



**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 PLURIANNUEL DE LA POPULATION DE LA TRUITE COMMUNE SUR LA BASSE DRANSE CAMPAGNE 2012



C. CHASSERIEAU
Septembre 2013

RAPPORT FDP74.13/06

Collaboration technique : Guillaume BINI, FDP74 et Laurent ESPINAT (INRA Thonon-les-Bains)

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 REMONTÉES DE TRUITES PAR PIÈGEAGE 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 PEUPLEMENT PISCICOLE PAR PÊCHES ELECTRIQUES D'INVENTAIRE.....	7
III.	RESULTATS	8
	1. SUIVI ANNUEL DES REMONTÉES DE TRUITES PAR PIÈGEAGE A LA PASSE A POISSONS DE VONGY	8
	1.1. <i>Effectifs de migrants et période de migration</i>	8
	1.2. <i>Dynamique des remontées en relation avec l'hydrologie et la thermie de la Basse Dranse</i>	9
	1.3. <i>Caractéristiques des géniteurs migrants</i>	11
	2. RELEVÉ ANNUEL DE FRAYERES ET DESCRIPTION DES MICRO-HABITATS DE FRAIE	14
	3. SUIVI DEMOGRAPHIQUE ANNUEL DES POPULATIONS DE TRUITE DE LA BASSE DRANSE	15
IV.	SYNTHÈSE DES RESULTATS, DISCUSSION ET PERSPECTIVES	18
V.	BIBLIOGRAPHIE	22
	ANNEXES	24

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 VOLETS ETUDIES DANS LE CADRE DU SUIVI DE LA BASSE DRANSE ; JAUNE = DONNEES ACQUISES, VERT = CAMPAGNE 2011 ; ROSE = DONNEES FUTURES.	3
FIGURE 4 : MANIPULATIONS OPEREES SUR LES TRUITES CAPTUREES DANS LE PIEGE	5
FIGURE 5 : EFFECTIFS INTERANNUELS DES GENITEURS CAPTURES DANS LE PIEGE A VONGY AVEC LA PART QUE REPRESENTENT RESPECTIVEMENT LES FEMELLES ET LES MALES.	8
FIGURE 6 : DYNAMIQUE DES CHRONIQUES (PAR MOIS) DES MIGRATIONS DE GENITEURS CAPTURES DANS LE PIEGE DE LA PASSE A POISSONS DE VONGY.	8
FIGURE 7 : POURCENTAGE CUMULE DES REMONTEES DE GENITEURS POUR TOUTES LES CHRONIQUES ENREGISTREES AVEC LA DATE MEDIANE DE MIGRATION MOYENNE.	9
FIGURE 8 : (A) NOMBRE DE GENITEURS DE TRUITE LACUSTRE PIEGES A LA PASSE DE VONGY MIS EN RELATION AVEC LE FONCTIONNEMENT DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE BIOGE, LES DEBITS JOURNALIERS DES DEUX DRANSES DE MORZINE ET D'ABONDANCE ET LA TEMPERATURE DE LA BASSE DRANSE ENREGISTREE A LA PASSE A POISSONS DE VONGY. (B) PART DE CHAQUE MODE DE PRODUCTION DURANT LA CAMPAGNE 2012-2013 ET POUR LES EFFECTIFS DE GENITEURS REMONTES CETTE MEME ANNEE	10
FIGURE 9 : (A) DISTRIBUTION DES CLASSES DE TAILLE (LONGUEUR TOTALE EN CM) DES GENITEURS DE TRUITE LACUSTRE CAPTURES A LA PASSE EN FONCTION DE LEUR SEXE POUR LA CAMPAGNE 2012/2013.	11
FIGURE 10 : BOXPLOTS POUR LES LONGUEURS TOTALES DES GENITEURS DE TRUITE LACUSTRE FEMELLES ET MALES POUR LES 5 CHRONIQUES DE MIGRATION ENREGISTREES. EN BLEU, LES NOMBRES DE DONNEES UTILISEES POUR ETABLIR LE BOXPLOT. LES ETOILES INDIQUENT LES ANNEES SIGNIFICATIVEMENT DIFFERENTES DES AUTRES MAIS NON DIFFERENTES ENTRE ELLES (KW ; $P < 0.0001$).	11
FIGURE 11 : BOXPLOTS DES LONGUEURS TOTALES DES GENITEURS DE TRUITE LACUSTRE (FEMELLES ET MALES CONFONDUS) POUR LES 5 CHRONIQUES DE MIGRATION ENREGISTREES. EN BLEU, LES NOMBRES DE DONNEES UTILISEES POUR ETABLIR LE BOXPLOT. LES ETOILES INDIQUENT LES ANNEES SIGNIFICATIVEMENT DIFFERENTES DES AUTRES MAIS NON DIFFERENTES ENTRE ELLES (KW ; $P < 0.0001$).	12
FIGURE 12 : SCATTERGRAMS DU NOMBRE DE JOURS SEPARANT LES DEUX PASSAGES DANS LE PIEGE DE CHAQUE TRUITE MARQUEE A L'ANNEE N-1 ET RECAPTUREE A L'ANNEE N POUR LES CAMPAGNES 2011-2012 ET 2012/2013.	13
FIGURE 13 : EVOLUTION DU TAUX SGRW DES MIGRANTS DE TRUITE LACUSTRE CAPTURES PLUSIEURS FOIS DANS LE PIEGE DE LA PASSE A POISSONS DE VONGY EN FONCTION DE LEUR LONGUEUR TOTALE.	13
FIGURE 14 : NOMBRE DE JOURS POUR CHACUN DES TYPES DE FONCTIONNEMENT DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE BIOGE DURANT LA PERIODE DE PROSPECTION DE FRAYERES DE GENITEURS DE TRUITE LACUSTRE.	14
FIGURE 15 : QUANTITE DE FRAYERES RECENSEES SUR L'AMONT ET L'AVAL DE LA BASSE DRANSE DURANT LA PERIODE DE REPRODUCTION (DE MI-NOVEMBRE A FIN FEVRIER) DE LA TRUITE POUR LES 6 CAMPAGNES DE SUIVI. LE A (POUR UNE ANNEE CIBLEE) SIGNIFIE QUE L'EFFORT DE PROSPECTIONS A ETE DIFFERENT ENTRE LES DEUX SECTEURS AMONT ET AVAL VONGY.	14
FIGURE 16 : CARTES DES DENSITE ET BIOMASSE POUR LES INDIVIDUS DE TRUITE HORS 0+ [A] ET 0+ [B] SUR LES 3 STATIONS D'ETUDE SUIVIES DE LA BASSE DRANSE DEPUIS 2007. LES DENSITES SONT EN IND./100M ² ET LES BIOMASSES EN KG/HA.	15
FIGURE 17 : CUMUL DES CHRONIQUES DE STRUCTURES DE FREQUENCES DE TAILLE DES INDIVIDUS DE TRUITE SUR CHAQUE STATION D'ETUDE AFFICHEE DE L'AMONT VERS L'AVAL.	17
FIGURE 18 : SYNTHESE DES DONNEES ANNUELLES DE CHAQUE COMPARTIMENT ETUDIE ET LES LIENS POSSIBLES A L'ISSUE DE L'ANNEE D'ENREGISTREMENT 2011	18
FIGURE 19 : STRUCTURES DE FREQUENCES DE TAILLE DES POPULATIONS DE TRUITE DE LA BASSE DRANSE, DU FORON DE SCIEZ ET DU REDON PRESENTEES EN DENSITE ET STRUCTURES DE FREQUENCES DE TAILLE RELATIVES POUR UNE COMPARAISON AVEC LE STANDARD DEPARTEMENTAL.	21

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I : LISTE DES OPERATEURS ET DE LEUR STRUCTURE DES CAMPAGNES DE PIEGEAGE A LA PASSE A POISSONS DE VONGY.....	4
TABLEAU II : SYNTHESE DES EFFECTIFS DE TRUITES LACUSTRES CAPTUREES DANS LE PIEGE A VONGY ET MARQUEES POUR CHAQUE ANNEE DE SUIVI.....	12
TABLEAU III : DENSITES ET BIOMASSES ESTIMEES DE TRUITE FARIO POUR LES ALEVINS ET LA POPULATION TOTALE SUR LES SECTEURS SOUMIS AUX MIGRATIONS DE L'ECOTYPE LACUSTRE POUR 3 AFFLUENTS DU LAC LEMAN POUR LES DEUX DERNIERES ANNEES (DONNEES FDPPMA 74).....	20

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 cinq tributaires français du lac Léman (avec le Redon, le Pamphiot, le Foron de Sciez et l'Hermance) 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 (COLON, 2001) ; 2009 à aujourd'hui).

D'autre part, il s'agit du seul affluent dans lequel des géniteurs sont présents toute l'année. Ces grands salmonidés, « très prisés » par les pêcheurs, apportent un intérêt halieutique majeur pour le développement de la pêche amateur sur cette rivière.

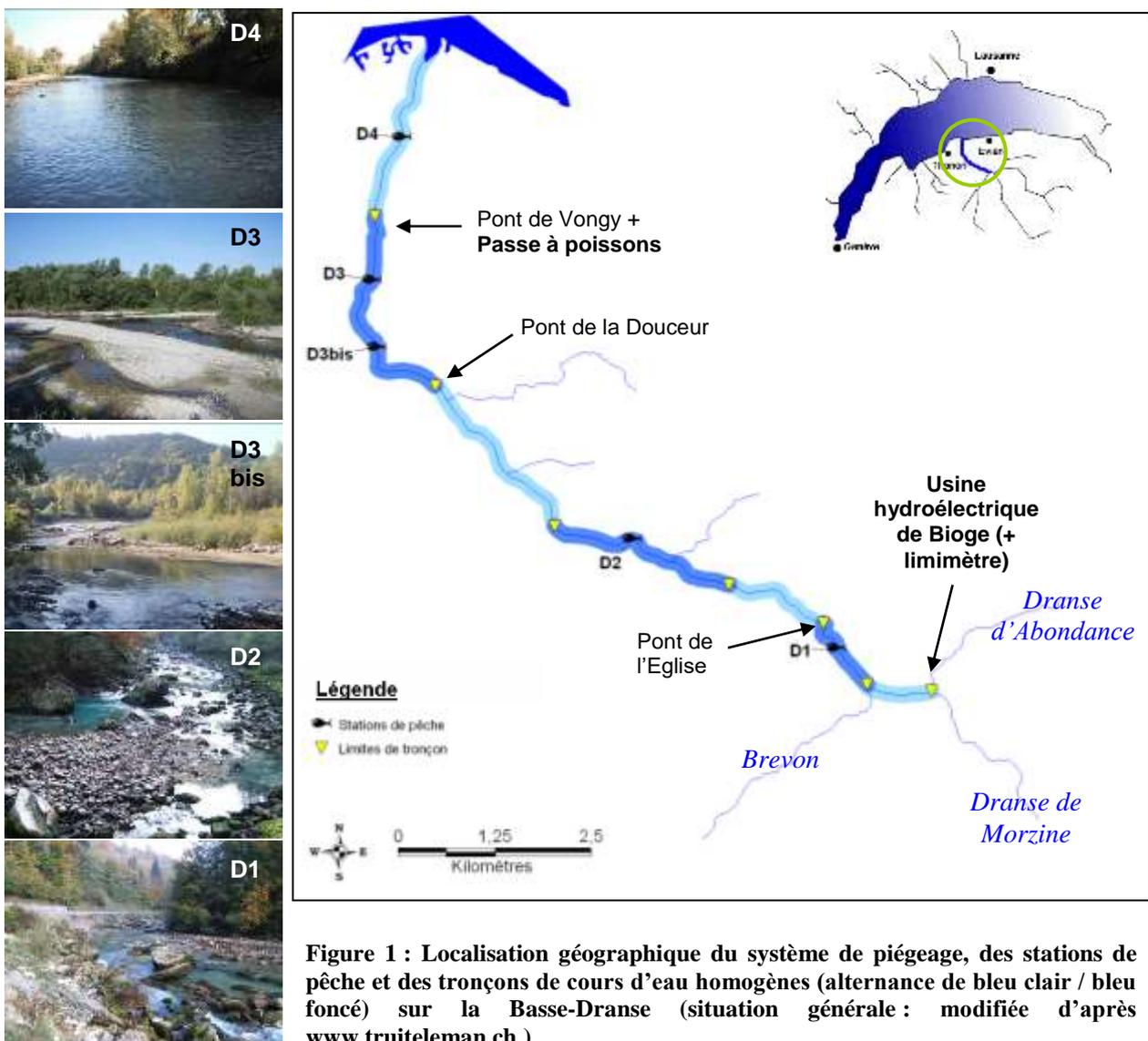
Enfin, la Basse Dranse est une rivière utilisée pour la production hydro-électrique soumise aux éclusées de l'usine de Bioge. Suite aux résultats d'une première étude d'impact (CIDEE, 2001) un protocole d'accord en janvier 2005 a permis de modifier le débit réservé et le régime des éclusées de cet aménagement. 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 à plus long terme pour mettre en évidence d'éventuelles modifications du compartiment ichtyologique à l'échelle de la rivière.

Ainsi, à partir de 2009, un suivi pluriannuel d'indicateurs piscicoles a été mis en place par la FDPPMA 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).



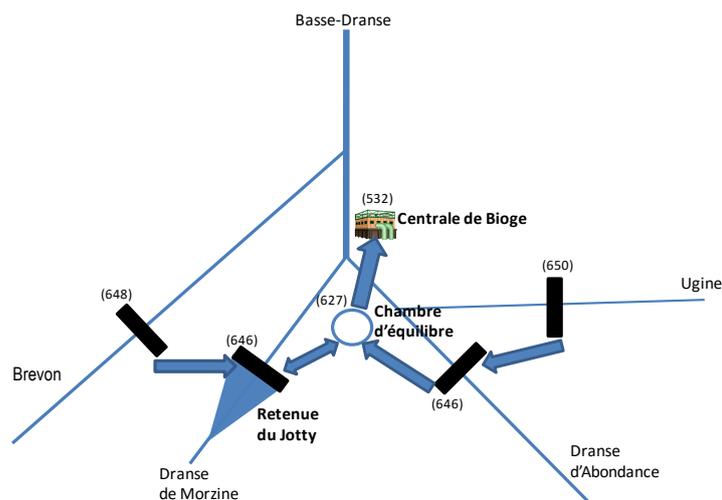


Figure 2 : Schématisation du fonctionnement des aménagements hydro-électriques du système des Dranses liés à la centrale de Bioge (modifié d'après CIDEE, 2001). L'altitude des différentes installations est précisée entre parenthèses.

Depuis 2010, les valeurs de débits de la Basse Dranse ne sont plus disponibles suite à l'arrêt de la station limnimétrique de Bioge anciennement gérée (jusqu'en 2009) par les Services Industriels de Genève (SIG) et rétrocédée en 2010 à la DREAL Rhône-Alpes. En attendant une éventuelle remise en activité cette station de mesure, EDF met à disposition de la FDPMA 74 ces données journalières de production électrique à la centrale hydroélectrique de Bioge (mode de fonctionnement adopté chaque jour : fil de l'eau / éclusée(s) / arrêt de chute). Ces données permettront de connaître la tendance hydrologique de la Basse Dranse au pas de temps journalier.

2. Synthèse des données récoltées sur la Basse Dranse

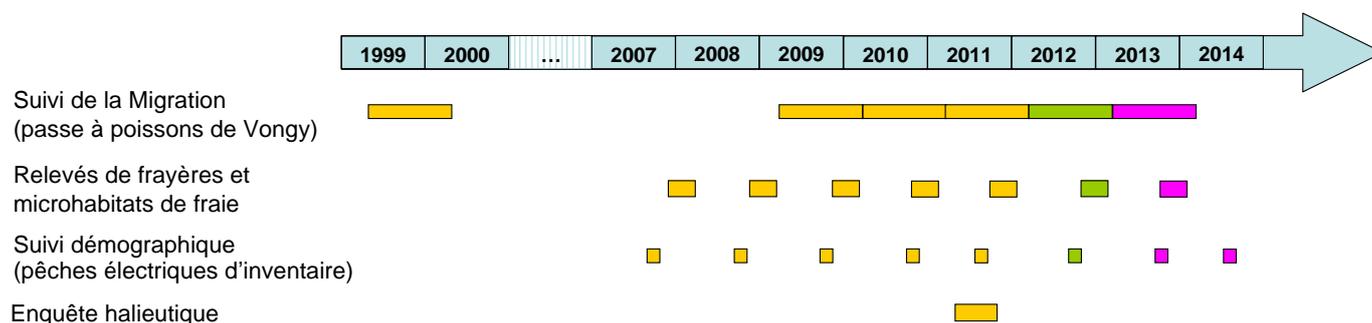


Figure 3 : Axe temporel récapitulant l'acquisition de données sur les trois volets étudiés dans le cadre du suivi de la Basse Dranse ; jaune = données acquises, vert = campagne 2011 ; rose = données futures.

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.

Toutes les campagnes de piégeage n'ont pas été réalisées par les mêmes intervenants. Le Tableau I liste les différentes structures et opérateurs de chaque campagne.

Tableau I : Liste des opérateurs et de leur structure des campagnes de piégeage à la passe à poissons de Vongy

Campagne	Opérateur	Structure	Référence des résultats
1999 / 2000		INRA Thonon	Colon, 2000
2009 / 2010	B. Riva	AAPPMA Chablais-Genevois	Caudron, 2010
	G. Bini	FDPPMA 74	
2010 / 2011	L. Espinat	INRA Thonon	Chasserieau & Caudron, 2011
	G. Bini et L. Catinaud	FDPPMA 74	
	Q. Dumoutier, S. Renahy et J.-P. Vulliet	SAGE Environnement (<i>prestataire</i>)	
2011 / 2012	L. Espinat	INRA Thonon	Chasserieau & Caudron, 2012
	G. Bini et L. Catinaud	FDPPMA 74	
2012 / 2013	L. Espinat	INRA Thonon	
	G. Bini et L. Catinaud	FDPPMA 74	

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'écaillés au niveau de la zone préconisée par OMBREDANE & RICHARD (1990) ;
- Prélèvement d'un morceau de nageoire adipeuse (campagne 2009/2010) ou de nageoire pelvienne gauche (à partir de la 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.

Un traitement statistique a été réalisé avec le logiciel XLSTAT 2013 en utilisant les tests non paramétriques de Mann-Whitney (MW) et Kruskal-Wallis (KW) pour comparer la taille (longueur totale en mm) des individus capturés selon les années et leur sexe.

La chronique de migration 2012/2013 est mise en relation avec d'une part le mode de fonctionnement de l'usine de Bioge, les débits des Dranses de Morzine et d'Abondance et d'autre part la thermie enregistrée sur l'année au pas de temps horaire au niveau de la passe de Vongy. Les géniteurs migrants ont été caractérisés par le mode de fonctionnement adopté à l'usine de Bioge pendant la période précédant leur piégeage. Ainsi trois catégories ont été définies : éclusée / fil de l'eau et éclusée + fil de l'eau (pour les périodes inter piégeages plus longues qui combinent les deux fonctionnements sur ces laps de temps). Cette dernière catégorie ne permet de statuer sur les « préférences » de débit des truites pour effectuer leurs remontées.

Depuis le début du marquage individuel par PITtag¹ en 2010, cette campagne (en addition avec la précédente permet de faire les premières analyses sur les changements interannuelles pour un individu. Ainsi le taux de croissance individuel *SGR_w*² (WOTTON, 1990) permet de caractériser la croissance et l'état de santé d'un géniteur entre deux passages par la passe à poissons de Vongy. Ce dernier se calcule de la manière suivante :

$$SGR_w \text{ (\% de la masse corporelle par jour)} = [\ln(\text{Poids à } t_2) - \ln(\text{Poids à } t_1)] / (t_2 - t_1)$$

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

La méthodologie de recensement se calque sur celle mise en œuvre dans l'étude SAGE 2010. Toutes les frayères observées (y compris les exondées) sont cartographiées chaque année durant la période allant de mi-novembre à fin février. Pour ce faire, l'intégralité du secteur d'étude (Bioge - lac Léman) fait l'objet de plusieurs reconnaissances pédestres pendant la période concernée. Les frayères observées sont recensées, décrites et localisées par 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.

¹ Passive Integrated Transponder tag= marque passive

² Individual Specific Growth Rate weight ; Cet indice de SGR peut se calculer aussi pour la longueur

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

Le diagnostic annuel du peuplement piscicole est effectué par des pêches électriques d'inventaire (une par an et par station) sur les 4 stations d'étude identifiées dans la présentation de la zone d'étude. Les inventaires sont réalisés 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). Les résultats estimés pour chacune des campagnes de suivi sont présentés en Annexe 1.

- 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). Les résultats détaillés sont présentés pour l'espèce truite commune en individualisant les alevins de l'année et les individus subadultes et adultes.

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 une référence 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 géniteurs capturés dans le piège pour la campagne de relevés 2012-2013 s'élève à 427 avec une majorité de femelles (sexe ratio de 1 mâle pour 3 femelles) (Figure 5). Cet effectif s'aligne avec celui de la chronique précédente. Parmi eux, 424 individus ont été marqués et 10 femelles ont perdu leur tag (soit 1% des poissons marqués). Le nombre de géniteurs marqués et capturés à la ligne est de 7 (soit 1,7% de l'effectif marqué en 2012-2013) et 3 individus ont été retrouvés morts lors de cette campagne.

La dynamique de migration 2012-2013 est unimodale (Figure 6). Les effectifs des remontées ont augmenté de manière croissante entre mai et août pour culminer ensuite aux mois de septembre et octobre (respectivement 121 et 126 migrants). Durant la période hivernale, les effectifs ont diminués progressivement jusqu'à la fin de la saison de migration. Cette dynamique diffère des deux dernières enregistrées.

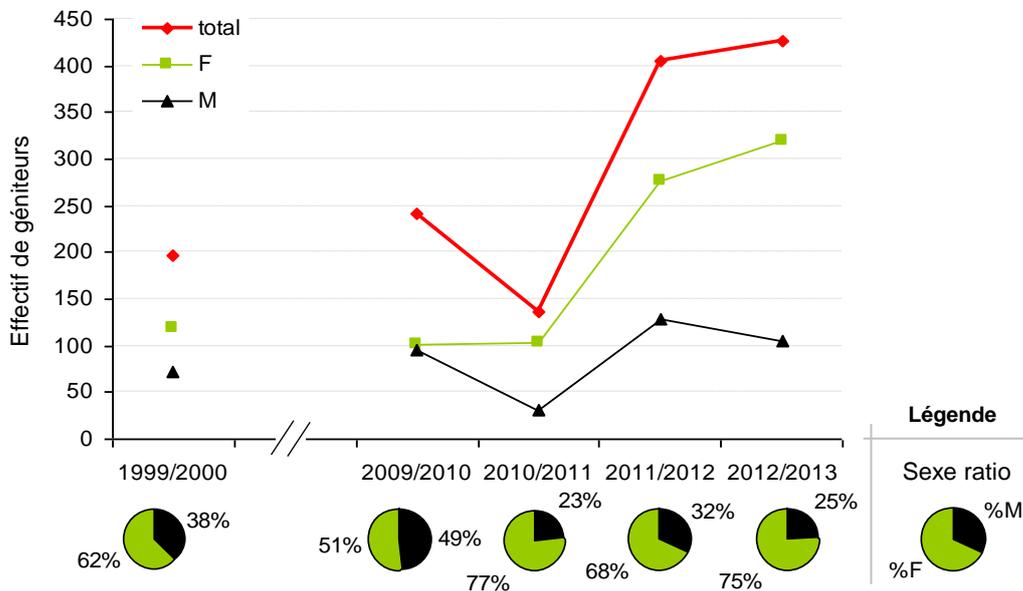


Figure 5 : Effectifs interannuels des géniteurs capturés dans le piège à Vongy avec la part que représente respectivement les femelles et les mâles.

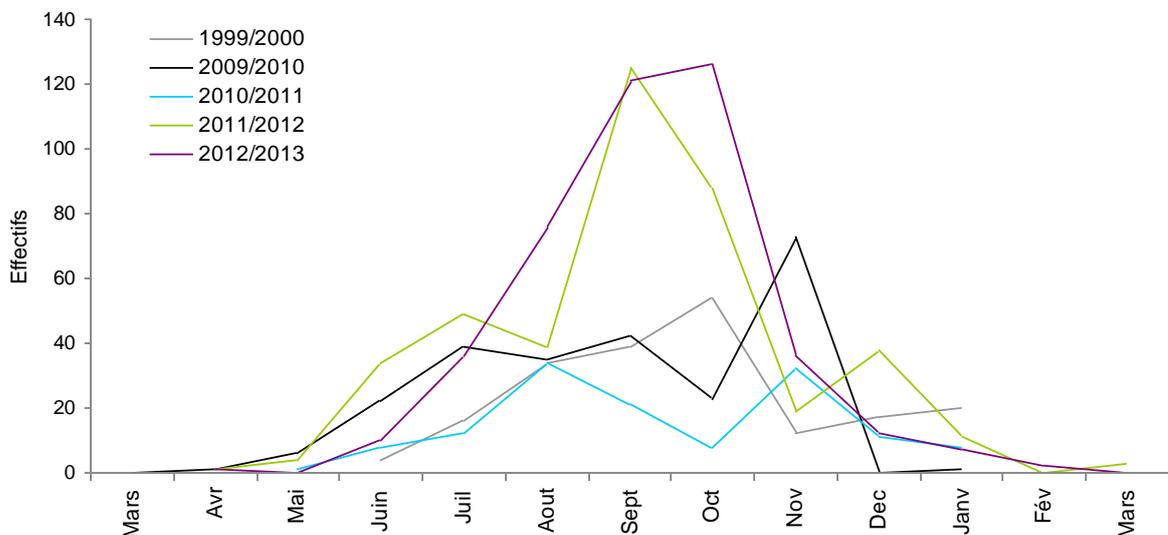


Figure 6 : Dynamique des chroniques (par mois) des migrations de géniteurs capturés dans le piège de la passe à poissons de Vongy.

La date médiane de migration est le 13 septembre et correspond à la période observée lors des chroniques précédentes (Figure 7). L'amplitude de cette date médiane de migration est de 10 jours (12-22 septembre) pour les 4 campagnes de suivis dans les années 2000.

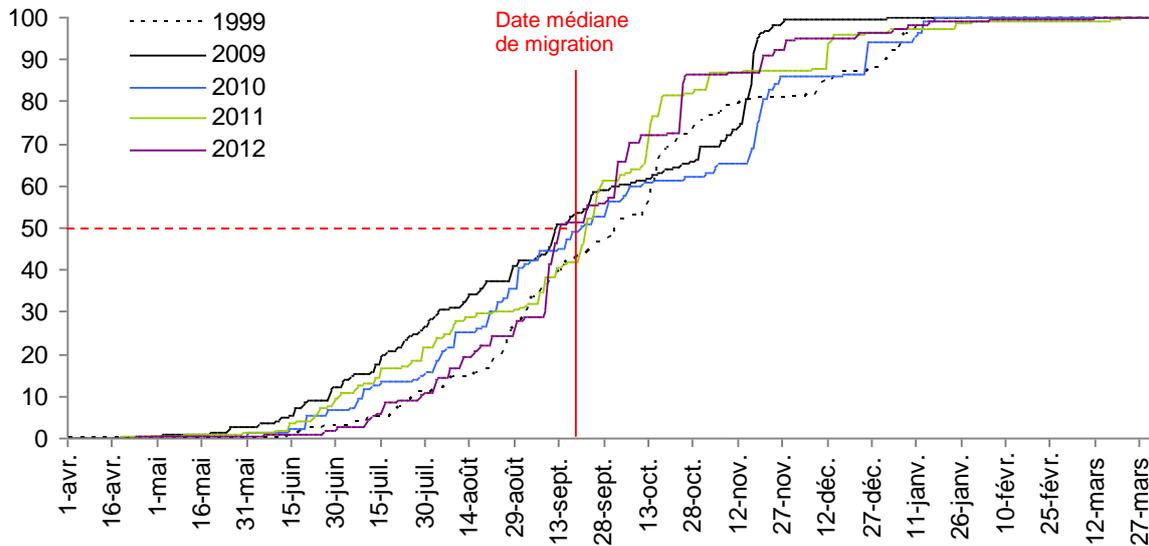


Figure 7 : Pourcentage cumulé des remontées de géniteurs pour toutes les chroniques enregistrées avec la date médiane de migration moyenne.

1.2. Dynamique des remontées en relation avec l'hydrologie et la thermie de la Basse Dranse

Les données de débit des Dranses de Morzine et d'Abondance couplées à celles du mode de fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Bioge (fournis par EDF) permettent de donner une idée de la hydrologie de la Basse Dranse. Celles-ci ont été couplées à la thermie de la Basse Dranse enregistrée annuellement à la passe à poissons de Vongy.

Au regard des 3 dernières chroniques enregistrées, plusieurs schémas se retrouvent dans les dynamiques de remontées durant la période 15/06 au 01/02, période où l'activité des migrants est le plus marquée :

- les crues suivies d'un fonctionnement en éclusées semblent être une combinaison de facteurs déclencheurs prépondérante durant toute la période de migration.
- A l'automne, les crues sont souvent associées à une hausse de la température de quelques degrés. La fluctuation de ce paramètre pourrait aussi être un élément à prendre en considération pour expliquer les migrations. Par exemple le 23/10/2012, à la fin du gros pic de remontées, on observe un nombre de migrants importants allant de pair avec une hausse de la température à 10°C alors que la crue datait du 09/10/2012.
- Quant au fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Bioge, 30% des géniteurs remontent lorsqu'elle fonctionne au fil de l'eau, et 53% avec un fonctionnement en éclusée(s). Pour la chronique 2012-2013, les remontées en éclusées se sont faites essentiellement dans la période de fin juin - fin octobre. Autrement dit, les grands pics de migration sont enregistrés dans la période où les éclusées sont majoritaires.

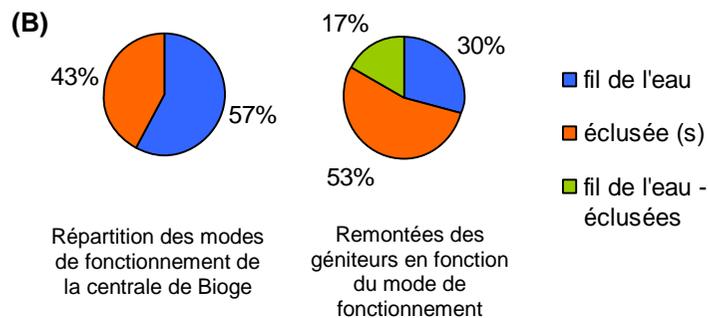
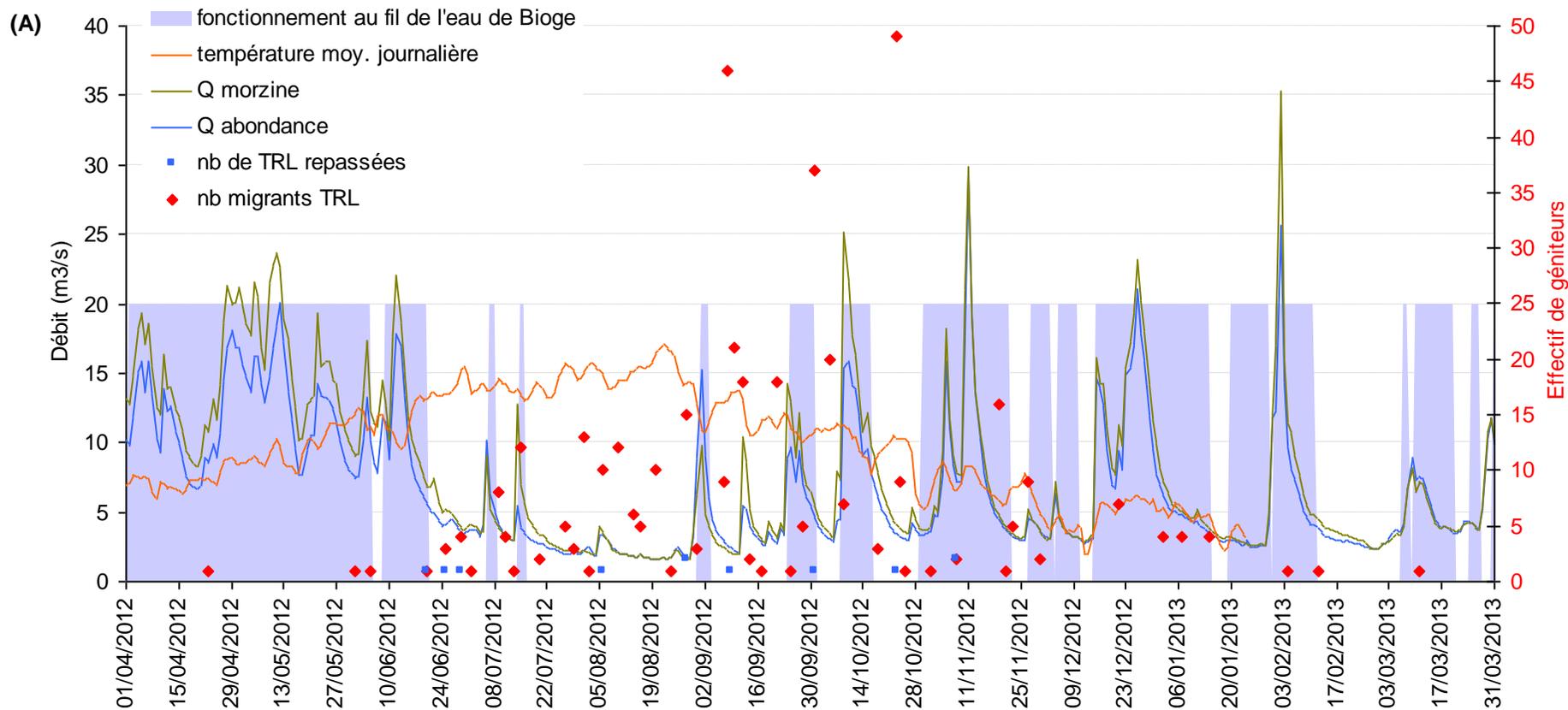


Figure 8 : (A) Nombre de géniteurs de truite lacustre piégés à la passe de Vongy mis en relation avec le fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Bioge, les débits journaliers des deux Dranses de Morzine et d'Abondance et la température de la basse Dranse enregistrée à la passe à poissons de Vongy. (B) Part de chaque mode de production durant la campagne 2012-2013 et pour les effectifs de géniteurs remontés cette même année

1.3. Caractéristiques des géniteurs migrants

- Longueur totale

Les géniteurs de la chronique 2012-2013 ont une longueur totale moyenne de 67,3 (\pm 6,8) cm (Figure 9). Les migrants femelles sont significativement plus petits que les mâles (MW ; $P < 0.0001$) comme pour les années 1999, 2010 et 2011. Ce n'est pas pour autant que les migrants mâles sont plus vieux que les femelles. CAUDRON a montré en 2010 que quelque soit le sexe, la distribution des classes d'âges n'arborait pas de différence.

Au regard des différentes chroniques enregistrées, les géniteurs femelles des migrations 2009-2010 et 2011-2012 sont significativement plus grands que ceux des autres migrations (KW ; $P < 0.0001$) (Figure 10). Cette tendance se retrouve lorsqu'on regarde l'ensemble des géniteurs (KW ; $P < 0.0001$), résultat intuitif puisque la proportion de femelles est toujours plus importante que celle des mâles (Figure 11). Il est à noter que les mâles de la migration 2010-2011 n'ont pas une longueur totale significativement différente que celle des migrants de 1999, 2011 et 2012 (KW ; $P < 0.0001$).

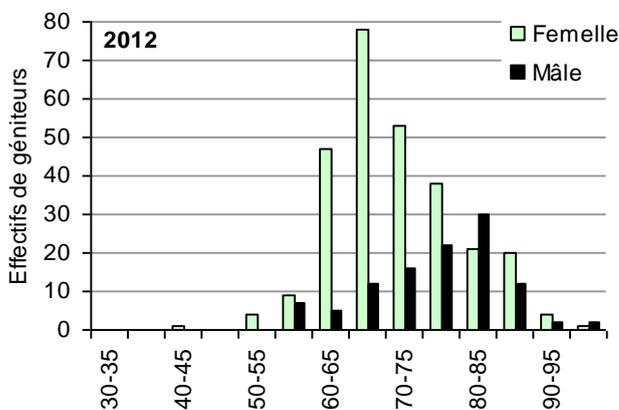


Figure 9 : (A) Distribution des classes de taille (longueur totale en cm) des géniteurs de truite lacustre capturés à la passe en fonction de leur sexe pour la campagne 2012/2013.

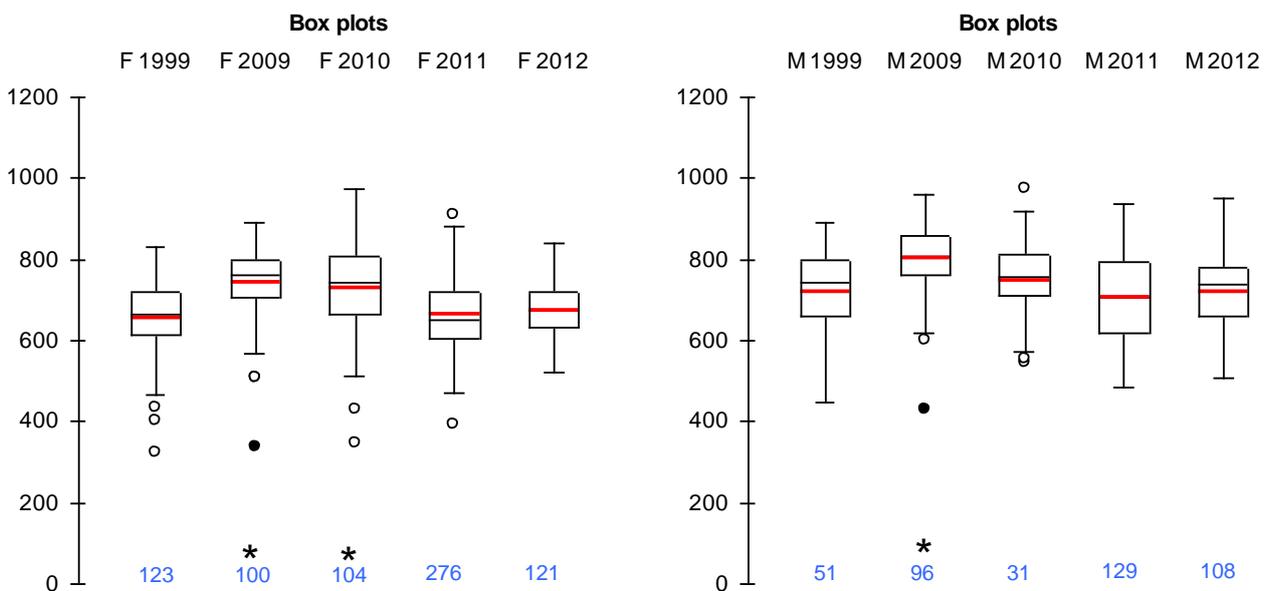


Figure 10 : Boxplots pour les longueurs totales des géniteurs de truite lacustre femelles et mâles pour les 5 chroniques de migration enregistrées. En bleu, les nombres de données utilisées pour établir le boxplot. Les étoiles indiquent les années significativement différentes des autres mais non différentes entre elles (KW ; $P < 0.0001$).

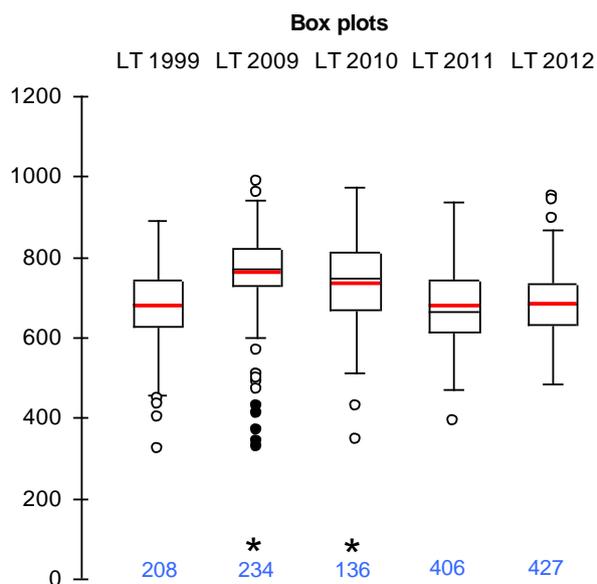


Figure 11 : Boxplots des longueurs totales des géniteurs de truite lacustre (femelles et mâles confondus) pour les 5 chroniques de migration enregistrées. En bleu, les nombres de données utilisées pour établir le boxplot. Les étoiles indiquent les années significativement différentes des autres mais non différentes entre elles (KW ; $P < 0.0001$).

- Recaptures des individus marqués

Depuis 2009, la première année du suivi pluriannuel, 1073 géniteurs de truite lacustre ont été marqués et au total sur les 3 années suivantes 86 individus ont été recapturés (Tableau II). La quantité globale de recaptures interannuel est de 8%. Cette valeur est également observée pour le taux de recaptures des poissons marqués à l'année n-1 pour la campagne de suivi à l'année n. En effet, pour la campagne 2012/2013, 33 géniteurs marqués en 2011/2012 sont remontés par le piège et parmi ces recaptures on dénombrait 27 femelles (soit 73%) et 10 mâles (soit 27%). Ces proportions sont similaires à l'année précédente.

Tableau II : Synthèse des effectifs de truites lacustres capturées dans le piège à Vongy et marquées pour chaque année de suivi

Année de marquage	Total brut annuel de marquages	Recaptures				TOTAL passages + marquage ou recapture
		2010	2011	2012	TOTAL	
2009 (ad-)	196	22	13	3	38	196
2010 (ad-)	113		1		1	135
2010			11	2	13	
2011 (ad-)	378			1	1	402
2011				33	33	
2012	386				0	424
TOTAL	1073	22	25	39	86	1157

Ces géniteurs recapturés sont remontés dans la Basse Dranse à la même période que leur premier passage, soit à plus ou moins un mois de leur date de marquage 2011. Cette « fidélité » de période de migration concerne 62% de l'effectif recapturé (Figure 12).

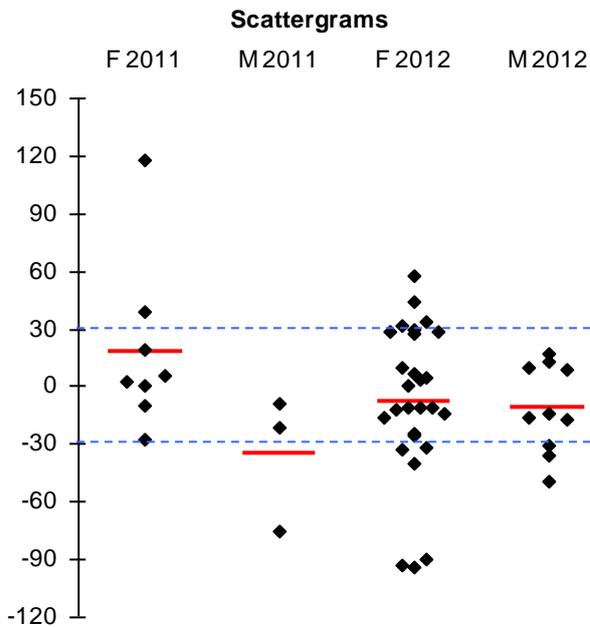


Figure 12 : Scattergrams du nombre de jours séparant les deux passages dans le piège de chaque truite marquée à l'année n-1 et recapturée à l'année n pour les campagnes 2011-2012 et 2012/2013.

- Caractéristiques de individus recapturés

Les individus recapturés d'un an sur l'autre affiche une évolution de leur masse corporelle corporelle positive (SGR>0 pour 88% des individus recapturés) (

Figure 13). Durant une période d'un an environ, le poids des migrants évolue de manières très différentes d'un individu à l'autre, la gamme du SGRw pour les individus recapturés en 2012-2013 est de -0.03 à 0.16. Autrement dit, certains ont vu leur poids doubler alors que d'autres ont perdu du poids. De manière intuitive, les petits migrants gagnent davantage de masse en un an que les individus plus grands. Il n'y a pas de différence significative entre les mâles et les femelles pour SGRw. Le taux de croissance individuel n'apparaît pas différent suivant le sexe des géniteurs (KW ; P = 0.679).

Les individus qui repassent deux fois dans la même année ont un SGRw négatif. Ils perdent en moyenne 7% de leur poids entre leur premier et deuxième passage.

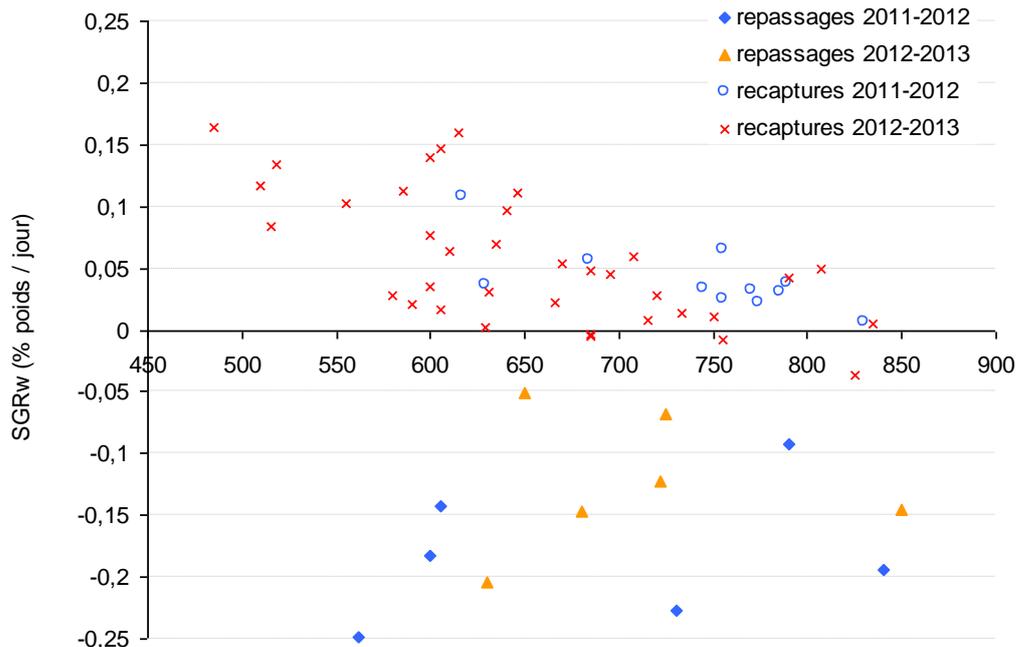


Figure 13 : Evolution du taux SGRw des migrants de truite lacustre capturés plusieurs fois dans le piège de la passe à poissons de Vongy en fonction de leur longueur totale.

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

La campagne de relevés de frayères 2012-2013 s'est révélée délicate compte tenu des conditions d'hydrologie hivernale. En effet, les crues de novembre et janvier ont engendré un fonctionnement au fil de l'eau de l'usine hydroélectrique de Bioge, doublant ainsi le nombre de jours de ce type de fonctionnement par rapport à l'année précédente et rendant les prospections infaisables du fait du débit important et de la couleur trouble de l'eau dans le lit de la Basse Dranse (Figure 14).

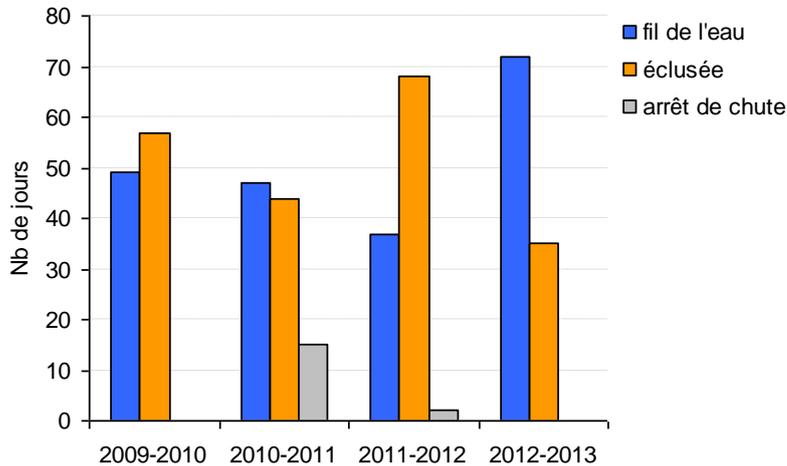


Figure 14 : Nombre de jours pour chacun des types de fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Bioge durant la période de prospection de frayères de géniteurs de truite lacustre.

Le tronçon en aval de la passe de Vongy a été prospecté une fois de plus que ceux en amont et lors de cette prospection supplémentaire, seules les frayères exondées ont été comptabilisées.

Comme les campagnes précédentes, l'utilisation du secteur aval de la Basse Dranse (lac - Vongy) est prépondérante (en moyenne 80% des frayères) par rapport à l'amont avec une moyenne interannuelle de 162 (± 73) frayères contre 39 (± 33) (Figure 15). Les nombres de places frayées suit un gradient aval - amont croissant (Annexe 2).

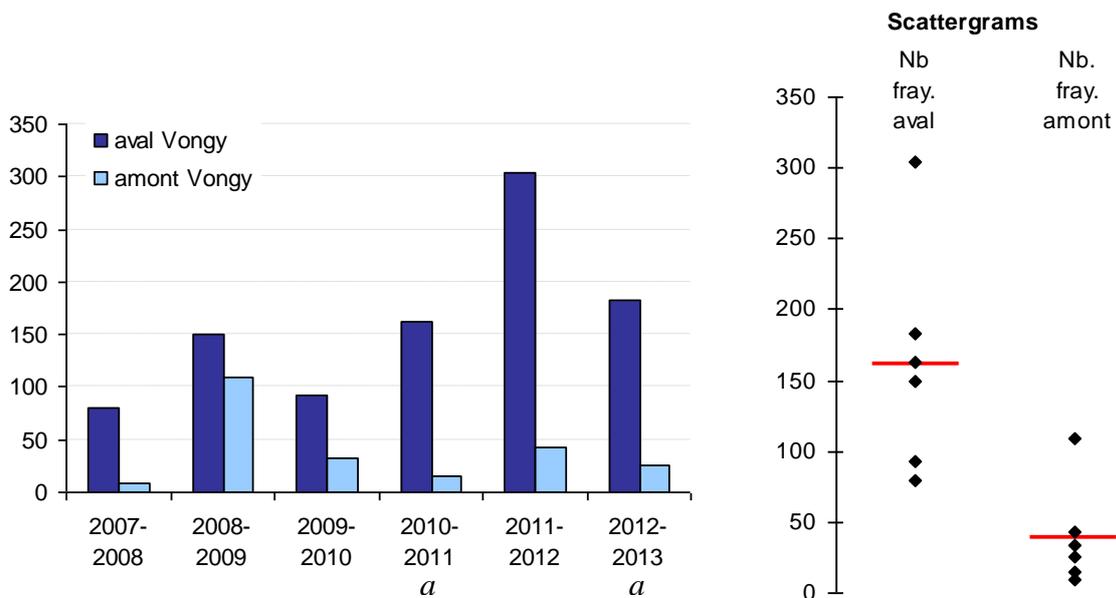


Figure 15 : Quantité de frayères recensées sur l'amont et l'aval de la Basse Dranse durant la période de reproduction (de mi-novembre à fin février) de la truite pour les 6 campagnes de suivi. Le *a* (pour une année ciblée) signifie que l'effort de prospections a été différent entre les deux secteurs amont et aval Vongy.

3. Suivi démographique annuel des populations de truite de la Basse Dranse

Cette dernière campagne est marquée par un gradient de densité totale estimée de 8 à 14.8 ind./100m² et de biomasse totale estimée de 85.8 à 101.7 kg/ha. Le recrutement naturel est comparable aux dernières années (2010 et 2011). Les densités d'alevins pour cette dernière campagne sont comprises entre 2.9 et 12.3 ind./100m² et restent dans la même gamme que celles depuis 2010.

Les fluctuations interannuelles au cours de ces 6 années de suivi sont considérables comme le montre les scattergrams de la Figure 16.

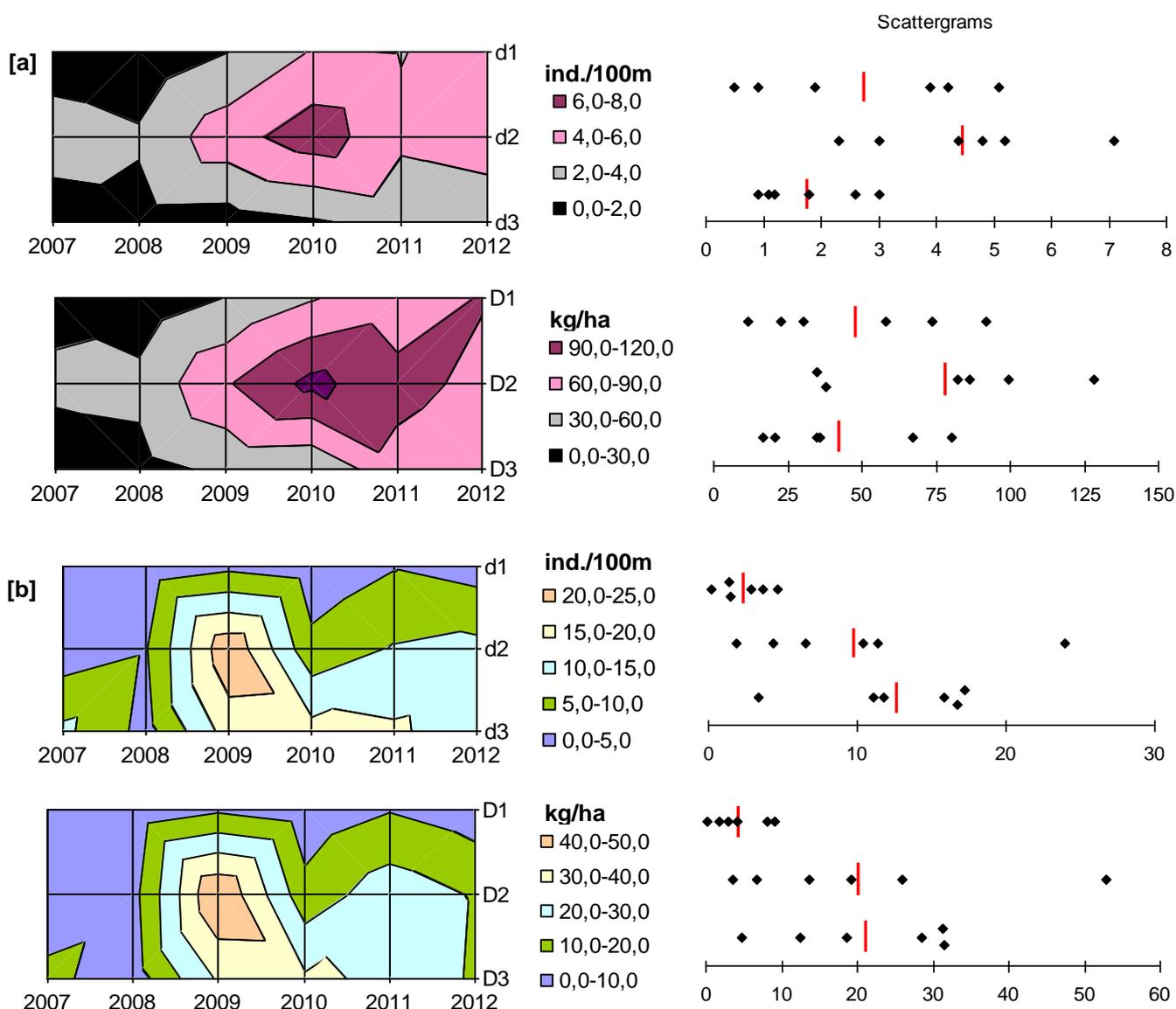


Figure 16 : Cartes des densité et biomasse pour les individus de truite hors 0+ [a] et 0+ [b] sur les 3 stations d'étude suivies de la Basse Dranse depuis 2007. Les densités sont en ind./100m² et les biomasses en kg/ha.

Les densités et biomasses de truite sont en augmentation par rapport aux premières campagnes de suivi ; les années 2007 et 2008 étant les plus critiques (Figure 16). Depuis, les densités et biomasses de subadultes/adultes (>0+) ont été multipliées respectivement par 6 et 4 sur D1, plus de 2 sur D2 et 3 et 4 sur D3. L'accroissement de ces variables est encore plus conséquent pour les alevins. Les densités ont été multipliées de l'amont à l'aval (D1/D2/D3)

par 14 ; 6 et 4 alors que les biomasses par 21 ; 5 et 4. L'évolution la plus positive est donc relevée sur D1 ; les alevins à peine présent en 2007 sont maintenant contactés chaque année avec cependant des densités faibles par rapport à d'autres cours d'eau du bassin lémanique.

Il est à noter que les géniteurs de truite lacustre ne sont pas comptabilisés dans les effectifs de truite pour les calculs des densités et biomasses car ces individus hors normes déséquilibrent fortement les résultats. Cette année, 23 géniteurs ont été contactés sur les stations D2, D3 et D4 et parmi eux 6 individus portaient un PITtag.

La fonctionnalité d'une population de truite tient dans la bonne représentation de ces différentes classes de taille. La Figure 17 montre les variations interannuelles des structures de fréquences de taille relatives pour chacune des stations d'étude.

La station située aux vignes de marins (D3) montre la plus grande stabilité dans sa structure de population. Sa situation initiale en 2007 était plus équilibrée que celles des deux autres stations amont. En effet, **les stations D1 et D2** affichaient en 2007 un déficit en juvéniles et en individus de la gamme des 130-200mm (jusqu'à 50%) par rapport à la moyenne départemental (FMS) (Figure 17). En 2012, les structures des fréquences de taille observées sur ces deux stations se rapprochent de celles observées en 2008 et 2010 pour D2 et uniquement 2010 pour D1. La classe de poissons de 130-200 mm montre un déficit sur D1 et D2 et est respectivement de 50% et 30% par rapport à la moyenne départementale. Les individus les plus grands (>200mm) sont quant à eux bien représentés et montrent des effectifs supérieurs à la FMS.

La station D3 affiche des chroniques relativement similaires depuis 2009 avec une structure de fréquences de taille équilibrée, en accord avec la FMS. Les alevins représentent environ 80% des effectifs de la population sur cette station.

La station D4 (aval de la passe de Vongy) se caractérise par une population composée à 97,5% d'individus 0+. Cette année, 15 géniteurs ont été capturés lors de l'inventaire ; leur gamme de taille était de 52,5 à 87 cm. L'effectif de poissons de 130-200 mm est supérieur de 20% par rapport à la moyenne départementale alors que les effectifs de poissons de 200-250 mm et 250-300 mm sont inférieurs à la FMS de 15% et 5% respectivement.

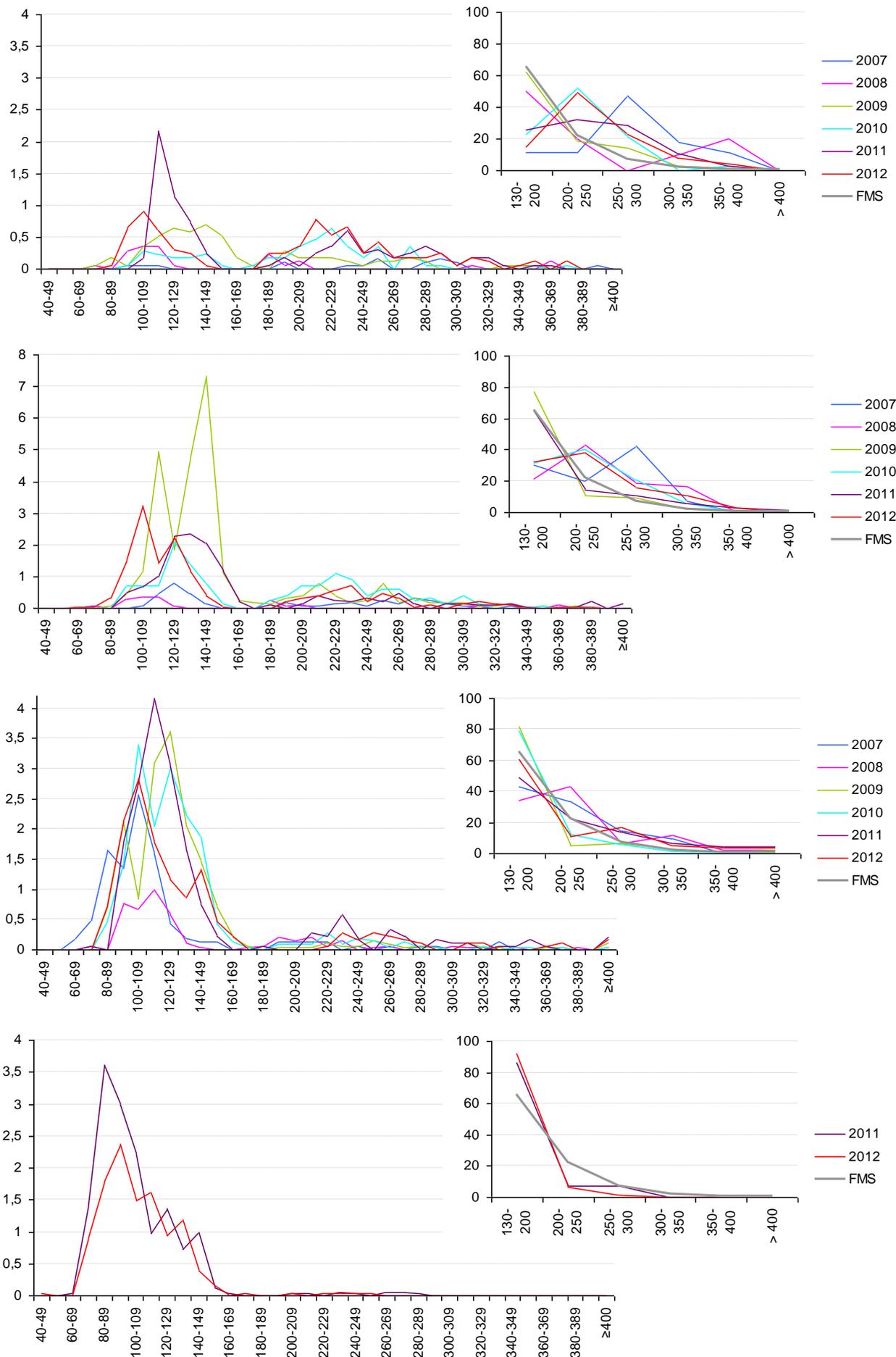


Figure 17 : Cumul des chroniques de structures de fréquences de taille des individus de truite sur chaque station d'étude affichée de l'amont vers l'aval.

IV. SYNTHÈSE DES RESULTATS, DISCUSSION ET PERSPECTIVES

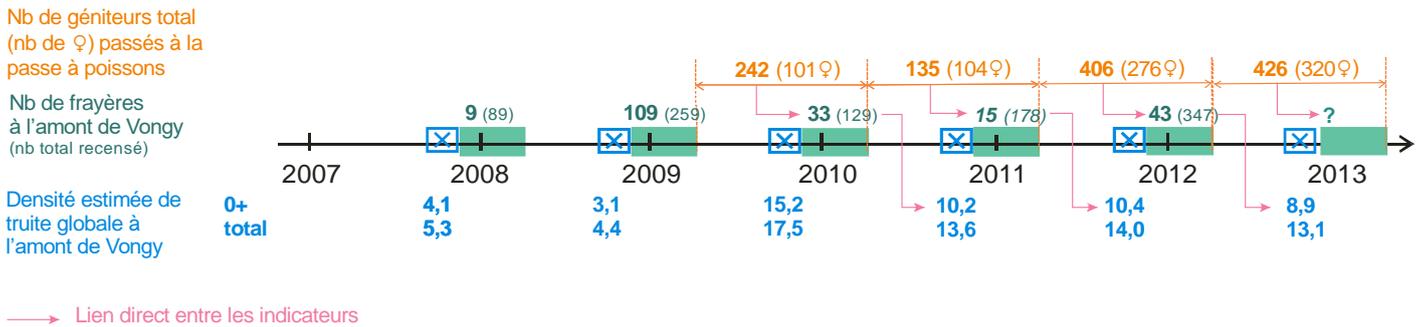


Figure 18 : Synthèse des données annuelles de chaque compartiment étudié et les liens possibles à l'issue de l'année d'enregistrement 2012.

La campagne 2012-2013 de suivi des géniteurs de truite lacustre enregistre le plus grand effectif (426) depuis 2009. L'année précédente, la tendance était déjà à la hausse avec un nombre de géniteurs remontés supérieur à 400. Il faut garder à l'esprit que le suivi ne permet de définir le nombre des géniteurs qui se reproduit à l'aval de la passe de Vongy. Les recensements des frayères 2011 et 2012 ont montré une utilisation du secteur en aval de la passe à poissons plus prépondérante par rapport aux autres années. Est-ce que les places potentielles de fraie étaient toutes utilisées et cela a poussé les géniteurs à chercher d'autres secteurs plus en amont pour frayer ?

La date médiane de migration cible toujours la deuxième quinzaine de septembre. La période définit par les différentes chroniques est plus précisément entre le 12 et le 22 septembre (CAUDRON, 2010 ; CHASSERIEAU & CAUDRON, 2011, 2012). Cette variable est maintenant bien établie et il est possible de faire dès la fin du mois de septembre une estimation de l'abondance des remontées pour l'année en cours.

Les migrants se caractérisent par une longueur totale moyenne de 67.9 cm (± 6.8). En 2009 et 2010, les migrants arboraient une longueur totale significativement plus grande. Ce constat peut être induit par l'abondance et/ou par la richesse de nourriture disponible à ce moment là dans le système lacustre, milieu où les géniteurs passent la plupart de l'année.

Depuis le début du suivi, le sexe ratio des migrants de la Basse Dranse est déséquilibré en faveur des femelles et ces dernières sont généralement plus petites que les mâles. Le déséquilibre du sexe ratio en faveur des femelles est généralement observé sur les populations migrantes de salmonidés (par exemple, Campbell, 1977 ; Jonsson, 1985 ; Näslund, 1990). Cette différence de proportion n'est pas initiale. En effet le sexage des classes d'âge juvéniles pour la truite de mer affiche une équirépartition des sexes (Dahl, 1910).

Jonsson (1989) a montré que les truites femelles et mâles immatures avaient un taux de croissance similaires en milieu artificiel. Cependant la maturité est obtenue pour les femelles à un âge plus avancé et une taille plus grande que les mâles. Pour les géniteurs de la Basse Dranse, la comparaison des taux de croissance individuels (SGR_{L_t} et SGR_w) pour les géniteurs mâles et femelles recapturés lors des deux dernières campagnes ne montre pas de différence significative de croissance inter-sexe alors que ces individus sont matures. De plus, CAUDRON a également mis en évidence en 2010 qu'il n'y avait pas de différence significative dans la répartition des classes d'âge chez les femelles et les mâles de migrants 1999 et 2009.

Autrement dit, pour un même âge les mâles ne sont pas significativement plus grands que les femelles parmi les géniteurs piégés à Vongy (comparaison par paire, SDCF³ bilatéral).

Au regard des conditions environnementales, les facteurs prépondérants qui définissent les dynamiques des migrations piscicoles sont l'hydrologie et la thermie (WILLIAMS *et al.*, 1996 ; OVIDIO *et al.*, 1998 ; MC CULLOUGH, 1999). Pour définir des tendances vraisemblables, un nombre important de chroniques est essentiel. De plus, depuis 2010 l'absence de données hydrologiques journalières était pénalisante pour l'analyse. La reprise de l'exploitation de la station limnimétrique de Bioge par la DREAL Rhône Alpes depuis août 2013 est de bon augure pour l'analyse des futures chroniques. Le débit journalier est consultable par le grand public via le site <http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/>.

Pour la thermie de la Basse Dranse, celle-ci ne semble pas poser de problème pour le développement de la vie salmonicole. En effet les suivis thermiques successifs montrent que 88% ($\pm 2\%$) de l'année la température correspond à la gamme de température du préférendum de la truite commune. Au moment du développement embryo-larvaire, les conditions thermiques sur la Basse Dranse sont favorables à la survie des oeufs. Le facteur thermique n'apparaît donc pas limitant pour le développement des alevins. D'autres paramètres comme le colmatage des frayères peut cependant intervenir de manière négative dans le développement des œufs. BAGLINIERE *et al.* (2005) ont montré à l'issue de 20 ans de suivi que le dépôt de sédiments fins sur les frayères était le principal facteur limitant du recrutement naturel des jeunes saumons sur la rivière Oir (Bretagne).

Depuis le début du suivi en 2007, les densités et biomasses de truite ont augmenté sur tout le linéaire de la Basse Dranse. La plus grande évolution positive est enregistrée sur la station la plus en amont (pont de l'Eglise) et donc la plus proche de la centrale hydroélectrique de Bioge. Malgré ce constat, les densités de juvéniles sont faibles et contrastent avec celles observées sur l'aval. Les gradients de densités croissantes : aval – amont pour les alevins et amont – aval pour les subadultes/adultes, déjà soulignés auparavant (CHASSERIEAU & CAUDRON, 2011, 2012), sont moins marqués cette année sur le secteur médian de la basse Dranse. En effet les stations D2 et D3 affichent des densités de juvéniles et de subadultes/adultes environ équivalentes.

Les densités de truite observées sur la Basse Dranse par rapport aux autres affluents lémaniques sont inférieures tandis que les biomasses sont largement supérieures (Tableau III). En effet, la structure de fréquence de taille de la population de la Basse Dranse montre une quantité importante d'individus de grande taille dans la fourchette 200-350 mm (Figure 19). Ces effectifs sont supérieurs au standard départemental. Les structures de fréquences de taille des populations de truite du Foron de Sciez et du Redon montrent quant à elles une quantité de petits individus supérieurs à la FMS.

³ Comparaison selon la méthode de Steel – Dwass – Critchlow - Flinger

Tableau III : Densités et biomasses estimées de truite fario pour les alevins et la population totale sur les secteurs soumis aux migrations de l'écotype lacustre pour 3 affluents du lac Léman pour les deux dernières années (données FDPPMA 74).

Affluent de	Cours d'eau	D50 émergence			2011		2012	
					0+ (% dans la pop)	total	0+ (% dans la pop)	total
Lac Léman	Basse Dranse	10-mai	Date de l'inventaire		5-oct.		4-oct.	
			Densité estimée	ind./100m ²	12,5 (84%)	14,8	8,9 (68%)	13,1
			Biomasse estimée	kg/ha		106,8		95,4
	Foron	3-mai	Date de l'inventaire		7-oct.		8-oct.	
			Densité estimée	ind./100m ²	26,4 (84%)	31,3	23 (81%)	28,5
			Biomasse estimée	kg/ha		40,4		36,1
Redon	13-avr.	Date de l'inventaire		3-oct.		3-oct.		
		Densité estimée	ind./100m ²	91,5 (74%)	122,9	60,8 (79%)	76,8	
		Biomasse estimée	kg/ha		127,6		77,3	

Avec l'enregistrement successif des migrations, des chiffres tels que le nombre de recaptures sont essentiels pour les gestionnaires. Cette information couplée aux données de captures faites par les pêcheurs à la ligne permettrait de définir l'étendue du stock de géniteurs de truite lacustre remontant dans la Basse Dranse. Cependant l'étude halieutique de l'année précédente n'a pas fourni les résultats attendus en raison d'un faible nombre de prises de truite lacustre (5 individus) parmi le panel de pêcheurs sondés. Depuis 2011, une réglementation particulière avec un nombre de bagues limité par pêcheur a été mise en place sur la Basse Dranse par l'AAPPMA du Chablais Genevois. Cette mesure pourrait permettre la récolte de données supplémentaires sur les géniteurs de truite lacustre. En effet aujourd'hui aucun retour n'est fait par les pêcheurs de la Basse Dranse à propos de leurs prises. La mise en place d'un carnet de capture liée à la vente des bagues pourrait apporter annuellement une donnée supplémentaire, notamment sur le secteur aval de Vongy qui est très pêché mais pas étudié sur le plan des migrants.

Il semble important et intéressant de poursuivre le suivi pluriannuel des truites de la Basse Dranse pour mieux connaître leur dynamique et estimer le stock en place. Avec un nombre de chroniques de l'ordre de la dizaine d'années, certaines analyses via les modèles mathématiques par exemple apporteront une aide précieuse pour définir les actions de gestion à opérer sur cette population salmonicole. En effet les suivis sur le long terme permettent de discerner les fluctuations interannuelles et de faire ressortir les grandes tendances d'évolution des populations, de détecter des événements rares et de pouvoir établir des hypothèses plus robustes sur les facteurs explicatifs de la dynamique des populations. Plusieurs exemples de suivi à long terme sur le saumon ont permis de bien connaître la dynamique et les traits d'histoire de vie des populations ce qui a permis de mieux les gérer en adaptant les quotas prélevés pour pérenniser la population en place (PREVOST *et al.*, 1996, BAGLINIERE *et al.*, 2005 ; PESTAL *et al.*, 2008 ; MACDONALD *et al.*, 2010).

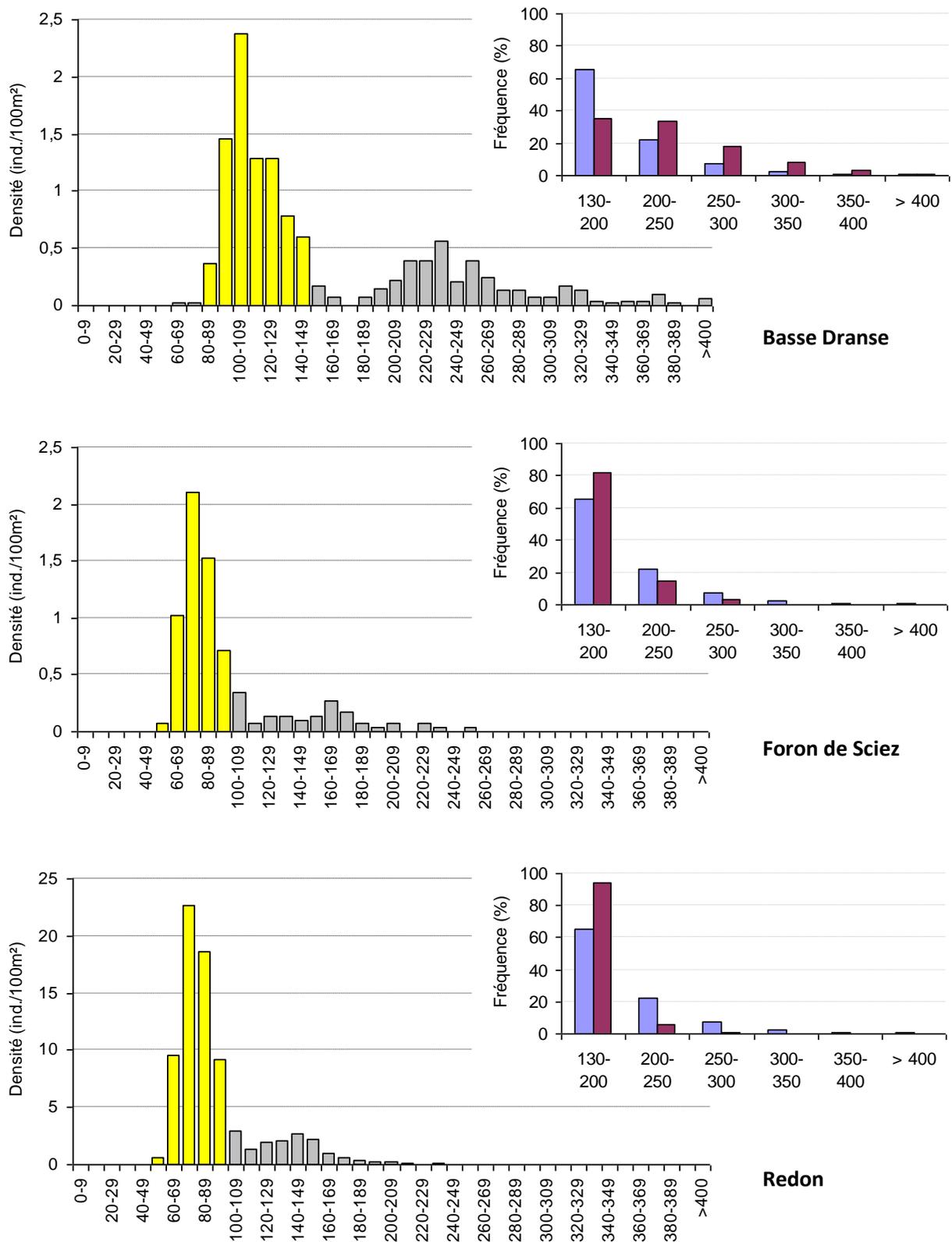


Figure 19 : Structures de fréquences de taille des populations de truite de la Basse Dranse, du Foron de Sciez et du Redon présentées en densité et structures de fréquences de taille relatives pour une comparaison avec le standard départemental.

V. BIBLIOGRAPHIE

- BAGLINIÈRE J.L., MARCHAND F., & VAUCLIN V., 2005. Interannual changes in recruitment of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) population in the River Oir (Lower Normandy, France): relationships with spawners and in-stream habitat, *ICES Journal of Marine Science*, 62: 695-707.
- CAMPBELL J.S., 1977. Spawning characteristics of brown trout and sea trout *Salmo trutta* L. in Kirk Burn, River Tweed, Scotland. *J. Fish. Biol.* 11, 217-29.
- 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. & Maisse G. (éds). Springer Published in association with Praxis Publishing, Chichester, U.K., pp.147-174.
- CHASSERIEAU C. & CAUDRON A., 2011. Suivi pluriannuel de la populaion de truite commune de la Basse Dranse – Campagne 2010, Rapport FDP74.12/05 - SHL 303.2011, 23 p. + annexes.
- CHASSERIEAU C. & CAUDRON A., 2012. Suivi pluriannuel de la populaion de truite commune de la Basse Dranse – Campagne 2011, Rapport FDP74.12/05, 32 p. + annexes.
- 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.
- DAHL K., 1910. Alder og Vekst hos Laks og Ørret Belyst ved Studier av deres Skoel. Norway : Kristinia , 135 pp. English translation (1911). The age and growth of salmon and trout in Norway as shown by their scales. *London : Salmon and trout association.*
- DE LURY, 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *J. Fish Res. Bd. Can.*, 18, 281-307.
- JONSSON B., 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway, *Trans. Am. Fish. Soc.* 114, 82-94.

- JONSSON B., 1989. Life history and habitat use of Norwegian brown trout (*Salmo trutta*). *Freshwater Biol.* 21, 71-86.
- MCCULLOUGH D.A., 1999. A review and synthesis of effects of alterations to the water temperature regime on freshwater life stages of Salmonids, with special reference to Chinook Salmon. *Report No. EPA 910-R-99-010 for the U.S. Environmental Protection Agency, Region 10, Seattle, WA.*
- MACDONALD J.S., PATTERSON D.A., HAGUE M.J. & GUTHRIE I.C., 2010. Modeling the influence of environmental factors on spawning migration mortality for sockeye salmon fisheries management in the Fraser River, British Columbia. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 139(3): 768-782.
- NÄSLUND I., 1990. The development of regular seasonal habitat shifts in a landlocked Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., population. *J. Fish. Biol.* 36, 401-14.
- OMBREDANE D. & RICHARD A., 1990. Détermination de la zone optimale de prélèvement d'écaillies chez les smolts de truite de mer (*Salmo trutta* L.). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 319, 224-238.
- OVIDIO M., BARAS E., GOFFAUX D., BIRTLES C. & PHILIPPART J.C., 1998. Environmental unpredictability rules the autumn migration of brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Belgian Ardennes, *Hydrobiologia* 371/372: 263-274.
- PESTAL G., RYALL P. & CASS A., 2008. Collaborative Development of Escapement Strategies for Fraser River Sockeye : Summary Report 2003-2008, *Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2855.
- PREVOST E., BAGLINIERE J.L., NIHOARN A. & MAISSE G., 1996. Premiers éléments d'une relation stock-recrutement chez le saumon atlantique (*Salmo salar*). *Cybium*, 20 (suppl.) :7-26.
- 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.
- VEYRET-VERNER G., 1948. Chantiers et projets d'aménagements hydro-électriques dans les Alpes françaises. *Revue de Géographie Alpine*, 36, 169-174.
- WILLIAMS, R.N. & 11 Coauthors, 1996. Return to the River: Restoration of Salmonid Fishes in the Columbia River Ecosystem. Development of an Alternative Conceptual Foundation and Review and Synthesis of Science Underlying the Fish and Wildlife Program of the Northwest Power and Planning Council. *Northwest Power Planning Council*, 96-6, Portland, OR.
- WOOTON R.J., 1990. Growth. In: WOOTON RJ (ed) Ecology of teleost fishes, vol 24, *Fish and fisheries series*. Kluwer, London, pp 117-159.

ANNEXES

ANNEXE 1 : DONNEES ESTIMEES DES PECHEES D'INVENTAIRE SUR LES QUATRE ANNEES DE SUIVI.
*LORSQUE LA METHODE DE CARL & STRUB N'EST PAS VALIDEE, LES DONNEES BRUTES ONT ETE REPRISES
(VALEURS EN BLEU).*

ANNEXE 2 : SYNTHESE DES RECENSEMENTS ANNUELS DE FRAYERES DE GENITEURS DE TRUITE SUR LE
LINEAIRE DE LA BASSE DRANSE.....

Annexe 1 : Données estimées des pêches d'inventaire sur les quatre années de suivi. Lorsque la méthode de Carl & Strub n'est pas validée, les données brutes ont été reprises (valeurs en bleu).

Résultats des inventaires piscicoles 2007

Date	Station	Espèce	Effectif			Méthode validée	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	Oui	95%	130	± 8	68,8	3,7
		LOCHE FRANCHE	1	0	1	Oui	100%	1	± 0	0,5	0,02
		TRUITE FARIO	15	5	20	Oui	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	Oui	100%	1	± 0	0,6	0,01
		CHABOT	35	15	50	Oui	86%	58	± 12	37,2	3,9
		LOCHE FRANCHE	3	2	5	Oui	100%	5	± 0	3,2	0,2
		TRUITE FARIO	52	9	61	Oui	100%	62	± 2	39,7	38,6
		VAIRON	1	0	1	Oui	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	Oui	100%	76	± 0	46,4	4,2
		LOCHE FRANCHE	2	2	4	Non	-	4		2,0	0,1
		TRUITE FARIO	106	50	156	Oui	100%	196	± 36	119,7	29,0
		Total	177	59	236		-	276	-	168,1	33,3

Résultats des inventaires piscicoles 2008

Date	Station	Espèce	Effectif			Méthode validée	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	Oui	70%	122	± 44	70,7	5,4
		TRUITE FARIO	20	9	29	Oui	88%	33	± 7	19,1	13,2
		TRUITE DE LAC	3	0	3	Oui	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	Oui	54%	268	± 135	171,8	3,4
		TRUITE FARIO	76	22	98	Oui	93%	105	± 9	67,3	44,6
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	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	Oui	88%	320	± 26	94,1	4,6
		LOCHE FRANCHE	3	1	4	Oui	100%	4	± 0	1,2	0,1
		TRUITE FARIO	121	28	149	Oui	96%	156	± 8	45,9	25,4
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	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			Méthode validée	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	Oui	94%	17	± 3	9,9	2,2
		TRUITE FARIO	81	14	95	Oui	98%	97	± 4	56,2	38,4
		EPINOCHÉ	1	0	1	Oui	100%	1	± 0	0,6	0,01
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	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	Oui	74%	77	± 27	49,4	7,6
		TRUITE FARIO	322	95	417	Oui	92%	455	± 23	291,7	139,2
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	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	Non	38%	188		55,0	6,6
		LOCHE FRANCHE	9	11	20	Non	-	20		6,0	0,4
		TRUITE FARIO	397	144	541	Oui	87%	621	± 40	182,6	67,1
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	100%	1	± 0	0,3	12,8
		Total	508	242	750		-	830	-	243,9	86,9

Résultats des inventaires piscicoles 2010

Date	Station	Espèce	Effectif			Méthode validée	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	Non	57%	57		33,0	4,1
		TRUITE FARIO	52	26	78	Oui	79%	99	± 26	57,4	60,9
		Total	84	51	135		-	156	-	90,4	65,0
13/10/2010	D2 (1290 m ²)	CHABOT	114	0	114	Oui	100%	114	± 0	88,4	12,5
		LOCHE FRANCHE	1	0	1	Oui	100%	1	± 0	0,8	0,1
		TRUITE FARIO	164	11	175	Oui	100%	175	± 0	135,7	142,0
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	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	Non	41%	562		173,0	19,6
		LOCHE FRANCHE	16	14	30	Non	-	30		9,0	0,8
		TRUITE FARIO	401	133	534	Oui	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		-	1 191	-	366,9	93,8

Résultats des inventaires piscicoles 2011

Date	Station	Espèce	Effectif			Méthode validée	Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée 10 ares	Biomasse estimée kg/ha
			P 1	P 2	Total						
04/10/2011	D1 (1664 m ²)	CHABOT	108	60	168	Oui	72%	234	± 59	141	11,6
		TRUITE FARIO	108	27	135	Oui	94%	143	± 9	86	82,9
		Total	216	87	303		-	377	-	226,6	94,5
05/10/2011	D2 (1975 m ²)	CHABOT	176	162	338	Non		338		171	11,8
		TRUITE FARIO	207	61	268	Oui	92%	292	± 18	148	125,4
		VAIRON	5	1	6	Oui	100%	6	± 0	3	0,1
		Total	388	224	612		-	298	-	321,9	137,4
06/10/2011	D3 bis (1732 m ²)	CHABOT	280	256	536	Non	25%	536		309	14,8
		LOCHE FRANCHE	2	3	5	Non		5		3	0,3
		TRUITE FARIO	243	58	301	Oui	95%	318	± 13	184	108,6
		VAIRON	3	9	12	Non		12		7	20,7
		TRUITE DE LAC	5	0	5	Oui	100%	5	± 0	3	70,5
		Total	533	326	859		-	17	-	505,4	214,9
18/10/2011	D4 (3300 m ²)	CHABOT	724	1 798	2 522	Non	25%	2 522		764	19,2
		LOCHE FRANCHE	18	14	32	Non		32		10	0,7
		TRUITE FARIO	379	109	488	Oui	92%	530	± 24	161	23,8
		VAIRON	4	2	6	Oui	100%	6	± 0	2	0,1
		EPINOCHÉ	7	5	12	Oui		14	± 5	4	0,0
		PERCHE	0	1	1	#DIV/0!		1			
		Total	1 132	1 929	3 061		-	15	-	947	44

Résultats des inventaires piscicoles 2012

Date	Station	Espèce	Effectif			Méthode validée	Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée 10 ares	Biomasse estimée kg/ha
			P 1	P 2	Total						
20/09/2012	D1 (1664 m ²)	CHABOT	71	36	107	Oui	78%	138	± 33	83	8,4
		TRUITE ARC-EN-CIEL	1	0	1	Oui	100%	1	± 0	1	0,8
		TRUITE FARIO	108	21	129	Oui	97%	133	6	80	96,1
		EPINOCHÉ	2	0	2	Oui	100%	2	± 0	1	0,0
		Total	182	57	239		-	274	-	165	105
21/09/2012	D2 (1975 m ²)	BLAGEON	0	18	18	Non		18		9	2,8
		CHABOT	161	40	201	Oui	94%	214	6	108	10,2
		TRUITE ARC-EN-CIEL	1	0	1	Oui	100%	1		1	1,0
		TRUITE FARIO	216	70	286	Oui	89%	320	± 12	162	101,7
		TRUITE DE LAC	1	0	1	Oui	100%	1		1	11,8
Total	379	128	507		-	554	-	280	127,6		
06/10/2012	D3 bis (1732 m ²)	CHABOT	427	192	619	Oui	80%	772	± 71	446	34,5
		LOCHE FRANCHE	4	2	6	Oui	100%	6	0	3	0,4
		TRUITE FARIO	178	55	233	Oui	91%	256	± 18	148	85,8
		EPINOCHÉ	2	0	2	Oui	100%	2	± 0	1	0,0
		TRUITE DE LAC	5	1	6	Oui	100%	6	± 0	3	98,9
		Total	616	250	866		-	1 042	-	601,5	219,7
22/10/2012	D4 (3300 m ²)	CHABOT	558	422	980	Non	44%	2206		668	64,9
		LOCHE FRANCHE	6	3	9	Oui	100%	9	± 0	3	0,2
		TRUITE FARIO	268	96	364	Oui	88%	415	31	126	17,9
		VAIRON	0	1	1	Non	-	1		0	-
		TRUITE DE LAC	13	2	15	Oui	100%	15	± 31	5	185,4
		Total	845	524	1 369		-	1	-	801,8	268,4

Annexe 2 : Synthèse des recensements annuels de frayères de géniteurs de truite sur le linéaire de la Basse Dranse.

		2007-2008			2008-2009			2009-2010			2010-2011			2011-2012			2012-2013		
		Nb pr.	Nb fray.	Surf. frayée	Nb pr.	Nb fray.	Surf. frayée	Nb pr.	Nb fray.	Surf. frayée	Nb pr.	Nb fray.	Surf. frayée	Nb pr.	Nb fray.	Surf. frayée	Nb pr.	Nb fray.	Surf. frayée
Secteur 3																			
Total aval	Tronçon 7	4	80	158,8	5	150	663,9	4	93	129,6	4	163	169,1	4	304	730,0	3	183	437,8
Secteur 2	Tronçon 6	4	5	5,9	5	33	110,0	4	18	19,7	3	13	10,16	2	13	11,5	2	17	25,0
	Tronçon 5		2	3,5		21	62,5		6	6,1		0	0		14	17,5		5	7,0
	Tronçon 4		2	5,0		46	112,1		6	14,5		0	0		8	18,0		3	2,0
Secteur 1	Tronçon 3	4	0	0,0	5	7	23,4	4	0	0,0	3	0	0	2	4	14,0	2	0	0,0
	Tronçon 2		0	0,0		1	2,0		3	4,5		2	8		1	3,0		0	0,0
	Tronçon 1		0	0,0		1	1,0		0			0	0		3	6,0		1	1,0
Total amont	pas		9	14,4		109	311,0		33	44,7		15	18,2		43	70,0		26	35,0

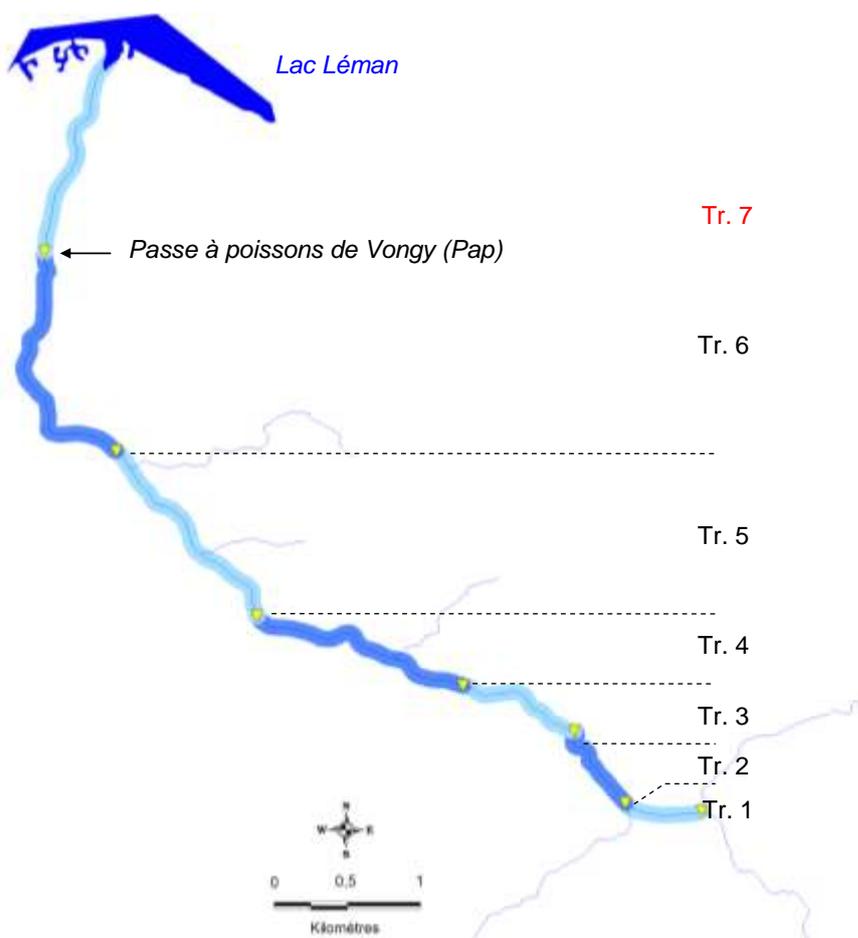


Figure : Carte du découpage du linéaire en 7 tronçons homogènes