations a été calculé en retirant les individus purs ATL afin de connaître la part de gènes ATL non-natifs qui est réellement mélangée (=introgression) au pool de gènes MED natifs.

A partir des taux d'allèles ATL, les secteurs ont été catégorisés en 5 statuts :

- $\leq 10\%$, population MED native pure ou quasi-pure
- 11-25%, population faiblement introgressée
- 26-50%, population introgressée
- 51-99%, population fortement introgressée
- 100%, population ATL d'origine domestique pure

Résultats

1. Efficacité des opérations de renaturation

1.1. Description physique

Le linéaire parcouru sur la Leysse est de 11,6 km. Il ne prend pas en compte la partie couverte dans le centre-ville de Chambéry. Sur le Sierroz, 3.6 km ont été prospectés.

Les résultats obtenus (*Annexes 7, 8 et 9*) ont mis en avant le caractère homogène de ces deux affluents avec un lit constitué à plus de 85% et 66% de pierres/galets respectivement sur la Leysse et le Sierroz. Une grande homogénéité des faciès est également à noter avec environ 80% de radiers et de plats courant sur les deux affluents (*Figure 20*). L'alternance de ces deux types de faciès, ponctués de quelques fosses et de chenaux, est due à l'urbanisation. En effet, le développement de la métropole a conduit à endiguer le lit des rivières pour empêcher leur divagation et à caler le profil en ajoutant des successions de seuils. Par conséquent, ces différents aménagements ont entraîné des altérations de la qualité physique. Ces dernières se traduisent par une banalisation des faciès d'écoulement (substrats, hauteurs, vitesses) mais aussi par une diminution importante de la continuité écologique. De plus, la présence de caches et de ripisylve est très faible. En résumé, le caractère homogène de ces deux affluents se traduit par une capacité écologique faible.

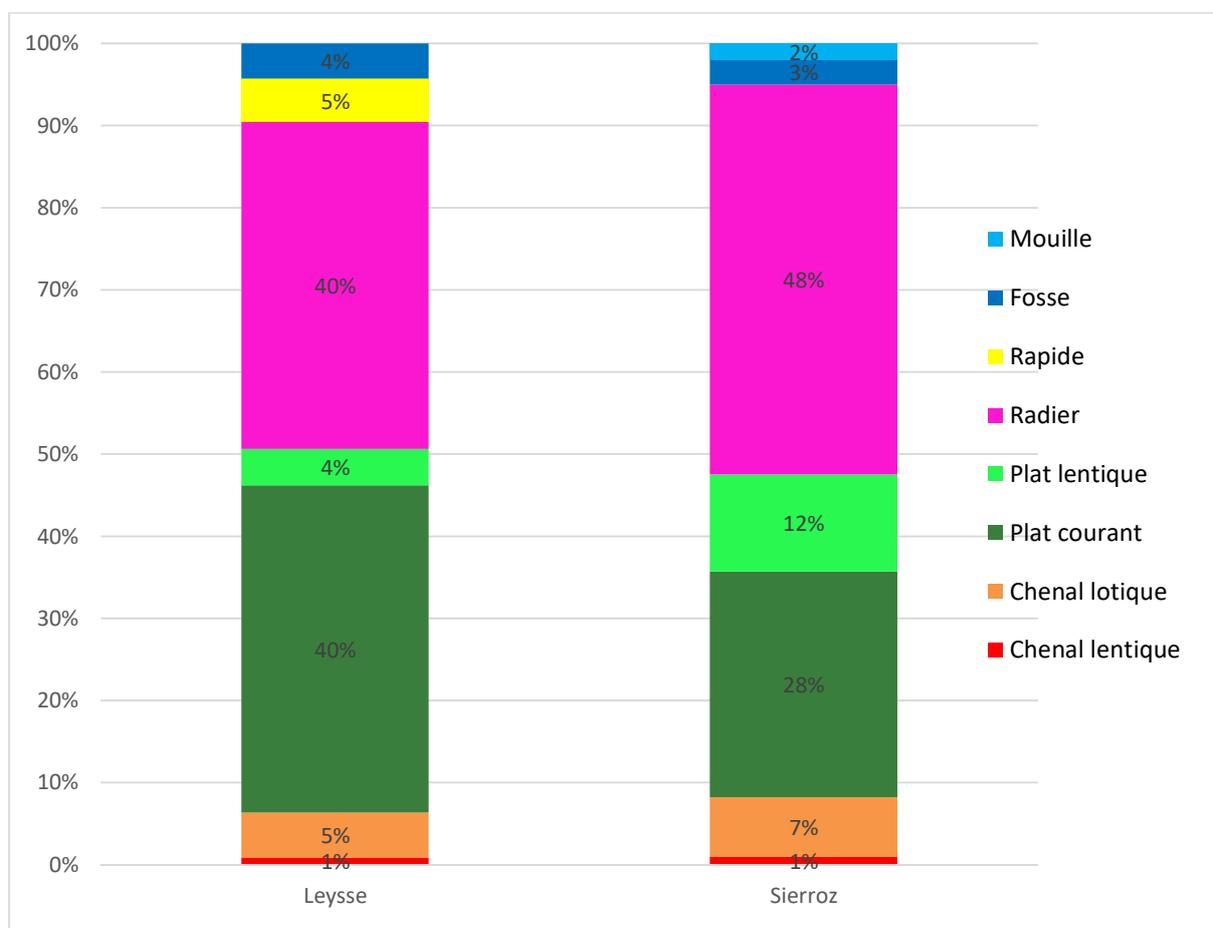


Figure 20 : Représentativité des différents faciès d'écoulement sur la Leysse et le Sierroz

Ces prospections ont été réalisées avant les travaux de renaturation et de restauration de la continuité écologique. Sur les secteurs concernés par les actions de renaturation de belles fosses et des chenaux se sont intercalés dans les long plats et radiers fortement représentés sur la Leysse et le Sierroz, entraînant une diversification des faciès, des écoulements et des habitats. La description physique des cours d'eau n'est donc pas à jour sur ces zones.

1.2. Les travaux réalisés et à venir

1.2.1 La Leysse et ses affluents

Depuis le premier contrat de bassin versant du lac du Bourget (2002-2009) de nombreux travaux ont été réalisés. Les objectifs visés sont d'ordre :

- Hydrauliques, en augmentant le gabarit hydraulique de la Leysse et permettre ainsi le passage de la crue centennale sur l'ensemble de son linéaire.
- Ecologique, en restaurant la continuité piscicole et les habitats aquatiques en lit mineur et en reconnectant des annexes aquatiques en lit majeur.

En 2006-07, les premiers travaux ont porté sur la confluence Leysse/Albanne :

- sur la Leysse le seuil du pont des Carmes a été supprimé et le seuil du pont de Serbie équipé d'une passe à poisson. En parallèle de nombreux travaux de renaturation ont vu le jour.
- sur l'Albanne le seuil au niveau de la patinoire de buisson rond a été détruit et sa partie aval jusqu'à sa confluence avec la Leysse complètement renaturée.

Les gains écologiques résultants de ces travaux sont de différents types :

- Diversification les écoulements et des habitats en réduisant les largeurs mouillées grâce à l'installation d'épis opposés en pincements latéraux (*Figure 21.a*) et de banquettes alternées (*Figure 21.b*). Ces éléments concentrent l'écoulement en fonction de l'orientation des épis ce qui entraîne une augmentation de la lame d'eau et par conséquent provoque la création d'un chenal lotique et de zones de dépôt (*Figure 21.c*).
- Création des zones attractives avec la présence de caches et d'abris au sein même des épis et des amas de blocs.
- Amélioration de la connectivité latérale et création de zones refuges pendant les crues en végétalisant les banquettes et les berges.
- Amélioration de la connectivité longitudinale (restauration de la continuité écologique) en effaçant les seuils (Pont des Carmes, *Figure 21.d*) ou en les équipant (Pont de Serbie, *Figure 25*).



Figure 21 : Photographies des aménagements sur la Leysse (a) avec des épis opposés, (b) des banquettes végétalisées, (c) la diversification des faciès et (d) l'ancien seuil du Pont des Carmes. (Photos : CISALB)

La végétation a repris très rapidement et durablement sa place donnant un tout autre aspect à la rivière (Figure 22). Aujourd'hui, la Leysse offre beaucoup plus d'habitat que précédemment ce qui la rend d'autant plus attractive pour la fraie de truite lacustre.



Figure 22 : Comparaison photographique avant/après les travaux de la Leysse (en haut) et de l'Albanne (en bas)(Source : Chambéry Métropole, 2016).

Après l'aménagement de la confluence Leysse-Albanne, toujours sous la maîtrise d'ouvrage de Chambéry métropole de nombreux autres chantiers de restauration ont été achevés.

En 2013, dans le centre-ville de Chambéry, la réouverture de 150 m de la Leysse du linéaire initialement couvert au niveau du palais de justice, a vraisemblablement eu des effets positifs sur la montaison des espèces comme la truite lacustre. En effet, en plus de créer une entrée de lumière importante au milieu d'un linéaire couvert de près d'un kilomètre, les travaux ont permis une diversification importante des habitats, des écoulements et plus généralement des faciès. Ce tronçon, à l'origine quasiment apiscicole, est aujourd'hui largement colonisé par les espèces présentes dans la Leysse et même exploité par la truite lacustre.

Depuis 2015, tout le tronçon entre le pont des Allobroges à Chambéry et l'aval du pont de l'A43, à la Motte Servolex a été complètement restauré :

- Effacement du seuil Vétrotex,
- Approfondissement du lit sur le secteur amont,
- Elargissement de nombreux tronçons à l'aval de la confluence avec l'Hyères redonnant un espace de divagation à la Leysse,
- Reconnexion d'annexes humides et création d'un nouveau lit méandriformes sur la partie aval du tronçon,
- Diversification des écoulements et des habitats grâce aux banquettes alternées, à la pose de blocs dans le lit mouillé et aux protections de berges par des techniques mixtes sur l'ensemble du linéaire (*figure 23 pendant les travaux, et 24 en phase de végétalisation après les travaux*),



Figure 23 : Exemple de travaux 250 m sous la confluence Leysse Hyères (Source Csalb)



Figure 24 : Végétalisation du secteur après les travaux

D'un lit homogène (plat courant tapissé de pierre galet sans abris), les travaux (élargissement de lit, concentration des écoulements grâce aux banquettes alternées, pose de blocs au milieu du lit au fond de la photo figure 23, végétalisation des berges) ont permis de diversifier les faciès des écoulements (profondeurs, vitesses) et les habitats. D'un plat courant homogène, sur 300 m, ce tronçon renferme aujourd'hui un plat courant, un radier, un chenal lotique, un radier/rapide et des zones lenticules propices à tous les compartiments biologiques. La granulométrie est variée et la végétalisation des berges et la pose importante de rochers permettent des zones de caches et d'abris indispensables aux espèces présentes.

En 2016-2017, un nouveau lit a été créé pour la Leysse en aval de l'A43 sur environ 850 m. La Leysse, sur ce secteur était initialement homogène caractérisé par un chenal unique. Ces aménagements visent à restaurer les habitats aquatiques en lit mineur mais aussi en lit majeur en reconnectant les annexes aquatiques et milieux humides.

En définitive, sur le long terme tous ces travaux sont bénéfiques pour la vie aquatique et favorise a priori le développement de la truite lacustre à tous ces stades de vie :

- Les travaux de restauration des habitats aquatiques génèrent une diversification des substrats, des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulements. Les techniques mixtes, associant végétalisation et enrochement, favorisent tous les compartiments aquatiques en apportant des supports variés pour les macro-invertébrés et les poissons, des zones d'abris et d'alimentation et augmentant la capacité d'accueil du milieu pour les alevins, juvéniles et adultes.
- L'élargissement de la largeur moyenne du lit, la reconnexion des annexes aquatiques et des milieux humides du lit majeur offrent pour la vie aquatique des nouvelles zones refuges notamment en période de crue, complètement absentes sur la basse Leysse avant les travaux.
- L'effacement des seuils existants améliore la continuité écologique et offre de nouvelles zones de recrutement potentielles pour la truite lacustre. Aujourd'hui, la Leysse est théoriquement accessible à la montaison jusqu'au seuil de la Martinière si l'on considère que celui à l'amont du pont de Serbie est franchissable. Toutefois, la passe à poissons de ce seuil,

semble très sélective voir non fonctionnelle au regard de l'absence de géniteurs ou de frayères observés à l'amont. Pourtant, depuis 2014, Chambéry Métropole entretient régulièrement l'entrée de la passe souvent obstruée par l'accumulation de feuilles contre la grille anti-flottants mise en place à l'entrée de la passe qui créait un bouchon étanche (Figure 25). Même entretenue, la fonctionnalité de cette passe reste donc à démontrer.



Figure 25 : Comparaison de la passe à poissons du pont de Serbie. A gauche la passe non entretenue et à droite la passe entretenue. (Source : CISALB, 2013)

A l'image des travaux réalisés au cours du premier contrat de bassin et du début du deuxième contrat de bassin, les zones renaturées sont largement exploitées par les géniteurs de truite lacustre. Les zones plus récemment restaurées doivent faire l'objet de suivis à plus long terme.

Des travaux, essentiellement sur les affluents de la Leysse, doivent encore être réalisés.

Sur l'Hyères, la remontée de la truite lacustre est possible jusqu'au seuil Opinel à l'entrée de Cognin. Sur la partie aval, la granulométrie est favorable à la reproduction de la truite avec l'existence de plusieurs centaines de mètres carrés de frayères potentielles exploitables. Il est prévu entre le pont d'Hyères et sa confluence avec la Leysse :

- Un effacement des seuils Vétrotex (ROE 42970) et Charrière neuve (ROE 54025),
- Un approfondissement moyen du fond du lit,
- Des protections de berges par des techniques mixtes,
- Des diversifications du lit mineur (banquettes alternés, enrochements).

1.2.2 Le Sierroz

Son linéaire de 19 km présentait dès l'aval de nombreux obstacles empêchant la remontée des espèces piscicoles en place. Les infranchissables se comptaient au nombre de 6 depuis sa confluence avec le lac jusqu'au barrage à l'entrée des gorges 3.6 km plus à l'amont (obstacle naturel) :

- Seuil Garibaldi : 600 m du lac ;
- Seuil SNCF : 750 m du lac ;
- Seuil Pont rouge : 1,5 km du lac ;
- Seuil La Fin : 1,7 km du lac ;
- Seuil des abattoirs : 2,5 km du lac ;
- Seuil chez Blanc, en amont de la RN 201 : 2,8 km du lac.

Un des objectifs principaux des opérations de renaturation a consisté à aménager ces seuils infranchissables pour ouvrir un nouveau linéaire colonisable pour la truite lacustre.

L'endiguement et la mise en place de seuils ayant fixé le lit du Sierroz sur ce secteur, les travaux ont également eu pour objectif d'améliorer la qualité physique médiocre du cours d'eau en diversifiant ses habitats et ses écoulements. En effet, les faciès de type mouille étaient quasiment absents hormis en aval immédiat des seuils (fosses de dissipation) et les écoulements étaient homogènes. De plus, la granulométrie était certes favorable à la reproduction de la truite lacustre mais le Sierroz aval n'offrait que très peu d'attractivité (sous berges, blocs, abris, racinaires...). La création de risbermes alternées végétalisées, la mise en place d'amas de blocs et la restauration de la végétation rivulaire visent justement à diversifier les habitats aquatiques et à améliorer l'attractivité du milieu pour permettre l'accomplissement de l'ensemble des phases du cycle biologique de la truite.

Les travaux ont été réalisés de l'aval vers l'amont par tranches successives. Ainsi, en 2007, la première tranche a consisté à aménager des passes à poissons sur les deux seuils plus en aval soit à Garibaldi et au pont SNCF ainsi que des opérations de diversification du lit et des berges.

Sur le seuil du Pont Garibaldi, le plan incliné était trop important et il existait un ressaut en pied de seuil. Pour le seuil du Pont SNCF, le seuil était trop haut et la fosse d'appel limitée. Les travaux ont donc consisté à restaurer la continuité écologique (*Figure 26*) en améliorant les « passes à poisson » existantes.



Figure 26 : Comparaison photographique avant/après les travaux du Sierroz (en haut 2007 et en bas 2014). A gauche le seuil du Pont Garibaldi et à droite le seuil du Pont SNCF. (Source : CISALB, 2007 et FSPPM, 2014)

En 2014, la suite des travaux a été entreprise avec l'effacement des trois seuils suivants : le Pont Rouge, La Fin et les abattoirs (*Figure 27*). Cette opération a ouvert un linéaire présentant de nombreuses zones exploitables pour la truite lacustre.

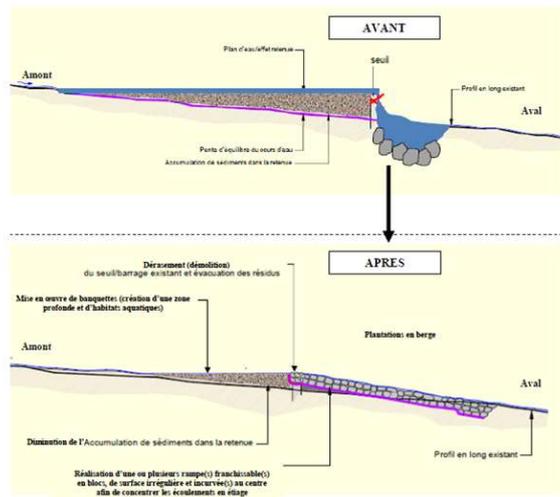


Figure 27 : Schéma des travaux réalisés sur les trois seuils à l'amont du Sierroz (Source : BIOTEC, FSPMA, 2013)

En définitive, l'arasement des seuils, couplé à la remise en fonction des passes à poissons, a permis de restaurer la continuité piscicole offrant aux salmonidés des zones de recrutement plus propices. Les suivis des géniteurs et des frayères démontrent largement l'efficacité et l'importance de ces travaux de restauration. La restauration de la continuité a permis de redynamiser le linéaire, en favorisant le bon déroulement du cycle biologique de la truite lacustre.

Aujourd'hui, le Sierroz est accessible à la montaison sur un linéaire de 2,8 km jusqu'au seuil de chez Blanc (Figure 28). Son aménagement permettrait d'ouvrir dans un premier temps un linéaire de 800 m avec de nombreuses zones favorables au recrutement de la truite lacustre.



Figure 28 : Photographie du seuil de Chez Blanc

1.2.3 Autres travaux favorables à la truite lacustre

Une vaste opération a permis de restaurer la continuité entre le lac et le Tillet via la redécouverte de l'ancien port à barques et d'offrir aux truites lacustres un nouveau lit méandrique abritant de nombreux habitats et zones favorables au recrutement.

La longueur du nouveau linéaire exploitable mesure environ 600 mètres.

2. Efficacité de la reproduction

2.1. Suivi des frayères

Entre 2012 et 2016, environ 50 frayères attribuées aux truites lacustres ont été recensées sur le bassin de la Leysse et du Sierroz. 34 ont fait l'objet de relevés (*annexe 10*) qui ont permis de déterminer les patchs préférentiels de ponte. Les localisations sont présentées en annexes 8 et 9. Elles intègrent les témoignages apportées par les pêcheurs après validation.

Les profondeurs d'eau des frayères sont comprises entre 10 et 55 cm. Ces observations sont cohérentes avec la bibliographie qui situe les zones de recrutement entre 20 et 40 cm de profondeur. Les mesures sont évidemment corrélées aux conditions hydrologiques entraînant des variations importantes en fonctions des débits présents lors des prospections.

La granulométrie choisie par les géniteurs est calibrée de 3 à 6 cm (petit galets) avec une dominance de gros galets (*figure 29*). Ce choix offre la perméabilité nécessaire à la circulation de l'eau qui approvisionne les œufs en oxygène.

Granulométrie (mm)	8/16	16/32	32/64	64/128
Nombre	2	3,5	21	4,5
%	6%	11%	68%	15%

Figure 29 : Représentation de la granulométrie utilisée par la truite lacustre

Les vitesses de courant mesurées sur le dôme de la frayère s'échelonnent entre 40 et 97 cm/s pour une moyenne de 67 cm/s. Ces valeurs dépendent des conditions hydrologiques.

Finalement, les faciès exploités sont essentiellement des plats courants, des radiers, des chenaux lotiques, et de manière plus marginale des fosses et des plats lenticules (*Figure 30*).

Ce graphique met en avant l'exploitation des faciès par rapport à leur proportion dans le cours d'eau. En effet, certains faciès tels que les radiers et les plats courants sont très fréquemment utilisés comme zones de frayères, à plus de 60%. Cela semble logique car ils sont très présents dans les deux affluents (80% et 75% respectivement sur la Leysse et le Sierroz).

A contrario, si l'on prend l'exemple des chenaux lotiques, ils sont exploités à hauteur de 32% sur le Sierroz et 9% sur la Leysse alors que ce faciès représente respectivement 7% et 5% des faciès d'écoulement de chaque affluent. Ces faciès restent donc une zone privilégiée pour la reproduction car ils constituent en général des zones d'accélération du courant limitant le colmatage et favorisant ainsi la circulation d'eau inter-gravellaire.

En général les truites préfèrent les queues de faciès et affectionnent particulièrement les bordures (*annexe 6*), mieux protégées en cas de montée importante des niveaux d'eau. Plus de 85 % des frayères ont été relevées sur les bordures.

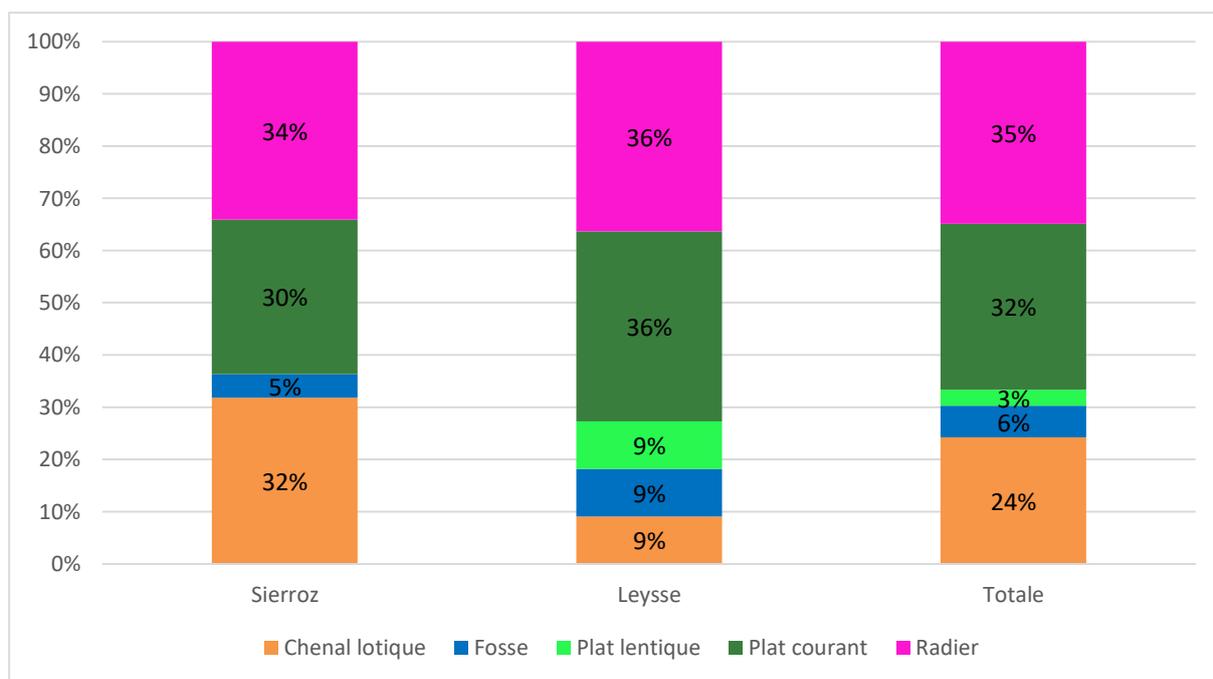


Figure 30 : Comparaison des faciès utilisés pour les frayères.

Au regard des difficultés de suivre les frayères en fonction des conditions hydrauliques (hauteurs d'eau, vitesses de courant), ce suivi n'est pas exhaustif. En effet, les zones de recrutement sont facilement « lissées » et deviennent rapidement invisibles en cas de montée des eaux, même peu importantes.

Toutefois, il est intéressant de retenir que :

- Les frayères contactées ces dernières années se situent majoritairement dans les zones renaturées.
- Les nouvelles zones exploitables sur le Sierroz, suite à la destruction des seuils, ont rapidement été colonisées.
- Dès sa reconnexion au lac le Tillet a été le lieu de reproduction de truites lacustres.
- Les queues de chenaux lotiques sont majoritairement exploitées.
- Les gros galets d'une granulométrie comprise entre 32 et 64 mm sont les plus appréciées.

Ces éléments confirment les bénéfices des travaux réalisés sur ces cours d'eau et justifient de continuer les efforts entrepris.

2.2. Exploitation hivernale des affluents par les géniteurs

Au total, 162 géniteurs, ayant une livrée lacustre, ont été marqués sur l'ensemble des campagnes (*Annexe 11*). Sur ces 162 truites 15 individus ont été capturés par les pêcheurs amateurs et professionnels soit plus de 9 % de l'effectif total. Ce pourcentage, élevé, n'est probablement pas représentatif de la réalité et donne déjà une idée de la fragilité de la population en place.

2.2.1 Quelques chiffres clefs

Ce suivi permet de répondre à certaines interrogations sur le comportement migratoire des géniteurs.

Sur les 162 individus identifiés, 31 géniteurs ont été recontactés par la suite. L'analyse de ces résultats montre tout d'abord que les poissons marqués sur le Sierroz sont systématiquement recontactés sur le Sierroz et dans la grande majorité des cas sur la même station d'une année sur l'autre. Les truites lacustres semblent donc avoir un comportement exclusif quant à l'affluent qu'elles exploitent. Une seule exception est cependant à noter : Deux géniteurs marqués sur le Sierroz ont été contactés quelques mois plus tard dans le Tillet suite aux travaux de reconnexion au lac. Des phénomènes de divagation peuvent parfois exister (Champigneulle & al., 1988), même s'il a été montré, dans le cas de plusieurs affluents Suisses du Léman, que les géniteurs à fraies multiples se reproduisent généralement dans le même affluent (Buttiker & Matthey, 1986).

Pendant l'hiver 2014-2015, après les travaux de restauration de la continuité écologique sur le Sierroz, seulement un individu a été contacté sur la station Garibaldi, un au niveau du seuil SNCF et aucun sur Pont rouge. A contrario 22 individus ont été contactés de part et d'autre de l'ancien seuil des abattoirs. Ce constat confirme l'efficacité et l'importance des travaux qui ont permis de redonner aux truites et aux autres espèces piscicoles de nouvelles zones favorables à leur recrutement.

Dès les pêches d'alevins réalisées à l'automne, au mois d'octobre, des géniteurs sont d'ores et déjà contactés. D'autres sont capturés dans les affluents du lac après l'ouverture de la pêche en première catégorie piscicole, le deuxième samedi du mois de mars. Mais il semblerait que la majorité des remontées des géniteurs se passe entre mi-novembre et mi-janvier. Ce constat corrobore les observations faites dans d'autres études sur les mouvements migratoires de la truite lacustre. Champigneulle et al. (1988), ont identifié l'activité maximale de fraie entre début décembre et début janvier sur le Redon, affluent du lac Léman.

Pendant le premier hiver de suivi (2012-2013) la multiplication des campagnes après chaque coup d'eau montre la remontée de nouveaux poissons à chaque opération. Le facteur « montée des eaux » semble être le paramètre essentiel qui déclenche les mouvements migratoires, montaison et dévalaison. Ce constat a déjà été souligné dans d'autres études (Baglinière & al., 1987 ; Champigneulle & al., 1988). En conséquence, les poissons capturés lors des précédentes campagnes sont minoritairement retrouvés. Deux hypothèses peuvent expliquer cette observation : soit ils ont échappé aux opérateurs soit ils sont redescendus. Pour le deuxième postulat cela tendrait à démontrer une durée courte de la présence des géniteurs dans l'affluent frayère. Dans d'autres cas, des géniteurs ont été contactés dans le Sierroz en début de saison hivernale et étaient encore présent en fin de saison hivernale. C'est le cas de TRL 1. Ce géniteur a été marqué à la campagne du 09/11/2012 à la station Garibaldi. Il a ensuite été recontacté sur la même station 4 mois plus tard. Entre temps, lors des deux campagnes intermédiaires, ce géniteur n'a pas été capturé. Là encore, soit il a échappé aux opérateurs soit cet individu est descendu au lac avant de remonter plus tardivement.

Une autre observation intéressante pendant l'hiver 2017-2018 vient appuyer ces tendances. Plusieurs témoignages vérifiés de présence de truites lacustres et de frayères autour du pont des Carmes à Chambéry ont été relevés après le coup d'eau du 11 décembre. Trois semaines plus tard, le 4 janvier 2018, une crue d'envergure a eu lieu. Quelques jours après ce phénomène de nombreux géniteurs sont remontés et ont creusé de nouvelles frayères dans le même secteur. Non seulement cette crue a déclenché une nouvelle remontée, mais, dans la mesure où elle a potentiellement engendré la destruction de certains nids, cet espacement dans le temps des pontes permet d'optimiser le taux de réussite du recrutement de l'espèce.

En l'état actuel du suivi, même si les pêches et les témoignages apportent de nombreuses informations, les données récoltées ne sont pas exhaustives et les observations constatées ne peuvent pas être certifiées sans un suivi continu des mouvements migratoires. A ce jour l'outil qui apparaît le plus pertinent pour confirmer ces hypothèses est l'installation d'antennes fixes dans le lit du cours d'eau.

2.2.2 Les antennes

La mise en place des antennes fixes sur le Sierroz devait justement apporter les éléments nécessaires pour répondre aux interrogations concernant le comportement migratoire de l'écotype lacustre de la truite.

Malheureusement, depuis son installation à l'automne 2015, la station de comptage n'a quasiment pas fonctionné en raison de nombreuses perturbations liées aux intempéries et aux caractéristiques intrasites à l'origine de dysfonctionnements réguliers du dispositif :

- A proximité de la station les faciès sont homogène avec une granulométrie de type « pierre galet », instable et donc sensible aux montées des eaux importantes. Pour fixer les antennes des blocs de 50 à 80 kilogrammes ont été apportées depuis l'amont du cours d'eau. De manière à renforcer le dispositif les antennes ont ensuite été accrochées à des colliers spittés dans la dalle présente en bordure. Malheureusement des crues importantes ont emporté l'installation à plusieurs reprises entraînant une absence d'enregistrement pendant l'hiver 2015-2016.
Pour pallier à ces problèmes, il a été décidé de fixer les antennes à l'aide de ferrailles enfoncées profondément dans le sol non sans conséquences. La présence de métal entraîne des interférences à l'origine d'une légère diminution du range de détection, de l'ordre de 1 à 2 cm.
- Le 3 janvier 2017, suite à des vents violents, un arbre, en tombant, détruit notre dispositif. Là encore, le suivi s'est arrêté à une période intéressante en termes de mouvements migratoires de la truite lacustre entraînant une perte de données importante.

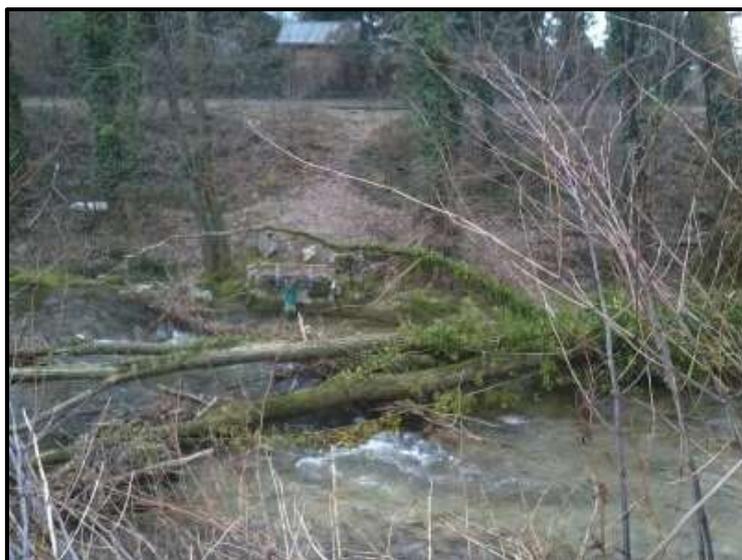


Figure 31 : Arbre en travers des antennes dans le Sierroz

- En mars 2017 la foudre s'est abattue sur le cabanon abritant le Boitier RFID incendiant les composants électriques et entraînant la perte totale de 3 mois de données entre les mois de janvier et de mars 2017.
- Depuis, de nombreuses interventions ont été nécessaires suite à des problèmes électriques et plus particulièrement des variations d'intensité dans l'alimentation électrique qui mettent en défaut nos boitiers. A ce jour, le problème n'a toujours pas été résolu. La possibilité d'installer une batterie tampon pour pallier à ces variations est à l'étude.

Les difficultés rencontrées montrent les limites de cette technologie notamment en milieu urbain. En effet, outre toutes ces complications, le passage, à proximité du site, de nombreux réseaux (gaz, électricité, téléphone) et de la voie ferrée génère un champ électromagnétique à l'origine de perturbations ayant une influence négative sur le range de détection. De plus il semblerait que durant l'hiver 2017-2018 le dispositif d'antenne au bord du cours d'eau ait été vandalisé.

Tous ces problèmes cumulés nous amène à réfléchir sur la possibilité de changer de site.

Sur le long terme cette méthode nous permettrait également de prolonger le suivi des géniteurs de truite lacustres en allégeant le programme de pêches électriques hivernales.

En résumé, en raison de tous ces dysfonctionnements et malgré une maintenance importante le dispositif d'antenne a fonctionné par intermittence et peu de poissons ont été détectés.

Au total seulement 6 poissons ont été contactés. Le détail des détections est présenté en annexe 12. Ce n'est malheureusement pas suffisant pour tirer des conclusions mais des observations semblent d'ores et déjà se confirmer :

- Les truites lacustres se déplacent quasiment exclusivement la nuit. Tous les poissons ont été détectés entre le soir et le lendemain matin tôt et majoritairement la nuit.
- La montaison semble étroitement liée aux phénomènes de montée des eaux.
- La dévalaison n'est pas forcément en corrélation avec des niveaux d'eau élevés.
- Des individus peuvent effectuer plusieurs migrations au cours de l'hiver.
- Les truites lacustres peuvent rester plusieurs mois dans l'affluent frayère.

Aux regards des faibles retours ces résultats sont justes des observations ponctuelles et sont loin de répondre à toutes les interrogations initiales. Quand se situe le pic de montaison ? Comment les géniteurs modulent leur dynamique de remontée en relation avec l'hydrologie et la température ? Réalisent-ils plusieurs remontées au cours de l'hiver ? Se reproduisent-ils chaque année ? Les truites lacustres migrent-elles à d'autres moments dans l'année (comme c'est le cas sur la Dranse, affluent du lac Léman) ? Remontent-elles toujours dans le même affluent ?...

La réponse à ces questions est indispensable pour mieux comprendre la dynamique fonctionnelle de l'espèce et derrière adapter des modes de gestion appropriés qui répondent au mieux aux objectifs de protection de la truite lacustre, espèce menacée sur le bassin versant du lac du Bourget.

3. Efficacité du repeuplement

Avant chaque alevinage quelques poissons sont prélevés et sacrifiés de manière à s'assurer du succès du marquage. La contribution des individus marqués est traduite en pourcentage.

3.1. Les alevins sauvages/domestiques

Un récapitulatif des pêches printanières et automnales est présenté en annexe 13.

3.1.1 Les pêches printanières

Dans la mesure du possible les suivis printaniers ont été réalisés avant les alevinages de manière à avoir une image réelle de la fonctionnalité du recrutement. Mise à part pour trois stations en 2012 (NVAN_240, LEYS_245, LEYS_270), ces contraintes ont toujours été respectées.

Le recrutement d'une station à l'autre et d'une année sur l'autre est très variable.

3.1.1.1. La Leysse et ses affluents.

Sur la Leysse le recrutement est fonctionnel chaque année. Les variations interannuelles ne sont pas significatives, mais les effectifs contactés sont globalement faibles.

Sur le Nant Varon et l'Hyères les variations interannuelles sont plus marquées avec une année particulièrement productive : 2011 (*figure 32*). Ce constat peut s'expliquer par l'hydrologie exceptionnelle de l'hiver 2010-2011. Après un coup d'eau relativement important début décembre, les niveaux d'eau sont restés stables et bas jusqu'à début juin, favorisant le développement des œufs jusqu'à l'émergence des alevins. L'augmentation des débits au début de l'hiver sont propices d'une part pour déclencher la montaison mais aussi pour « décolmater » le substrat avant la reproduction.

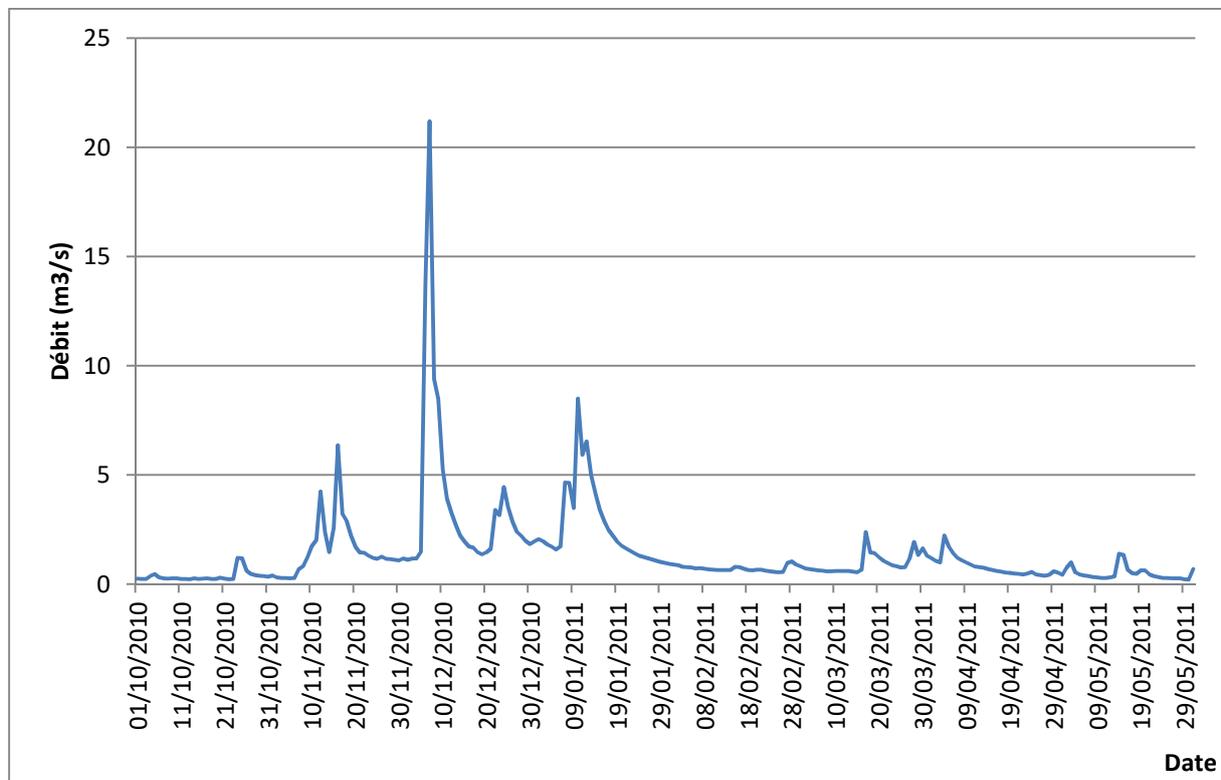


Figure 32 : Hydrologie sur le Sierroz pendant l'hiver 2010-2011 (évolution similaire sur la Leysse et sur les affluents du bassin versant)

Une autre hypothèse peut être l'absence de crues printanières avant les suivis pouvant être à l'origine de mortalité chez les émergents ou d'une dévalaison pour les alevins.

3.1.1.2. Le Sierroz

Entre 2010 et 2015, très peu d'alevins ont été contactés, lors des pêches de sondage excepté en 2011 où les conditions hydrologiques étaient particulièrement favorables (*figure 32*).

2015 est une année particulièrement intéressante dans la mesure où :

- des alevins ont été retrouvés sur toutes les stations,
- l'hiver 2014-2015 est le premier depuis les travaux de restauration de la continuité écologique. Or pour la première fois de nombreux alevins ont été contactés sur la station de « la fin » et au niveau des abattoirs où la majorité des géniteurs ont été observés. Ces observations justifient encore une fois les bienfaits des travaux engagés sur le Sierroz.

3.1.2 Les pêches automnales

En fonction des conditions hydrologiques le plan d'alevinage prévisionnel n'a pas toujours été respecté. Ces informations ont conditionné les pêches électriques de suivi automnal.

- En 2011, en raison de la sécheresse exceptionnelle du début d'été plus de deux tiers des alevins ont été déversés directement au lac. Pour ces raisons, le Leysse n'a pas fait l'objet d'un suivi automnal. Pour les mêmes raisons, et vu la très faible quantité d'alevins retrouvée, aucun prélèvement n'a été réalisé sur le Sierroz.
- En 2016, en raison des crues printanières très importantes plus de deux tiers des alevins ont été déversés directement aux confluences des affluents avec le lac. Aucun suivi automnal n'a donc été réalisé sur ces cours d'eau.

3.1.2.1. La Leysse et ses affluents

D'une manière générale peu d'alevins sont retrouvés à l'automne avec néanmoins des variations interannuelles relativement importantes. Au regard des pourcentages d'individus marqués, le recrutement naturel apparaît peu important avec une exception pour l'année 2012 difficile à expliquer.

3.1.2.2. Le Sierroz

Par rapport aux quantités d'alevins introduites au printemps, les retours à l'automne sont très faibles et là encore le recrutement naturel est peu important excepté en 2012.

3.1.3 Bilan

Il est tout d'abord intéressant de constater, au printemps ou à l'automne, la très faible quantité de poissons adultes capturés, mettant en avant la présence de facteurs limitants, naturels ou anthropiques, pour le développement des truites sédentaires d'écotype « rivières ». De plus, mise à part dans la partie connectée au lac, les espèces d'accompagnement sont quasiment inexistantes. Seules quelques loches et vairons viennent compléter le peuplement en place. Ces observations, constatées depuis plusieurs années, témoignent probablement de pressions récurrentes, comme les pollutions, qui ne permettent pas aux populations en place de se reconstituer. Dans les années à venir, cette piste est à approfondir.

Après cette parenthèse, le bilan du suivi des alevins est mauvais. Compte tenu de la faible quantité d'alevin retrouvé à l'automne le bilan a été réalisé à l'échelle des cours d'eau et non des stations. Le tableau ci-dessous résume par année le nombre d'alevins échantillonnés et le pourcentage d'individus issu du recrutement naturel.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Leysse	Nombre d'individu échantillonnés	136		64	26	39	
	Pourcentage de poissons marqués	88%		31%	88%	95%	
Sierroz	Nombre d'individu échantillonnés	107		15	25	10	19
	Pourcentage de poissons marqués	93%		53%	92%	100%	79%

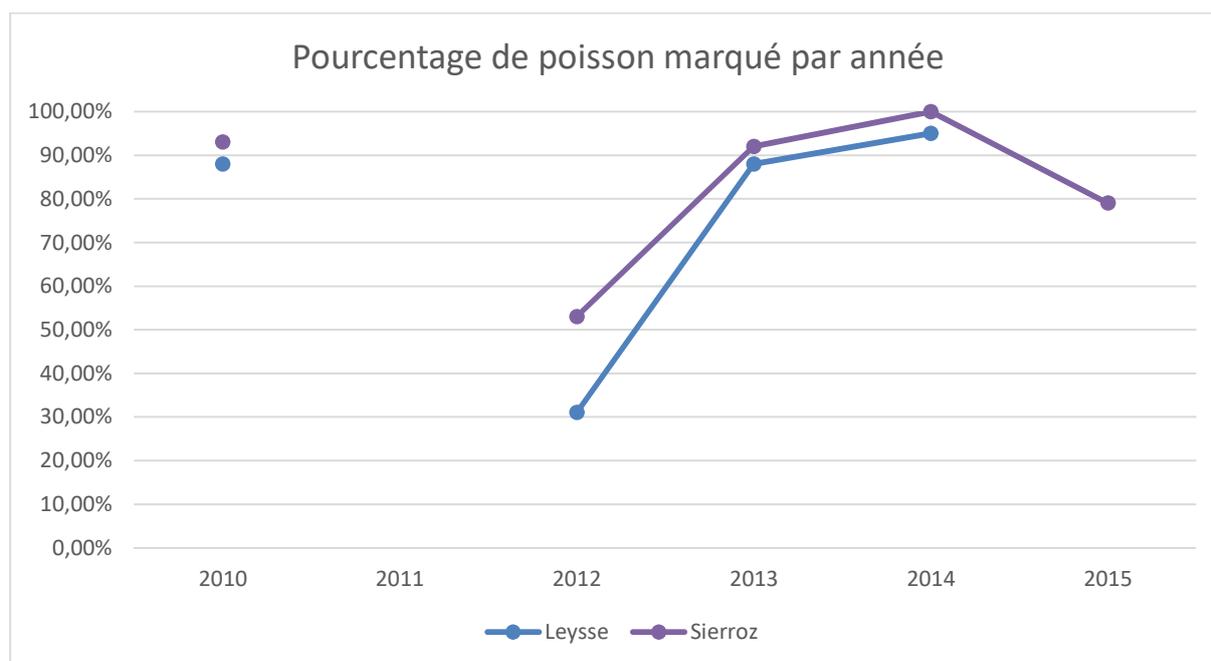


Figure 33 : Pourcentage de poissons issus de l'alevinage lors des suivis automnaux

Comme déjà évoqué précédemment, il apparaît que la contribution des alevins domestiques est très importante (excepté en 2012) sur les deux affluents du lac du Bourget.

Le graphique illustre une évolution similaire de la Leysse et du Sierroz pendant la période du suivi. En 2012, le recrutement naturel observé au printemps n'est pas particulièrement élevé. En conséquence, il est difficile d'expliquer cette particularité de l'année 2012. Une hypothèse aurait pu venir de problèmes liés aux marquages. Pourtant ils sont vérifiés chaque année sur un échantillon de poissons marqués. De plus, le suivi des captures par les pêcheurs (paragraphe 3.2, annexe 13), montre de nombreux individus marqués (donc provenant de l'alevinage) issus de la cohorte 2012.

Malgré tout, ces premières informations tendent à démontrer que la reproduction naturelle n'est pas efficace. Non seulement au printemps le nombre d'alevins est peu important mais, à l'automne, la présence d'alevins sauvages est marginale par rapport aux alevins domestiques.

Une multitude de facteurs biotiques et abiotiques peuvent impacter la reproduction jusqu'à l'émergence des alevins et leur survie.

Différentes hypothèses peuvent être énoncées :

- La médiocrité des zones de recrutement et de grossissement. Par l'étude des faciès et le suivi des frayères il a été mis en évidence une insuffisance des zones favorables au recrutement et une pauvreté des caches et des abris nécessaires au développement des alevins.
- Le repeuplement entraine de la compétition entre alevins sauvages et domestiques. Les alevins domestiques sont, en général, moins efficaces pour capturer des proies vivantes dans l'environnement naturel (Olla et al., 1998) et sont plus vulnérables face aux attaques des prédateurs en raison de leur manque d'expérience (Huntingford, 2004). Mais différentes études ont établi que ces alevins étaient généralement plus agressifs que les sauvages. Fleming et al. (2002) ont par ailleurs démontré que la sélection de poissons à forte croissance en pisciculture était corrélée avec des taux d'hormone de croissance plus forts, ce qui est directement lié au comportement agressif. Au final, l'issue des compétitions entre poissons sauvages et introduits est incertaine : les poissons sauvages sont généralement plus petits et moins agressifs que les poissons introduits, mais ils ont plus d'expérience locale et un avantage de « prior résidence » (Metcalfe et al., 2003). Même si le problème ne semble pas venir de ces hypothèses déjà observé dans d'autres études nous avons tout de même cherché à savoir si dans le cas du lac du Bourget ce phénomène pouvait amplifier les impacts sur le mauvais recrutement constaté. La comparaison des caractéristiques morphologiques entre poissons marqués et non marqués est réalisée à l'aide du test du Chi2, les échantillons étant inférieurs à 20. L'hypothèse avancée est la suivante : la population d'alevins sauvages des affluents du Bourget est plus petite que celle d'alevins domestiques. La présence d'individus issus de la reproduction naturelle (sauvage) étant très faible, seules les données des années 2010 et 2012 disposent de suffisamment d'individus pour être analysables ($n > 5$). Les résultats (Figure n°22 a et b, page suivante) indiquent que sur le Sierroz la taille moyenne des individus déversés est généralement plus faible ($P < 0,05$) que celle des individus du même âge issus du recrutement naturel. Sur le Sierroz, les individus non marqués sont en moyenne plus grands de 8mm en 2010 et de 22mm en 2012. La différence de taille entre les alevins marqués et non marqués n'est pas démontrée sur la Leyse ($P > 0,05$) (Figure n°22 a et b).

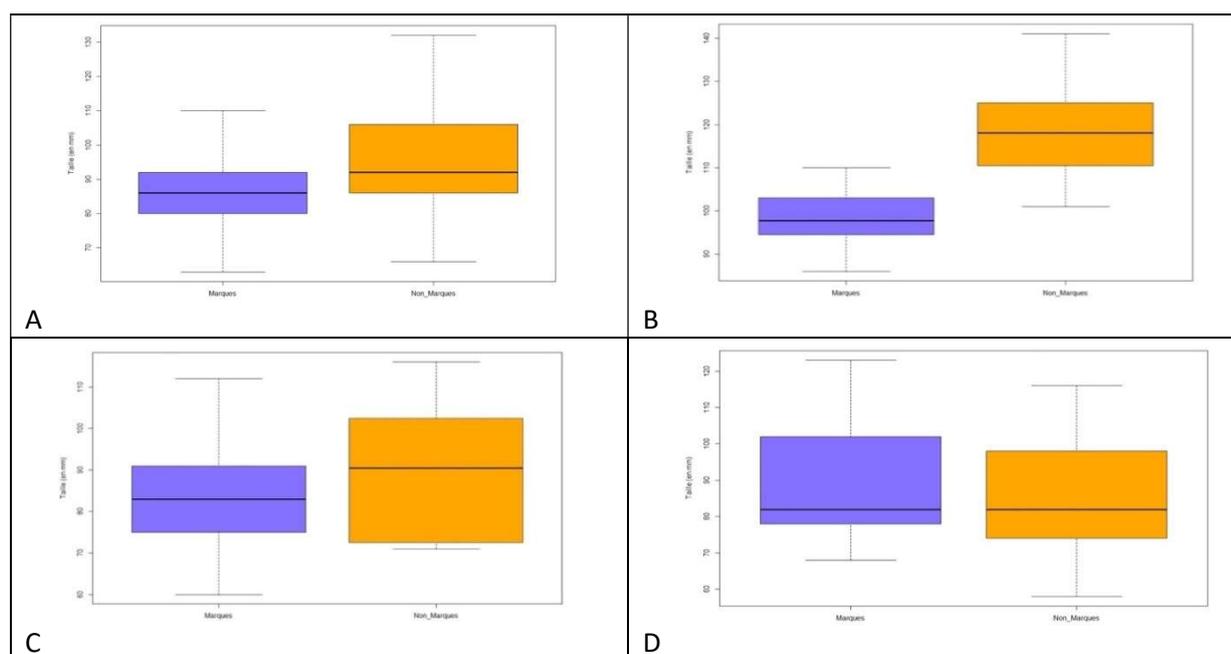


Figure 34 : Comparaison de la taille des alevins (0+) marqué/non marqué sur les affluents (a) sur le Sierroz en 2010, (b) sur le Sierroz en 2012, (c) sur la Leyse en 2010 et (d) sur la Leyse en 2012 (Source : suivi des otolites, FSPMA, 2016)

En définitive dans le cas de cette étude les alevins déversés n'ont pas l'avantage de la taille. La figure 22 met également en avant une variabilité des tailles supérieure chez les alevins naturels. Cette observation semble logique car ils sont issus de différentes frayères par conséquent des pontes effectuées à différents moments ce qui entraîne des décalages dans les dates d'émergence. Ajoutée à cette variation naturelle, la compétition alimentaire se met en place assez rapidement chez les alevins sauvages ce qui n'est pas le cas pour les alevins domestiques.

- Le choix des stations n'est pas représentatif de la réalité du cours d'eau. Les stations ont été choisies en rapport avec la localisation des frayères majoritairement relevée dans des radiers homogènes, pauvres en abris, qui ne semblent pas favorables au développement des alevins. Dans ce contexte, il est possible qu'après l'émergence les alevins se dispersent rapidement dans des zones plus abritées de la prédation et des phénomènes hydrologiques importants. De plus, naturellement, de nombreux travaux ont montré une dispersion importante des alevins dès l'émergence. Les alevins, au moment de la sortie des graviers, apprennent les mouvements de nage contre le courant d'eau et cet apprentissage, par un manque d'aptitude à la nage statique, entraîne un glissement de beaucoup d'entre eux vers l'aval (Héland, 1980). Ensuite, au moment de la mise en place de la hiérarchie, un autre type de dévalaison est décrit chez les alevins. Par le jeu des comportements agressifs les alevins dévalent jusqu'à la stabilisation territoriale (Mason et Chapman, 1965).
- Les alevins sauvages sont soumis à des conditions de vie plus rudes bien avant les alevins domestiques. En effet, les alevinages sont effectués à des stades avancés de leur développement et à une période où les paramètres physiques et hydrologiques sont stables et favorables. La crue de fonte des neiges est achevée, la production d'invertébrés et la température sont aussi favorables à la croissance. Les alevins domestiques sont donc moins sensibles, de par leur stade de développement, mais aussi moins soumis à des paramètres critiques qui pourraient impacter leur survie même si des crues ou des phénomènes « de surpopulation » doivent également favoriser leur dispersion.
- Les températures élevées l'été (voir paragraphe 4.1) peuvent également être à l'origine de mortalités importantes chez les alevins de salmonidés.

En définitive, en l'état du suivi et au regard des nombreuses incertitudes qui subsistent il n'est pas possible d'évaluer l'efficacité du repeuplement à travers l'étude des alevins.

3.2. Les adultes

Au total 151 têtes de truites lacustre nous ont été rapportées par les pêcheurs amateurs et professionnels. Suites aux analyses scalimétriques seules les individus, issues d'une cohorte supérieure ou égale à 2010 (1^{ère} année de marquage) ont été retenues, soit 129 (Annexe 14). Lorsque les écailles étaient régénérées et, en conséquence, l'âge indéterminé soit :

- L'individu était retenu pour le suivi s'il était marqué ou si aucun doute ne subsistait, de par sa taille, quant à son appartenance à une cohorte supérieure à 2010.
- L'individu était sorti du suivi lorsqu'il n'était pas marqué et qu'un doute sur l'âge de la truite existait.

En définitive, sur les 129 individus retenus, 62 sont marqués soit 48 %.

Le tableau suivant présente les résultats annuellement.

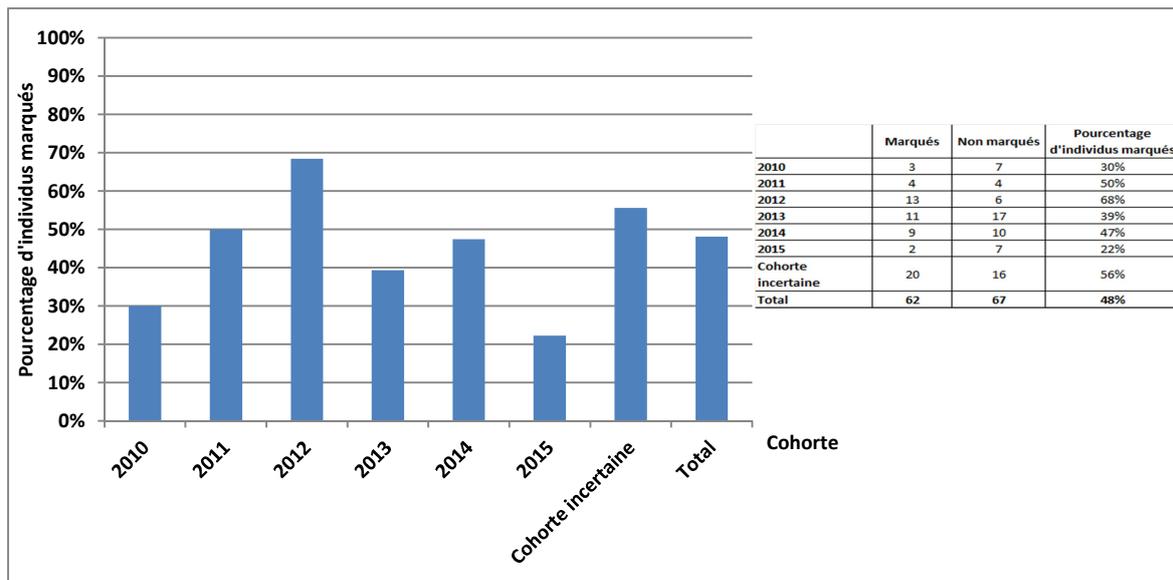


Figure 35 : Evolution des poissons adultes marqués en fonction des années

On constate des variations interannuelles importantes, avec le plus faible taux d'individus marqués constatés en 2015 (22 %). Ce constat est particulièrement intéressant dans la mesure où 2015 correspond à la première cohorte après la restauration de la continuité écologique du Sierroz. Ces résultats restent cependant à tempérer car l'échantillon issu de cette cohorte, seulement 9 individus, n'est pas important. Néanmoins ils confortent le fait que le recrutement sur le Sierroz l'hiver 2014 / 2015 était plutôt bon en comparaison des autres années. Il est important de souligner que le fait d'avoir seulement 9 poissons issus de cette cohorte n'est pas synonyme de mauvaise année de reproduction. C'est simplement qu'ils correspondent au maximum à des individus de 2 ans. N'étant pas encore à la taille réglementaire ces truites sont majoritairement des poissons qui se sont maillées accidentellement dans des filets sur le lac du Bourget.

Etrangement, la cohorte 2012 est celle qui présente le plus fort taux d'individus marqués (près de 70 %). Or le suivi automnal des alevins désignait l'année 2012 comme la plus favorable pour le recrutement naturel. Ces résultats contradictoires confortent toutes les incertitudes mises en avant sur le suivi des alevins. D'ailleurs les autres années ne sont pas non plus représentatives des résultats observés dans le suivi des alevins. Compte tenu du caractère aléatoire pour la capture des truites par les pêcheurs amateurs et professionnels, le suivi des adultes est probablement bien plus représentatif de la réalité que le suivi des alevins qui, comme évoqué précédemment, présente de nombreux facteurs à l'origine d'incertitudes sur les résultats.

Plus généralement, le pourcentage total de 48 % d'individus marqués met d'abord en avant l'existence d'un recrutement naturel de l'espèce sur le bassin versant du lac du Bourget. D'un autre côté, ce pourcentage élevé, témoigne de l'importante contribution des alevins déversés sur le stock de truites lacustres du lac du Bourget. Ce constat confirme la fragilité de la population en place et tend, pour le moment, à se positionner pour continuer les efforts de soutien de population en place depuis plus de 10 ans.

4. Acquisition de données

4.1. Le suivi thermique

Les résultats du suivi thermique sont présentés en annexe 15

L'absence de données sur le Sierroz en 2010 et après 2012 et sur la Leysse entre 2013 et 2015 est liée à des dysfonctionnements des sondes, des problèmes d'exondation prolongée ou des phénomènes de hautes eaux à l'origine de la perte du dispositif de sonde.

A l'image des variations climatiques, on constate des disparités interannuelles relativement importantes. Toutefois, les deux affluents évoluent de manière identique. Pendant la durée du suivi :

- Les températures sont comprises entre 0°C et 25°C. Plus de 90% du temps, elles se situent dans l'intervalle de préférendum thermique de la truite compris entre 4 et 19°C.
- Les températures ne dépassent jamais les limites sub-létales pour les juvéniles et les adultes.
- Les températures peuvent passer sous les 1.5°C pendant les périodes de grand froid. C'est le cas de l'hiver 2012 où la température est restée autour de 0°C pendant près de 2 semaines dans le Sierroz. Ces valeurs extrêmes sont probablement fatales. Les températures moyennes journalières de 1,5°C et de 15°C peuvent être considérées comme des valeurs limites à partir desquelles le taux de survie embryo-larvaire est fortement affecté (Dumoutier et al., 2010). C'est d'ailleurs ce qui pourrait expliquer le faible taux d'individus issu du recrutement naturel mis en avant dans le paragraphe précédent chez les adultes provenant de la cohorte 2012.
- Les conditions thermiques sont réunies pour le développement de la MRP avec de longues périodes où les températures sont supérieures à 15°C. Une analyse macroscopique réalisée par l'INRA sur les alevins récupérés en 2010 et en 2012 a permis de déceler sur certains de ces individus (*figure 36*) les symptômes de la MRP : un fort gonflement des reins qui deviennent noduleux et parsemés de tâches grises, renflement du ventre, branchies claires. Toutefois ces symptômes peuvent également être provoqués par une multitude de facteurs affectant la santé des poissons. Ce diagnostic doit donc être confirmé par des tests spécifiques en laboratoires agréé.

	2010	2012
Leyse	21%	21%
Sierroz	8%	33%

Figure 36 : Taux d'alevins ayant les symptômes de la MRP

4.2. Le suivi scalimétrique

Au total, les écailles de près de 400 individus ont été montées. Les résultats bruts sont présentés en annexe 17.

4.2.1 Etude de la croissance

Pour l'étude de la croissance des truites du lac du Bourget 175 individus ont été retenus. De manière à limiter les disparités importantes de tailles, seules les individus capturés entre les mois d'octobre à mars, période de croissance ralentie, ont été considérés. Ensuite, les écailles régénérées, illisibles et celles dont un doute subsistait après lecture de l'âge n'ont pas été prises en comptes. Enfin, les poissons qui n'avaient qu'une croissance « rivière » ont également été sortis du jeu de données pour ne pas risquer d'intégrer des truites sédentaires dans l'analyse finale.

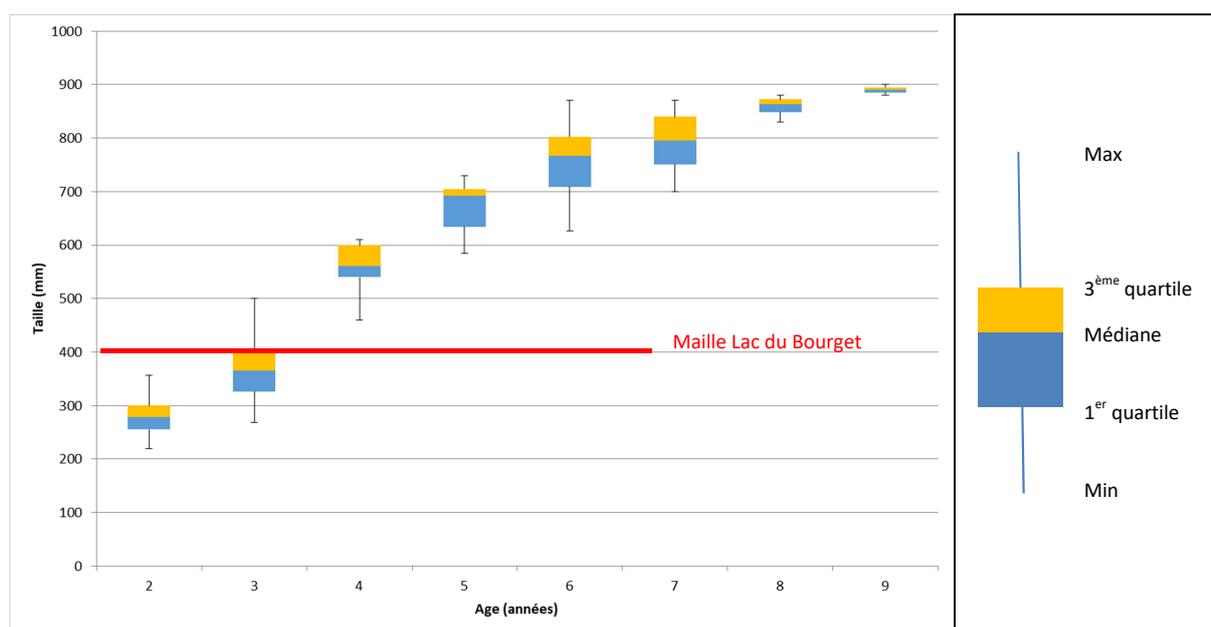


Figure 37 : Courbe de croissance des truites lacustres du lac du Bourget.

La figure 37 met en avant une croissance très importante des truites lacustres jusqu'à l'âge de 6 ans. La croissance ralentie ensuite fortement au profit du poids (figure 38). Logiquement, il existe des variations importantes de poids chez les femelles en fonction qu'elles aient pondues ou pas.

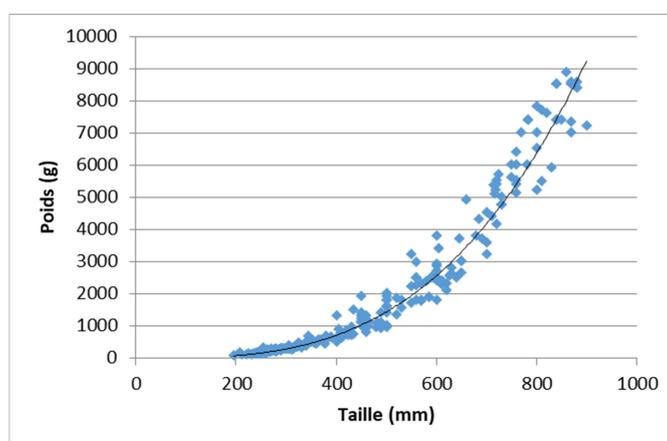


Figure 38 : Evolution taille / poids des truites lacustres

Les disparités de croissance entre les différents individus sont accentuées par de nombreux facteurs :

- la date de capture du poisson. Même si la croissance est ralentie en hiver, la taille évolue entre le mois d'octobre et le mois de mars. Une estimation de la taille des individus, à un instant t , par rétrocalcul permettrait limiter ces écarts. Cette méthode consiste à modéliser la croissance des poissons en fonction de mesures faites sur les écailles. Une fois le modèle retenu, la taille de chaque poisson peut être rétrocalculée pour chacun de ses âges antérieurs à celui de sa capture.
- la durée de la phase rivière. La première dévalaison en lac se fait après un séjour de 0 à 3 ans en rivière influençant fortement la croissance des individus. La courbe pourrait être affinée en distinguant les poissons en fonction du nombre d'années passées en rivière. La figure suivante, issue d'une étude sur le lac Léman, illustre très bien les différences de croissance suivant les différents cas de figure.

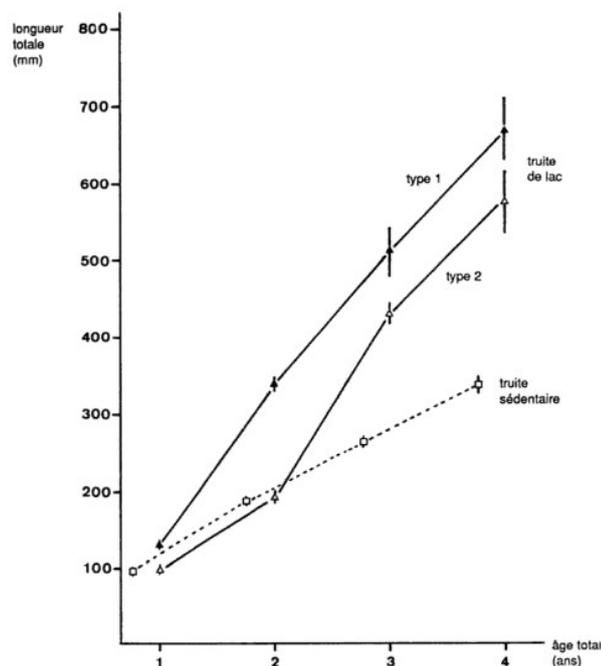


Figure 39 : Evolution des croissances entre truites sédentaires et truites de lac capturées dans le Redon, affluent du lac léman. Longueurs rétrocalculées en considérant le nombre d'années de croissance en rivière (d'après Champigneulle et al., 1988)

Pour les individus âgés, capturés à plusieurs reprises, et dont l'âge était connu il a été mis en évidence une grande difficulté de lecture des écailles. En effet, les croissances annuelles très faibles à partir de 7 ou 8 ans sont à peine perceptibles sur les écailles. Des âges sous-estimés pour les individus les plus vieux sont très probables. Les plus gros individus n'ont donc pas toujours été considérés.

4.2.2 Age et gestion

A travers l'étude de la croissance des truites lacustres nous avons cherché à savoir si les mesures de gestion en vigueur protègent efficacement la truite lacustre.

4.2.2.1. En lac

Sur le lac, deux catégories de pêcheurs sont amenées à pêcher la truite lacustre : les pêcheurs professionnels et les pêcheurs amateurs, essentiellement à la traine.

Depuis quelques années, la maille de la truite est passée à 40 cm au lac du Bourget.

Rappelons que la maturité sexuelle est de 3 ans (rarement 4) pour les femelles et varie de 2 à 3 ans pour les mâles. Dans ce contexte, au regard de la courbe de croissance (*figure 37*), la maille de 40 cm semble protéger une très grande majorité des géniteurs. Quelques exceptions peuvent subsister pour les femelles ayant une maturité tardive ou les individus ayant des croissances exceptionnelles.

Concernant le détail des captures nous nous intéresseront seulement aux captures des pêcheurs professionnels (*figure 40*).

En effet, si les pêcheurs amateurs doivent relâcher le poisson s'il ne fait pas la maille, il est souvent trop tard pour les poissons pris dans les filets des pêcheurs professionnels.

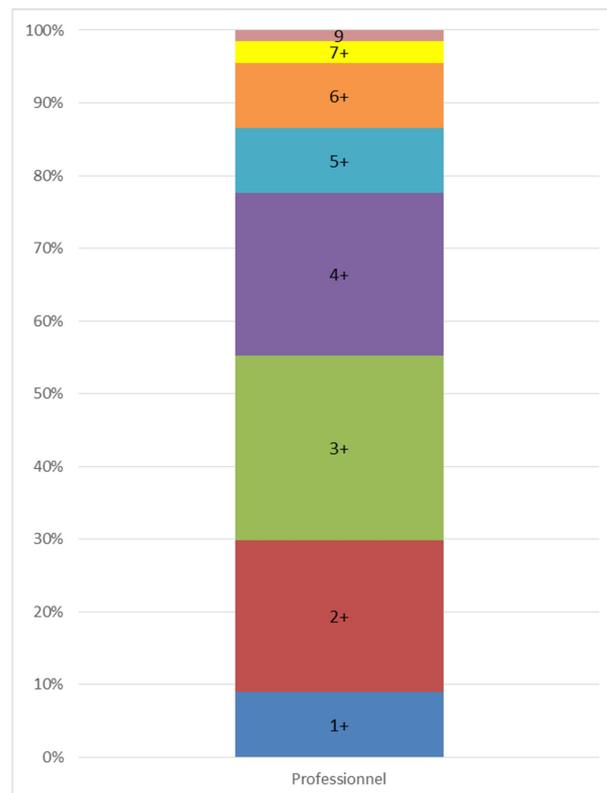


Figure 40 : Âges exploités par les pêcheurs professionnels

Les résultats présentés sur ce graphique ne sont pas exhaustifs, ils ont simplement un caractère informatif. Pendant la durée du suivi nous avons eu 67 retours des pêcheurs professionnels.

Des poissons de tous âges ont été capturés, avec une majorité (68%) pour les individus âgés de plus de 2 ans (2+) jusqu'à plus de 4 ans (3+ et 4+).

Sur ces 67 individus 9 % (1 +) ne se sont pas reproduit avec certitude et 28 % n'étaient pas encore maillé.

Même si la pression, par les pêcheurs professionnels, sur les stocks de truites lacustres existe, les captures de jeunes individus restent donc minoritaires.

4.2.2.2. En rivière

Jusqu'en 2018 la maille de la truite sur la Lysse et le Sierroz était de 23 cm. Depuis le 1^{er} janvier 2018 elle est toujours à 23 cm sur le Sierroz mais est passée sur la Lysse :

- A 30 cm en dessous de sa confluence avec le Nant Varon (domaine public fluvial),
- A 25 cm au-dessus de sa confluence avec le Nant Varon,

Quel qu'elles soient, ces mailles ne protègent pas ou peu le recrutement de l'espèce. Les individus remontant précocement dans les affluents pour se reproduire ou ceux qui stabledent longtemps après le recrutement sont donc particulièrement vulnérable à la pression halieutique.

De plus, des études sur la Dranse en 1999 ont mis en évidence des remontées passagères importantes de truites lacustres pendant la saison estivale. Si le comportement des truites lacustres est similaire sur le bassin versant du lac du Bourget, associée aux mailles non adaptées aux truites lacustres dans la Lysse et le Sierroz, il est possible que la pêche amateur impacte les populations truites lacustres présentes sur ces affluents. N'ayant que peu de retours sur les captures dans ces cours d'eau, ce ne sont que des hypothèses.

Une étude réalisée sur le Redon (Champigneulle et al., 2003), affluent du lac Léman, montre sur les zones ouvertes à la pêche, colonisées par la truite lacustre, un effondrement de la densité de la population automnale en place pour les stades 1+ et supérieurs à 1+. Les résultats suggèrent que la pêche pourrait constituer un facteur de disparition important de la truite lacustre à prendre en compte.

Afin de s'affranchir de ces pressions potentielles et de mieux protéger les géniteurs tout au long de l'année, les gestionnaires locaux de la pêche et de la protection du milieu aquatique (l'AAPPMA des pêcheurs chambériens et l'AAPPMA d'Aix les bains Grand lac) ont décidé de placer la basse Lysse et le bas Sierroz, dans les secteurs accessibles à la truite lacustre, en no kill intégral (figure 41). Ce terme désigne une pratique de pêche qui consiste à relâcher obligatoirement le poisson capturé.

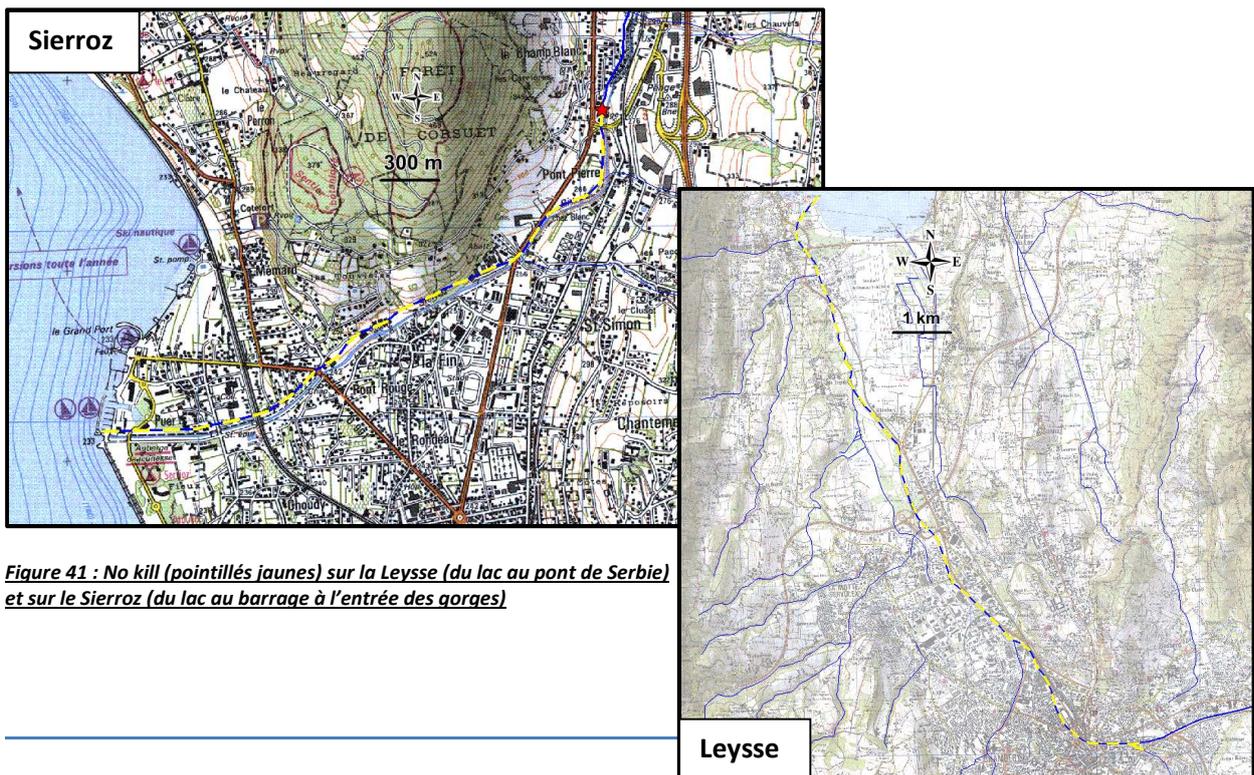


Figure 41 : No kill (pointillés jaunes) sur la Lysse (du lac au pont de Serbie) et sur le Sierroz (du lac au barrage à l'entrée des gorges)

4.3. Le suivi génétique

Les résultats globaux sont présentés en annexe 18.

Au totale ce sont 157 individus qui ont été analysés. Comme pressenti, au regard de l'état menacé de la population et de l'origine essentiellement lémanique des alevinages, les truites lacustres du lac du Bourget sont largement de souche atlantique (*figure 42*).

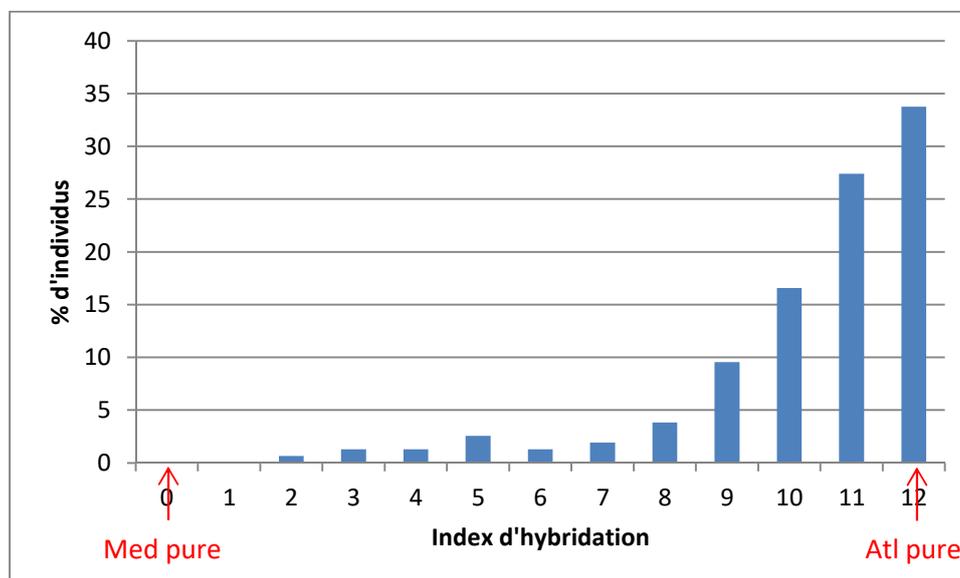


Figure 42 : Indice d'hybridation des truites lacustres

34 % des individus analysés sont de souche atlantique pure et 60 % sont fortement introgressés. Cette observation confirme le caractère menacé de la population en place et de l'importante contribution des déversements dans le renouvellement des stocks de truites lacustres au lac du Bourget.

Compte tenu de l'exploitation quasiment exclusive des affluents, il n'est pas impossible que dans le Rigolet, au Nord du lac ou encore d'autres petits ruisseaux, affluents du lac du Bourget, potentiellement fréquentés par les truites lacustres, il subsiste des populations relictuelles de truites lacustres de souche méditerranéenne.

Conclusion

Espèce emblématique du lac du Bourget, l'effondrement des captures de truites lacustres par les pêcheurs amateurs et professionnels nous a amené à mettre en place ce suivi. Suivre une espèce qui partage son cycle de vie entre lac et rivière impose de mettre en place un protocole complexe qui ne néglige pas une phase de son cycle biologique : La reproduction et le développement des alevins en rivière et la croissance essentiellement en lac. Les trois grands axes de réflexion qui constituent ce suivi, l'efficacité des opérations de renaturation, l'efficacité de la reproduction et enfin l'efficacité du repeuplement, répondent justement à ces exigences.

Le suivi des opérations de restauration met nettement en avant l'importance des travaux qui ont été réalisés. Les nouveaux linéaires ouverts, grâce à l'équipement ou aux dérasements des seuils existants, sont aujourd'hui très majoritairement exploités. La continuité écologique a été restaurée sur 2.8 km sur le Sierroz (jusqu'au seuil chez Blanc) et sur environ 13 km sur la Leysse (jusqu'au seuil à l'amont du pont de Serbie).

En parallèle, les opérations de renaturation ont permis de pallier aux problèmes d'homogénéité des affluents par une diversification des habitats et des écoulements et plus généralement des faciès. Aujourd'hui ces secteurs, plus attractifs, constituent les zones préférentiellement exploitées par la truite lacustre.

Si la truite lacustre trouve de plus en plus les caractéristiques nécessaires (granulométrie, hauteurs d'eau, vitesse de courant) à son recrutement de nombreuses zones d'ombres persistent quant à son comportement migratoire notamment à cause des dysfonctionnements conséquents rencontrés sur l'antenne installée dans le Sierroz.

Concernant l'efficacité des repeuplements l'étude a montré les nombreuses lacunes relatives au suivi des alevins. Il montre l'existence d'une reproduction naturelle effective mais ne permet pas de mesurer sa fonctionnalité ou sa contribution au renouvellement des stocks de truites lacustres du lac du Bourget. Le suivi des adultes, plus représentatif de la réalité, met en avant une variation interannuelle importante de la reproduction naturelle avec, globalement, une part importante (près de 50%) des truites issues du repeuplement dans les effectifs capturés par les pêcheurs. La cohorte 2015, dernière étudiée, est celle qui présente le plus fort taux d'individus issus de la reproduction naturelle. Est-ce le début d'une amélioration de la fonctionnalité du recrutement naturel de la truite lacustre ?

S'il est trop tôt pour le dire cette étude répond aux objectifs et montre l'importance de continuer les efforts entrepris pour renaturer les systèmes aquatiques et restaurer la continuité écologique des affluents du lac du Bourget. Les bienfaits générés par ces actions sont démontrés. Toutefois il est encore trop tôt pour savoir si ces améliorations suffisent à reconstituer une population viable de truites lacustres dans le lac du Bourget.

La poursuite de l'étude semble donc particulièrement justifiée pour suivre l'évolution des stocks à travers les captures des pêcheurs amateurs et professionnels. Compte tenu de la part importante des poissons issus de l'alevinage il semble également judicieux de poursuivre les déversements en continuant de suivre la proportion d'individus issus de la reproduction naturelle par rapport à ceux

issus de l'alevinage. Cette évolution constitue un indicateur fiable de l'efficacité des travaux de restauration des travaux.

Ensuite, dans le but de mieux comprendre les mouvements migratoires de l'espèce et en fonction d'adopter des modes de gestion appropriés, il apparaît important d'étudier la faisabilité d'installer de nouvelles antennes sur le Sierroz et ainsi répondre aux interrogations qui subsistent sur le comportement de la truite lacustre.

Enfin, essayer de répondre aux nouvelles problématiques mis en avant par cette étude comme « vérifier concrètement le développement de la MRP chez les juvéniles de truite », « comprendre pourquoi le peuplement ne se reconstitue pas sur le bas Sierroz » pourrait s'avérer déterminant quant à l'évolution des stocks de truites lacustres sur le lac du Bourget.

De nombreuses autres pistes ont été étudiées sur les grands lacs alpins voisins (Annecy, Léman) abritant des truites d'écotypes lacustres : Les pollutions par les métaux lourds, la prédation essentiellement de la perche et du brochet, les effets du changement climatique à l'origine de crues de plus en plus importantes en hiver... sont autant d'éléments susceptibles d'aggraver l'état des populations de truites lacustres. Compte tenu de toutes les pistes restant encore à étudier la mise en place de groupes de réflexion ou d'un programme interlacs (Annecy-Bourget-Léman) pourrait faciliter la réalisation de tels suivis, en général lourds et difficiles à mettre en place.

Bibliographie

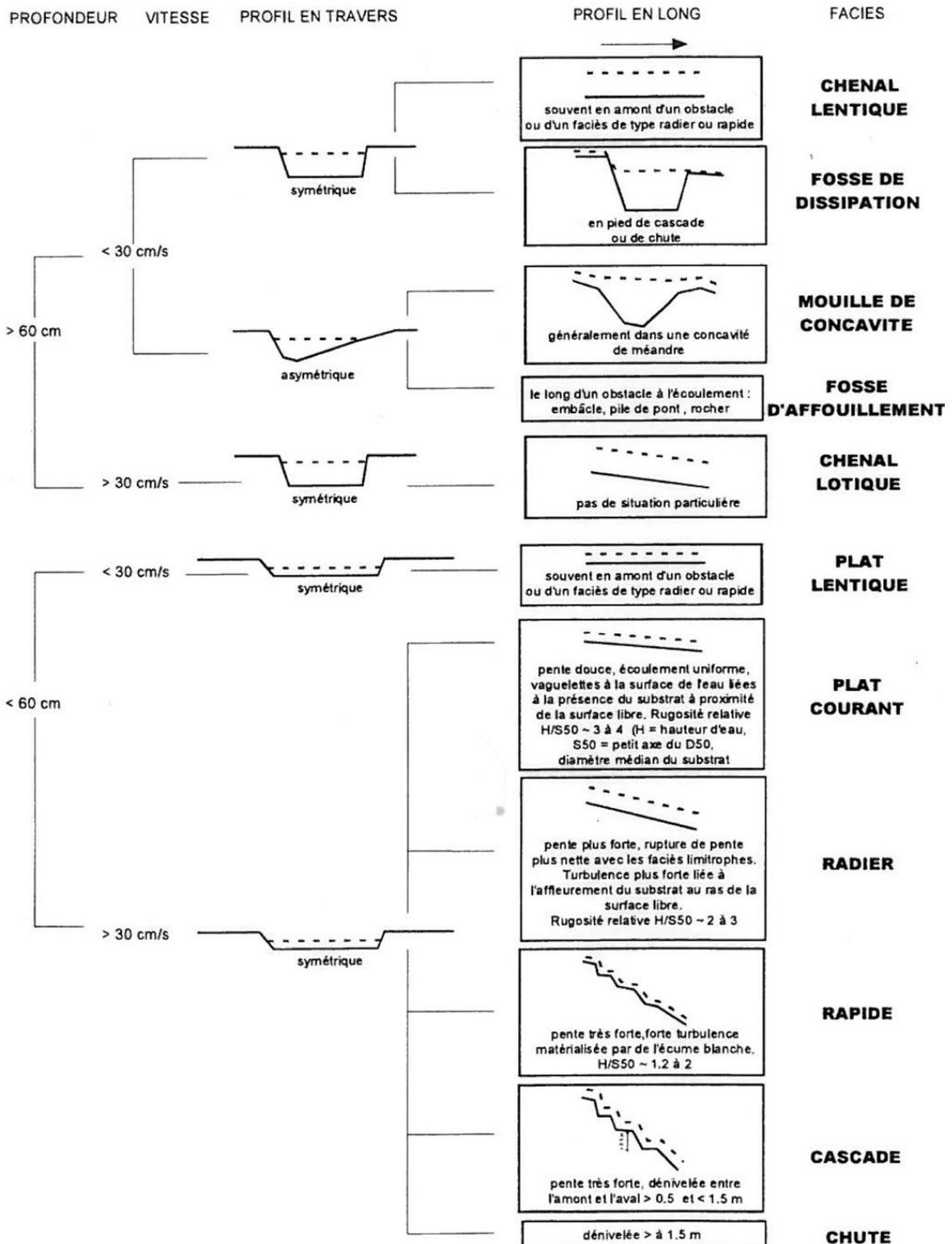
- Baglinière J.L., Champigneulle A., Nihouarn A., (1979). La fraie du saumon atlantique (*Salmo salar*) et de la truite commune (*Salmo trutta L.*) sur le bassin du Scorff. *Cybum*, 3 (7), 75-96.
- Baglinière J.L., Maisse G., Lebaill P.Y., Prevost E., 1987. Dynamique de la population de truite commune (*Salmo trutta L.*) d'un ruisseau breton (France) : les géniteurs migrants. *Acta Oecologica Oecol. Applic.*, 8 : 201-215.
- Bruslé J. & Quignard J-P. (2001). *Biologie des poissons d'eaux douces européens*. Technique et Documentation, Londres Paris, 740p.
- Bruslé J. & Quignard J-P. (2013). *Biologie des poissons d'eaux douces européens*. 2^{ème} édition, 740p.
- Büttiker, B., et Matthey, G. (1986). Migration de la truite lacustre (*Salmo trutta lacustris L.*) dans le Léman et ses affluents. *Schweiz. Z. Hydrol.* 48, 153–160.
- Cachera S. (2009). Plan de gestion piscicole du lac du Bourget, « écotype lacustre ».
- Caudron A. & Champigneulle A., (2006). Technique de fluoromarquage en masse à grande échelle des otolithes d'alevins vésiculés de truite commune (*Salmo trutta L.*) à l'aide de l'Alizarine red S. *Cybum*, 30(1), 65-72.
- Caudron A (2008) Etude disciplinaire des populations de truite commune (*Salmo trutta L.*) des torrents hauts savoyards soumis à repeuplements : diversité intra-spécifique, évaluation de pratiques de gestion et ingénierie de la conservation de populations natives. Thèse, 181 pages + annexes
- Caudron A., (2010) Suivi annuel de la migration des géniteurs de truite lacustre au piège de Vongy sur la basse Dranse. Rapport FSPMA 74, Haute Savoie.
- Caudron A., Harrang E., Guyomard R (2016). Etude des populations de truites du versant méditerranéen sur les départements de la Loire, du Rhône, de l'Isère et de la Savoie, programme interdépartemental de recherche collaborative, p45.
- Champigneulle A, Melhaoui M, Maisse G, Baglinière J.L, Gillet C, Gerdeaux D (1988). Premières observations sur la truite (*Salmo Trutta L.*) dans le Redon, un petit affluent frayère du lac Léman. *Bulletin France pêche pisciculture*, 310 : 59-76.
- Champigneulle A, Melhaoui M, Gillet C, Caudron A (2003). Repeuplements en alevins nourris et démographie de la population de truite (*Salmo Trutta L.*) dans le Redon, un affluent du lac Léman interrompu par un obstacle. *Bulletin France pêche pisciculture*, 369 : 17-40.
- Champigneulle A, Caudron A (2013). Projet franco-suisse "Truite-Ombre-Corégone au Léman". Rapport final. 109 pages.
- Dumoutier Q., Vigier L. et Caudron A. 2010. Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles, MACMASalmo1.0. Rapport SHL293.2010 / FDP74.10/03 disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=5.
- FIBER, Bureau Suisse de conseil pour la pêche, (2006), Information sur la maladie rénale proliférative (MRP), Etat des connaissances,
- Fleming I.A. & Petersson E, (2001). The ability of released, hatchery salmonids to breed and contribute to the natural productivity of wild populations. *Journal of Freshwater Research*, p75

- Gerdeaux, D., Anneville, O., & Hefti, D. (2006). Fishery changes during re-oligotrophication in 11 peri-alpine Swiss and French lakes over the past 30 years. *Acta oecologica*, 30(2), 161- 167.
- Héland M., (1980) La dévalaison des alevins de truite commune *Salmo trutta* L. I. Caractérisation en milieu artificiel. *Ann. Limnol.*, 16 (3), 233-245
- Héland, M., (1991). Organisation sociale et territorialité chez la truite commune immature au cours de l'ontogenèse. *La Truite : Biologie et Ecologie*, INRA Editions, Paris, 121-149
- Huntingford F.A., (2004). Implications of domestication and rearing conditions for the behaviour of cultivated fishes. *J Fish Biol* 65: 122–142
- Jacquet, S., D. Barbet, S. Cachera, M. Colon, L. Espinat, C. Girel, J. Guillard, V. Hamelet, J.C. Hustache, F. Kerrien, D. Lacroix, L. Laine, C. Laplace-Treyture, A. Meunier, G. Paolini, M. Perga, P. Perney, F. Rimet, L. Savoye. (2014). Suivi environnemental des eaux du lac du Bourget pour l'année 2013. Rapport INRA-CISALB-CALB, 200 pages.
- Largiadèr C.R., Scholl A. & Guyomard R., 1996. The role of natural and artificial propagation on the genetic diversity of brown trout (*Salmo trutta* L.) of the upper Rhône drainage. In "Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe". Krchhofer A. & Hefti D. (Eds). Birk hauser Verlag Basel, Switzerland, pp 181-197.
- MASON (J. C) , CHAPMAN (D. W.). 1965 . — Significance of early émergence , environmental rearing capacity and behavioral ecology of juvénile coho salmon in stream channels. / . *Fish. Res. Bd Can.*, 22 (1), 173-190 .
- Masse F. et al., Baglinière J-L. & Grimaldi C., (2000). Survie embryo-larvaire de la truite (*Salmo trutta*) et conditions chimiques dans la frayère. *Cybium* 2000, 24(3), 129-140
- Melhaoui M. (1985). Elements d'écologie de la truite de lac (*Salmo Trutta* L.) du Lemman dans le système lac-affluent. Thèse 128 p.
- Metcalf N., Valdimarsson S. & Morgan I. (2003). The relative roles of domestication, rearing environment, prior residence and body size in deciding territorial contests between hatchery and wild juvénile salmon. *Journal of Applied Ecology*, 40,
- Mével E. (2016). Suivi de la truite lacustre sur le bassin versant du lac du Bourget. Rapport de stage 55 pages,
- Olla, B.L., M.W. Davis, & C.H. Ryer. (1998). Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioral survival skills. *Bulletin of Marine Science* 62(2), 531-550.
- Panfili, J., de Pontual, H., Troadec, H., & Wright, P. J. (2002). Manuel de sclérochronologie des poissons. Editions Quae.
- Teleos & Cincle (2001). Renaturation biologique des cours d'eau du bassin versant du Lac du Bourget. Contrat de bassin versant du Lac du Bourget.
- Vignes, J.C., Heland, M. (1995). Comportement alimentaire au cours du changement d'habitat lié à l'émergence chez le saumon atlantique, *Salmo salar* L., et la truite commune, *Salmo trutta* L., en conditions semi-naturelles. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 337-339, 207-214.

Annexe

Annexe 1 : Clé de détermination des faciès d'écoulement (J.R Malavoi, Y.Souchon, 2002)	57
Annexe 2 : Description des faciès.....	58
Annexe 3 : Fiche terrain renseignée au cours des prospections frayères.....	59
Annexe 4 : Station de suivi des alevins.....	60
Annexe 5 : Exemple de communication auprès des pêcheurs amateurs	61
Annexe 6 : Variables thermiques mesurées.....	62
Annexe 7 : Description succincte des faciès.....	63
Annexe 8 : Répartition des faciès et des frayères sur la Leysse	65
Annexe 9 : Répartition des faciès et des frayères sur le Sierroz et le Tillet	67
Annexe 10 : Description des frayères.....	68
Annexe 11 : Suivi des géniteurs.....	69
Annexe 12 : Résultats du suivi des antennes	71
Annexe 13 : Suivi des alevins.....	72
Annexe 14 Suivi des captures par les pêcheurs amateurs et professionnels	73
Annexe 15 : Suivi thermique de la Leysse	74
Annexe 16 : Suivi thermique du Sierroz	77
Annexe 17 : Résultats brutes du suivi scalimétrique.....	78
Annexe 18 : Origine génétique des populations de truites lacustres du lac du Bourget.....	81

Annexe 1 : Clé de détermination des faciès d'écoulement (J.R Malavoi, Y.Souchon, 2002)



Annexe 2 : Description des faciès

Granulométrie	
DAL	Dalle : Substrat dur horizontal ou vertical n'offrant aucun abri et peu ou pas de ressource alimentaire.
BLO	Bloc : Granulat > 20 cm offrant une cache assez importante
GAL	Galet : 2 à 20cm, anfractuosité d'ordre centimétrique
GRA	Gravier : 0,2 � 2 cm, anfractuosité d'ordre millimétrique
SAB	Sable : 0,2 � 2 mm
FIN	Eléments fins : < 2mm minéral ou organique

Cache	
HRB	Herbiers
AMB	Amas de blocs avec anfractuosité
BRC	Branches, racines, embâcles
SBR	Sous Berge

Vitesse d'écoulement (cm/s)				
0/10	11/40	40/80	80/150	>150

Annexe 3 : Fiche terrain renseignée au cours des prospections frayères.

☞

Date [°] □	Rivière [°] □	N°-Photo [°] □
Opérateur [°] □	N°-Fiche [°] □	Waypoint [°] □

Présence de Géniteur(s) □	Non □	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Oui □	Nombre [°] □	Sexe [°] □
		Taille [°] □	

Faciès □	CHE-LEN □	FOSS-DISS □	MOU-CON □	FOSS-AFF □	CHE-LOT □	PLA-LEN □	PLA-COU □	RAD □	RAP □	CAS □	CHU □
	Largeur [°] □										
Position sur le faciès □			Tête □	Milieu □	Queue □	RG--/--RD--/--M □					

a) Plan view showing points D1, D2, D3, D4, D5 and distances p, q.

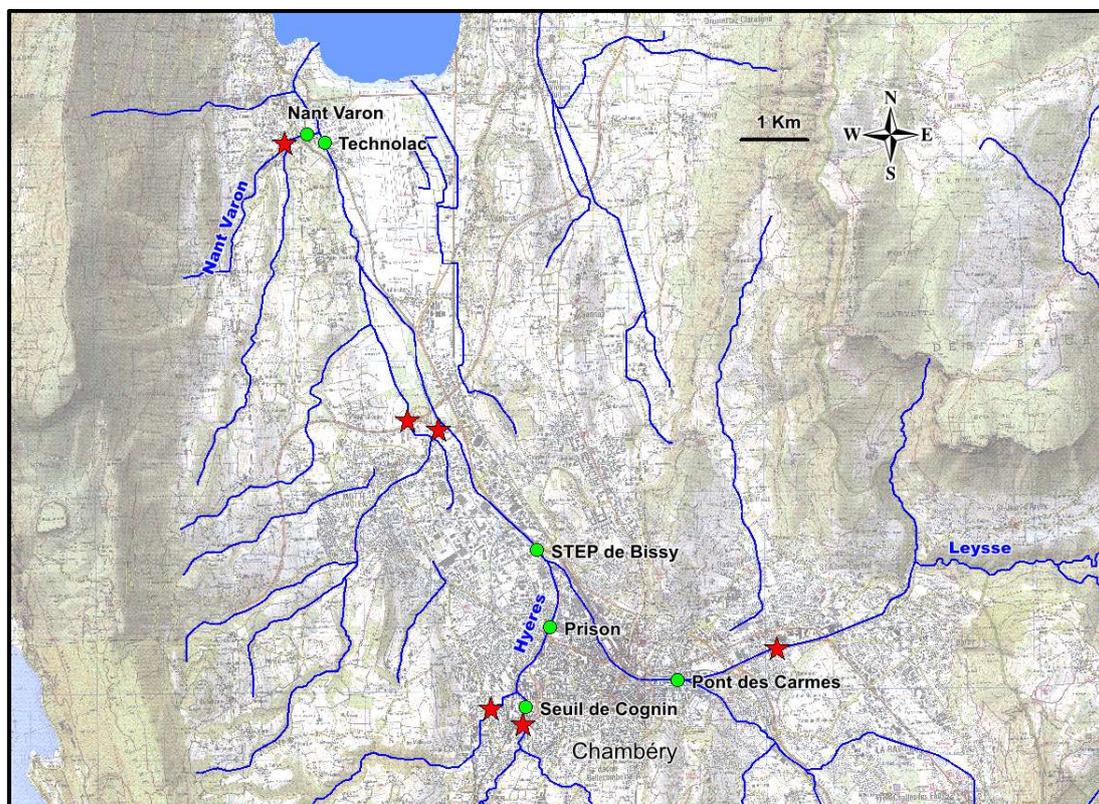
b) Vertical profile showing water surface, pool depth g, dome height h, and a post (Poteau).

Hauteur d'eau autour du creux □	
D1 □	<input type="checkbox"/>
D2 □	<input type="checkbox"/>
D3 □	<input type="checkbox"/>
K-(moyenne) □	<input type="checkbox"/>
Profondeur du creux (D4) □	
G □	<input type="checkbox"/>
Hauteur d'eau au milieu du Dôme (D5) □	
H □	<input type="checkbox"/>
Longueur du Creux □	
p □	<input type="checkbox"/>
Longueur du Dôme □	
q □	<input type="checkbox"/>
Largeur moyenne □	
<input type="checkbox"/>	

Granulométrie (mm) □	2/8 □	<input type="checkbox"/>	Vitesse d'écoulement dans le creux (cm/s) □	0/10 □	<input type="checkbox"/>	Vitesse d'écoulement sur le Dôme (cm/s) □	0/10 □	<input type="checkbox"/>
	8/16 □	<input type="checkbox"/>		11/40 □	<input type="checkbox"/>		11/40 □	<input type="checkbox"/>
	16/32 □	<input type="checkbox"/>		40/80 □	<input type="checkbox"/>		40/80 □	<input type="checkbox"/>
	32/64 □	<input type="checkbox"/>		80/150 □	<input type="checkbox"/>		80/150 □	<input type="checkbox"/>
	64/128 □	<input type="checkbox"/>		>150 □	<input type="checkbox"/>		>150 □	<input type="checkbox"/>

Commentaires □	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Annexe 4 : Station de suivi des alevins



Annexe 5 : Exemple de communication auprès des pêcheurs amateurs

Amis pêcheurs, l'ouverture 2018 des salmonidés sur le lac du Bourget est imminente et le programme de préservation des truites lacustres continue.



Crédit photo : Laurent Madelon

Espèce emblématique du lac du Bourget, la truite lacustre a vu ses effectifs s'effondrer ces 30 dernières années.

En réponse à ce constat inquiétant nous vous rappelons qu'une importante étude a été lancée en vue de restaurer et préserver les populations en place.

Dans le cadre de ce suivi :

- Des géniteurs sont marqués, annuellement, à l'aide de transpondeurs de manière à élargir nos connaissances sur la biologie de l'espèce (croissance, comportement migratoire...) et d'avoir une image sur l'évolution des stocks en place.
- Des alevins sont marqués par fluoro-marquage afin de quantifier le nombre de poissons issus de l'alevinage par rapport à ceux issus de la reproduction naturelle.



Au regard de la fragilité des populations de truites lacustres, nous vous encourageons à relâcher cette espèce. Toutefois, si vous en conservez une, merci de relever sa taille puis de nous mettre de côté sa tête. L'idéal est de la stocker au congélateur puis de contacter **Damien PRONER**, chargé de mission à la FSPMA (Fédération de Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique), au **07.86.10.94.87**, qui viendra la récupérer.

Sur le long terme, cette démarche nous permettra, en plus d'évaluer l'évolution des stocks de truites lacustres, de juger de l'efficacité des travaux de restauration sur les affluents du lac du Bourget et des actions de repeuplement.

Attention ! : la basse Leysse et le bas Sierroz sont désormais en no-kill intégral.

Pour plus d'informations n'hésitez pas à nous contacter.

Bonne pêche à tous !



FSPMA, 2,1 les Contours 73230 Saint Alban Leysse
Tel : 04.79.85.89.36
www.savoiepeche.com

Annexe 6 : Variables thermiques mesurées

	Variables	Description
Thermie générale du milieu	T min H	Valeur de la température instantanée minimale relevée pendant le cycle
	T max H	Valeur de la température instantanée maximale relevée pendant le cycle
	T moy an	Moyenne sur l'année des températures instantanées relevées
	A an H	Différence entre les températures instantanées minimale et maximale relevées
	T An Min moy J	Valeur de la température moyenne journalière la plus basse pendant le suivi annuel
	T An Max moy J	Valeur de la température moyenne journalière la plus élevée pendant le suivi annuel
	A An moy J	Différence entre les températures moyennes journalières minimale et maximale calculées
	D T max moy J	Date du jour présentant la température moyenne la plus élevée
	T moy 30 J	Valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds
Preferendum thermique de la truite	Nb J T4-T19	Nombre de jours où la température est comprise entre 4 et 19°C
	D T<4 moy J	Date à laquelle la température moyenne journalière passe sous 4°C pendant le suivi annuel
	D T>4 moy J	Date à laquelle la température moyenne journalière passe au-dessus de 4°C pendant le suivi annuel
	Nb H ≥ 19	Nombre d'heure totale calculée pendant le suivi annuel où la température est supérieure ou égale à 19°C
	Nb seq ≥ 19	Nombre de séquence où la température reste supérieure ou égale à 19°C
	Nb H max seq ≥ 19	Nombre d'heure de la séquence maximale où la température reste supérieure ou égale à 19 °C
	Nb H ≥ 25	Nombre d'heure totale calculée pendant le suivi annuel où la température est supérieure ou égale à 25°C
	Nb seq ≥ 25	Nombre de séquence où la température reste supérieure ou égale à 25°C
Condition de développement de la MRP	Nb H ≥ 15	Nombre d'heure totale calculée pendant le suivi annuel où la température est supérieure ou égale à 15°C
	Nb seq ≥ 15	Nombre de séquence où la température reste supérieure ou égale à 15°C
	Nb H max seq ≥ 15	Nombre d'heure de la séquence maximale où la température reste supérieure ou égale à 15°C
Condition propice au développement embryo-larvaire de la truite	Nb J D2	Durée en jours de la période d'incubation des œufs calculée à partir d'une date de ponte médiane fixée au 15 décembre
	Nb J Resorp	Durée en jours de la période de résorption de la vésicule vitelline (D3-D2)
	Nb J D3	Durée en jours de la période totale de développement embryon-larvaire sous graviers calculée à partir d'une date de ponte médiane fixée au 15 décembre
	Nb H > 15	Nombre d'heure totale calculée pendant la période de vie sous graviers où la température instantanée est supérieure à 15°C
	Nb seq ≥ 15	Nombre de séquence pendant la période de vie sous graviers où la température reste supérieure à 15°C
	Nb H max seq ≥ 15	Nombre d'heure de la séquence maximale pendant la période de vie sous graviers où la température reste supérieure à 15°C
	Nb H < 1.5	Nombre d'heure totale calculée pendant la période de vie sous graviers où la température instantanée est inférieure à 1.5°C
	Nb seq ≤ 1.5	Nombre de séquence pendant la période de vie sous graviers où la température reste inférieure à 1.5°C
	Nb H max seq ≤ 1.5	Nombre d'heure de la séquence maximale pendant la période de vie sous graviers où la température reste inférieure à 1.5°C

Annexe 7 : Description succincte des faciès

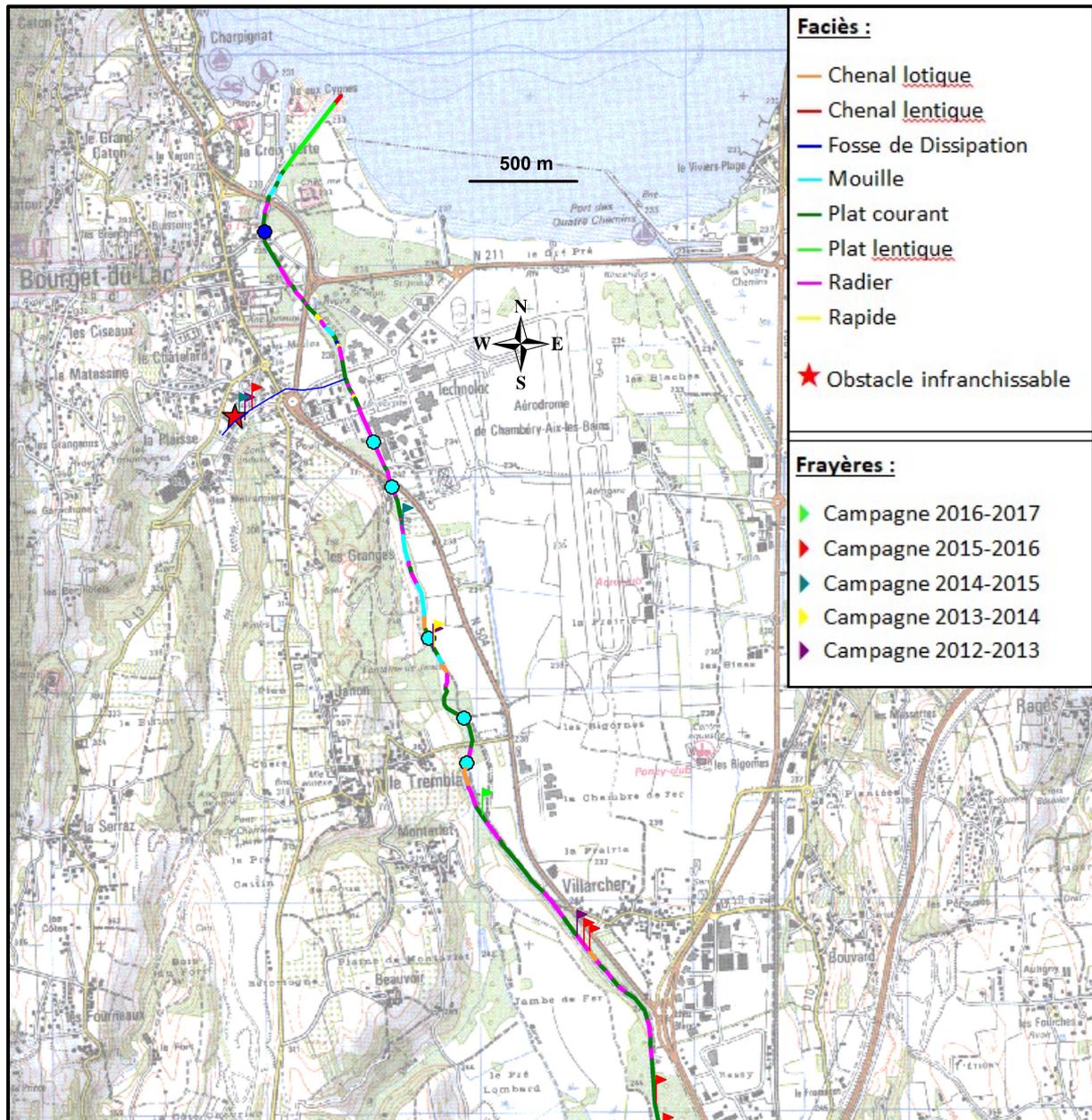
Leysse

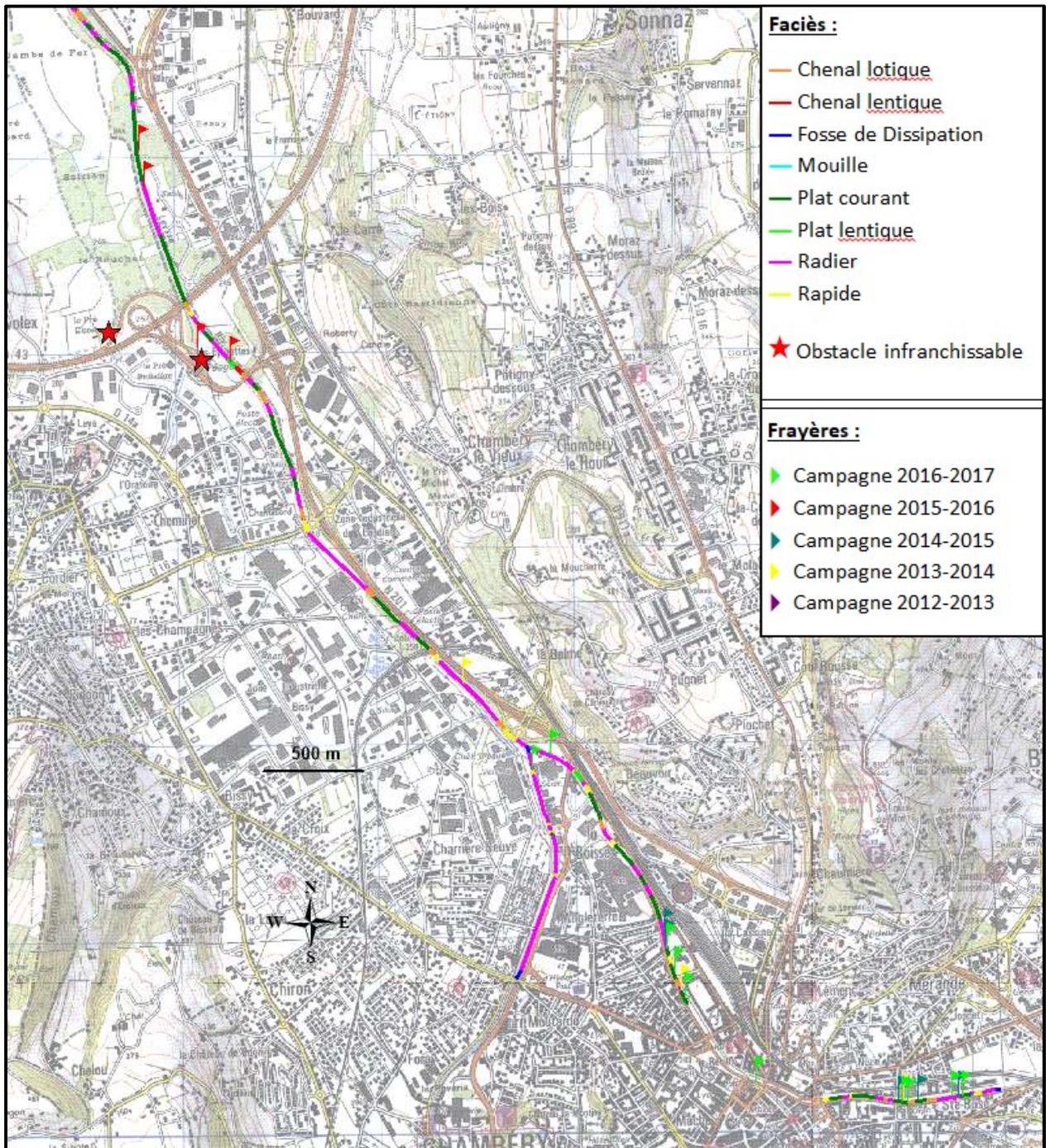
N_GPS	X (m)	Y (m)	Type	GR1	GR2	Vitesse (cm/s)	Cache(s)	Remarque(s)
1	875094	2079023	Chenal lentique	BLO	GAL	0 10	BLO	Aucune visibilité, BLO rive gauche, GLA rive droite
2	875043	2078987	Plat lentique	GAL	FIN	0 10	SBR BRC	
3	874830	2078653	Plat courant	GAL	GRA	11 40	SBR AMB	
4	874827	2078625	Mouille	GAL	GRA	11 40	SBR AMB	Présente dans le Plat courant
5	874791	2078609	Plat courant	GAL	GRA	11 40	SBR AMB	
6	874774	2078584	Mouille	GAL	GRA	11 40	SBR AMB	Présente en rive gauche
7	874752	2078546	Plat courant	GAL	GRA	11 40	AMB	
8	874734	2078515	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR BRC	
9	874736	2078451	Plat courant	GAL	BLO	40 80	AMB SBR	amas ponctuels (parcours kayak)
10	874728	2078369	Fosse de dissipation	GAL	GRA	11 40	BLO	Due aux enrochements (parcours kayak)
10	874728	2078369	Radier	GAL	GRA	40 80	BLO	
11	874744	2078319	Plat courant	GAL	GRA	11 40	BLO	
12	874821	2078213	Radier	GAL	GRA	40 80	AMB	Dès 970m présence de nombreux blocs rive gauche
13	874874	2078101	Plat courant	BLO	GAL	40 80	BLO	
14	874887	2078073	Radier	GAL	GRA	40 80	BLO	
15	874913	2078049	Plat courant	GAL	GRA	40 80		
16	874931	2078018	Radier	GAL	GRA	40 80	AMB	
17	874945	2078013	Plat courant	GAL	GRA	40 80		
18	874984	2077961	Rapide	GAL	BLO	80 150	AMB	Obstacle en rive droite créant un Radier qui se jette dans Rapide
19	875009	2077936	Radier	GAL	GRA	80 150		
20	875024	2077918	Mouille	GAL	SAB	11 40	SBR AMB	lit asymétrique
21	875070	2077885	Plat courant	GAL	BLO	40 80		
22	875087	2077843	Fosse de dissipation	GAL	GRA	40 80	AMB	
23	875095	2077831	Rapide	GAL	BLO	80 150	AMB	
24	875095	2077814	Radier	GRA	GAL	11 40		
25	875095	2077755	Plat courant	GAL	GRA	40 80	AMB	
26	875145	2077662	Radier	GRA	GAL	40 80	AMB	
27	875159	2077631	Plat courant	GRA	GAL	40 80	AMB	
28	875165	2077611	Radier	GAL	GRA	80 150		
29	875169	2077591	Rapide	BLO	GAL	80 150	AMB	
30	875180	2077580	Plat courant	GRA	GAL	40 80	BRC AMB	
31	875177	2077526	Radier	GRA	GAL	80 150	BRC SBR AMB	
32	875265	2077377	Mouille	GRA	GAL	80 150	AMB	
33	875322	2077255	Plat courant	GRA	GAL	40 80	AMB	
34	875327	2077229	Radier	GAL	GRA	40 80	BLO	
35	875336	2077198	Plat courant	GAL	BLO	30 40	AMB BLO	
36	875356	2077162	Mouille	BLO	GAL	10 30	AMB	
37	875355	2077128	Radier	GAL	GRA	80 150	AMB	
38	875363	2077110	Plat courant	GAL	GRA	40 80	SBR	
39	875391	2077017	Radier	GAL	GRA	80 150		
40	875388	2076993	Plat courant	GAL	GRA	80 150	SBR	Arbre mort immergé
41	875398	2076973	Radier	GAL	GRA	80 150	SBR	En rive gauche
42	875405	2076927	Mouille	GAL	GRA	80 150	BRC SBR	Asymétrique
43	875439	2076806	Radier	GAL	GRA	80 150	SBR BRC	
44	875442	2076782	Plat courant	GAL	GRA	80 150	SBR BRC	
45	875448	2076754	Radier	GAL	GRA	80 150	SBR BRC	Tuyau de rejet + Arbre mort immergé
46	875474	2076700	Mouille	GAL	GRA	40 80	SBR BRC	En rive droite
47	875505	2076555	Chenal lotique	GAL	GRA	80 150	SBR BRC	
48	875507	2076612		GAL	GRA		BRC	Remouls
49	875517	2076487	Plat courant	GAL	GRA	40 80		Blocs en berge
50	875527	2076452	Mouille	GAL	GRA	40 80	SBR	En rive gauche
51	875540	2076413	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR	
52	875540	2076413	Plat courant	GAL	GRA	40 80	SBR	Tuyau de rejet
53	875569	2076361	Mouille	GAL	GRA	80 150	SBR	En rive gauche
54	875584	2076338	Chenal lotique	GAL	GRA	80 150	SBR	
55	875610	2076270	Radier	GAL	GRA	80 150		
56	875615	2076209	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR BRC	
57	875606	2076147	Plat courant	GAL	GRA	80 150	SBR	Présence de gros blocs dans le lit (15)
58	875694	2076072	Mouille	GAL	BLO	40 80	AMB SBR	En rive droite
59	875709	2076054						Gros blocs présents dans le plat courant
60	875725	2075992	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR	
61	875719	2075860	Plat courant	GAL	GRA	40 80	BRC	
62	875719	2075854	Mouille	GAL	GRA	40 80	SBR BRC	Belles caches
63	875708	2075809	Plat courant	GRA	GAL	40 80	SBR AMB BRC	
64	875704	2075753	Radier	GAL	GRA	40 80	BRC SBR	
65	875713	2075718	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR	
66	875756	2075650	Plat courant	GAL	GRA	40 80	SBR	
67	875794	2075594	Radier	GAL	GRA	40 80	BRC	
68	875866	2075490	Plat courant	GAL	GRA	40 80	BRC SBR	Asymétrie en rive droite, quelques blocs
69	875940	2075391						Embacles
70	876072	2075245	Radier	GAL	GRA	80 150	SBR	
71	876165	2075132	Plat courant	GAL	GRA	40 80	BRC SBR	
72	876215	2075059	Radier	GAL	GRA	80 150	SBR	
73	876282	2074973	Chenal lotique	GRA	GAL	40 80	SBR	
74	876310	2074933	Radier	GAL	GRA	80 150		
75	876336	2074903	Plat courant	GAL	GRA	80 150	SBR	Présence d'une veine d'eau en rive gauche avec un fort courant
76	876341	2074862	Radier	GAL	GRA	80 150		
77	876365	2074834	Plat courant	GAL	GRA	40 80	BRC	Présence d'une veine d'eau en rive gauche avec un fort courant
78	876413	2074797	Radier	GAL	GRA	80 150	SBR	
79	876446	2074770	Plat courant	GAL	BLO	80 150	AMB	Amas de rochers
80	876565	2074642	Radier	GAL	GRA	80 150		Blocs en rive droite
81	876573	2074554	Plat courant	GAL	GRA	40 80	SBR	Blocs en rive gauche
82	876577	2074517	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR	
83	876582	2074456	Plat courant	GRA	GAL	40 80	SBR	
84	876613	2074114	Radier	GAL	GRA	40 80	SBR	
85	876715	2073822	Plat courant	GAL	GRA	40 80	SBR	
86	876807	2073541						Gros blocs, dans Plat courant
87	876844	2073485						Fin Plat courant

Sierroz

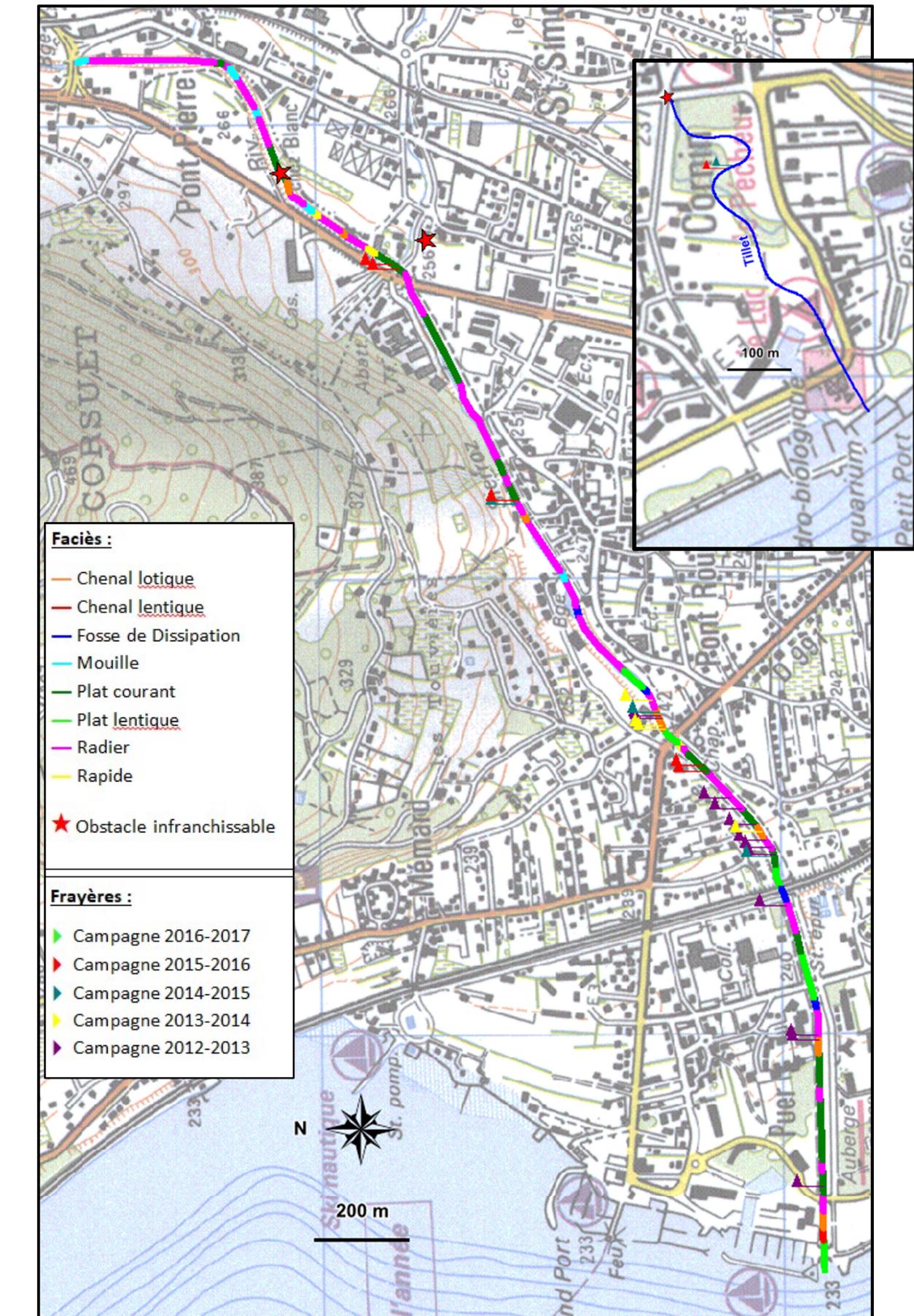
Waypoint	X (L2)	Y (L2)	Type	GR1	GR2	Vitesse (cm/s)	Cache(s)	Remarque(s)
1	876166	2084138	Plat lentique	GRA	FIN	11_40	SBR BRC	SBR en rive droite
2	876218	2084132	Mouille					pile de pont
3	876232	2084141	Chenal lentique	GRA	SAB	11_40	SBR BRC	
4	876258	2084140	Chenal lotique	GRA	SAB	40_80	SBR	SBR en rive droite + embâcles
5	876296	2084142	Radier	GAL	SAB	40_80	BLO	
6	876333	2084121	Plat courant	GAL	SAB	40_80	SBR BRC	
7	876383	2084133	Radier	GAL	SAB	40_80	SBR	Gros galets sur berges gauches
8	876409	2084137	Plat courant	GRA	SAB	40_80	SBR BRC	
9	876542	2084134	Radier	GRA	SAB	40_80	SBR BRC	
10	876575	2084136	Plat courant	GRA	GAL	40_80	SBR BRC	
11	876643	2084133	Chenal lotique	GAL	GRA	80_150	SBR	
12	876670	2084136	Radier	GAL	BLO	80_150	SBR	
13	876758	2084151	SEUIL 1 + Fosse de dissipation	GRA	BLO	80_150	AMB	
14	876777	2084154	Plat lentique	GRA	FIN	11_40	SBR BRC	
15	876866	2084178	Plat courant	GRA	SAB	40_80	SBR	
16	876909	2084192	Radier	GAL	BLS	40_80	BLO	
17	876980	2084210	Mouille	GRA	GAL	40_80		
18	876996	2084210	SEUIL 2					
19	877005	2084211	SEUIL 3					
20	877005	2084211	Plat lentique	GRA	SAB	11_40	BRC	Quelques Blocs dans le lit
21	877056	2084232	Plat courant	GRA	GAL	40_80	BRC	Gros Blocs dans le lit
22	877116	2084255	Chenal lotique	GAL	BLO	40_80	SBR	
23	877141	2084276	Plat courant	GAL	BLO	40_80	SBR	Beaucoup de sables + quelques Blocs dans le lit
24	877199	2084333	Radier	GAL	GRA	40_80	SBR BRC	
25	877258	2084393	Plat courant	GAL	GRA	40_80	BRC AMB	Blocs en berge
26	877296	2084426	Radier	GAL	BLO	80_150	AMB	
27	877323	2084451	SEUIL 4 + Fosse de dissipation	BLO	GAL	80_150	AMB	
28	877323	2084451	Plat lentique	GAL	SAB	11_40		
29	877231	2084443	Chenal lotique	GRA	GAL	40_80	AMB	
30	877415	2084478	Radier	GAL	GRA	80_150	BRC	
31	877451	2084518	SEUIL 5 BARRAGE + Fosse de dissipation					
32	877451	2084518	Plat lentique	GRA	GAL	11_40	SBR BRC	Quelques Blocs dans le lit
33	877485	2084559	Radier	GRA	GAL	11_40	SBR BRC	Beaucoup de Blocs dans le lit
34	877628	2084647	SEUIL 6					
35	877628	2084647	Radier	GRA	GAL	40_80	BRC	
36	877686	2084687	Mouille	GRA	SAB			Dans le Radier (piles de pont)
37	877819	2084758	SEUIL 7					
38	877819	2084758	Chenal lotique	BLO	GRA	80_150	eux piles de pont	
39	877832	2084766	Radier	BLO	GAL	80_150	SBR	
40	877855	2084778	Plat courant	GRA	GAL	40_80	BRC	
41	877895	2084796	Radier	BLO	GRA	80_150	BRC BLO	
42	877923	2084812	Plat courant	BLO	GRA	40_80		Rive gauche : muret béton
43	877946	2084823	Radier	BLO	GRA	80_150		Rive gauche : muret béton
44	878122	2084910	Plat courant	BLO	GRA	40_80	AMB	
45	878207	2084955	SEUIL 8					
46	878207	2084955	Plat courant	GAL	GRA	40_80	AMB SBR	
47	878270	2084986	Radier	BLO	GRA	80_150	AMB BRC	
48	878353	2085045	Plat courant	GRA	GAL	40_80	AMB BRC SBR	Début Plat courant : arrivé d'un Nant qui créé une plage de galets
49	878359	2085064	Mouille					Dans plat courant
50	878390	2085119	Rapide	BLO	GRA	80_150	AMB	
51	878390	2085119	Radier	GAL	GRA	40_80	BRC	
52	878413	2085183	Chenal lotique	GAL	GRA	40_80	BRC	Dans Radier + plage de sédiments fins en Rive G.
53	878458	2085048	Fosse de dissipation	BLO	GAL	40_80	SBR BRC	
54	878484	2085250	Rapide	BLO	DAL	80_150	BLO	
55	878484	2085250	Mouille	DAL	SAB	40_80	BRC	
56	878495	2085271	Radier	GAL	BLO	40_80	BRC	
57	878533	2085295	Chenal lotique	SAB	DAL	40_80	BRC	
58	878552	2085306	SEUIL 9 + Fosse de dissipation					Fosse de dissipation en rive gauche (RG)
59	878552	2085306	Plat courant	SAB	GRA	11_40	BRC SBR	Présence de FIN rive D
60	878636	2085344	Radier	GAL	GRA	40_80	BRC SBR	
61	878692	2085367	Fosse de dissipation	SAB	GAL	40_80	SBR	
62	878718	2085375	Radier	GRA	GAL	40_80	AMB BRC	Long Radier avec trois objets ponctuels
63	878782	2085423	Fosse de dissipation	GRA	GAL	40_80		Dans Radier
64	878800	2085453	Plat courant	GRA	GAL	40_80		Dans Radier
65	878805	2085756	Fosse de dissipation	GRA	GAL	40_80		Dans Radier
66	878805	2085756	GORGES	BLO	GRA	80_150	BLO	Gros Blocs + Grosses Fosses profondes
67	878818	2085658	BARRAGE					

Annexe 8 : Répartition des faciès et des frayères sur la Leysse





Annexe 9 : Répartition des faciès et des frayères sur le Sierroz et le Tillet



Annexe 10 : Description des frayères

Numéro	Date	Rivière	Facies	Position sur le faciès	Position sur la rivière	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	K (cm)	Profondeur milieu dôme (cm)	Hauteur milieu dôme (cm)	Longueur du creux (cm)	Longueur du dôme (cm)	Largueur moyenne (cm)	Granulométrie (mm)	Vitesse d'écoulement dans le creux (cm/s)	Vitesse d'écoulement sur le dôme	Débit m3/s (Station de la Fin, Sierroz)	Présence de géiteurs O/N	X (Lambert 2 étendu)	Y (Lambert 2 étendu)	
Frai1	11/12/2012	Sierroz	Plat courant	Milieu	Milieu	43	47	43	44,5	65	32	90	150	120	32/64	64/128	40/80 (45)	80/150 (90)	3,32	Oui	876347	2084103
Frai2	11/12/2012	Sierroz	Radier	Queue	Rive droite	37	37	39	37,7	41	35	50	70	60	32/64	40/80 (54)	80/150 (82)	3,32	Non	876670	2084120	
Frai3	11/12/2012	Sierroz	Radier	Milieu	RD	22	15	23	20	24	16	40	75	60	32/64	40/80 (43)	40/80 (58)	3,32	N	876681	2084126	
Frai4	11/12/2012	Sierroz	Plat courant	Tête	RD	39	38	38	38,3	45	36	100	120	40	8/16	11/40 (38)	40/80 (44)	3,32	N	877080	2084131	
Frai5	11/12/2012	Sierroz	Radier	Milieu	RD	47	42	41	43,3	52	40	100	380	70	8/16	40/80 (43)	40/80 (56)	3,32	N	877096	2084135	
Frai6	11/12/2012	Sierroz	Plat courant	Queue	Rive gauche	28	33	20	21,6	32	20	100	200	180	32/64	64/128	40/80 (44)	80/150 (96)	3,32	N	877187	2084199
Frai7	11/12/2012	Sierroz	Chemal lotique	Milieu	RD	12	23	30	27	44	10	100	100	80	16/32	37/64	11/40 (32)	40/80 (52)	3,32	N	877376	2084478
Frai8	11/12/2012	Sierroz	Chemal lotique	Milieu	RD	30	38	18	28,7	46	28	70	120	100	32/64	32/64	11/40 (18)	40/80 (70)	3,32	N	877382	2084480
Frai9	20/11/2012	Sierroz	Mouille	Queue		35	29	31	31,7	36	29	50	60	60	16/32	32/64			1,6	N	876967	2084207
Frai10	20/11/2012	Sierroz	Radier	Milieu		47	47	52	48,7	55	47	40	60	60	32/64				1,6	N	877115	2084249
Frai11	20/11/2012	Sierroz	Plat courant	Queue		38	32	35	35	40	36	40	50	50	32/64				1,6	N	877149	2084267
Frai12	20/11/2012	Sierroz	Radier	Milieu		11	9	10	10	13	9	30	50	100	32/64				1,6	O	877203	2084327
Frai13	12/12/2012	Leyse	Plat courant	Milieu	RG	36	31	28	31,7	42	23	120	200	100	32/64	40/80 (73)	80/150 (97)	2,91	N	875537	2076382	
Frai14	12/12/2012	Leyse	Radier	Queue	RD	33	30	32	31,7	40	31	80	130	70	32/64	64/128	40/80 (61)	80/150 (79)	2,91	N	876211	2075096
Frai15	29/12/2012	Nant Varon	Chemal lotique	Queue	RG	38	40	33	37	39	30	50	90	70	32/64	80/150 (86)	80/150 (96)	1,6	N	874653	2077481	
Frai16	29/11/2013	Sierroz	Chemal lotique	Queue	RG	25	20	28	24,3	30	8	50	80	60	32/64	11/40 (30)	40/80 (45)	2,45	O	877352	2084471	
Frai17	29/11/2013	Sierroz	Chemal lotique	Queue	RD	50	55	60	55	57	28	80	200	90	32/64	40/80 (50)	80/150 (82)	2,45	N	877130	2084259	
Frai18	29/11/2013	Sierroz	Chemal lotique	Queue	RD	30	15	26	23,6	38	10	60	160	120	32/64	40/80 (42)	80/150 (82)	2,45	N	874416	2084507	
Frai19	29/11/2013	Sierroz	Chemal lotique	Queue	M	24	15	20	19,6	37	20	55	150	90	32/64	11/40 (35)	40/80 (71)	2,45	N	873360	2084477	
Frai20	09/01/2014	Leyse	Plat courant	Milieu	RD	19	23	21	21	28	16	60	150	110	16/32	32/64	40/80 (50)	80/150 (82)	2,45	N	875543	2076405
Frai21	09/01/2014	Leyse	Radier	Milieu	M	28	30	31	30	36	22	80	160	110	16/32	32/64	40/80 (52)	40/80 (78)	4,45	N	878229	2071534
Frai22	28/11/2014	Sierroz	Plat courant	Queue	RD	35	32	36	34,4	38	30	40	60	40	32/64	64/128	40/80 (50)	40/80 (65)	4,45	N	877074	2084235
Frai23	28/11/2014	Sierroz	Chemal lotique	Queue	M	42	37	40	39,6	45	29	60	100	50	32/64	11/40 (32)	11/40 (40)		N	877390	2084484	
Frai24	28/11/2014	Sierroz	Radier	Queue	RD	28	22	21	23,6	27	18	50	75	40	32/64	40/80 (50)	40/80 (75)		N	877848	2084792	
Frai25	28/11/2014	Tillet	Chemal lotique	Queue	Queue	23	19	22	21,3	27	15	50	100	50	16/32	40/80 (42)	40/80 (80)		N	877040	2083473	
Frai26	28/11/2014	Nant Varon	Plat courant	Milieu		19	22	13	18	27	11	60	50	60	11/40 (33)	40/80 (48)	40/80 (66)		N	874628	2077481	
Frai27	03/12/2015	Sierroz	Radier	Queue	Queue	22	24	22	22,6	32	21	40	60	50	32/64	64/128	40/80 (53)	40/80 (66)	1,28	O	877261	2084384
Frai28	03/12/2015	Sierroz	Radier	Queue	RG	25	26	30	27	40	22	120	150	120	16/32	32/64	11/40 (34)	40/80 (76)	1,28	N	878375	2085066
Frai29	03/12/2015	Sierroz	Plat courant	Milieu	RG	20	22	24	22	35	22	100	80	80	32/64	64/128	40/80 (42)	40/80 (61)	1,28	O	877274	2084390
Frai30	11/12/2015	Leyse	Radier	Milieu	RD	28	28	29	28,3	35	15	70	80		32/64	64/128	11/40 (32)	40/80 (58)	0,96	N	876242	2075012
Frai31	11/12/2015	Leyse	Plat courant	Queue	RD				26	39	21	60			32/64	64/128	11/40 (23)	40/80 (63)	0,96	O	876586	2074255
Frai32	11/12/2015	Leyse	Radier	Queue	RD				29	43	10				0/10 (10)	40/80 (54)	40/80 (54)		N	876618	2074071	
Frai33	11/12/2015	Leyse	Plat lentique	Queue	RG				35	50	32				32/64	40/80 (43)	40/80 (64)	0,96	N	877053	2073178	
Frai34	11/12/2015	Nant Bravant	Mouille	Queue	RD				15	23	6				11/40 (22)	11/40 (40)		O	876889	2073254		

Annexe 11 : Suivi des géniteurs

Session marquage	Référence TRL	Taille (mm)	Masse (g)	Sexe (M/F)	Date de marquage	Affluent	Station	Recontacté pour la première fois				Recontacté pour la deuxième fois				Remarque			
								Date	Lieu	Taille (mm)	Poids (g)	Date	Lieu	Taille (mm)	Poids (g)				
Hiver 2012-2013	0	482	1300	M	09/11/12	Sierroz	Garibaldi	09/12/2012	Pont Rouge										
	1	534	1500	M			Garibaldi	05/03/2013	Garibaldi										
	2	718	5200	M			SNCF												
	3	717	5300																
	4	760	6000	M															
	5	782	7400	F															
	6	749	5600	M															
	7	720	5500	M															
	8	560	2500	F															
	9	605	3400	F															
	10	280	255																
	11	240	135																
	12	645	3700	F															
	13	299	273																
	14	301	274																
	15	710	4400	M															
	16	870	8500	F			19/11/12	Sierroz	Garibaldi	03/12/2012	Garibaldi								
	17	840	8500	F															
	18	322	371																
	19	434	734																
	20	409	771																
	21	379	603																
	22	305	318																
	23	280	218																
	24	289	272																
	25	305	292																
	26	840	7400																
	27	649	2996	F															
	28	340	477	F															
	29	880	8400	F															
	30	305	295	F															
	31	520	1840	M															
	32	295	280	F															
	33	720	4150	F															
	34	305	358																
	35	304	230																
	36	325	420																
	37	490	1100		03/12/12	Sierroz	Garibaldi												
	38	720	5000																
	39	760	5400																
	40	550	1700																
	41	820	7600																
	42	290	230																
	43	280	250																
	44	630	2800	M															
	45	730	4740																
	46	350	481																
47	268	221																	
48	300	270																	
49	585	1883																	
50	402	556																	
51	480	953		05/03/13			Sierroz	Garibaldi											
52	242	139																	
53	281	212																	
54	275	243																	
55	358	461																	
56	352	546																	
57	390	600	M																
58	253	293		26/11/13	Sierroz	Garibaldi													
59	750	5300	M																
60	760	5130	F																
61	430	950	F																
62	725	5700	F																
63	357	470	F																
64	870	7320	F																
65	690	3700	F																
66	389	635	M																
67	279	217	F	17/12/2013	Sierroz	Pont Rouge													
68	328	392	F																
69	766	4570	F																
70	570	1760	F																
71	322	350																	
72	389	652	F																
73	378	430	F																
74	262	156	F																
75	340	380	F																
Hiver 2013-2014	57	390	600			M			Garibaldi									Capturé par un amateur à 450mm	
	58	253	293																
	59	750	5300	M															
	60	760	5130	F															
	61	430	950	F															
	62	725	5700	F			SNCF	31/11/2015	SNCF	490	1286	07/12/2016	SNCF	520	1250				
	63	357	470	F															
	64	870	7320	F															
	65	690	3700	F															
	66	389	635	M															

Session marquage	Référence TRL	Taille (mm)	Masse (g)	Sexe (M/F)	Date de marquage	Afflu ent	Station	Recontacté pour la première fois				Recontacté pour la deuxième fois				Remarque						
								Date	Lieu	Taille (mm)	Poids (g)	Date	Lieu	Taille (mm)	Poids (g)							
Hiver 2014-2015	76	330	359		21/10/2014	Sierroz	Garibaldi															
	77	700	4500																Capturé en 2015 (7000g)			
	79	325	388						La fin													
	80	370	573	F															Capturé par amateur le 24/09/15 sur Sierroz, aval abattoirs (490mm, 1000g)			
	81	375	570						Aval abattoirs													
	82	880	8570	F																		
	83	760	5350	M																		
	84	294	280																			
	85	307	320																			
	86	379	630																			
	87	319	331																			
	88	292	266																			
	89	307	323																			
	90	324	451																			
	91	316	343																			
	92	262	259																			
	93	870	8560	M																		
	94	268	193							Seuil chez Blanc	12/12/2014	Amont abattoirs	870									
	95	246	144						Leyse	Leyse Technolac												
	96	275	205																			
	97	255	160																			
	98	405	877																			
	99	306	304																			
	100	269	274																			
	101	300	283																			
	102	310	316																			
	103	255	184																			
	104	299	272																			Capturé après l'ouverture 2015, dans le bras de décharge de la Leyse (340mm, 350g)
	105	206	152																			
	106	256	158																			
	107	298	281							Autoroute												
	108	494	1217	M																		
	109	397	654	M																		
	110	545	1792	F																		
	111	405	762	F																		
	112	408	792	F																		
	113	462	1038	M																		
	114	381	742	F																		
	115	481	1267	M																		
	116	436	1000	F																		
	117	386	597	M																		
	118	433	968	F																		
	119	560	1954	M																		
	120	880	6640	F																		
	121	670	3720	F																		
	122	810	5484	F																		
	123	700	4220	M																		
	124	610	2540	F																		
	125	310	258	F																		
126	272	226																				
127	685	4300	M																			
128	550	1672	M																			
129	820	7780	F																			
130	805	6150	M																			
131	590	2514	F																			
132	300	288																				
133	245	146																				
134	265	186																				
135	318	358																				
136	650	3010	F																			
137	344	682																				
138	770	7250																				
139	450	920																				
140	707	4800	F																			
141	330	358																				
142	315	275																				
143	385	669																				
144	386	595	M																			
145	353	481	F																			
146	360	420	F																			
147	363	534	M																			
148	340	440	F																			
149	380	560	M																			
150	407	713	M																			
151	379	517	F																			
152	835	5600	F																			
153	627	2538	M																			
154	865	8000	M																			
155	250	159	F																			
156	520	1350	F																			
157	700	3200	F																			
158	252	210	F																			
159	330	500	F																			
160	865	8850	M																			
161	807	6500	M																			
162																						

Annexe 12 : Résultats du suivi des antennes

Ref Poisson contacté	Sexe	Date marquage	Taille (mm) le jour du marquage	Lieu de marquage	Date contactée	Remarques	Hydrologie (Qmj = débit moyen journalier)
123	Mâle	12/12/2014	700	Amont abattoirs	20/10/2015	Dévalaison la nuit, recontacté en pêche le 31/11/2015	Qmj = 1 m ³ /s en phase descendante, dernier coup d'eau le 07/10/2015
133		30/11/2015	245	SNCF	06/12/2015	Dévalaison la nuit	Qmj = 1,05 m ³ /s en phase descendante, dernier coup d'eau le 21/11/2015
134		30/11/2015	265	SNCF	14/02/2016	Nouvelle montaison la nuit	14/02/2016 = Coup d'eau, Qmj = 10,1 m ³ /s
135		30/11/2015	318	SNCF	30/11/2015	Capté quelques heures après le marquage	
					Capté presque tous les jours entre le 01/12/2015 et le 12/03/2016 date de sa dernière dévalaison	Alternance dévalaison, montaison à chaque fois le soir, la nuit ou tôt le matin (1 seule fois à la mi-journée)	
					12/02/2016	Nouvelle montaison tôt le matin	12/02/2016 = Coup d'eau, Qmj = 8,1 m ³ /s
61	Femelle	26/11/2013	430	SNCF	14/02/2017	Capté la nuit, + recontacté en pêche le 31/11/2015 et le 07/12/2016	Après un coup d'eau le 06/02/2017, Qmj le 14/02/2017 = 1,87 m ³ /s
131	Femelle	29/09/2015	590	Aval abattoirs	15/11/2016	Capté la nuit, + recontacté en pêche le 31/11/2015 et le 07/12/2016	Après un coup d'eau le 11/11/2016, Qmj le 15/11/2016 = 1,96 m ³ /s

Annexe 13 : Suivi des alevins

2010

Rivière	Code Station	Station	Date d'alevinage en 2010	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2010	Date des pêches automnales	Effectif de truites à l'automne 2010	Nombre de poissons prélevés pour analyses	Nombre d'individus marqués	Pourcentage d'individus marqués
Leyse	LEYS_255	Axiome	12/08/2010	26/05/2010	26 dont 11 alevins	06/10/2010	217 dont 212 alevins	94	94	100%
	LEYS_245	Step de Bissy		09/06/2010	44 dont 42 alevins					
	LEYS_240	Le Bouchet		09/06/2010	30 dont 26 alevins					
Hyères	HYER_265	Prison	12/08/2010	26/05/2010	9 dont 0 alevins	06/10/2010	47 dont 46 alevins	42	26	62%
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon		25/05/2010	32 dont 12 alevins					
Sierruz	SIER_235	Garibaldi		25/05/2010	4 dont 1 alevins					
	SIER_240	Pont SNCF	25/05/2010	16 dont 16 alevins	07/10/2010	18 dont 18 alevins	18	13	72%	
	SIER_245	La Fin	25/05/2010	1 dont 0 alevins	06/10/2010	196 dont 196 alevins	39	36	92%	

2011

Rivière	Code Station	Station	Date d'alevinage en 2011	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2011	Date des pêches automnales	Effectif de truites à l'automne 2011
Leyse	LEYS_245	Step de Bissy	21/06/2011	24/05/2011	27 dont 9 alevins	25/10/2011	27 dont 27 alevins
	LEYS_240	Le Bouchet		24/05/2011	3 dont 3 alevins		
	LEYS_235	Technolac		24/05/2011	27 dont 27 alevins		
Hyères	HYER_265	Prison	21/06/2011	25/05/2011	96 dont 72 alevins	25/10/2011	96 dont 72 alevins
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon		25/05/2011	353 dont 334 alevins		
Sierruz	SIER_235	Garibaldi		25/05/2011	58 dont 50 alevins		
	SIER_240	Pont SNCF	25/05/2011	14 dont 14 alevins	21/10/2011	2 dont 1 alevins	
	SIER_245	La Fin	25/05/2011	5 dont 1 alevins	21/10/2011	3 dont 2 alevins	

2012

Rivière	Code Station	Station	Date d'alevinage en 2012	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2012	Date des pêches automnales	Effectif de truites à l'automne 2012	Nombre de poissons prélevés pour analyses	Nombre d'individus marqués	Pourcentage d'individus marqués			
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon	01/06/2012	07/06/2012	414 dont 401 alevins après alevinage	25/10/2012	34 dont 33 alevins	25	8	32%			
Leyse	LEYS_235	Technolac		29/05/2012	96 dont 86 alevins								
	LEYS_240	Le Bouchet		29/05/2012	16 dont 14 alevins								
Hyères	HYER_265	Prison	15/06/2012	27/06/2012	198 dont 187 alevins après alevinage	25/10/2012	1 gënëteur TRL et 5 alevins	39	12	31%			
	LEYS_245	Step de Bissy		29/05/2012	38 dont 29 alevins								
	LEYS_270	Pont des Carmes		27/06/2012	728 dont 719 alevins								
Sierruz	SIER_235	Garibaldi	07/06/2012	01/06/2012	18 dont 1 alevin	23/10/2012	33 dont 22 alevins	14	1	7%			
	SIER_240	Pont SNCF		23/10/2012	56 alevins						15	8	53%
	SIER_245	La Fin		31/05/2012	1 dont 0 alevins						23/10/2012	16 dont 15 alevins	20 alevins

2013

Rivière	Code station	Station	Date d'alevinage en 2013	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2013	Date des pêches automnales	Effectif de truites à l'automne 2013	Nombre de poissons prélevés pour analyses	Nombre d'individus marqués	Pourcentage d'individus marqués				
Leyse	LEYS_235	Technolac	18/06/2013	28/05/2013	53 dont 41 alevins	15/10/2013	20 alevins	12	10	83%				
	LEYS_240	Le Bouchet									14 dont 12 alevins	9	8	89%
	LEYS_245	Step de Bissy									4 alevins	5	5	100%
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon	18/06/2013	27/05/2013	55 dont 44 alevins	15/10/2013	40 dont 37 alevins	15	15	100%				
Hyères	HYER_265	Prison									4 dont 0 alevins	4	2	50%
Sierruz	SIER_235	Garibaldi									6 dont 0 alevins	0	0	100%
	SIER_240	SNCF	0	0	0	50%								
	SIER_245	La Fin	0	0	0	100%								

2014

Rivière	Code station	Station	Date d'alevinage en 2014	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2014	Date des pêches automnales	Effectif de truites à l'automne 2014	Nombre de poissons prélevés pour analyses	Nombre d'individus marqués	Pourcentage d'individus marqués				
Leyse	LEYS_270	Pont de Carmes	26/06/2014	19/06/2014	27 dont 20 alevins	08/10/2014	29 dont 23 alevins	12	11	91,67%				
	LEYS_255	Axiome		20/06/2014	53 dont 43 alevins									
	LEYS_245	Step de Bissy		19/06/2014	31 dont 25 alevins									
	LEYS_240	Le Bouchet		20/06/2014	9 dont 8 alevins									
	LEYS_235	Technolac		27/06/2014	27 dont 25 alevins									
Hyères	HYER_265	Prison	26/06/2014	19/06/2014	9 dont 7 alevins	21/10/2014	5 dont 2 alevins	7	7	100%				
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon									24 dont 13 alevins	17	15	88,24%
Sierruz	SIER_235	Garibaldi									16/05/2014	16/05/2014	4 dont 0 alevin	23/10/2014
	SIER_240	SNCF	6 dont 5 alevins	6	5	83,33%								
	SIER_243	Pont rouge	8 dont 5 alevins	8	5	62,50%								
	SIER_255	Abattoirs	9 dont 0 alevin	9	0	0%								

2015

Rivière	Code station	Station	Date d'alevinage en 2015	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2015	Date des pêches automnales	Effectif de truites à l'automne 2015	Nombre de poissons prélevés pour analyses	Nombre d'individus marqués	Pourcentage d'individus marqués	
Sierruz	SIER_235	Garibaldi	10/06/2015	28/05/2015	30 dont 24 alevins	29/09/2015	6 dont 6 alevins				
	SIER_240	SNCF									19 dont 17 alevins
	SIER_243	Pont rouge									
	SIER_245	La Fin									23 dont 22 alevins
	SIER_255	Abattoirs									25 dont 20 alevins
Leyse	LEYS_235	Technolac	10/06/2015	23/06/2015	17 dont 7 alevins	29/09/2015	144 dont 134 alevins	19	15	79%	
	LEYS_240	Le Bouchet									
	LEYS_245	Step de Bissy									
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon	10/06/2015	23/06/2015	17 dont 7 alevins	29/09/2015	19 dont 19 alevins	19	19	100%	
Hyères	HYER_265	Prison									
Hyères	HYER_265	Seuil de Cognin	10/06/2015	29/09/2015	19 dont 5 alevins	29/09/2015	19 dont 5 alevins				

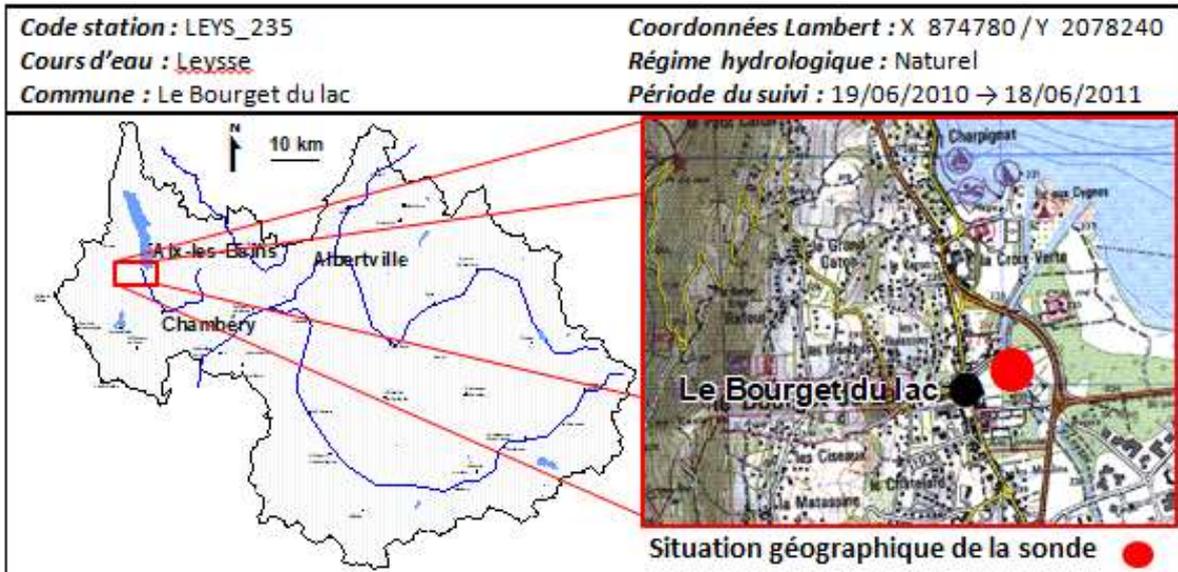
2016

Rivière	Code station	Station	Date d'alevinage en 2016	Date des pêches printanières	Effectif de truites au printemps 2016	Date des pêches automnales
Sierruz	SIER_245	La Fin	10/06/2016	26/05/2016	5 dont 5 alevins	29/09/2016
	LEYS_235	Technolac		26/05/2016	72 dont 70 alevins	
Leyse	LEYS_245	Step de Bissy	10/06/2016	07/06/2016	5 dont 5 alevins	29/09/2016
	LEYS_270	Pont de Carmes		07/06/2016	15 dont 11 alevins	
Nant Varon	NVAN_240	Nant Varon	10/06/2016	07/06/2016	16 dont 4 alevins	29/09/2016
Hyères	HYER_265	Prison	10/06/2016	07/06/2016	5 dont 5 alevins	29/09/2016

Annexe 14 Suivi des captures par les pêcheurs amateurs et professionnels

Code truite	Date	Sexe	Taille (mm)	Poids (g)	Écaille	Tête	Adipeuse	Pil-tag	Statut	Alevinag	Age	Cohorte	Poissons Retenus
TRL 01	04/03/2013	♀	600	2840		Otolithes NON trouvées			NON	AMATEUR	4	2009	
TRL 02	24/04/2013	♀	720	5400	OUI	OUI	OUI	NON	PRG	NON	5	2008	
TRL 03	08/05/2013	♀	600	2900	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4	2009	
TRL 04	21/05/2013	♀	665	3750 vidée	OUI	OUI	OUI	NON	PRG	NON	6	2007	
TRL 05	30/05/2013	♀	870	6000	OUI	OUI	NON	OUI	PRG	OUI	6	2007	
TRL 06	10/07/2013	♀	450	1900	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	2+	2011	
TRL 07	10/07/2013	♀	600	2500	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2010	
TRL 08	03/08/2013	♀	420		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	2+	2010	
TRL 09	10/07/2013	♀	450	1120	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	2+	2011	
TRL 10	13/08/2013	♀	750	6000	NON	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 11	24/11/2013	♀	810	7700	OUI	OUI	OUI	NON	AMATEUR	NON	7	2007	
TRL 12	18/05/2013	♀	490	4975	NON	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 13	24/08/2013	♀			OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2010	
TRL 14	01/08/2013	♀	620	2800 vidée	NON	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2010	
TRL 15	14/04/2014	♀	800		NON	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 16	22/07/2014	♀		7200	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	4+	2010	
TRL 17	2014	♀			OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	5+	2009	
TRL 18						Otolithes NON trouvées			NON				
TRL 19	13/10/2014		620	2300 vidée	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	2+	2011	
TRL 20	2014		170		OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	1+	2013	
TRL 21	04/09/2014	♀	305		OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	2+	2012	
TRL 22	26/08/2014	♀	320		OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	2+	2012	
TRL 23	05/08/2014	♀	260		OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	2+	2012	
TRL 24	2015				NON	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI			
TRL 25	2015				NON	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON			
TRL 26	2015				NON	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI			
TRL 27	2015				Otolithes NON trouvées				NON				
TRL 28	2015		362		OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	2+	2013	
TRL 29	2015		7500		NON	OUI	NON	OUI	PRG	NON	6+	2009	
TRL 30	15/03/2015	♀	460		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	3	2012	
TRL 31	20/03/2015	♀	430	700	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	3	2012	
TRL 32	02/06/2015	♀	292		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	1+	2014	
TRL 33	02/06/2015	♀	475		OUI	OUI	OUI	NON	AMATEUR	NON	3+	2012	
TRL 37	16/05/2013	♀	330	330	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	2+	2010	
TRL 38	2015				OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON	5+	2010	
TRL 39					NON	OUI	NON	NON	NON				
TRL 40	08/07/2015			1075	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	3+	2012	
TRL 41	2015				OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON			
TRL 42	09/10/2015		500	1580	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	2+	2013	
TRL 43	2015				OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI	3	2012	
TRL 44	22/09/2015		510		NON	OUI	NON	NON	NON	NON			
TRL 45	29/08/2014		620	2100	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3+	2011	
TRL 46	17/08/2015	♀	400	520	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	2+	2013	
TRL 47	28/07/2015	♀	530	1560	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	4+	2011	
TRL 48	17/06/2015		250	185	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	2+	2013	
TRL 49	11/06/2015		250	180	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	2+	2013	
TRL 50	14/06/2015		220		OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	1+	2014	
TRL 51	26/06/2015		235	140	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON			
TRL 52	04/07/2015	♀	860	8960	OUI	OUI	OUI	NON	PRG	NON	6+	2009	
TRL 53	17/08/2015	♀	680	3780	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	3+	2012	
TRL 55	20/03/2016	M	830	5900	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	8	2008	
TRL 56	07/02/2016		440		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	3	2013	
TRL 57	07/02/2016		400		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2013	
TRL 58	06/02/2016		400		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2013	
TRL 59	16/02/2016		400		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2013	
TRL 60	18/02/2016		400		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2013	
TRL 61	15/02/2016		570	1800	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	3	2013	
TRL 62	15/02/2016		500	950	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	3	2013	
TRL 63	15/02/2016		410	600	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2014	
TRL 64	04/01/2016		130	1800	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	2+	2013	
TRL 65	29/04/2016		900	6300	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	9	2006	
TRL 66	17/04/2016		800	7000	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	6	2010	
TRL 67	18/05/2016		550	3200	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	5+	2011	
TRL 68	13/03/2016		490		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	4	2012	
TRL 69	21/02/2016		420		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	3	2013	
TRL 70	21/02/2016		440		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2014	
TRL 71	14/02/2016		450		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2014	
TRL 72	14/02/2016		420		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3	2014	
TRL 73	08/03/2016		610	2400	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	4	2012	
TRL 74	19/02/2016		560	1800	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	4	2012	
TRL 75	17/03/2016	♀	570		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	OUI	4+	2012	
TRL 76	16/05/2016		440		OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	3+	2013	
TRL 77	06/06/2016		660	4900	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	5+	2011	
TRL 78	10/06/2016		520	1600 (vidée)	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 79	17/06/2016		600	2700	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	5+	2011	
TRL 80	03/07/2016		430	950	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 81	03/07/2016		420	840	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2013	
TRL 82	04/07/2016		600	2400	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 83	07/07/2016		500	2000	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 84	12/07/2016		460	1300	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 85	14/07/2016		500	1600	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	4+	2012	
TRL 86	19/07/2016		450	1200	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	4+	2012	
TRL 87	10/07/2016		410	7	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	2+	2014	
TRL 88	22/07/2016		430	140	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	2+	2014	
TRL 89	07/08/2016		500	1900	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2012	
TRL 90	11/08/2016		500	1800	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 91	05/09/2016		500	1400	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2012	
TRL 92	07/09/2016		800	2800	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	6+	2010	
TRL 93	08/09/2016		450	1100	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	3+	2013	
TRL 94	13/01/2017	M	570	2300	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2013	
TRL 95	28/05/2016	F	640	2500	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 96	18/09/2017	F	620	2300	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2013	
TRL 97	13/07/2017	F	600	1800	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	4+	2013	
TRL 98	03/07/2017	F	465	1100	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2014	
TRL 99	25/07/2017	M	800	6500	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 100	18/07/2017	F	490	1400	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	3+	2014	
TRL 101	11/07/2017	F	630	2600	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	5+	2012	
TRL 102	11/09/2017	F	550	2200	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2013	
TRL 103	18/07/2017	F	450	1400	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	3+	2014	
TRL 104	15/09/2017	M	590	2500	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 105	07/09/2017	M	560	2960	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 106	18/08/2017		310	3000	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	2+	2015	
TRL 107	07/07/2017	F	400	1300	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2014	
TRL 108	10/03/2017	F	500	1000	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON			
TRL 109	27/06/2017	F	600	3800	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2013	
TRL 110	07/10/2016	M		4000	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 111	04/05/2017		760	6400	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	7	2010	
TRL 112	09/01/2017	F	840		OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 113	23/06/2017		500	1800	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	3+ ou 4+	2014 ou 2013	
TRL 114	2017				OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	4	2013	
TRL 115	2017		400	2600	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	4+	2013	
TRL 116	06/07/2017		450	1300	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	3+	2014	
TRL 117	26/07/2017		490	900	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 118	2017				OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI			
TRL 119	20/02/2017	M	770	7000	OUI	OUI	NON	NON	PRG	OUI	6+ ou 7+	2011 ou 2010	
TRL 120	07/03/2017	M	570	5700	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON	5+ ou 6+	2012 ou 2011	
TRL 121	24/03/2017		460	800	OUI	OUI	NON	NON	AMATEUR	NON	4	2013	
TRL 122	05/10/2016	M	850	7400	OUI	OUI	NON	NON	PRG	NON			
TRL 123	04/11/2017	F		3270	OUI	OUI	NON	NON					

Annexe 15 : Suivi thermique de la Leysse



Suivi des températures journalières du cours d'eau par rapport au preferendum de la truite



 Variables thermiques générales de la station	 <u>Preferendum</u> thermique de la truite	 Conditions favorables à la maladie rénale proliférative	 Conditions thermiques pendant la phase <u>embryo-larvaire</u>
T min H : 0.3°C T max H : 23.8°C T moy an : 11.8°C A an H : 23.5°C T An Min moy J : 1.5°C T An Max moy J : 21.2°C A An moy J : 19.7°C D T max moy J : 14/07/10	Nb J T4-T19 : 325 D T < 4 moy J : 30/11/10 D T > 4 moy J : 25/01/11 Nb H ≥ 19 : 686 Nb seq ≥ 19 : 58 Nb H max seq ≥ 19 : 66 Nb H ≥ 25 : 0 Nb seq ≥ 25 : 0	Nb H ≥ 15 : 2732 Nb seq ≥ 15 : 60 Nb H max seq ≥ 15 : 945	Nb J D2 : 80 Nb J Resorp : 35 Nb J D3 : 115 Nb H > 15 : 0 Nb seq ≥ 15 : 0 Nb H max seq ≥ 15 : 0 Nb H < 1.5 : 0 Nb seq ≤ 1.5 : 0

Code station : LEYS_235

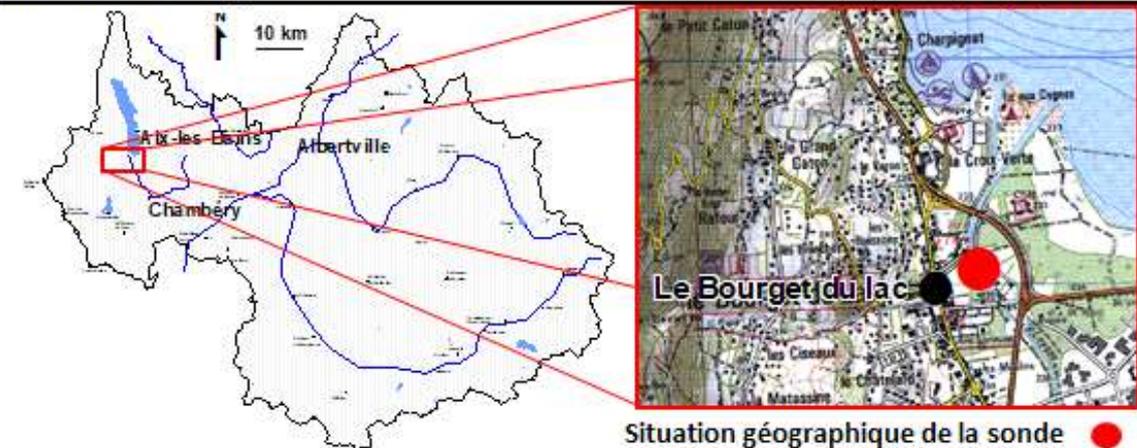
Cours d'eau : Leysse

Commune : Le Bourget du lac

Coordonnées Lambert : X 874780 / Y 2078240

Régime hydrologique : Naturel

Période du suivi : 19/06/2011 → 18/06/2012



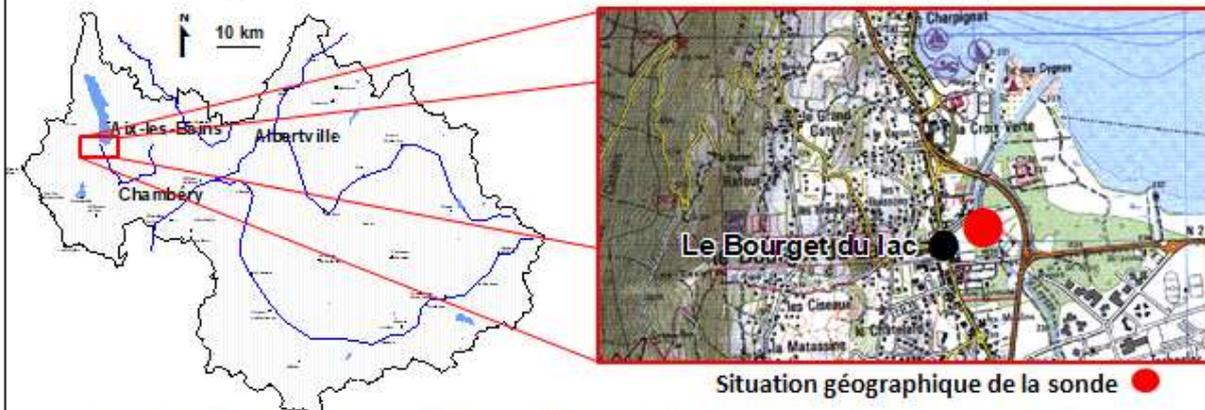
Suivi des températures journalières du cours d'eau par rapport au preferendum de la truite



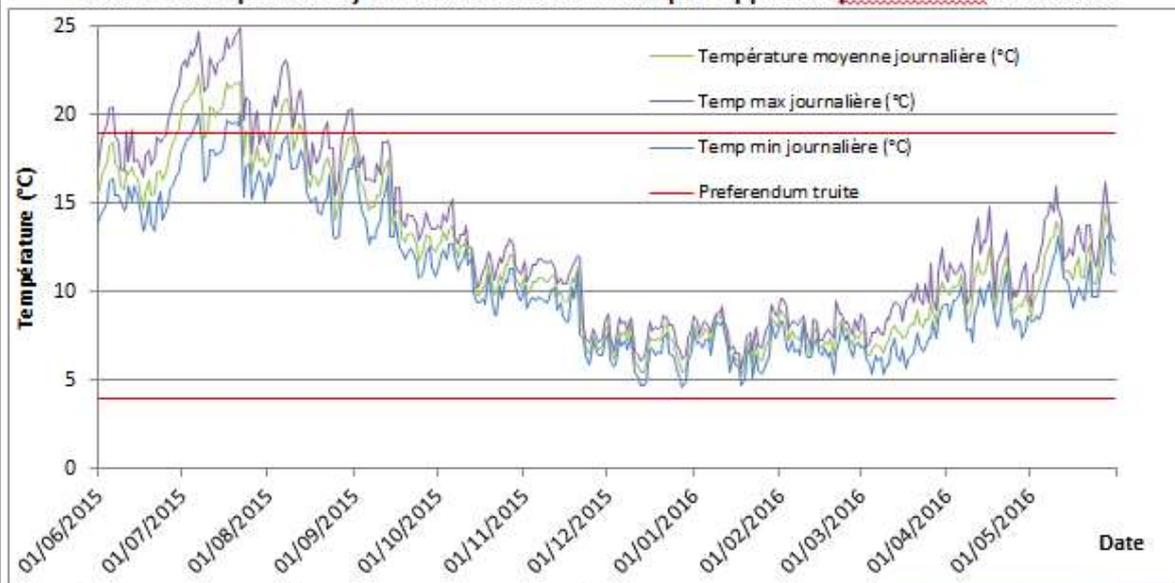
 Variables thermiques générales de la station	 Preferendum thermique de la truite	 Conditions favorables à la maladie rénale proliférative	 Conditions thermiques pendant la phase embryo-larvaire
T min H : 0.7°C T max H : 21.8°C T moy an : 11.3°C A an H : 21.1°C T An Min moy J : 1.3°C T An Max moy J : 20.5°C A An moy J : 19.2°C D T max moy J : 23/08/11 T moy 30 J : 18.0°C	Nb J T4-T19 : 339 D T < 4 moy J : 03/02/12 D T > 4 moy J : 15/02/12 Nb H ≥ 19 : 333 Nb seq ≥ 19 : 20 Nb H max seq ≥ 19 : 70 Nb H ≥ 25 : 0 Nb seq ≥ 25 : 0 Nb H max seq ≥ 25 : 0	Nb H ≥ 15 : 2262 Nb seq ≥ 15 : 50 Nb H max seq ≥ 15 : 402	Nb J D2 : 81 Nb J Resorp : 34 Nb J D3 : 115 Nb H > 15 : 0 Nb seq ≥ 15 : 0 Nb H max seq ≥ 15 : 0 Nb H < 1.5 : 79 Nb seq ≤ 1.5 : 9 Nb H max seq ≤ 1.5 : 14

Code station : LEYS_235
 Cours d'eau : Leyse
 Commune : Le Bourget du lac

Coordonnées Lambert : X 874780 / Y 2078240
 Régime hydrologique : Naturel
 Période du suivi : 01/06/2015 → 31/05/2016

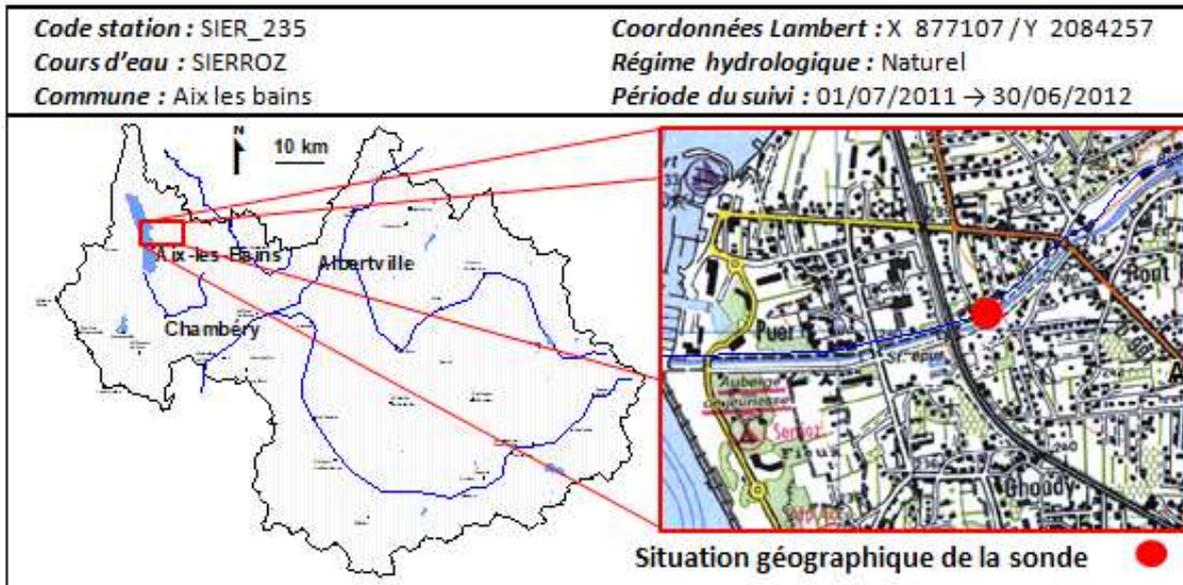


Suivi des températures journalières du cours d'eau par rapport au preferendum de la truite

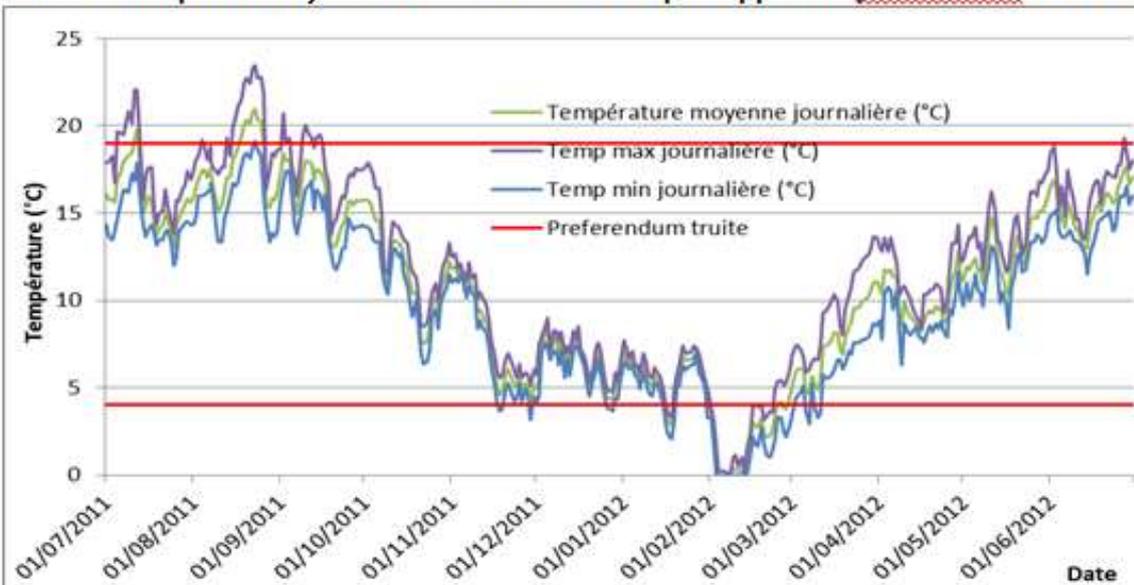


 Variables thermiques générales de la station	 <u>Preferendum</u> thermique de la truite	 Conditions favorables à la maladie rénale proliférative	 Conditions thermiques pendant la phase <u>embryo-larvaire</u>
T min H : 4.6°C T max H : 24.9°C T moy an : 11.81°C A an H : 20.3°C T An Min moy J : 5.2°C T An Max moy J : 22.3°C A An moy J : 17.1°C D T max moy J : 07/07/15 T moy 30 J : 20.21°C	Nb JT4-T19 : 335 D T < 4 moy J : D T > 4 moy J : Nb H ≥ 19 : 768 Nb seq ≥ 19 : 45 Nb H max seq ≥ 19 : 158 Nb H ≥ 25 : 0 Nb seq ≥ 25 : 0 Nb H max seq ≥ 25 : 0	Nb H ≥ 15 : 2343 Nb seq ≥ 15 : 33 Nb H max seq ≥ 15 : 1292	Nb J D2 : 64 Nb J Resorp : 43 Nb J D3 : 107 Nb H > 15 : 0 Nb seq ≥ 15 : 0 Nb H max seq ≥ 15 : 0 Nb H < 1.5 : 0 Nb seq ≤ 1.5 : 0 Nb H max seq ≤ 1.5 : 0

Annexe 16 : Suivi thermique du Sierroz



Suivi des températures journalières du cours d'eau par rapport au preferendum de la truite



 Variables thermiques générales de la station	 <u>Preferendum</u> thermique de la truite	 Conditions favorables à la maladie rénale proliférative	 Conditions thermiques pendant la phase embryonnaire
T min H : 0.0°C T max H : 23.5°C T moy an : 10.8°C A an H : 23.6°C T An Min moy J : 0.0°C T An Max moy J : 21.0°C A An moy J : 21.0°C D T max moy J : 23/08/11 T moy 30 J : 18.0°C	Nb J T4-T19 : 324 D T < 4 moy J : 16/01/12 D T > 4 moy J : 28/02/12 Nb H ≥ 19 : 286 Nb seq ≥ 19 : 30 Nb H max seq ≥ 19 : 44 Nb H ≥ 25 : 0 Nb seq ≥ 25 : 0 Nb H max seq ≥ 25 : 0	Nb H ≥ 15 : 2188 Nb seq ≥ 15 : 75 Nb H max seq ≥ 15 : 355	Nb J D2 : 93 Nb J Resorp : 33 Nb J D3 : 126 Nb H > 15 : 0 Nb seq ≥ 15 : 0 Nb H max seq ≥ 15 : 0 Nb H < 1.5 : 305 Nb seq ≤ 1.5 : 4 Nb H max seq ≤ 1.5 : 292

Annexe 17 : Résultats brutes du suivi scalimétrique

Suivi	Références poissons	Date de capture	Sexe	Taille (mm)	Poids (g)	Age NHT	Cohorte
Suivi captures (professionnelles et amateurs)	TRL 01	04/03/2013	♂	600	2840	4	2009
	TRL 02	24/04/2013	♂	720	5400	5	2008
	TRL 03	08/05/2013	♂	600	2900	4	2009
	TRL 04	21/05/2013	♂	665	3750 vidée	6	2007
	TRL 05	30/05/2013	♂	870	6000	6	2007
	TRL 06	10/07/2013	♂	450	1900	2+	2011
	TRL 07	10/07/2013	♂	600	2500	3+	2010
	TRL 08	01/05/2013	♂	420		3+	2010
	TRL 09	10/07/2013	♂	450	1120	2+	2011
	TRL 10	13/08/2013	♂	750	6000		
	TRL 11	24/11/2013	♂	810	7700	7	2007
	TRL 12	18/05/2013	♂		4975		
	TRL 13	24/08/2013				3+	2010
	TRL 14	01/08/2013		620	2800 vidée	3+	2010
	TRL 15	14/04/2014	♂	800	5200		
	TRL 16	22/07/2014	♂		7200	4+	2010
	TRL 17	06/07/1905	♂			5+	2009
	TRL 18						
	TRL 19	13/10/2014		620	2300 vidée	3+	2011
	TRL 20	06/07/1905		170		1+	2013
	TRL 21	04/09/2014	♂	305		2+	2012
	TRL 22	26/08/2014	♂	320		2+	2012
	TRL 23	05/08/2014		260		2+	2012
	TRL 24	07/07/1905					
	TRL 25	07/07/1905					
	TRL 26	07/07/1905					
	TRL 27	07/07/1905					
	TRL 28	07/07/1905		362		2+	2013
	TRL 29	07/07/1905			7500	6+	2009
	TRL 30	15/03/2015	♂	460	900	3	2012
	TRL 31	20/03/2015	♂	430	700	3	2012
	TRL 32	02/06/2015	♂	292		1+	2014
	TRL 33	02/06/2015	♂	475		3+	2012
	TRL 37	16/05/2013		330	330	3	2010
	TRL 38	07/07/1905	♂			5+	2010
	TRL 39						
	TRL 40	08/07/2015			1075	3+	2012
	TRL 41	07/07/1905					
	TRL 42	09/10/2015		500	1580	2+	2013
	TRL 43	07/07/1905				3	2012
	TRL 44	22/04/2015		510			
	TRL 45	29/08/2014		620	2100	3+	2011
	TRL 46	17/08/2015	♂	400	520	2+	2013
	TRL 47	28/07/2015	♂	530	1560	4+	2011
	TRL 48	17/06/2015		250	185	2+	2013
	TRL 49	11/06/2015		250	180	2+	2013
	TRL 50	14/06/2015		220		1+	2014
	TRL 51	26/06/2015		235	140		
	TRL 52	24/07/2015		860	8860	6+	2009
	TRL 53	17/08/2015	♂	680	3780	3+	2012
	TRL55	20/03/2016	M	830	5900	8	2008
	TRL56	07/02/2016		440		3	2013
	TRL57	07/02/2016		400			
	TRL58	06/02/2016		400		3	2013
	TRL59	16/02/2016		400		3	2013
	TRL60	16/02/2016		400		3	2013
	TRL61	15/02/2016		570	1800		
	TRL62	15/02/2016		500	950	3	2013
	TRL63	15/02/2016		410	600	3	2014
	TRL64	Avril 2016		530	1800	3+	2013
	TRL65	29/04/2016		900	6300	9	2007
	TRL66	17/04/2016		800	7000	6	2010
	TRL67	18/05/2016		550	3200	5+	2011
	TRL68	19/03/2016		490		4	2012
	TRL69	21/02/2016		420		3	2013
	TRL70	21/02/2016		440			
	TRL71	14/02/2016		450		3	2014
	TRL72	14/02/2016		420		3	2013
	TRL73	08/03/2016		610	2400	4	2012
	TRL74	19/02/2016		560	1800	4	2012
	TRL75	12/03/2016	♀	570		4	2012
	TRL76	16/05/2016		440		3+	2013
	TRL77	06/06/2016		660	4900	5+	2011
	TRL78	10/06/2016		520	1600 (vidée)		
	TRL79	17/06/2016		600	2700	5+	2011
	TRL80	03/07/2016		430	950		
	TRL81	03/07/2016		420	840	3+	2013
	TRL82	04/07/2016		600	2400		
	TRL83	07/07/2016		500	2000		
	TRL84	12/07/2016		460	1300		
	TRL85	14/07/2016		500	1600	4+	2012
	TRL86	19/07/2016		450	1200	4+	2012
	TRL87	20/07/2016		410	?		
	TRL88	22/07/2016		430	940	2+	2014
	TRL89	07/08/2016		500	1900	4+	2012
	TRL90	31/08/2016		500	1800		
	TRL91	05/09/2016		500	1400	4+	2012
	TRL92	07/09/2016		800	7800	6+	2010
	TRL93	Eté 2016		450	1100	3+	2013
	TRL94	13/10/2017	M	570	2300	4+	2013
	TRL95	28/05/2016	F	640	2500		
	TRL96	18/09/2017	F	620	2300	4+	2013
	TRL97	13/07/2017	F	600	1800	4+	2013

Suivi	Références poissons	Date de capture	Sexe	Taille (mm)	Poids (g)	Age NHT	Cohorte	
Suivi géniteurs	06/11/08-GAR/1	06/11/2008		290	273	1+	2007	
	06/11/08-GAR/2			320	341	1+	2007	
	06/11/08-GAR/3			310	282	2+	2006	
	06/11/08-GAR/4			265	190		indéterminée	
	06/11/08-GAR/5			225	135	1+	2007	
	06/11/08-GAR/6			290	263	1+	2007	
	06/11/08-GAR/7			290	240	1+	2007	
	06/11/08-GAR/8			260	152	1+	2007	
	06/11/08-PR/1			280	193		indéterminée	
	06/11/08-PR/2			460	940	2+	2006	
	06/11/08-SNCF/1			380	657		indéterminée	
	06/11/08-SNCF/2			365	505	2+	2006	
	06/11/08-SNCF/3			390	630		indéterminée	
	06/11/08-SNCF/4			290	262	1+	2007	
	06/11/08-SNCF/5			305	297	1+	2007	
	06/11/08-SNCF/6			260	207		indéterminée	
	06/11/08-SNCF/7			285	245	1+	2007	
	06/11/08-SNCF/8			250	151	1+	2007	
	06/11/08-SNCF/9			255	156	1+	2007	
	19/11/08-GAR/1		19/11/2008		425	703	2+	2006
	19/11/08-GAR/3				335	380	2+	2006
	19/11/08-GAR/4				420	725		indéterminée
	19/11/08-GAR/5				330	338		indéterminée
	19/11/08-GAR/7				300	278	1+	2007
	19/11/08-GAR/8			275	235	1+	2007	
	19/11/08-GAR/9			275	209		indéterminée	
	19/11/08-FIN/1			370	552	1+	2006	
	19/11/08-FIN/2			420	822		indéterminée	
	19/11/08-SNCF/1			245	147	1+	2007	
	19/11/08-SNCF/2			280	233		indéterminée	
	19/11/08-SNCF/3			280	255		indéterminée	
	19/11/08-SNCF/6		360	492	1+?	2007		
	01/12/08-GAR/1	01/12/2008		610	2266	3+	2005	
	01/12/08-GAR/2			300	288		indéterminée	
	01/12/08-GAR/3		M	380			indéterminée	
	01/12/08-FIN/1		M	335	369		indéterminée	
	01/12/08-FIN/2		F	365	545	2+	2006	
	01/12/08-PR/1			355	459	2+	2006	
	01/12/08-PR/2		M	465	1082		indéterminée	
	01/12/08-PR/3		F	560	2231	3+	2005	
	01/12/08-PR/4		F	715	5368	5+	2003	
	09/12/08-GAR/1		09/12/2008		780	6000	6+	2002
	26/10/09-TEC/1		26/10/2009		310		1+	2008
	26/10/09-PR/1				390		1+?	2008
	26/10/09-PR/2			440				
	26/10/09-PR/3			375		1+	2008	
	26/10/09-TREM/1			395		1+?	2008	
	26/10/09-TREM/2			590				
	26/10/09-TREM/3			390				
	26/10/09-TREM/4			245		1+	2008	
	26/10/09-TREM/5			420		2+	2007	
	26/10/09-GAR/1			265		1+	2008	
	26/10/09-GAR/2			455				
	26/10/09-GAR/3			270				
	26/10/09-GAR/4			260				
	26/10/09-GAR/5			315		1+	2008	
	26/10/09-GAR/6			270		1+	2008	
	26/10/09-GAR/7			240				
	26/10/09-GAR/8			235		1+	2008	
	26/10/09-GAR/9			250			régénérées	
	06/11/09-GAR/1	06/11/2009			455	897		régénérées
	06/11/09-GAR/2				240	127		régénérées
	06/11/09-SNCF/1				285	240	1+	2008
	06/11/09-SNCF/2			F	245	152	1+	2008
	06/11/09-SNCF/3			F	270	210	1+	2008
	06/11/09-SNCF/4			F	270	204	2+	2007
	06/11/09-SNCF/5			230	97	1+	2008	
	06/11/09-SNCFam/1			250	163	1+	2008	
	06/11/09-SNCFam/2			305	297	1+	2008	
	06/11/09-SNCFam/3			775		6+	2003	
	23/11/09-GAR/1		23/11/2009		315	306		indéterminée
	23/11/09-GAR/2				270	199	1+	2008
	23/11/09-GAR/3				300	288	1+	2008
	23/11/09-GAR/4				280	233		
	23/11/09-GAR/5				220	102	1+	2008
	23/11/09-SNCF/1				260	203	1+	2008
	23/11/09-SNCF/2				250	142	1+	2008
	23/11/09-SNCF/3				275	207		
	23/11/09-SNCF/4				290	260		
	23/11/09-SNCF/5				280	212	1+	2008
	23/11/09-SNCF/6				250	136	1+	2008
	23/11/09-SNCF/7			M	245	152		
	23/11/09-SNCFam/1				255	177	1+	2008
	23/11/09-SNCFam/2				195	78		régénérées
	23/11/09-SNCFam/3	M		250	162			
	23/11/09-SNCFam/4	M		240	146			
	23/11/09-PR/1			700	3580	4+	2005	
	23/11/09-PR/2			330	359	1+	2008	
	23/11/09-PR/3			300	269	1+	2008	
	23/11/09-PR/4			280	286	1+	2008	
	23/11/09-PR/5			255	153	1+	2008	
	23/11/09-PR/6			265	197	1+	2008	
	23/11/09-PR/7			245	141	1+	2008	
	23/11/09-PR/8			210	95			
	10/12/09-GAR/1	10/12/2009		305	274			
	10/12/09-GAR/2			455	946			
	10/12/09-GAR/3			310	276	1+	2008	
	10/12/09-PR/1		M	560		3+	2006	
	10/12/09-PR/2		F	680				
	10/12/09-PR/3			380	563	2+	2007	
10/12/09-PR/4			285	241				
10/12/09-PR/5			265	205	1+	2008		
25/10/12-BIS/1	25/10/2012			810				

Suivi	Références poissons	Date de capture	Sexe	Taille (mm)	Poids (g)	Age NHT	Cohorte
	5	09/11/2012	F	782	7400	5+	2007
	8		F	560	2500	3+	2009
	10			280	255	1+	2011
	11			240	135	2+	2010
	13			299	273	1+	2011
	14			301	274	2+	2010
	16		F	870	8500	6+	2006
	17		F	840	8500	6+	2006
	18	19/11/2012		322	371	2+	2020
	21			379	609	2+	2010
	22			305	318	1+	2011
	23			280	218	1+	2011
	24			289	272	1+	2011
	25			305	292	1+	2011
	26			840	7400	6+	2006
	27		F	649	2996	4+	2008
	28		F	340	477	2+	2010
	29		F	880	8400	7+	2005
	30		F	305	295	1+	2011
	32	03/12/2012	F	295	280	1+	2011
	34			305	358	2+	2010
	35			304	290	2+	2010
	43			280	250	1+	2011
	45			730	4740	4+	2008
	47			268	220,5	2	2011
	48			300	270	2	2011
	49			585	1883	5	2008
	50	05/03/2013		402	556	3	2010
	52			242	139	2	2011
	53			281	212	2	2011
	54			275	243	2	2011
	55			358	461	3	2010
	56			352	546	3	2010
	58			253	293	2+	2011
	60	26/11/2013	F	760	5130	5+	2008
	61		F	430	950	2+	2011
	62		F	725	5700	5+	2008
	63		F	357	470	1+	2012
	64		F	870	7320	7+	2006
	65		F	690	3700	5+	2008
	67		F	279	217	1+	2012
	68		F	328	392	2+	2011
	70		F	570	1760	3+	2010
	71	17/12/2013		322	350	2+	2011
	72		F	389	652	2+	2011
	73		F	378	430	2+	2011
	74		F	262	156	1+	2012
	75		F	340	380	2+	2011
	76	21/10/2014					
	77			700	4500	4+	2010
	79			325	388	2+	2012
	81			375	570	2+	2012
	82		F	880	8570	8+	2006
	84			294	280	1+	2013
	86			379	630	3+	2011
	87	21/11/2014		319	331	2+	2012
	88			292	266	1+	2013
	89			307	323	1+	2013
	90			324	451	1+	2013
	91			316	343	2+	2012
	92			262	259	1+	2013
	93		M	870	8560	5+	2009
	94			268	193	2+	2012
	96			275	205	1+	2013
	97			255	160	1+	2013
	98			405	877	2+	2012
	99			306	304	2+	2012
	100	04/12/2014		269	274	1+	2013
	101			300	283	3+	2011
	103			255	184	1+	2013
	105			206	152	2+	2012
	106			256	158	1+	2013
	122		F	810	5484	5+	2009
	125	12/12/2014	F	310	258	2+	2012
	126			272	226	1+	2013
	127		M	685	4300	4+	2010
	131			590	2514	4+	2010
	132	29/09/2015		300	288	2+	2013
	133			245	148	1+	2014
	134	31/11/2015		265	186	1+	2014
	135			318	358	1+	2014
	137			344	682	2+	2013
	141			330	358	2+	2013
	142			315	275	1+	2014
	146	10/12/2015	F	360	420	2+	2013
	147		M	363	534	2+	2013
	148		F	340	440	1+	2014
	153		M	627	2538	5+	2011
	156		F	250	159	1+	2015
	157		F	520	1350	3+	2013
	158	07/12/2016	F	700	3200	6+	2010
	159		F	252	210	1+	2015
	160		F	330	300	1+	2015
	136		F	725	3294	7	2010

Suivi géniteurs

Annexe 18 : Origine génétique des populations de truites lacustres du lac du Bourget

Rivière	Code_station	Nom_station	X	Y	Date	Nb total ind. Disponibles	Nb ind. succès génotypage SNP	Taux global allèles ATL sur 6 SNP (%)	Erreur standard IC95 %	Effectifs d'individus pour chaque valeur de l'indice ATL par génotypage sur 6 SNP (aucune donnée absente)																
										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Sierroz	SIER_235	Garibaldi	876720	2084137	09/11/2012	10	10	77,5	69,0% - 84,6%	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	3	2	0				
					06/11/2008	17	17	85,29	79,7% - 89,9%	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	2	4	7	
					26/11/2013	6	6	86,11	75,9% - 93,1%	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3
	SIER_240	SNCF	877010	2084222	06/11/2009	8	8	96,88	91,1% - 99,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6		
					09/11/2012	10	10	80	71,7% - 86,7%	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	0		
					06/11/2009	15	14	89,63	83,9% - 93,8%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	5	4	
	SIER_243	Pont Rouge	877325	2084448	26/11/2013	7	7	90,48	82,1% - 95,8%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	
					06/11/2008	13	13	91,03	85,4% - 95,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	6	4		
					21/10/2014	2	2	75	53,3% - 90,2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
					06/11/2008	6	6	76,39	64,9% - 85,6%	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
					26/11/2013	5	5	76,67	64,0% - 86,6%	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	
					23/11/2009	11	11	83,33	75,9% - 89,3%	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	3	4
					09/11/2012	25	22	89,77	85,5% - 93,2%	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	6	11	
					19/11/2008	4	4	85,42	72,2% - 93,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
					21/11/2014	1	1	90	55,5% - 99,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
SIER_245	LAFIN	877643	2084670	21/11/2014	9	8	90,22	82,2% - 95,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	2			
				12/12/2014	7	7	93,9	86,3% - 98,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2			
				21/11/2014	5	5	85	73,4% - 92,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2			
SIER_248	Aval abattoirs	877897	2084813	21/11/2014	1	1	91,67	61,5% - 99,8%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
SIER_250	Amont abattoirs	878237	2084986	12/12/2014	7	7																				
SIER_252	Aval Pisciculture	878366	2085047	21/11/2014	5	5																				
SIER_255	Seuil chez Blanc	878526	2085284	21/11/2014	1	1																				