



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



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

SUIVI PLURI-ANNUEL DE LA POPULATION DE TRUITE COMMUNE SUR LA BASSE DRANSE

Campagne 2010



C. Chasserieu & A. Caudron

Octobre 2011

**RAPPORT FDP74.11/04
SHL 303.2011**

Etude réalisée avec la collaboration
financière de :



Participation technique et prestation de :



SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
II. MATERIEL ET METHODE	2
1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	2
2. SYNTHÈSE DES DONNÉES RECOLTÉES SUR LA BASSE DRANSE.....	3
3. SUIVI ANNUEL DES REMONTEES DE TRUITES PAR PIEGEAGE A LA PASSE A POISSONS DE VONGY	4
4. RELEVÉ ANNUEL DE FRAYERES ET DESCRIPTION DES MICRO-HABITATS DE FRAIE	6
5. SUIVI DEMOGRAPHIQUE ANNUEL DU PEUPEMENT PISCICOLE PAR PECHES ELECTRIQUES D'INVENTAIRE.....	6
III. RESULTATS	9
1. SUIVI ANNUEL DES REMONTEES DE TRUITES PAR PIEGEAGE A LA PASSE A POISSONS DE VONGY	9
1.1. <i>Effectifs de migrants et période de migration</i>	9
1.2. <i>Dynamique de migration et condition de débits (Caudron, 2010)</i>	10
1.2. <i>Caractéristiques des géniteurs migrants</i>	11
2. RELEVÉ ANNUEL DE FRAYERES ET DESCRIPTION DES MICRO-HABITATS DE FRAIE	13
3. SUIVI DEMOGRAPHIQUE ANNUEL DU PEUPEMENT PISCICOLE PAR PECHES ELECTRIQUES D'INVENTAIRE.....	16
IV. SYNTHÈSE DES RESULTATS, DISCUSSION ET PERSPECTIVES	22
V. BIBLIOGRAPHIE	24
ANNEXES	26

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SYSTEME DE PIEGEAGE, DES STATIONS DE PECHE ET DES TRONÇONS DE COURS D'EAU HOMOGENES (ALTERNANCE DE BLEU CLAIR / BLEU FONCE) SUR LA BASSE-DRANSE (SITUATION GENERALE : MODIFIEE D'APRES WWW.TRUITELEMAN.CH.) .	2
FIGURE 2 : SCHEMATISATION DU FONCTIONNEMENT DES AMENAGEMENTS HYDRO-ELECTRIQUES DU SYSTEME DES DRANSES LIES A LA CENTRALE DE BIOGE (MODIFIE D'APRES CIDEE, 2001). L'ALTITUDE DES DIFFERENTES INSTALLATIONS EST PRECISEE ENTRE PARENTHESES.	3
FIGURE 3 : AXE TEMPOREL RECAPITULANT L'ACQUISITION DE DONNEES SUR LES TROIS VOILETS ETUDIES DANS LE CADRE DU SUIVI DE LA BASSE DRANSE ; JAUNE = DONNEES ACQUISES, VERT = CAMPAGNE 2010 ; ROSE = DONNEES A VENIR.	3
FIGURE 4 : MANIPULATIONS OPEREES SUR LES TRUITES CAPTUREES DANS LE PIEGE	5
FIGURE 5 : REPARTITION MENSUELLE DES TRUITES DE LAC CAPTUREES AU PIEGE DE LA PASSE A POISSONS DE VONGY (A) ET POURCENTAGE CUMULE PAR QUINZAINNE POUR LES TROIS ANNEES DE SUIVI DES REMONTEES (B).....	9
FIGURE 6 : DEBITS MOYENS HEBDOMADAIRES DE LA BASSE-DRANSE ET NOMBRE DE TRUITES LACUSTRES CAPTUREES DANS LE PIEGE POUR LES DEUX ANNEES ETUDIEES 1999 ET 2009.	10
FIGURE 7 : DEBITS INSTANTANES AU PAS DE TEMPS 10MIN DE LA BASSE-DRANSE ET NOMBRE DE TRUITES LACUSTRES CAPTUREES QUOTIDIENNEMENT DANS LE PIEGE POUR LES DEUX ANNEES ETUDIEES 1999 ET 2009.....	10
FIGURE 8 : MOYENNES MENSUELLES (\pm ECART-TYPE) DE LA TAILLE TOTALE (EN MM) DES TRUITES DE LAC CAPTUREES DANS LE PIEGE POUR LES TROIS ANNEES DE SUIVI DES MIGRANTS.	12
FIGURE 9 : POURCENTAGES DE MALES ET FEMELLES POUR LES TRUITES CAPTUREES DANS LE PIEGE POUR CHAQUE ANNEE DE SUIVI.	12
FIGURE 10 : (A) DISTRIBUTION DES CLASSES DE TAILLE (LONGUEUR TOTALE EN CM) DES TRUITES LACUSTRES CAPTUREES DANS LE PIEGE EN FONCTION DE LEUR SEXE POUR LA CAMPAGNE 2010/2011 ; (B) LONGUEUR TOTALE MOYENNE (CM) PAR SEXE POUR LES TROIS ANNEES DE SUIVI.	13
FIGURE 11 : NOMBRES DE FRAYERES RECENSEES PAR TRONÇON POUR LES QUATRE ANNEES DE PROSPECTION.....	14
FIGURE 12 : LOCALISATION DES FRAYERES DE TRUITES LACUSTRES ET SECTEURS DE FRAIE REDONDANTS POUR LES QUATRE ANNEES DE RECENSEMENT	15
FIGURE 13 : COMPARAISON SUR LES TROIS STATIONS D'ETUDE DES PEUPELEMENTS PISCICOLES THEORIQUES ET OBSERVES POUR LES QUATRE ANNEES DE SUIVI.....	18
FIGURE 14 : DENSITE (IND./100M ²) ET BIOMASSE (KG/HA) DE TRUITE FARIO POUR LES TROIS STATIONS DE PECHE ET LES QUATRE ANNEES DE PROSPECTION SUR LA BASSE DRANSE ; STRUCTURE DES POPULATIONS DE TRUITE FARIO (JAUNE = 0+ ; GRIS > 0+) ET COMPARAISON DES FREQUENCES DE TAILLE RELATIVES (PRUNE) AUX FREQUENCES MOYENNES STANDARDS DU DEPARTEMENTS FMS (BLEU) POUR LES TROIS STATIONS ET LES QUATRE ANNEES DE PROSPECTION.....	20
FIGURE 15 : CONTRIBUTION DES JUVENILES DANS LES POPULATIONS DE TRUITE FARIO SUR LES TROIS STATIONS D'ETUDE DE LA BASSE DRANSE ET POUR LES QUATRE ANNEES DE SUIVI.	21

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I : NIVEAUX TYPOLOGIQUES THEORIQUES DES TROIS STATIONS DE PECHE ELECTRIQUES D'INVENTAIRES SUR LA BASSE DRANSE.	16
TABLEAU II : DENSITES ET BIOMASSES ESTIMEES DE TRUITE FARIO POUR LES JUVENILES ET LA POPULATION TOTALE POUR L'ANNEE 2009 CALCULEES PAR COURS D'EAU OU SECTEUR DE COURS D'EAU SOUMIS AUX MIGRATIONS DE TRUITE LACUSTRE (DONNEES FDPMA74).	23

I. INTRODUCTION

Le lac Léman, comme les deux autres grands lacs alpins du Bourget et d'Annecy, abrite deux formes écologiques de la truite commune : une forme sédentaire, dont l'ensemble du cycle de vie se déroule dans les affluents, et une forme migratrice qui partage son cycle de vie entre le lac où elle effectue sa croissance et les affluents où elle se reproduit et passe les premières années de sa vie (Champigneulle *et al.*, 1999).

La Dranse, deuxième plus grand affluent du Léman après le Rhône, fait partie des quatre tributaires français du lac Léman (avec le Redon, le Pamphiot et le Foron de Sciez) où les remontées de truites lacustres sont observées. Ce cours d'eau représente donc un enjeu important au sein du système Léman-affluents pour la conservation de la truite lacustre. En outre, cette rivière présente plusieurs particularités.

D'une part, dans un premier temps les aménagements hydroélectriques avec la construction des prises d'eau entre 1898 et 1949 sur les affluents de la Dranse (Veyret-Vernet, 1948) puis dans un second temps les installations routières couplées à l'extraction de granulats dans le delta (seuil du pont de Vongy devenu infranchissable dans les années 1990 avec les phénomènes d'érosion régressive) ont perturbé la remontée des truites lacustres dans la Basse Dranse. Depuis 1998, le seuil du pont de Vongy est doté d'une passe à poissons munie d'un dispositif de piégeage qui permet de faciliter l'accessibilité sur 10 km de sites pour la reproduction et de réaliser des premiers suivis de remontées des truites lacustres (1998-2001 ; 2009 à aujourd'hui).

D'autre part, il s'agit du seul affluent dans lequel des géniteurs sont présents 10 mois par an. En effet, la migration s'étalant du mois de mai au mois de février de l'année suivante (Colon, 2001), de nombreux grands salmonidés sont présents dans la rivière pendant la saison de pêche. Cela constitue un intérêt halieutique majeur pour le développement de la pêche amateur sur cette rivière.

Enfin, la Basse Dranse est une rivière utilisée pour la production hydro-électrique soumise aux éclusées de l'usine de Bioge. Suite aux résultats d'une première étude d'impact (CIDEE, 2001) un protocole d'accord en janvier 2005 a permis de modifier le débit réservé et le régime des éclusées de cet aménagement. Une seconde étude (SAGE, 2010) destinée à évaluer les gains biologiques de ces modifications a été conduite entre 2007 et 2009. Les résultats obtenus au cours de la période étudiée n'ont pas mis en évidence d'effets positifs du changement de gestion des débits et montrent la nécessité de disposer d'une chronique de données plus importante pour mettre en évidence d'éventuelles modifications du compartiment ichthyologique à l'échelle de la rivière.

Ainsi, à partir de 2009, un suivi pluriannuel d'indicateurs piscicoles a été mis en place par la FDPMA 74 et l'INRA sur la Basse Dranse afin de caractériser l'état de fonctionnalité et la dynamique des populations de truite en place. Ces suivis pourront également servir de point initial pour évaluer la nouvelle modification de débit prévue en 2014 conformément à la LEMA. La Basse Dranse peut être considérée comme un site atelier d'intérêt national dans le domaine de l'écologie de la restauration permettant d'étudier finement sur le long terme les réponses biologiques d'une population de salmonidés sur une rivière à débits artificialisés soumise à des modifications de production hydroélectrique.

II. MATERIEL ET METHODE

1. Présentation de la zone d'étude

La Basse-Dranse constituée par la confluence de trois cours d'eau (les Dranses d'Abondance et de Morzine et le Brevon) présente une longueur d'environ 14 km pour une pente moyenne de 1,2%. Le module interannuel moyen de la Basse-Dranse, calculé sur la période 1906-2002, est évalué à 20,1 m³/s. La centrale hydroélectrique de Bioge localisée à l'amont de la Basse Dranse (Figure 1) impose à cette rivière par son activité un régime par éclusées. Elle turbine les eaux prélevées au droit de plusieurs prises d'eau situées sur les trois affluents de la Basse Dranse (Dranse d'Abondance, Dranse de Morzine et Brevon) et de l'Ugine (affluent de la Dranse d'Abondance) (Figure 2).

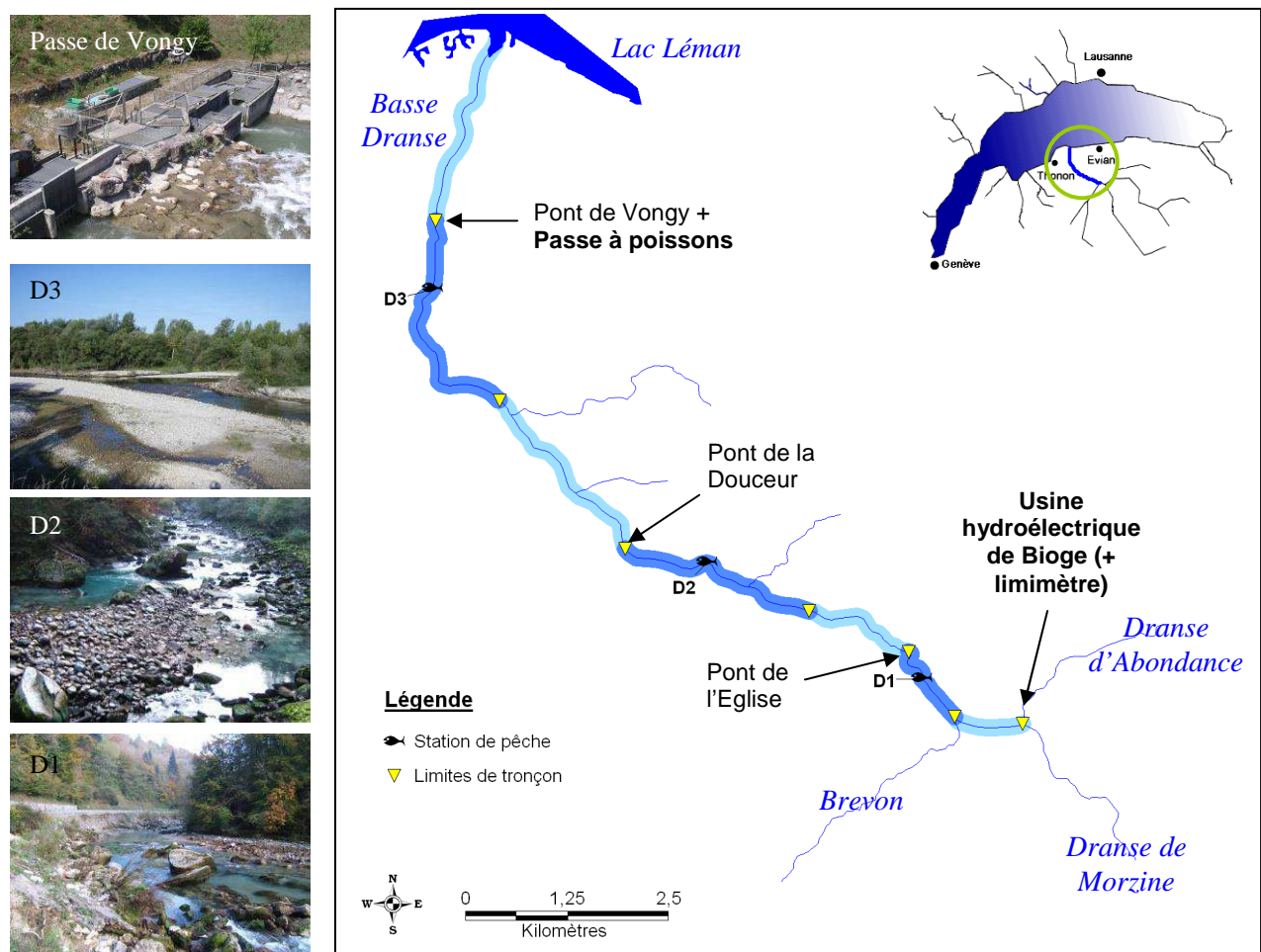


Figure 1 : Localisation géographique du système de piégeage, des stations de pêche et des tronçons de cours d'eau homogènes (alternance de bleu clair / bleu foncé) sur la Basse-Dranse (situation générale : modifiée d'après www.truiteleman.ch.)

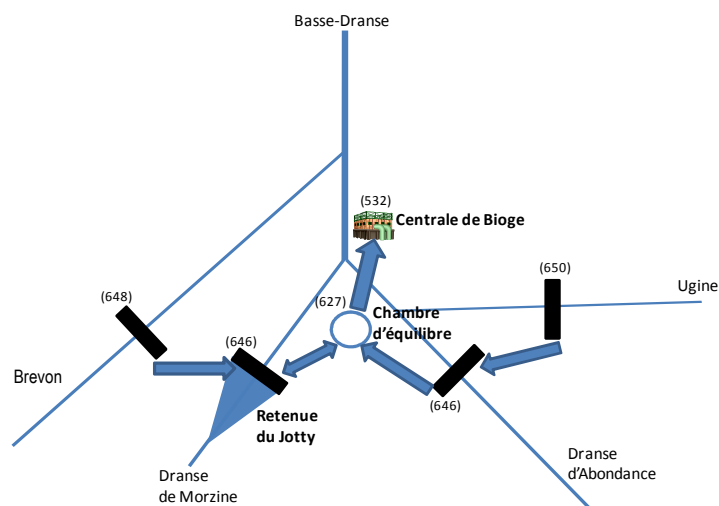


Figure 2 : Schématisation du fonctionnement des aménagements hydro-électriques du système des Dranses liés à la centrale de Bioge (modifié d'après CIDEE, 2001). L'altitude des différentes installations est précisée entre parenthèses.

Pour l'année 2009, les débits de la rivière ont été estimés grâce aux relevés, au pas de temps 10 min, du système de mesure limnimétrique de Bioge géré par les Services Industriels de Genève (S.I.G.). En 2010, la gestion du limnimètre a été cédée à la DREAL Rhône-Alpes qui a statué une mise en stand-by de cette station. Les données hydrologiques ne sont donc pas disponibles. La FDPPMA 74 est actuellement en pour parler avec EDF pour récupérer les données « débit » à l'entrée de la centrale hydroélectrique de Bioge en attendant l'éventuelle remise en activité de la station limnimétrique de Bioge.

2. Synthèse des données récoltées sur la Basse Dranse

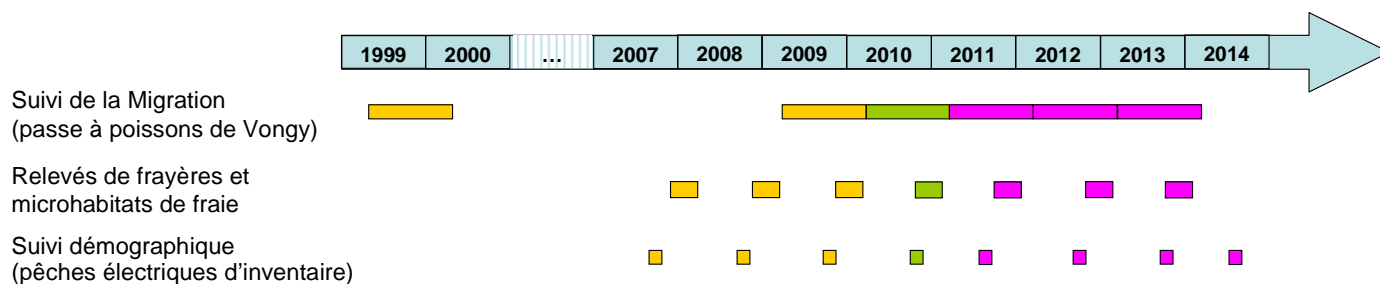


Figure 3 : Axe temporel récapitulant l'acquisition de données sur les trois volets étudiés dans le cadre du suivi de la Basse Dranse ; jaune = données acquises, vert = campagne 2010 ; rose = données à venir.

3. Suivi annuel des remontées de truites par piégeage à la passe à poissons de Vongy

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

La campagne 1999/2000 a été prise en charge par l'INRA (Colon, 2000). Celle de 2009/2010 a été réalisée par un garde-pêche professionnel de l'AAPPMA du Chablais–Genevois (B. Riva) et par un technicien de la FDPPMA74 (G. Bini). Pour la campagne 2010/2011, le piégeage a été effectué par un technicien de l'INRA (L. Espinat), deux techniciens de la FDPPMA74 (G. Bini et L. Catinaud) et par un prestataire, le bureau d'études SAGE Environnement (Q. Dumoutiers, S. Renahy, J.-P. Vuillet).

Pour toutes les campagnes, chaque truite capturée a été identifiée par un numéro de référence unique et manipulée comme suit (Figure 4) :

- Anesthésie dans une solution d'eugénol ;
- Sexage des poissons matures ;
- Mesures de la longueur fourche et de la longueur totale en mm ;
- Mesure de la mâchoire supérieure en mm qui permet un sexage morphologique du poisson (Caudron, 2010) ;
- Prise d'écailles au niveau de la zone préconisée par Ombredane et Richard (1990) ;
- Prélèvement d'un morceau de nageoire adipeuse (campagne 2009/2010) ou de nageoire pelvienne (campagne 2010/2011) pour un marquage visuel et stockage de celui-ci en tube dans l'Éthanol absolu en vu d'analyses génétiques ultérieures ;
- A partir de la campagne 2010/2011, marquage individuel par PIT-tag (*32mm Texas Instrument inc*) ; il permettra d'obtenir des données originales sur la migration des truites lacustres (caractéristiques des individus à reproduction multiple, taux de croissance interannuel, fidélité à la rivière et régularité de la période de remontée,...).
- Réveil et remise à l'eau du poisson.



1. Vue d'ensemble de la passe à poissons de Vongy et de son dispositif de piégeage
2. Piège en eau
3. Entonnoir du piège (passe vidée)
4. Grille de clôture du piège (passe vidée)
5. Disposition de la rampe d'échantillonnage : le poisson chemine de droite à gauche pour subir les différents prélèvements et mesures caractéristiques.
6. Couteau et pince pour le prélèvement des écailles ; désinfection du PIT-tag (32mm Texas Instrument inc) dans la Bétadine demique avant son introduction dans la cavité ventrale du poisson.
7. Découpe d'un bout de la nageoire pelvienne pour un marquage visuel et un prélèvement en vu d'analyses génétiques.
8. Prélèvement des écailles à la pince dans la zone préconisée par Ombredane et Richard (1990) ; elles sont ensuite stockées dans un sachet avec le numéro d'identification du poisson.
9. Mesure de la mâchoire supérieure au pied à coulisse.
10. Incision au scalpel dans le ventre de la truite pour introduire le PIT-tag dans la cavité ventrale à l'aide d'un trocart.
11. Mesure de la longueur à la fourche et de la longueur totale (en mm).
12. Pesée du poisson.

Figure 4 : Manipulations opérées sur les truites capturées dans le piège

Les fréquences des relevés du piège de la passe sont définies comme suit :

- de janvier à mai, deux fois par semaine ;
- de juin à septembre, trois fois par semaine ;
- aux mois d'octobre et novembre, pendant le pic de migration des truites lacustres, trois à cinq fois par semaine suivant l'affluence des remontées ;
- au mois de décembre, à la fin du pic de migration, deux fois par semaine.

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

Un traitement statistique a été réalisé avec le logiciel StatBox 6.6 (Grimmersoft) en utilisant le test non paramétrique de Mann-Whitney (MW) pour comparer la taille (Longueur totale en mm) des individus captures selon les années et leur sexe.

4. Relevé annuel de frayères et description des micro-habitats de fraie

Les relevés de frayères ont été réalisés conjointement par le bureau d'études SAGE Environnement et la FDPPMA 74. La méthodologie de recensement se calque sur celle mise en œuvre dans l'étude SAGE 2010. Toutes les frayères observés (y compris les exondées) sont cartographiées chaque année durant la période allant de mi-novembre à mi-février. Pour ce faire, l'intégralité du secteur d'étude fait l'objet de plusieurs reconnaissances pédestres pendant la période concernée. Les frayères observées sont recensées, décrites et localisées au GPS.

En même temps, il est réalisé une description de l'habitat ambiant proche de la frayère et des micro-habitats de reproduction à partir de la nomenclature décrite par Champigneulle *et al.* (2003). Ces relevés supplémentaires viseront à caractériser, dans un contexte d'éclusées, le positionnement des micro-habitats de fraie dans le lit de la rivière par rapport aux abris hydrauliques présents.

5. Suivi démographique annuel du peuplement piscicole par pêches électriques d'inventaire

Pour assurer une continuité dans le suivi démographique du peuplement piscicole, les trois stations retenues par le bureau d'études SAGE Environnement lors des campagnes de suivi de 2007 et 2008 ont été maintenues. Ces trois sites d'études (D1, D2 et D3) sont tous localisés en amont de la passe à poissons de Vongy (Figure 1).

Le diagnostic annuel du peuplement piscicole est effectué par des pêches électriques d'inventaire (une par an et par station) réalisées entre fin septembre et début octobre conjointement entre le bureau d'études SAGE Environnement et la FDPPMA74 qui lui

apporte un soutien technique. La méthodologie suivie est celle par enlèvement successif décrite par De Lury (1951).

- Comparaison du peuplement piscicole observé à celui de référence

A chaque niveau typologique correspond, en l'absence de perturbations d'origine anthropique, un peuplement optimal composé d'un nombre prédéfini d'espèces en abondance déterminée (Verneaux, 1981). La confrontation du peuplement piscicole observé avec celui attendu permet d'évaluer son état et de déceler l'importance des perturbations anthropiques.

En prenant en compte six paramètres mésologiques à travers les trois facteurs fondamentaux que sont le facteur thermique, le facteur trophique et le facteur morphodynamique, il est possible de calculer le niveau typologique théorique d'une station de cours d'eau.

- le facteur thermique T_1 prend en compte la moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds (θ_{\max}).
- le facteur géotrophique T_2 est fonction de la distance à la source (d_0 en km) et de la dureté calco-magnésienne (D en mg/L)
- le facteur morphodynamique T_3 est lié à la section mouillée à l'étiage (S_m en m^2), à la pente du lit (p en ‰) et à la largeur du lit mineur (l en m)

Chaque facteur, composante du niveau typologique, se calcule de la manière suivante :

$$T_1 = 0,55 \theta_{\max} - 4,34$$

$$T_2 = 1,17 [\text{Ln}(d_0 \times D / 100)] + 1,50$$

$$T_3 = 1,75 [\text{Ln}(S_m / (p \times l^2) \times 100)] + 3,92$$

Le niveau typologique théorique (NTT) s'obtient grâce à une formule finale :

$$T_{\text{th}} = 0,45 \times T_1 + 0,30 \times T_2 + 0,25 \times T_3$$

A partir du modèle proposé par Verneaux (1973) et des données de pêche d'inventaire, le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) a établi un tableau de référence quantitatif (Annexe 1) permettant de déterminer, par niveau typologique, la composition du peuplement et l'abondance théorique de chaque espèce.

De même, les données issues des inventaires piscicoles sont converties en cote d'abondance par le biais de classes d'abondance numérique et pondérale variables selon les hydroécorégions pour être comparées à celles théoriques. Dans le cas présent, il a été utilisé les grilles de classes définies par le Conseil Supérieur de la Pêche pour l'hydroécorégion correspondant à la DR5 (Annexe 2).

- Estimation du stock de poissons

Une estimation de la densité et de la biomasse est réalisée pour chaque espèce présente sur les 3 stations étudiées (Carle & Strub, 1978) et pour le stade 0+ de truite commune.

Etant donné que les deux écotypes de la truite commune (sédentaire et lacustre) sont présents sur la zone d'étude et qu'ils manifestent des vitesses de croissance et des tailles non équivalentes pour un âge similaire, la taille moyenne des juvéniles a été réévaluée. A partir d'une analyse scalimétrique, la longueur maximale des individus de truite de l'année sur la Basse Dranse s'élève à 150 mm (Caudron & Champigneulle, com. pers.).

- Analyse de la structure de la population

La structure de la population de truite est également étudiée par l'intermédiaire de l'histogramme fréquence / taille. Les cohortes déficitaires peuvent être un indice précieux dans la précision de certains mécanismes de perturbations.

En outre, il est effectué une comparaison des fréquences de tailles relatives des populations échantillonnées à une fréquence moyenne standard établie sur le territoire de la Haute-Savoie sur la base de 209 résultats de pêches d'inventaires entre 1995 et 2006 sur 154 stations d'études réparties sur l'ensemble du département. Cette méthode comparative est intéressante à utiliser en complément des traitements précédents car elle permet de visualiser l'état de la structure de la population par rapport à un standard sur une zone d'étude préalablement définie. Cette méthode d'analyse exclue les individus juvéniles (<130 mm) qui sont soumis à de trop fortes variations interannuelles. Elle permet de mettre en évidence certains déséquilibres d'ordre naturel (déficit de recrutement, mortalités...) ou liés à gestion halieutique (sur ou sous exploitation par la pêche) (Caudron & Catinaud, 2008).

III. RESULTATS

1. Suivi annuel des remontées de truites par piégeage à la passe à poissons de Vongy

1.1. Effectifs de migrants et période de migration

Le nombre de truites remontées lors de la période de migration 2010/2011 s'élève à 135 contre 207 et 242 pour les remontées suivies précédemment 1999/2000 et 2009/2010 respectivement. Pour les années 2009/2010 et 2010/2011 tous les individus participent à la période de reproduction suivante. Cependant pour l'année 1999/2000, les truites remontées aux mois de janvier et mars sont des géniteurs tardifs de l'année de reproduction précédente ; le nombre de géniteurs effectifs remontés en 1999/2000 est plutôt de 197 individus (Figure 5-A).

Les deux migrations de 2009/2010 et 2010/2011 présentent une bimodalité avec une première vague de remontée durant l'été (juillet-août-septembre) et une seconde plus tardive au mois de novembre. Cette tendance ne se retrouve pas sur l'année 1999/2000 où un seul pic de remontées apparaît au mois d'octobre. Cependant il est à noter que le mois d'août enregistre une même quantité de migrants pour chaque suivi de migration.

La date médiane de migration reste constante autour de la deuxième quinzaine de septembre et le principal pic de remontées a toujours lieu au mois de novembre juste avant le début de la période de fraie (Figure 5-B).

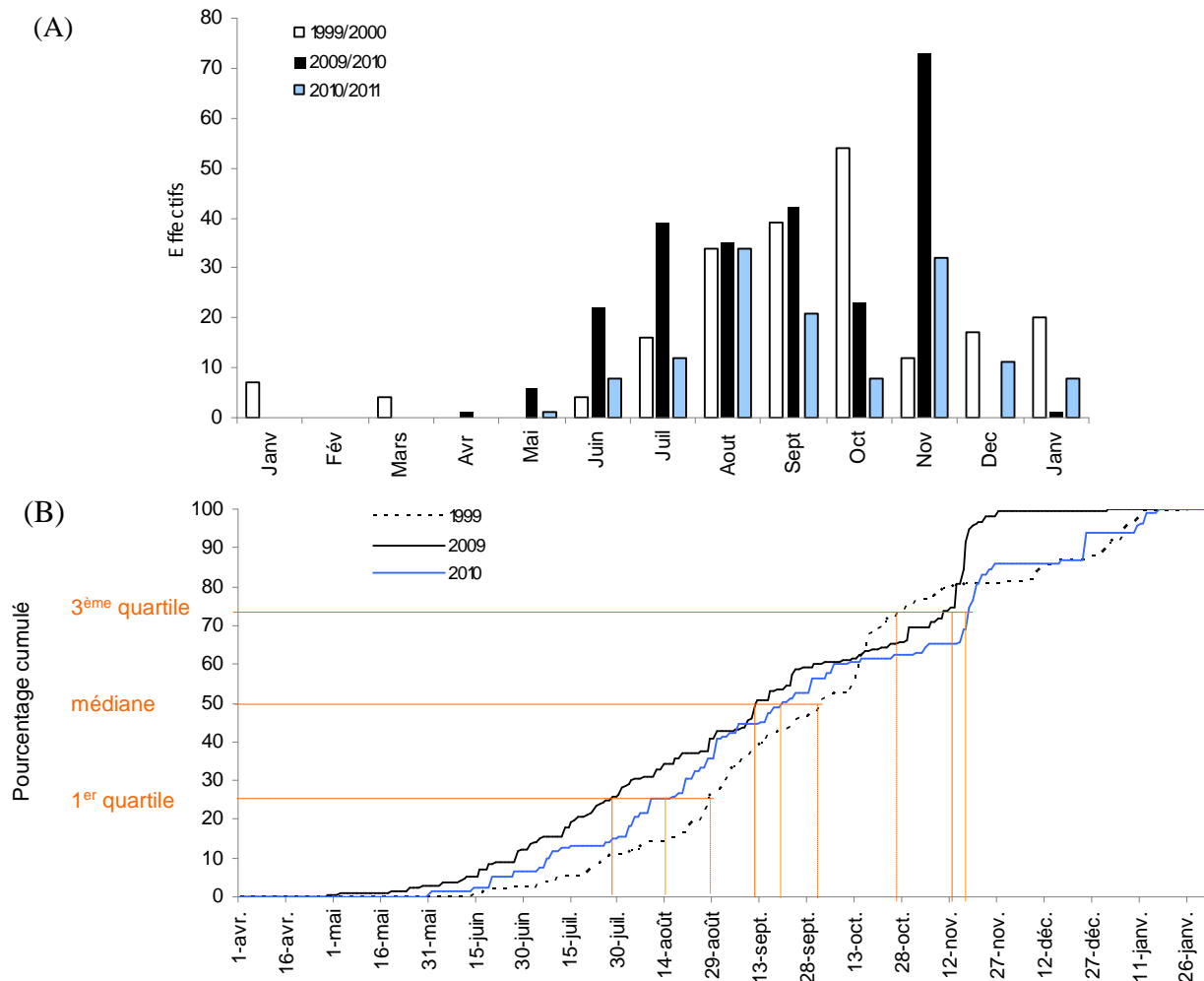


Figure 5 : Répartition mensuelle des truites de lac capturées au piège de la passe à poissons de Vongy (A) et pourcentage cumulé par quinzaine pour les trois années de suivi des remontées (B).

1.2. Dynamique de migration et condition de débits (Caudron, 2010)

N'ayant pas de nouvelles données hydrologiques pour l'année 2010, l'analyse de l'année précédente a été retranscrite ci après

Aucune relation évidente entre les débits et la migration des géniteurs n'a pu être mise en évidence sur la Basse-Dranse au cours des deux périodes étudiées quelques soient les pas de temps utilisés (quotidien et hebdomadaire). Ces résultats suggèrent que, sur cette rivière soumise à éclusées, les variations de débits liées à l'hydrologie naturelle au printemps (avril et mai) et à l'automne (octobre et novembre) n'engendrent pas de migration préférentielle (Figure 6). Par contre, les données de piégeage indiquent qu'une migration continue des géniteurs semble s'installer à partir du mois de juin pendant la période influencée par le régime hydrologique artificiel lié aux éclusées (Figure 7).

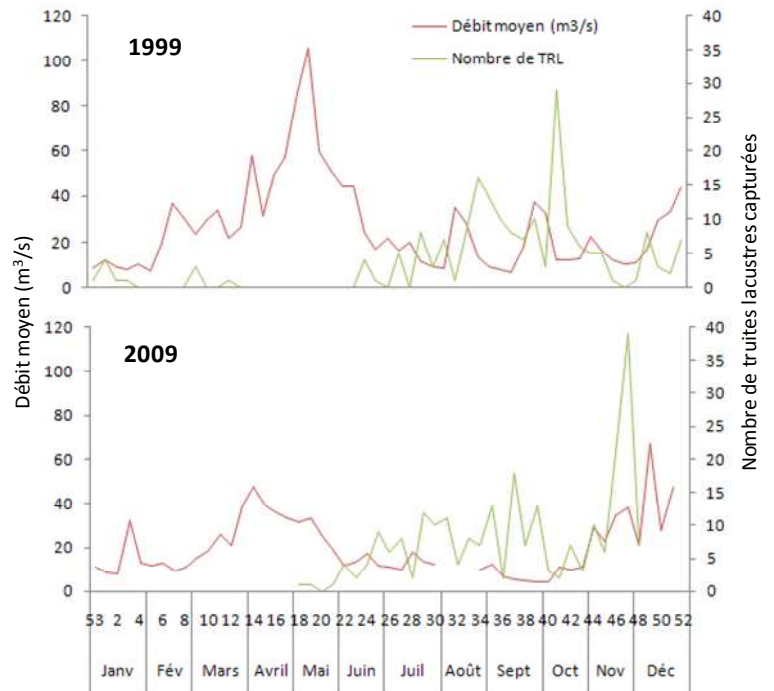


Figure 6 : Débits moyens hebdomadaires de la Basse-Dranse et nombre de truites lacustres capturées dans le piège pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

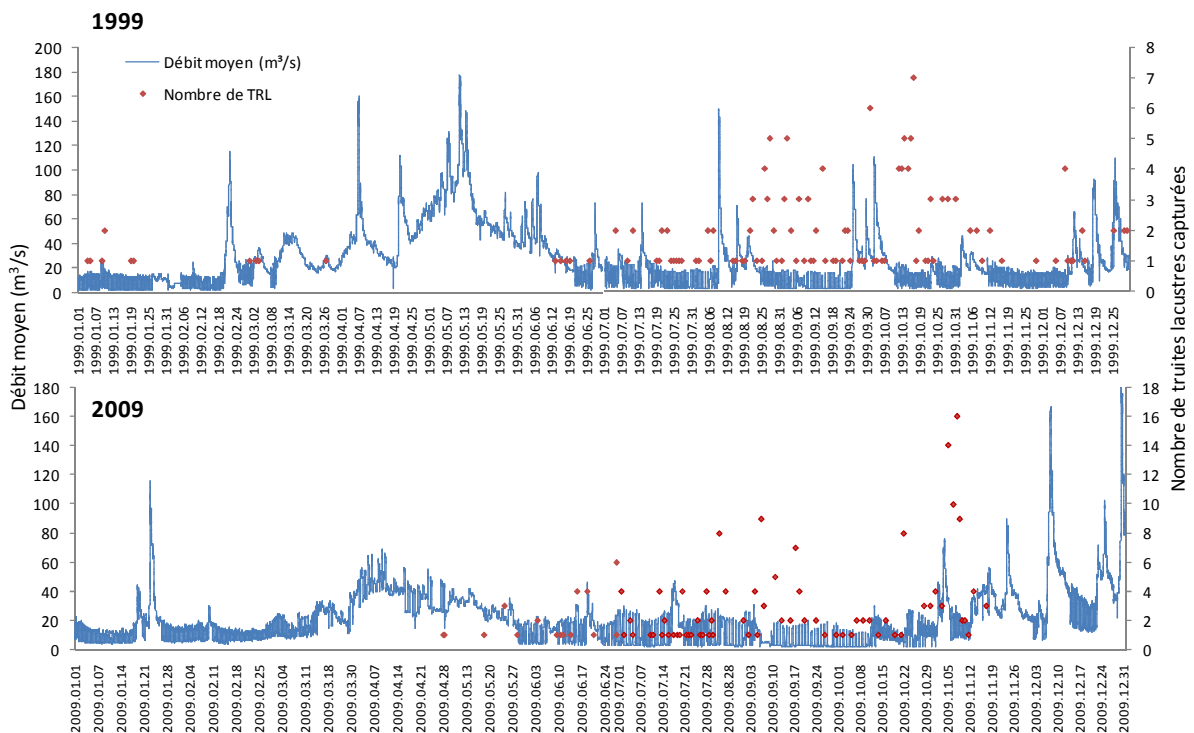


Figure 7 : Débits instantanés au pas de temps 10min de la Basse-Dranse et nombre de truites lacustres capturées quotidiennement dans le piège pour les deux années étudiées 1999 et 2009.

Les données de suivi de la migration, portant uniquement sur deux années, ne sont pas suffisantes pour caractériser la dynamique de la migration en relation avec les débits, en particulier sur une rivière comme la Basse-Dranse qui présente un régime hydrologique artificiel. Cependant, la dynamique de la migration au cours des deux années étudiées montre que la période de migration des géniteurs débute au printemps (avril-mai), et se poursuit régulièrement pendant plusieurs mois dans des conditions hydrologiques artificialisées par les éclusées. En effet, de mi-juin à mi-novembre, le régime d'exploitation hydroélectrique fonctionne majoritairement avec 2 éclusées par jour d'un cycle de 10-12h chacune, faisant varier le débit d'une valeur minimum allant de 1 à 5 m³/s à une valeur maximum comprise entre 9 et 20m³/s (SAGE 2010). Si les amplitudes de débits les plus fréquentes sont comprises entre 6 et 14m³/s, durant la période estivale 27% des éclusées ont une amplitude supérieure à 15m³/s (SAGE 2010). Ces variations artificielles de débits peuvent avoir un effet positif sur la dynamique de migration des géniteurs de truite de lac. En effet, elles peuvent provoquer une remontée régulière des géniteurs au cours d'une période normalement d'étiage où le débit naturellement faible devrait être moins propice à la migration de montaison. Les effets des éclusées sur les « runs » de poissons migrateurs amphihalins comme le saumon atlantique sont bien connus des pêcheurs (Huntsman, 1948).

La modification de gestion des débits en 2004 n'a pas eu d'impact sur la dynamique des remontées des géniteurs de truite lacustre. En effet les campagnes de 1999 et de 2009 mises en relation avec l'hydrologie ne font pas ressortir de corrélation significative entre les valeurs de débit et les remontées de truites. Les changements opérés concernaient les débits planchers dans le but essentiel d'éviter l'exondation des zones de fraie pendant la période hivernale (période de forte demande en énergie et donc de forte production électrique).

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

1.2. Caractéristiques des géniteurs migrants

- Longueur totale

La longueur totale moyenne des truites lacustres est significativement (MW, P<0.0001) plus faible en 1999/2000 (Lt = 67,8 cm ± 10,3) que en 2009/2010 (Lt = 76,7 cm ± 9,3) et 2010/2011 (Lt = 73,5 cm ± 10,5) (Figure 6). Pour ces deux dernières années, les truites capturées dans le piège n'ont pas une différence de taille significative ((MW, P<0.0001).

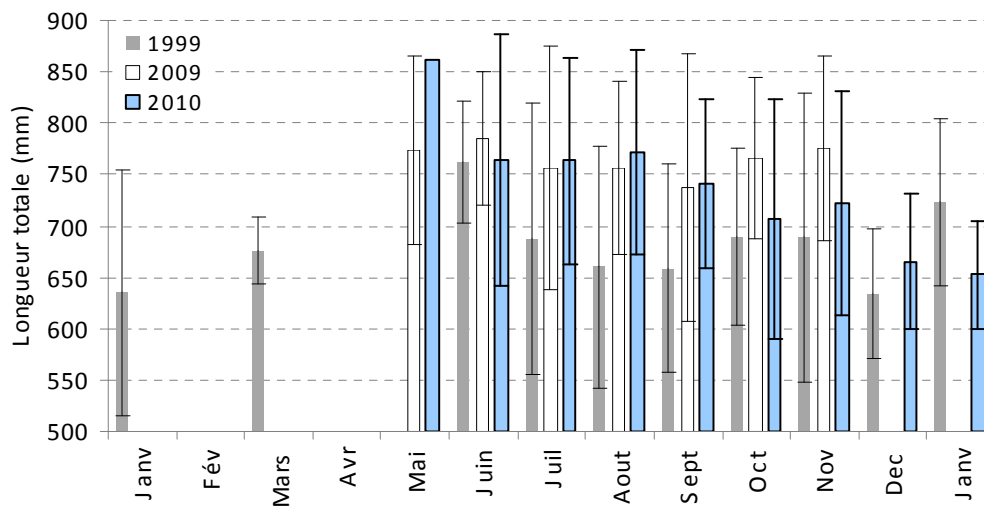


Figure 8 : Moyennes mensuelles (\pm écart-type) de la taille totale (en mm) des truites de lac capturées dans le piège pour les trois années de suivi des migrants.

- Comparaison inter-sexe et sex-ratio

Pour les années 1999/2000 et 2010/2011, le sex-ratio est déséquilibré en faveur des femelles qui représentent respectivement 62% et 77% des effectifs de truites lacustres capturées dans le piège (Figure 9). A l'inverse, l'année 2009/2010 affiche un sex-ratio équilibré avec 49% de mâles parmi les individus piégés.

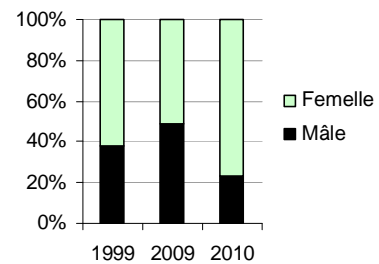


Figure 9 : Pourcentages de mâles et femelles pour les truites capturées dans le piège pour chaque année de suivi.

La distribution des classes de taille des truites lacustres capturées dans le piège lors de la campagne 2010/2011 (Figure 10-A) diffère par rapport à celles des deux campagnes précédentes présentées par Caudron (2010). Contrairement à 1999 et 2009, la longueur totale des mâles n'est pas significativement (MW, $P > 0.05$) plus grande que celle des femelles (Figure 10-B). Une bimodalité dans la distribution de taille des mâles peut être notée pour les campagnes 1999/2000 et 2010/2011 ; l'enregistrement de nouvelles chroniques permettra de valider ou non cette tendance.

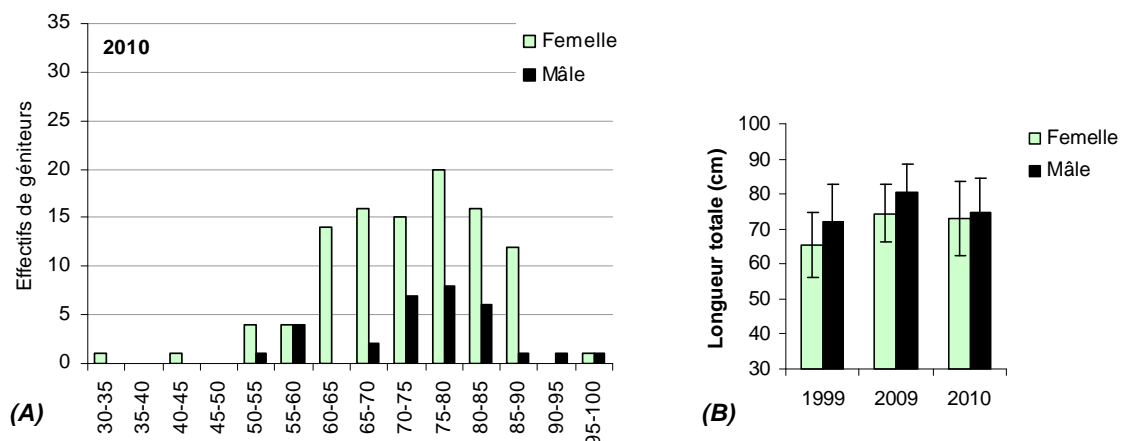


Figure 10 : (A) Distribution des classes de taille (longueur totale en cm) des truites lacustres capturées dans le piège en fonction de leur sexe pour la campagne 2010/2011 ; (B) Longueur totale moyenne (cm) par sexe pour les trois années de suivi.

2. Relevé annuel de frayères et description des micro-habitats de fraie

Tout d'abord il est à noter que la campagne de recensement de frayères 2010/2011 n'est comparable avec les précédentes que sur le secteur aval. Les conditions hydrologiques (une crue en décembre 2010 et des travaux à l'usine hydroélectrique EDF de Bioge au mois de janvier 2011 avec un fonctionnement au fil de l'eau entraînant des débits supérieurs au débit de base des éclusées) n'ont pas permis la réalisation des relevés de frayères sur le secteur amont de la passe tout au long de la période de fraie (SAGE, 2011). Ainsi la faible quantité de frayères entre Bioge et Vongy pour la saison 2010/2011 n'est pas forcément représentative de la réalité (Figure 11).

Le recensement des frayères sur la Basse Dranse depuis la saison 2007 montre une hétérogénéité interannuelle du nombre de frayères observées. Les frayères de truites d'écotype lacustre sont réparties sur la Basse Dranse selon un gradient amont - aval bien marqué ; les relevés de frayères montrent une utilisation majoritaire du secteur en aval de la passe de Vongy.

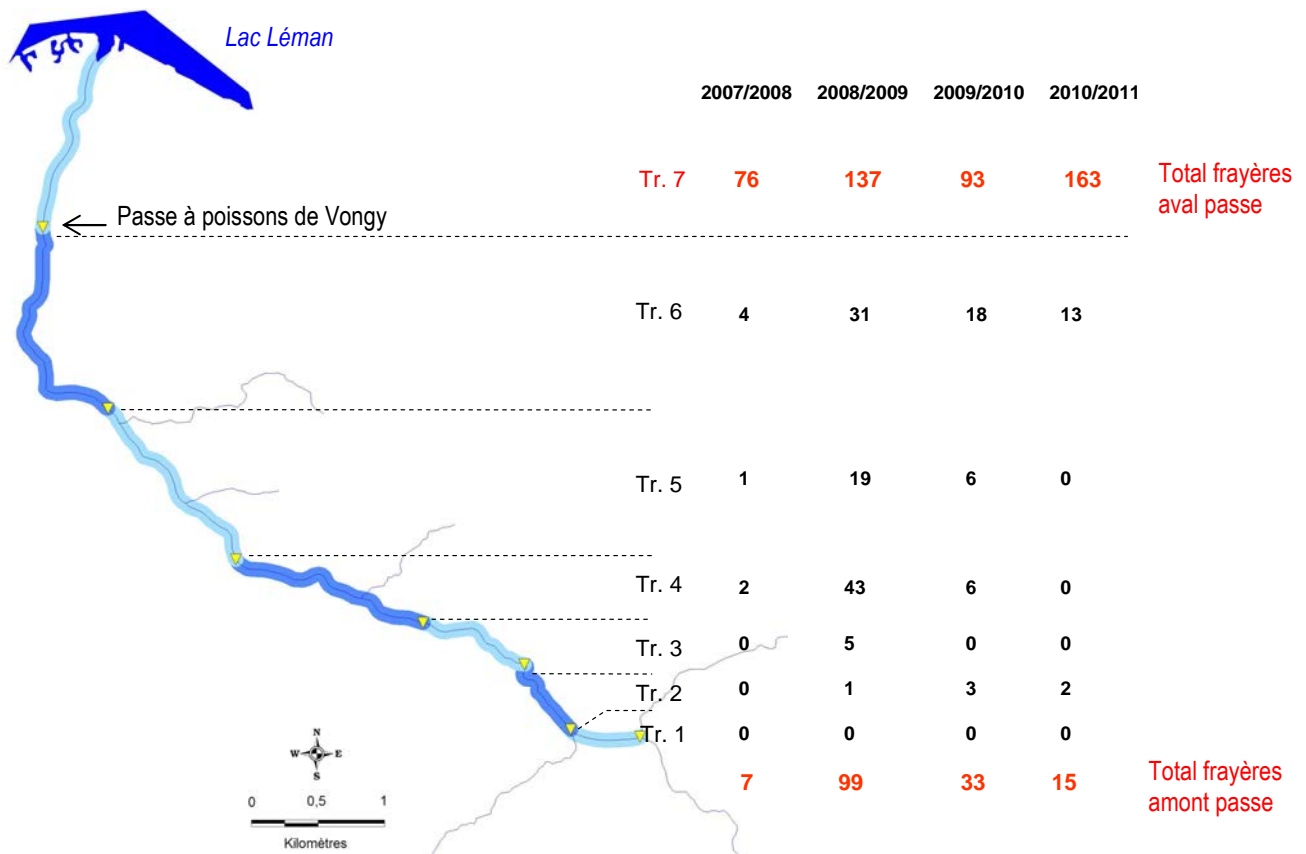


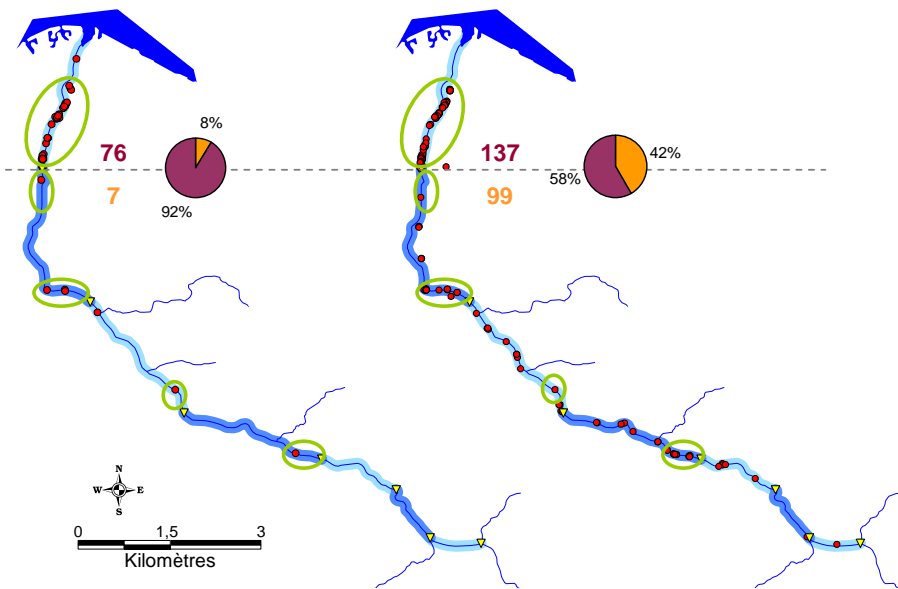
Figure 11 : Nombres de frayères recensées par tronçon pour les quatre années de prospection

Ce secteur aval est toujours plus utilisé pour la fraie par les truites lacustres quelques soit les conditions de franchissement de la passe et sa fonctionnalité. Suite à la crue exceptionnelle du mois de juillet 2007 assimilée à une crue d'occurrence décennale (débit maximal estimé à 260 m³/s à Bioge, SAGE 2010), la passe n'était pas fonctionnelle en fin d'année 2007 au moment du pic de remontée des géniteurs de truite lacustre. Ces derniers se trouvaient donc cantonner à l'extrême aval de la Basse Dranse pour fraier ce qui n'était pas le cas pour les années suivantes. Ainsi la campagne de prospection 2007-2008 affiche un pourcentage de 92% des frayères en aval de la passe alors que lors des deux années suivantes de prospections ce pourcentage montre des valeurs plus faibles (58% et 74%) (Figure 12).

Le suivi pluriannuel montre que certains secteurs de fraie caractéristiques sont utilisés chaque année par les géniteurs et la place des frayères sur ces zones varie très peu d'un an à l'autre ; la majorité se situent sur des radiers et accolées à la berge.

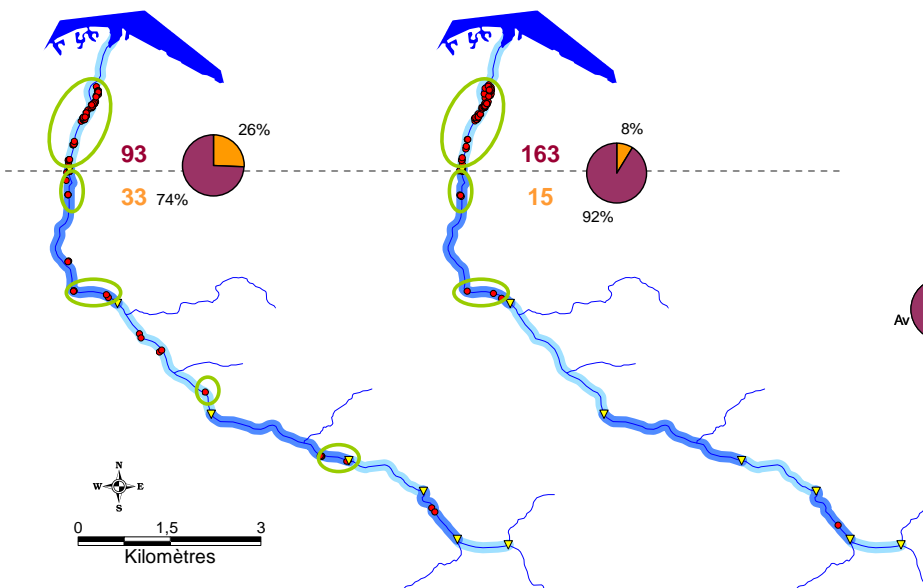
2007 / 2008

2008 / 2009



2009 / 2010

2010 / 2011



Légende




-  Zone récurrente interannuelle de fraie
-  Frayère observée
- 137** Nb de frayères à l'aval de la passe à poissons de Vongy
- 99** Nb de frayères à l'amont de la passe à poissons de Vongy
-  Pourcentage de frayères recensées en aval (Av) et en amont (Am) de la passe à poissons de Vongy pour une année de campagne

Figure 12 : Localisation des frayères de truites lacustres et secteurs de fraie redondants pour les quatre années de recensement

3. Suivi démographique annuel du peuplement piscicole par pêches électriques d'inventaire

Les niveaux typologiques théoriques calculés (NTT) pour chaque station ainsi que les métriques associées sont donnés dans le tableau suivant (SAGE, 2010).

Tableau I : Niveaux typologiques théoriques des trois stations de pêches électriques d'inventaires sur la Basse Dranse.

Métriques		D1	D2	D3
Moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds (T) ¹	°C	13,5	13,6	14,9
Distance à la source (D ₀) ²	km	30,7	33,4	38,8
Dureté calco-magnésienne (D) ³	mg/l	171	171	171
Section mouillée à l'étiage (Sm) ⁴	m ²	4,0	6,3	5,7
Pente (P)	‰	19,2	9,2	5,3
Largeur du lit mineur (L)	m	10	15	19
Niveau typologique théorique (NTT)		2,5	2,7	3,0
Biocénotype		B _{2,5}	B _{3,0}	B _{3,0}

Certaines espèces ont été souscrites de la composition des peuplements de référence (SAGE, 2010), à savoir :

- le Saumon de fontaine (*Salvenilus fontinalis* M.), la Lamproie de Planer (*Lampetra planeri* B.) et le Barbeau méridional (*Barbus meridionalis* R.) sont considérés comme non autochtones,
- l'Ombre commun (*Thymallus thymallus* L.) cité historiquement comme présent mais rien ne permet de le vérifier,
- les géniteurs de Truite de lac (*Salmo trutta* L.) car ils ne sont présents dans les eaux courantes qu'à une période de leur cycle biologique.

Ainsi, le peuplement de référence en D1 se compose des espèces suivantes : la Truite fario (TRF), le Chabot (CHA), la Loche franche (LOF) et le Vairon (VAI). Pour les stations D2 et D3, la composition est identique au peuplement de référence de la station précédente avec cependant des classes d'abondance différentes.

En comparant le peuplement piscicole optimal avec celui observé durant ces quatre dernières années, les deux petites espèces que sont la loche franche (*Barbatula barbatula* L.) et le vairon (*Phoxinus phoxinus* L.) semblent peu inféodés à la Basse Dranse (Figure 13) :

- La **loche franche** est une espèce benthique qui résiste mal aux fortes vitesses de courant et se cantonne sur les bordures de galets et blocs dans les grandes rivières (Keith & Allardi, 2001) telle que la Basse Dranse.

Sa présence est redondante sur la station D3 située dans un secteur plus plat, soumis à des vitesses de courant plus faibles et avec un substrat dominant composé de grosses pierres et galets. Les bords de Dranse à cet endroit peuvent être davantage propices à son refuge car ils présentent plus d'anfractuosités que sur les stations amont D2 et D3 où les gros blocs et la roche mère dominant.

¹ Données thermiques issues du suivi annuel de 2008 sur chacune des stations – FDPPMA 74

² Données : IGN 1/25000^{ème}.

³ Données : Suivi de la qualité des eaux 2004 – Conseil Général de la Haute Savoie.

⁴ Données morphométriques issues des microhabitats 2009 SAGE ENVIRONNEMENT.

- Le **vairon**, petit cyprinidé de pleine eau, semble mal adapté à la Basse Dranse qui présente des caractéristiques hydrologiques d'un torrent de montagne. Sa présence est anecdotique et semble plutôt due à une introduction (utilisation en tant que vif pour la pêche) plutôt qu'à une inféodation.

Sur le département de la Haute Savoie, ces deux espèces se retrouvent surtout sur le bas des cours d'eau notamment sur le Chéran, les affluents du Rhône et les Usses (Annexe 3). Leur absence par rapport au peuplement théorique ne peut donc être considérée comme une altération ou une conséquence de perturbations anthropiques du peuplement piscicole en présence.

Concernant le **chabot**, il est à noter que ses abondances sont souvent mal approchées par les pêches électriques du fait de la moindre efficacité de pêche sur cette espèce ; des pourcentages d'efficacité inférieurs à 50% sont médiocres et invalident la méthode d'estimation. Sur la station D3 en 2009 et 2010, les efficacités de pêche pour le chabot sont de 38% et 41% respectivement (Annexe 4) ; les résultats qui en découlent sont donc à modérer.

Sur la Basse Dranse, le chabot est présent selon une classe d'abondance de 1 ou 2 ce qui contraste fortement avec la classe d'abondance 5 attendue en référence. Cette espèce benthique peut ne pas trouver les conditions idéales de vie dans un cours d'eau telle que la Basse Dranse avec une hydrologie torrentielle et très fluctuante avec son régime en éclusées.

La **truite fario** domine le peuplement piscicole de la Basse Dranse. Avec le suivi pluriannuel, sa classe d'abondance est évaluée à 3 sur les stations D2 et D3 alors qu'elle est de 2 en D1. Cette abondance observée est inférieure d'une classe par rapport à celle théorique ; cet indicateur ne décèle pas de gros déficit et donc de disfonctionnement des populations de truites.

D'autres petites espèces ont été répertoriées lors des inventaires le **blageon** (*Leuciscus souffia* R.), espèce capturée en 2007 au niveau de D2 et l'**épinoche** (*Gasterosteus aculeatus* L.) qui ne figurent pas dans la composition des peuplements de référence pour les NTT considérés. Leur présence est probablement accidentelle et rien ne permet d'affirmer qu'ils se reproduisent dans la Basse Dranse.

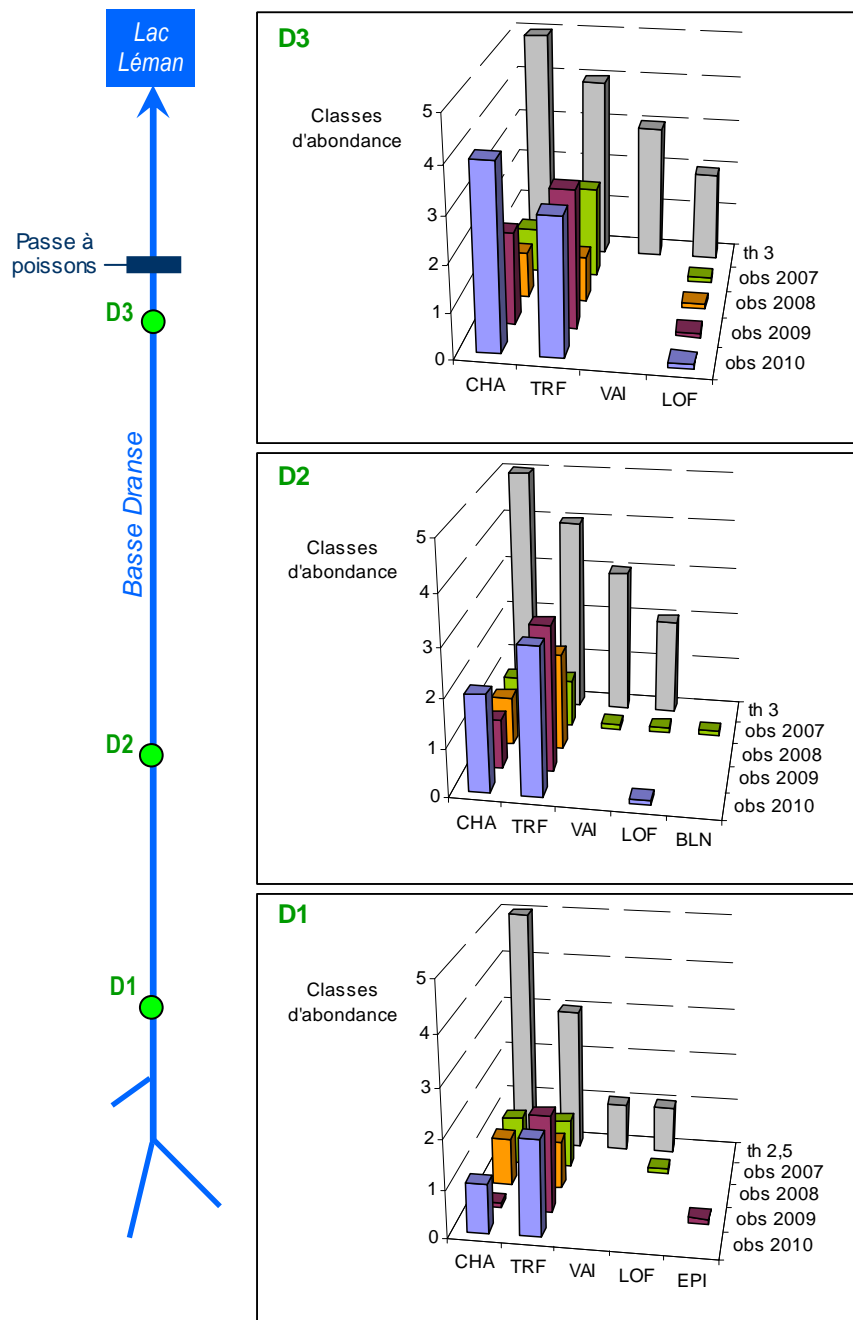


Figure 13 : Comparaison sur les trois stations d'étude des peuplements piscicoles théoriques et observés pour les quatre années de suivi.

Cette étude s'intéresse davantage à la truite fario, espèce dominante du peuplement piscicole qui présente un fort intérêt pour le loisir pêche.

Concernant l'écotype lacustre, seuls les adultes peuvent être identifiés sans risque d'erreur grâce à leur phénotype bien distinctif (grande taille, corps massif, forme et couleur). Pour les individus de plus petite taille, la reconnaissance est difficile du fait que les traits caractéristiques ne sont pas encore développés. Les truites lacustres adultes sont soustraites du reste des individus de truite dans les analyses de densités et biomasses car elles déséquilibrent fortement les résultats. Depuis 2008 et sur chaque station, au moins un individu adulte de truite lacustre a été identifié lors des pêches d'inventaires. Ceci permet de valider l'étendue des remontées des truites lacustres et la fonctionnalité de la passe. L'absence d'adulte lacustre lors de la première campagne de pêche pourrait être due à l'inefficacité du dispositif de remontée à la fin de l'année 2007.

Les densités de truites sur la Basse Dranse suivent un gradient amont - aval et varient entre 1 et 29 ind. / 100 m² suivant les stations et les années (Figure 14).

Les stations D3 et D1 affichent une certaine constante dans les densités et les biomasses observées au cours des quatre années de suivi avec cependant une légère hausse pour les années 2009 et 2010. Les densités observées en D2 montrent une forte variabilité interannuelle avec notamment un pic en 2009 essentiellement dû à la forte proportion d'alevins cette année (82%).

Pour les années 2007, 2008 et 2010, les populations de truites sur les stations D2 et D1 présentent des structures déséquilibrées avec un important écart entre la distribution des fréquences de taille relatives et celle standard définie pour le département de la Haute-Savoie (FMS). Ce constat diffère pour l'année 2009 sur l'ensemble des stations où les populations de truite affiche une certaine conformité avec la FMS (Figure 14).

En confrontant les densités de juvéniles des quatre années de suivi, deux scénarios se dessinent (Figure 15) :

- des populations de truite sur l'ensemble des trois stations composées au minimum de 75% de juvéniles.
- une population de truite aval (en D3) composée à 90% par des individus 0+ alors que ce pourcentage diminue à 40-50% et 20-25% pour les stations D2 et D1 respectivement.

Il est à noter que la station D3 accueille toujours une proportion d'alevins supérieure que les autres stations.

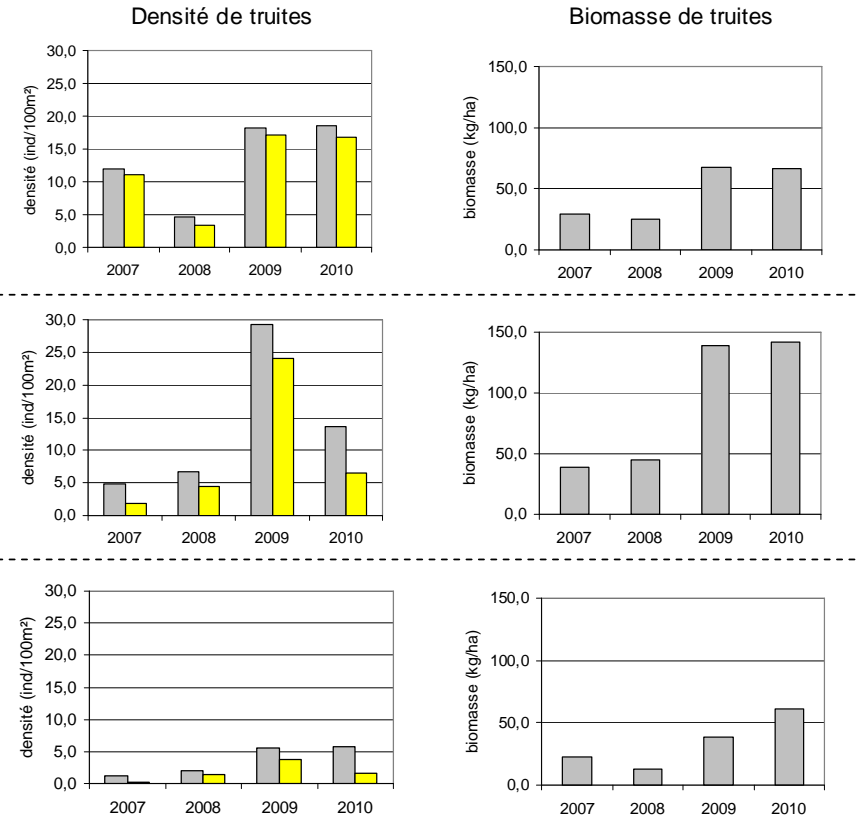
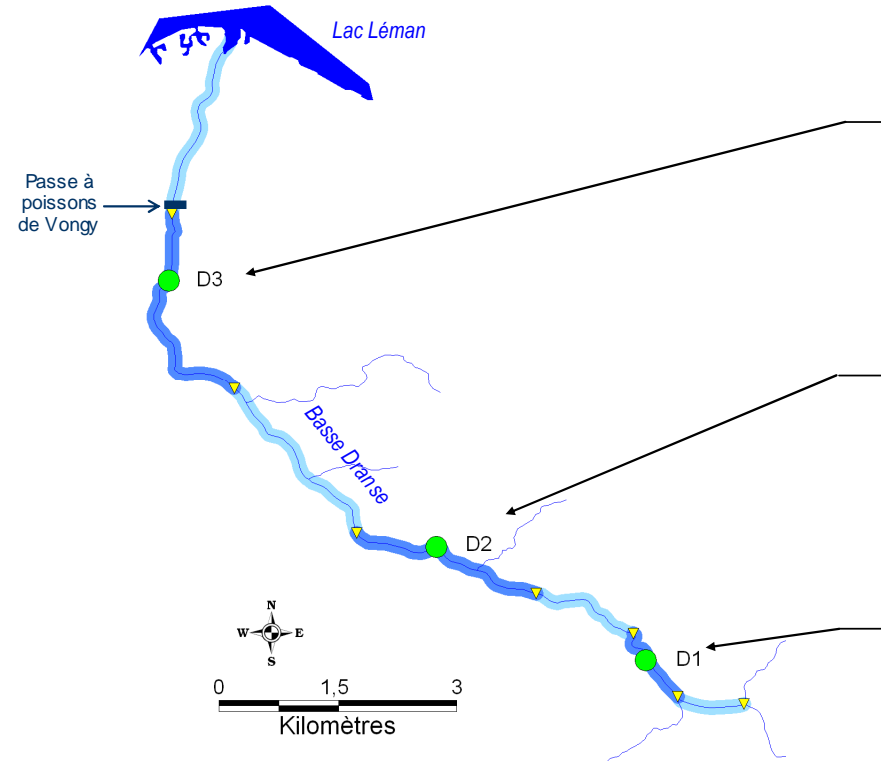
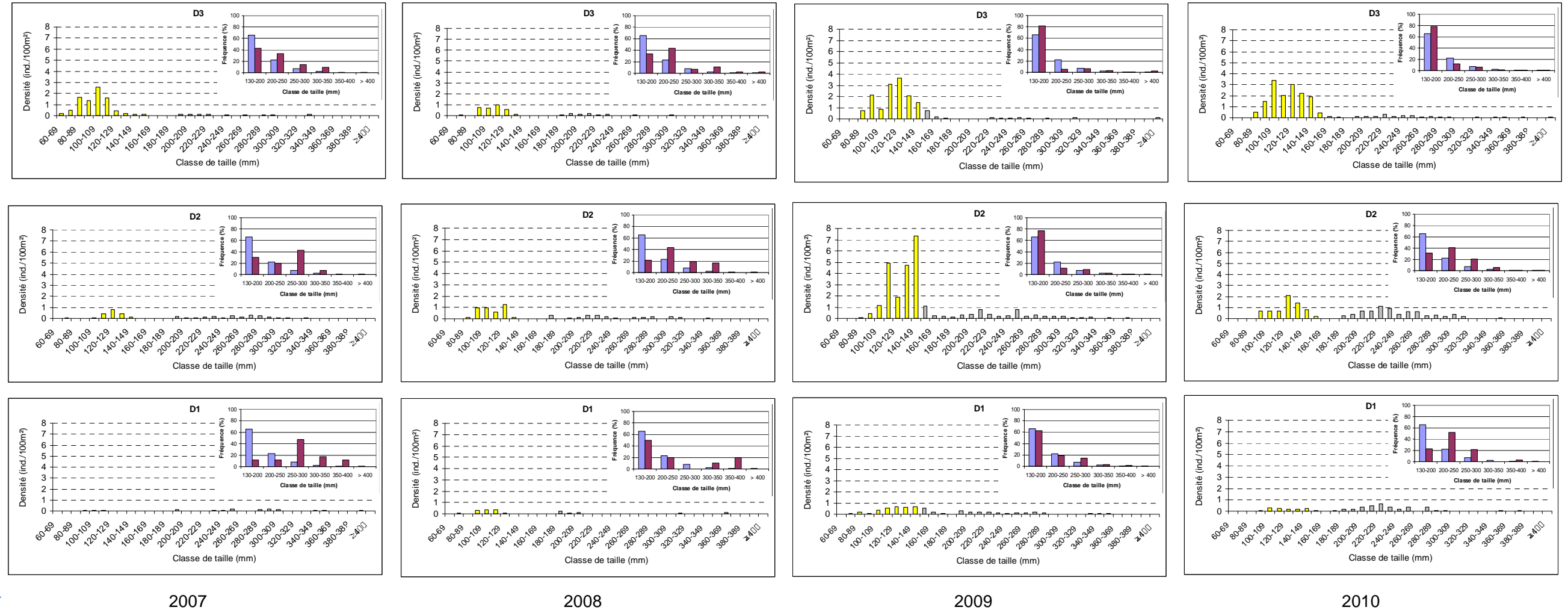
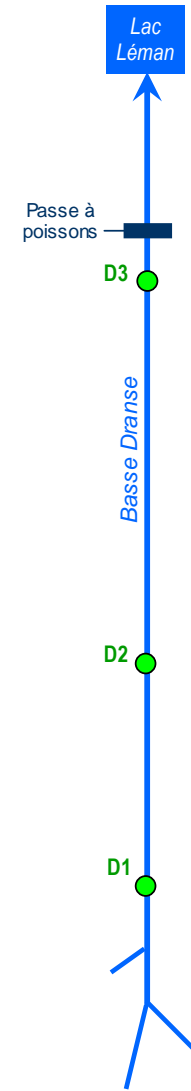


Figure 14 : Densité (ind./100m²) et biomasse (kg/ha) de truite fario pour les trois stations de pêches et les quatre années de prospection sur la Basse Dranse ; Structure des populations de truite fario (jaune = 0+ ; gris > 0+) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du départements FMS (bleu) pour les trois stations et les quatre années de prospection.



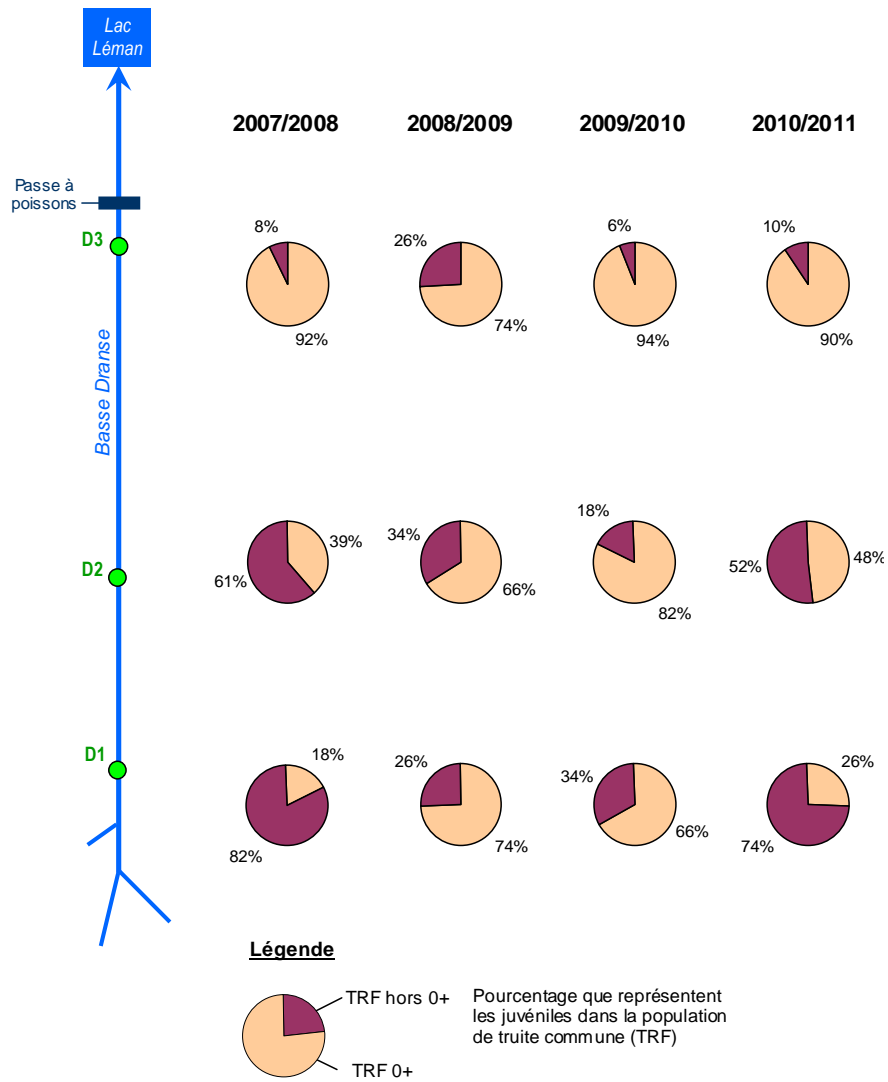


Figure 15 : Contribution des juvéniles dans les populations de truite fario sur les trois stations d'étude de la Basse Dranse et pour les quatre années de suivi.

IV. SYNTHÈSE DES RESULTATS, DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Chaque volet piscicole étudié sur la Basse Dranse montre de fortes variations interannuelles ; malgré tout, dans chaque domaine analysé (migration/ fraie / démographie) quelques grandes tendances ressortent depuis le début du suivi en 2009.

➤ D'une manière générale les remontées de géniteurs des truites lacustres sur la Basse Dranse s'étale du mois de mai au mois de janvier de l'année suivante. Malgré une forte variabilité interannuelle des effectifs de migrants, plusieurs aspects caractéristiques sont observables chaque année :

- une migration bimodale des truites lacustres sur la Basse Dranse avec une première vague de migrants à l'été et une seconde plus importante au mois de novembre juste avant la période de reproduction,
- une taille des géniteurs migrants significativement plus grande aujourd'hui par rapport à celle observée lors du suivi de 1999/2000,
- et une date médiane de migration constante à la deuxième quinzaine de septembre.

➤ Les frayères de truites lacustres sur la Basse Dranse se répartissent selon un gradient amont - aval avec une forte utilisation du tronçon en aval de la passe à poissons de Vongy (plus de 60% des frayères observées pour une année de relevés efficaces et un fonctionnement avéré de la passe). Sur cette portion aval de la Dranse, les 2/3 des frayères sont accolées à la berge (avec une préférence pour la rive droite). De plus, le suivi de la reproduction des géniteurs migrants de truite met en relief des secteurs préférentiels de fraie qui sont utilisés presque chaque année de manière récurrente.

➤ Aucune tendance concernant la structure des populations de truite de la Basse Dranse ne ressort à l'issue des quatre premières années de suivi. Cependant les densités de juvéniles affichent un gradient amont - aval marqué avec la station D3 en amont du pont de Vongy qui affiche toujours forte fraction d'alevins (90%).

N'ayant pas de données récentes concernant les densités de truite sur d'autres affluents du lac Léman, une première évaluation des données piscicoles de la Basse Dranse peut être faite en les confrontant à celles récoltées sur les affluents du lac d'Annecy lors des inventaires réalisés en 2009 (Chasserieu & Caudron, 2011). Les trois affluents du lac d'Annecy accueillent de fortes densités de juvéniles qui sont 4 à 9 fois plus importantes que celles observées sur la Basse Dranse. Il faut cependant garder à l'esprit que les inventaires sur la Dranse et les affluents du lac d'Annecy ont été réalisés avec quatre mois d'intervalle et que la dynamique des individus 0+ pendant la période estivale peut être très variable d'un cours d'eau à l'autre avec des taux de survie très différents pouvant varier, d'après la littérature, de 30 à 99% (Crisp, 1993 ; Lund *et al.*, 2003). Cependant, nos résultats semblent confirmer l'existence en octobre d'un déficit en juvéniles de l'année sur la Basse Dranse.

Tableau II : Densités et biomasses estimées de truite fario pour les juvéniles et la population totale pour l'année 2009 calculées par cours d'eau ou secteur de cours d'eau soumis aux migrations de truite lacustre (données FDPPMA74).

Affluent de	Cours d'eau	D50 émergence	2009			
			0+	total		
Lac Léman	Basse Dranse	10-mai	Date de l'inventaire		22-oct.	
			Densité estimée	ind./100m ²	15,2	17,5
			Biomasse estimée	kg/ha		76,8
Lac d'Annecy	Eau morte	20-avr.	Date de l'inventaire		16-juin	
			Densité estimée	ind./100m ²	124,4	134,7
			Biomasse estimée	kg/ha		54,3
	Laudon	13-mai	Date de l'inventaire		26-juin	
			Densité estimée	ind./100m ²	57,5	74,9
			Biomasse estimée	kg/ha		63,9
Bornette	19-mai	Date de l'inventaire		18-juin		
		Densité estimée	ind./100m ²	142,7	155,8	
		Biomasse estimée	kg/ha		58,9	

NB : l'Ire est le quatrième principal affluent du lac d'Annecy mais sa population de truite présente un dysfonctionnement (Chasserieau & Caudron, 2011) ; les densités ne sont donc pas présentées.

Pour étayer les différentes pistes de recherche quant aux grandes variabilités interannuelles observées, quelques compléments nécessaires au suivi ont été ou seront entreprises pour les prochaines années :

- La mise en place d'un marquage individuel des géniteurs migrants par PIT-tag permettra de caractériser plus précisément leur déplacement (date de remontée individualisée, nombre de remontées, croissance...).
- Une cartographie et une estimation de la surface potentielle de fraie sera établie compte tenu d'un fort gradient amont – aval observé quant à la localisation des frayères.
- Une quatrième station de pêche d'inventaire sera placée sur le tronçon en aval de la passe à poissons de Vongy qui accueille la majorité des frayères de migrants, afin d'y quantifier le recrutement naturel.
- Une enquête auprès des pêcheurs réalisée par l'AAPPMA locale permettra une première évaluation de la pression de pêche sur la truite lacustre et le stock de géniteurs remontant dans la Basse Dranse.

V. BIBLIOGRAPHIE

- Carle F. L. & Strub M. R., 1978. A new method for estimating population size from removal data. – *Biometrics* 35 : 621-360.
- Caudron A. & Catinaud L., 2008. Utilisation des fréquences de taille relative pour évaluer les structures de tailles des populations de truites en Haute-Savoie., note technique, FDP74.2008/01, 8p.
- Caudron A., 2010. Suivi annuel de la migration des géniteurs de truite lacustre au piège de Vongy sur la Basse-Dranse, campagne 2009/2010 et comparaison avec la campagne 1999/2000. Rapport SHL 296.2010 / FDP74.10/06, 16p.
- Champigneulle A., Largiader C.R. & Caudron A., 2003. Reproduction de la truite (*Salmo trutta* L.) dans le torrent de Chevenne, Haute-Savoie. Un fonctionnement original ? *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*, 369, 41-70.
- Champigneulle A. Buttiker B. & Melhaoui M., 1999. Main characteristics of the biology of the trout (*Salmo trutta*) in Lake Lemman (Lake Geneva) and some of his tributaries. In “Biology and ecology of the brown trout and sea trout”. Baglinière J.-L. & Maise G. (éds). Springer Published in association with Praxis Publishing, Chichester, U.K., pp.147-174.
- Chasserieu C. & Caudron A., 2011. Etude des populations de truites sédentaires et migrantes sur le bassin du lac d’Annecy et évaluation des pratiques de gestion. Volet 1 : Etat des populations sur les affluents. Rapport FDP74.11/01 / SHL 299.2011, 53p.
- Crisp D.T., 1993. Population densities of juvenile trout (*Salmo trutta*) in five upland streams and their effects upon growth, survival and dispersal. *Journal of Applied Ecology* 30, 759-771.
- CIDEE 2001. Etude d’impact de la centrale hydroélectrique de Bioge sur la Basse Dranse. FDPPMA 74, 103p.
- Colon M., 2000. Passe à poissons de Vongy. Campagne 1998-2000. INRA-Thonon. Rapport SHL 181-2000.
- Colon M., 2001. Passe à poissons de Vongy. Synthèse 1998-2001. INRA-Thonon. Rapport SHL 203-2001, 25p.
- Conseil Supérieur de la Pêche (CSP – DR5), 1995. Limites des classes de densité numérique et pondérale estimée du stock en place.
- De Lury, 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *J. Fish Res. Bd. Can.*, 18, 281-307.
- Gerdeaux D. & Hamelet V., 1997. Analyse de la pêche de la truite sur le lac d’Annecy en 1996. *Annecy Lac Pêche*, 30, 16-17.
- Huntsman A.G., 1948. Freshets and fish. *Transaction of the American Fisheries Society*, 75, 257-266.
- Keith P. & Allardi J. (coord.), 2001. Atlas des poissons d’eau douce de France. *Patrimoines Naturels*, 47 : 387p.
- Lund E., Olsen E. M. & Vøllestad L. A., 2003. First-year survival of brown trout in three Norwegian streams. *Journal of Fish Biology* 62, 323-340.

- Ombredane D. & Richard A., 1990. Détermination de la zone optimale de prélèvement d'écaillés chez les smolts de truite de mer (*Salmo trutta* L.). *Bull. Fr. Pêche Piscic*, 319, 224-238.
- SAGE, 2010. Evaluation des gains biologiques sur la Basse Dranse après modification du mode de gestion des éclusées de la centrale hydroélectrique de Bioge depuis 2004. FDPPMA 74, 121p + annexes.
- SAGE, 2011. Recensement des frayères sur la Basse-Dranse. Compte rendu technique de réalisation. Saison hivernale 2010-2011, p5.
- Verneaux J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse d'Etat. Université de Franche-Comté, Besançon, 257p.
- Vernaux J., 1981. Les poissons et la qualité des cours d'eau. Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté, Besançon, Biologie Animale, 4ème série, fascicule 2, p 33-41.
- Veyret-Verner G., 1948. Chantiers et projets d'aménagements hydro-électriques dans les Alpes françaises. *Revue de Géographie Alpine*, 36, 169-174.

ANNEXES

ANNEXE 1 : REPARTITION LONGITUDINALE (AU SENS BIOTYPOLOGIQUE) DES ABONDANCES POTENTIELLES DE 40 ESPECES (CSP - DR5, 1995)

ANNEXE 2 : LIMITES DES CLASSES D'ABONDANCES NUMERIQUES ET PONDERALES POUR LES DENSITES ESTIMEES DU STOCK EN PLACE (CSP – DR5, 1995)

ANNEXE 3 : STATIONS DE PRESENCE AFFICHEES EN FONCTION DE LA DENSITE ESTIMEE DU VAIRON (A) ET DE LA LOCHE FRANCHE (B) ; CERTAINES STATIONS N'APPARAISSENT PAS DU FAIT DE LA MOINDRE QUANTITE D'INDIVIDUS REPERTORIES

ANNEXE 4 : DONNEES ESTIMEES DES PECHES D'INVENTAIRE SUR LES QUATRE ANNEES DE SUIVI

Annexe 1 : Répartition longitudinale (au sens biotypologique) des abondances potentielles de 40 espèces (CSP - DR5, 1995)

APP	DISP	AMPL	Ordre	IS	IH	ESP	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	
1	4	4	1	70	88	SDF	2	3	5	3	2	1	1	3	2	2	1	1	1	1				
1.5	7	7	2	70	91	CHA	2	3	4	5	5	4	3	3	2	2	4	2	1	1	1	1		
1.5	8	8	3	45	88	TRF	1	2	3	3	4	5	5	4	3	4	4	4	3	2	1	1	1	
2	7.5	7	4	75	85	LPP		0.1	1	2	3	3	4	4	5	5	4	3	2	1	1	1	1	
2	8	7	5	55	77	VAI			0.1	1	3	4	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	
2.5	7	5	6	70	88	BAM				0.1	1	1	3	5	5	4	3	1	1	1	1	1	1	
2.5	8.5	7	7	30	85	LOF				0.1	2	3	4	5	5	4	3	4	3	2	2	2	1	1
2.5	1	6	8	70	88	OBR				0.1	1	2	3	4	5	5	4	3	2	1	1	1	1	
3	9	7	9	25	45	EPI					0.1	1	3	4	5	5	4	3	3	1	2	2	1	1
3.5	8	5	10	60	79	BLN					0.1	1	3	4	5	5	4	3	3	1	1	1	1	1
3.5	8	6	11	30	38	CHE					0.1	1	1	3	3	3	4	4	5	3	3	3	2	1
3.5	9	6	12	45	74	GOU					0.1	1	2	3	3	3	4	5	5	3	3	3	2	1
3.5	9	5	13	85	95	APR					0.1	1	1	2	3	4	5	4	3	3	1	1	1	1
3.5	8	5	14	45	75	BLE					0.1	1	1	1	3	4	5	4	4	2	1	1	1	1
4.5	8.5	5	15	40	83	HOT					0.1	1	1	3	3	5	4	4	3	2	2	1	1	1
4.5	8.5	5	16	40	82	TOX					0.1	1	1	1	3	5	4	4	3	2	2	1	1	1
4.5	9	5	17	50	85	BAF					0.1	1	1	2	2	3	4	4	5	3	2	3	2	1
4.5	8.5	5	18	60	95	LOT					0.1	1	1	2	2	3	4	4	5	3	2	2	1	1
4.5	9	5	19	50	74	SPI					0.1	1	1	2	2	3	4	4	5	3	2	2	1	1
4.5	9	5	20	55	63	VAN					0.1	1	1	2	2	3	4	4	5	3	2	2	1	1
5	9	5	21	25	45	EPT						0.1		1	2	2	3	4	3	5	5	4	3	3
5.5	9	4	22	45	86	BOU						0.1	1	1	1	1	2	2	3	5	5	4	4	4
5.5	9	4	23	45	95	BRO						0.1	1	1	1	1	2	2	3	5	5	5	4	3
5.5	9	4	24	50	76	PER						0.1	1	1	1	1	2	2	3	5	5	5	4	3
5.5	9	4	25	20	46	GAR						0.1	1	1	1	1	2	2	3	5	5	5	4	3
5.5	9	4	26	35	81	TAN						0.1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	4	5	5
6.5	9	4	27	25	46	ABL						0.1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	4	5	5
6	9	4	28	40	81	CAR						0.1	0.1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4
6	9	4	29	15	35	PSR							0.1	1	1	1	2	2	3	4	4	5	5	4
6.5	9	3	30	40	84	CCO							0.1	0.1	1	1	1	1	1	3	3	5	4	3
6.5	9	3	31	30	73	SAN							0.1	0.1	1	1	1	1	1	3	3	5	4	4
6.5	9	3	32	25	71	BRB							0.1	0.1	1	1	2	2	3	4	4	4	5	5
6.5	9	3	33	30	74	BRE							0.1	0.1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	5
7	9	3	34	30	54	GRE								0.1	0.1	1	1	1	0.1	3	5	4	3	3
7	9	3	35	45	70	PES								0.1	0.1	1	1	1	0.1	3	4	5	5	5
7	9	3	36	40	89	ROT								0.1	0.1	1	1	1	0.1	2	3	4	4	5
7.5	9	3	37	55	95	BBG								0.1	0.1	1	1	1	0.1	1	3	5	5	5
7.5	9	2	38	35	80	PCH								0.1	0.1	1	1	1	0.1	0.1	3	5	5	5
7.5	9	2	39	30	80	SIL								0.1	0.1	1	1	1	0.1	0.1	3	5	5	5
7.5	9	2	40	31	55	ANG							0.1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5
NIT							1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	
							2	5	8	12	14	16	20	22	24	24	36	48	56	60	76	84	80	76
							1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	6	6
							1	1	2	3	3	4	5	7	9	12	15	18	18	21	23	25	23	17
							1	2	3	4	5	6	7	9	12	15	18	21	21	24	27	30	28	28
IS max							140	220	415	635	685	815	1040	1180	1420	1975	2290	2640	2750	2920	3485	3145	2590	
IH max							176	358	628	889	1038	1367	1702	1871	2146	3099	3763	4291	4529	5380	6739	6358	5411	
SCORE D'ABONDANCE OPTIMAL																								
+/-																								
VARIETE OPTIMALE OBSERVEE																								
VARIETE OPTIMALE THEORIQUE																								

AMPL : amplitude typologique

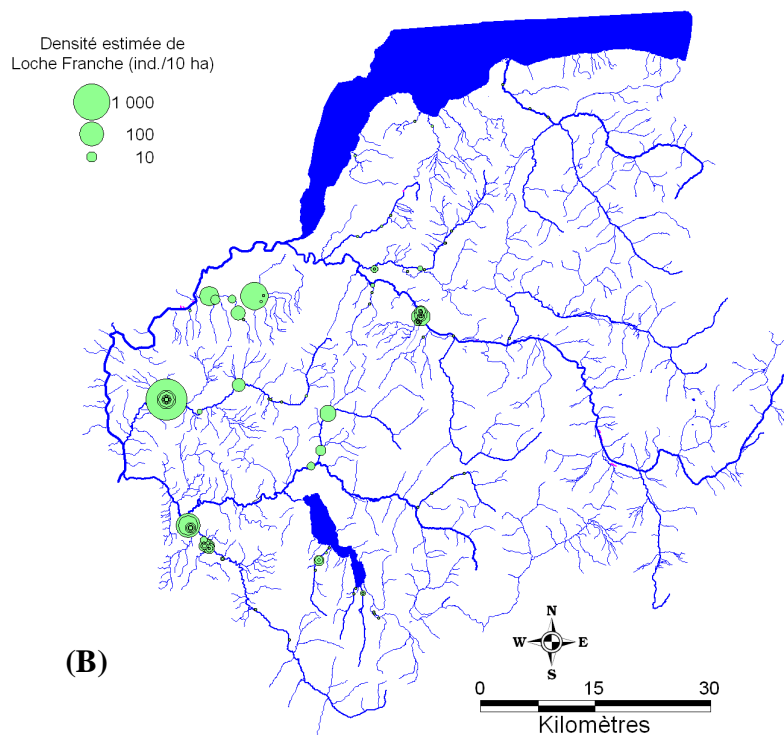
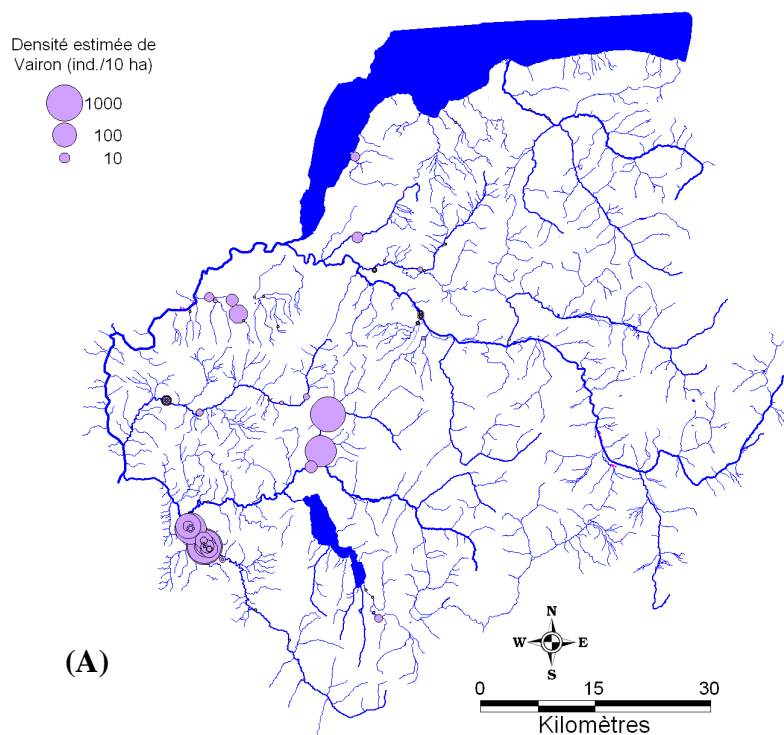
IS : complément à 100 de l'indice de résistance (I^r) défini par Vermeux (1981) multiplié par 10

IH : complément à 100 du coefficient d'euryptopie globale défini par Grandmottet (1983) multiplié par 10

Annexe 2 : Limites des classes d'abondances numériques et pondérales pour les densités estimées du stock en place (CSP - DR5, 1995)

Classes de densités estimées : nb ind/ 10 ares (soit 1000 m2)						Classes de biomasses estimées : kg/ha					
	C1	C2	C3	C4	C5		C1	C2	C3	C4	C5
ABL	25	500	1000	2000	4000	ABL	7,88	15,75	31,50	63,00	126,00
ANG	0,5	1	3	5	10	ANG	2,50	5	10	20	40
BAF	3	13	25	50	100	BAF	8,75	17,50	35,00	70,00	140,00
BAM	1	10	20	39	78	BAM	2,38	4,75	9,50	19,00	38,00
BBG	0,5	2	4	8	16	BBG	0,63	1,25	2,50	5,00	10,00
BLE	2	10	20	40	80	BLE	0,08	0,16	0,32	0,64	1,28
BLN	6	38	76	152	304	BLN	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00
BOU	3	18	35	70	140	BOU	0,20	0,40	0,80	1,60	3,20
BRB	5	30	60	120	240	BRB	1,38	2,75	5,50	11,00	22,00
BRE	1	5	9	18	36	BRE	2,25	4,50	9,00	18,00	36,00
BRO	0,5	2	5	9	18	BRO	3,75	7,50	15,00	30,00	60,00
CAR	0,5	2	4	8	16	CAR	1,25	2,50	5,00	10,00	20,00
CCO	0,5	2	5	9	18	CCO	3,13	6,25	12,50	25,00	50,00
CHA	8	75	150	300	600	CHA	2,50	5,00	10,00	20,00	40,00
CHE	5	28	55	110	220	CHE	9,50	19,00	38,00	76,00	152,00
EPI	4	23	46	92	184	EPI	0,15	0,30	0,60	1,20	2,40
EPT	2	8	15	30	60	EPT	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
GAR	15	170	340	680	1360	GAR	13,75	27,50	55,00	110,00	220,00
GOU	6	58	115	230	460	GOU	2,50	5,00	10,00	20,00	40,00
GRE	6	63	125	250	500	GRE	1,63	3,25	6,50	13,00	26,00
HOT	10	96	193	385	770	HOT	12,50	25,00	50,00	100,00	200,00
LOF	20	200	400	800	1600	LOF	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00
LOT	0,5	2	4	8	16	LOT	3,13	6,25	12,50	25,00	50,00
LPP	2	10	20	40	80	LPP	0,07	0,13	0,25	0,50	1,00
OBR	2	6	13	25	50	OBR	4,13	8,25	16,50	33,00	66,00
PCH	1	4	8	15	30	PCH	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00
PER	1	3	6	12	24	PER	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00
PES	1	3	6	12	24	PES	0,13	0,25	0,5	1	2
PSR	5	25	50	100	200	PSR	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
ROT	1	4	8	15	30	ROT	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00
SAN	0,5	2	5	9	18	SAN	1,88	3,75	7,50	15,00	30,00
SDF	3	15	30	60	120	SDF	7,75	15,50	31,00	62,00	124,00
SPI	2	6	13	25	50	SPI	0,15	0,3	0,6	1,2	2,4
TAC	1	3	5	10	20	TAC	1,38	2,75	5,50	11,00	22,00
TAN	0,5	3	5	10	20	TAN	1,88	3,75	7,50	15,00	30,00
TOX	3	17	35	69	138	TOX	6,25	12,50	25,00	50,00	100,00
TRF	5	50	100	200	400	TRF	12,75	25,5	51	102	204
VAI	15	175	350	700	1400	VAI	2,25	4,50	9,00	18,00	36,00
VAN	5	28	55	110	220	VAN	5,00	10,00	20,00	40,00	80,00

Annexe 3 : Stations de présence affichées en fonction de la densité estimée du Vairon (A) et de la Loche franche (B) ; certaines stations n'apparaissent pas du fait de la moindre quantité d'individus répertoriés.



Annexe 4 : Données estimées des pêches d'inventaire sur les quatre années de suivi

Résultats des inventaires piscicoles 2007

Date	Station	Espèce	Effectif			Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée 10 ares	Biomasse estimée kg/ha
			P 1	P 2	Total					
16/10/2007	D1 (1890 m ²)	CHABOT	98	25	123	95%	130	± 8	68,8	3,7
		LOCHE FRANCHE	1	0	1	100%	1	± 0	0,5	0,02
		TRUITE FARIO	15	5	20	100%	21	± 3	11,1	22,9
		Total	114	30	144	-	152	-	80,4	26,6
15/10/2007	D2 (1560 m ²)	BLAGEON	1	0	1	100%	1	± 0	0,6	0,01
		CHABOT	35	15	50	86%	58	± 12	37,2	3,9
		LOCHE FRANCHE	3	2	5	100%	5	± 0	3,2	0,2
		TRUITE FARIO	52	9	61	100%	62	± 2	39,7	38,6
		VAIRON	1	0	1	100%	1	± 0	0,6	0,04
Total	92	26	118	-	127	-	81,4	42,8		
16/10/2007	D3 (1638 m ²)	CHABOT	69	7	76	100%	76	± 0	46,4	4,2
		LOCHE FRANCHE	2	2	4	-	4	± 0	2,4	0,1
		TRUITE FARIO	106	50	156	100%	196	± 36	119,7	29,0
		Total	177	59	236	-	276	-	168,5	33,3

Résultats des inventaires piscicoles 2008

Date	Station	Espèce	Effectif			Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée 10 ares	Biomasse estimée kg/ha
			P 1	P 2	Total					
23/09/2008	D1 (1725 m ²)	CHABOT	53	32	85	70%	122	± 44	70,7	5,4
		TRUITE FARIO	20	9	29	88%	33	± 7	19,1	13,2
		TRUITE DE LAC	3	0	3	100%	3	± 0	1,7	62,5
		Total	76	41	117	-	158	-	91,6	81,1
24/09/2008	D2 (1560 m ²)	CHABOT	83	61	144	54%	268	± 135	171,8	3,4
		TRUITE FARIO	76	22	98	93%	105	± 9	67,3	44,6
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,6	19,2
		Total	160	83	243	-	374	-	239,7	67,3
23/09/2008	D3 (3400 m ²)	CHABOT	210	73	283	88%	320	± 26	94,1	4,6
		LOCHE FRANCHE	3	1	4	100%	4	± 0	1,2	0,1
		TRUITE FARIO	121	28	149	96%	156	± 8	45,9	25,4
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,3	13,2
Total	335	102	437	-	481	-	141,5	43,3		

Résultats des inventaires piscicoles 2009

Date	Station	Espèce	Effectif			Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée 10 ares	Biomasse estimée kg/ha
			P 1	P 2	Total					
22/10/2009	D1 (1725 m ²)	CHABOT	11	5	16	94%	17	± 3	9,9	2,2
		TRUITE FARIO	81	14	95	98%	97	± 4	56,2	38,4
		EPINOCHÉ	1	0	1	100%	1	± 0	0,6	0,01
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,6	25,6
		Total	94	19	113	-	116	-	67,2	66,2
23/10/2009	D2 (1560 m ²)	CHABOT	36	21	57	74%	77	± 27	49,4	7,6
		TRUITE FARIO	322	95	417	92%	455	± 23	291,7	139,2
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,6	27,8
		Total	359	116	475	-	533	-	341,7	174,6
22/10/2009	D3 (3400 m ²)	CHABOT	101	87	188	38%	494	± 360	145,3	17,4
		LOCHE FRANCHE	9	11	20	-	38	± 32	11,2	0,8
		TRUITE FARIO	397	144	541	87%	621	± 40	182,6	67,1
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,3	12,8
		Total	508	242	750	-	1 154	-	339,4	98,1

Résultats des inventaires piscicoles 2010

Date	Station	Espèce	Effectif			Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée 10 ares	Biomasse estimée kg/ha
			P 1	P 2	Total					
12/10/2010	D1 (1725 m ²)	CHABOT	32	25	57	57%	100	± 62	58,0	7,3
		TRUITE FARIO	52	26	78	79%	99	± 26	57,4	60,9
		Total	84	51	135	-	199	-	115,4	68,1
13/10/2010	D2 (1290 m ²)	CHABOT	114	0	114	100%	114	± 0	88,4	12,5
		LOCHE FRANCHE	1	0	1	100%	1	± 0	0,8	0,1
		TRUITE FARIO	164	11	175	100%	175	± 0	135,7	142,0
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,8	16,9
		Total	280	11	291	-	291	-	225,6	171,6
12/10/2010	D3 (3240 m ²)	CHABOT	314	248	562	41%	1371	± 617	423,1	47,7
		LOCHE FRANCHE	16	14	30	-	50	± 34	15,4	1,3
		TRUITE FARIO	401	133	534	89%	598	± 33	184,6	66,3
		TRUITE DE LAC	1	0	1	100%	1	± 0	0,3	7,1
		Total	732	395	1 127	-	2 020	-	623,5	122,4