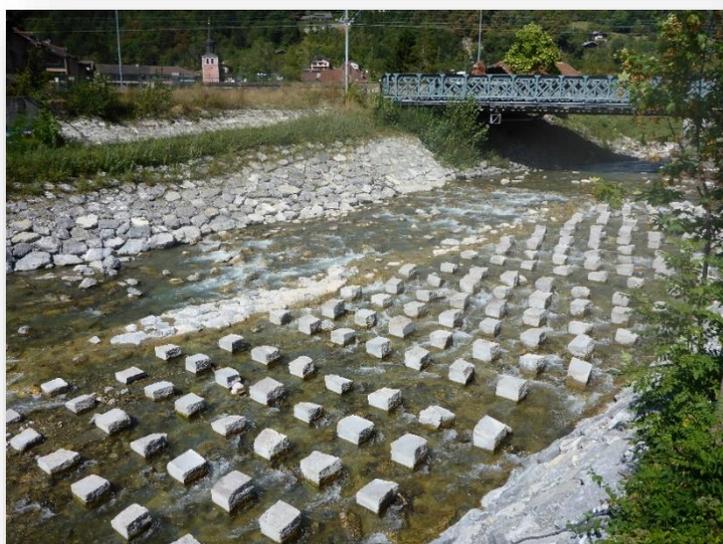


Rapport annuel Suivi du franchissement de l'ouvrage du seuil du Pont SNCF de Marignier (Giffre)

Données 2018



CHASSERIEAU C.

Mai 2019

Rapport FDP74.19/03

Etude financée par :



Table des matières

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION : RAPPELS SUR LA TECHNIQUE DE SUIVI UTILISEE | 1 |
| MARQUAGE DES POISSONS..... | 4 |
| SUIVI DU FRANCHISSEMENT DU SEUIL DU PONT SNCF SUR LE GIFFRE (COMMUNE DE MARIGNIER)..... | 7 |
| 1 RAPPELS SUR L'AMENAGEMENT ET LE DISPOSITIF TELEMETRIQUE EN PLACE | 7 |
| 2 ANALYSE DES DONNEES 2018 | 9 |
| 2.1 <i>Fonctionnement du dispositif de détection</i> | 9 |
| 2.1.1 Alimentation et réglage des antennes..... | 9 |
| 2.1.2 Définition des débits limitants pour le fonctionnement du dispositif de détection..... | 11 |
| 2.2 <i>Détections et franchissements des poissons</i> | 14 |
| 2.2.1 Effectifs et origines des poissons détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier..... | 14 |
| 2.2.2 Caractéristiques des poissons détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier | 16 |
| 2.2.3 Franchissement des individus détectés au niveau de l'ouvrage de Marignier | 20 |
| 2.3 <i>Individus recapturés par pêche</i>..... | 27 |
| 2.3.1 Aires de vie des individus : entre mobilité et sédentarité | 27 |
| 2.3.2 Apport de connaissance sur la croissance des individus | 28 |
| CONCLUSION ET PERSPECTIVES | 30 |
| BIBLIOGRAPHIE | 32 |
| ANNEXES..... | 34 |

Table des figures

| | |
|--|----|
| FIGURE 1 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES ANTENNES PIT-TAG..... | 1 |
| FIGURE 2 : OUVRAGE DU PONT SNCF DE MARIGNIER AVANT ET APRES AMENAGEMENT | 2 |
| FIGURE 3 : EMBLEMMENT DE L'INCISION PERMETTANT L'INSERTION DU PIT-TAG DANS LE POISSON | 2 |
| FIGURE 4 : EFFECTIFS DE POISSONS MARQUES PAR ESPECE REPARTIS PAR COURS D'EAU ET PAR ANNEE AVEC LE TOTAL CHIFFRE PAR COURS D'EAU A DROITE TOUTES ESPECES ET ANNEES CONFONDUES | 4 |
| FIGURE 5 : LOCALISATION DES SECTEURS DE COURS D'EAU PROSPECTES ENTRE 2016 ET 2018 POUR EFFECTUER LES MARQUAGES RFID POUR LES SUIVIS D'OUVRAGES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'ARVE. | 4 |
| FIGURE 6 : POURCENTAGES INTERANNUELS QUE REPRESENTE CHAQUE ESPECE EN FONCTION DU NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES POUR L'UNE PAR RAPPORT A L'EFFECTIF TOTAL GLOBAL (DE 2016 A 2018)..... | 5 |
| FIGURE 7 : POURCENTAGES QUE REPRESENTE CHAQUE ESPECE EN FONCTION DU NOMBRE TOTAL D'INDIVIDUS MARQUES EN 2018. ... | 5 |
| FIGURE 8 : A GAUCHE, REPARTITION DU NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES (ENTRE 2016 ET 2018) DANS LE CADRE DES SUIVIS RFID DU BASSIN VERSANT DE L'ARVE REPARTIS PAR COURS D'EAU, PAR TAILLE DE TRANSPONDEUR AINSI QUE PAR ESPECE ET A DROITE, LA PART D'INDIVIDUS MARQUES PAR TAILLE DE TRANSPONDEUR, TOUTES ESPECES CONFONDUES PAR COURS D'EAU. | 6 |
| FIGURE 9 : (A) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF INITIAL DE SUIVI A MARIGNIER AVEC LE DISCERNEMENT DU SENS DE PASSAGE ET DE LA RAMPE UTILISEE ; (B) EMBLEMMENT DES 4 ANTENNES DE DETECTION SUR L'OUVRAGE INITIALEMENT AMENAGE. | 7 |
| FIGURE 10 : ETAT DE LA RAMPE ENROCHEE RIVE DROITE ET DES ANTENNES A3 ET A4 APRES LES CRUES DE DE FIN DECEMBRE 2017 – DEBUT JANVIER 2018. LES FLECHES ROUGES INDIQUENT LES FRAGMENTS D'ANTENNES RESTANTS..... | 8 |
| FIGURE 11 : NOMBRES DE DETECTIONS JOURNALIERES DES « TAGS TEMOINS » DECRIVANT LE BON FONCTIONNEMENT DE CHACUNE DES 4 ANTENNES CONSTITUANT LE DISPOSITIF DE DETECTION RFID DU SEUIL DU PONT SNCF DE MARIGNIER, COUPLES AU DEBIT MOYEN JOURNALIER DU GIFFRE ENREGISTRE A LA STATION HYDROLOGIQUE V0154010 DE LA DREAL A PLAN SERAPHIN..... | 9 |
| FIGURE 12 : POUR LES 2 ANTENNES, NOMBRE DE DETECTIONS JOURNALIERES DU « TAG TEMOIN » DECRIVANT LE BON FONCTIONNEMENT DE L'ANTENNE COUPLE AU NOMBRE JOURNALIER DE POISSONS DISTINCTS (TOUTES ESPECES CONFONDUES) DETECTES PAR L'ANTENNE. (A) L'ANTENNE A1 EN ORANGE ET (B) L'ANTENNE A2 EN JAUNE. | 10 |
| FIGURE 13 : DEBIT HORAIRE DU GIFFRE ENREGISTRE A LA STATION LIMNIMETRIQUE DE LA DREAL A PLAN SERAPHIN LES JOURS DES TESTS DE DETECTION (POINTS ROUGES) (A) POUR L'ANNEE 2017 ET (B) POUR L'ANNEE 2018. | 12 |
| FIGURE 14 : COURBE DES DEBITS INSTANTANES CLASSES POUR L'ANNEE 2018 ET IDENTIFICATION DES VALEURS DE DEBIT DU TABLEAU 2 RELIEES A LA FREQUENCE DE RECURRENCE OU CES DERNIERES ONT ETE OBSERVEES ET DEPASSEES. | 13 |
| FIGURE 15 : LOCALISATION DES POINTS DE MARQUAGE DES POISSONS DETECTES EN 2018 AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID DE L'OUVRAGE DU PONT SNCF DE MARIGNIER..... | 15 |
| FIGURE 16 : HISTOGRAMMES DE TAILLE EN FONCTION DE L'AGE DES INDIVIDUS MARQUES ENTRE 2016 ET 2018 DANS LE GIFFRE COMPARES A CEUX DES INDIVIDUS DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID DE MARIGNIER ET ORIGINAIRES DU GIFFRE. | 17 |
| FIGURE 17 : HISTOGRAMMES DE TAILLE EN FONCTION DE L'AGE DES INDIVIDUS DETECTES ENTRE 2016 ET 2018 DANS LE GIFFRE ET ORIGINAIRES DES AUTRES COURS D'EAU QUE LE GIFFRE. | 19 |
| FIGURE 18 : NOMBRE ET POURCENTAGE DE FRANCHISSEMENTS PAR ESPECE EN FONCTION DU TYPE D'AMENAGEMENT UTILISE POUR LA MONTAISON AU COURS DU SUIVI 2018..... | 21 |
| FIGURE 19 : NOMBRE DE FRANCHISSEMENTS DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER EFFECTUES PAR UN INDIVIDU D'UNE ESPECE ET D'UN STADE SPECIFIQUE AU COURS DU SUIVI 2018. | 22 |
| FIGURE 20 : NOMBRE MENSUEL DE FRANCHISSEMENTS DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER PAR ESPECE ET PAR STADE AU COURS DU SUIVI 2018..... | 22 |
| FIGURE 21 : NOMBRE MENSUEL DE PRESENTATIONS D'INDIVIDUS PAR ESPECE ET PAR STADE AU PIED DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER AU COURS DU SUIVI 2018..... | 23 |
| FIGURE 22 : RESULTATS DES TESTS DE CORRELATION DE SPEARMAN POUR LES TRUITES FARIO ET LES BARBEAUX FLUVIATILES | 25 |
| FIGURE 23 : GRAPHIQUES RELIANT DES TEMPS DE FRANCHISSEMENTS DES TRUITES ET DES BARBEAUX EN FONCTION DES VARIABLES ABIOTIQUES : (A) DEBIT HORAIRE, (B) TEMPERATURE HORAIRE, (C) MOIS DE FRANCHISSEMENT ET (D) HEURE DE FRANCHISSEMENT. | 26 |
| FIGURE 25 : NOMBRE D'INDIVIDUS RECAPTURES APRES MARQUAGE DANS LE GIFFRE OU DANS L'ARVE ENTRE 2016 ET 2018 LORS DES OPERATIONS DE PECHE ELECTRIQUE DE SONDAGE OU A LA CANNE PAR DES PECHEURS AMATEURS. | 27 |

| | |
|---|----|
| FIGURE 26 : DISTANCE PARCOURUE EN MONTAISON (VALEUR POSITIVE) OU EN DEVALAISON (VALEUR NEGATIVE) DES INDIVIDUS RECAPTURES PAR PECHE ELECTRIQUE OU A LA CANNE EN FONCTION DU LAPS DE TEMPS ENTRE L'OPERATION DE MARQUAGE ET LEUR RECAPTURE. | 28 |
| FIGURE 27 : TAUX DE CROISSANCE ANNUEL DES INDIVIDUS RECAPTURES EN FONCTION A) DE LEUR LONGUEUR TOTALE ET B) DE LEUR AGE. | 29 |

Table des tableaux

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES ANTENNES DU DISPOSITIF DE DETECTION IMPLANTE AU NIVEAU DE L'OUVRAGE DU PONT SNCF DE MARIGNIER POUR LE SUIVI 2018. | 11 |
| TABLEAU 2 : VALEURS MAXIMALES DES DEBITS INSTANTANES LIEES AUX DETECTIONS DES 3 TAILLES DE TRANSPONDEURS LORS DES TESTS DE DETECTION DE SURFACE ENTRE 2017 ET 2018 ET POURCENTAGE DU TEMPS DE 2018 POUR LEQUEL CES VALEURS DE DEBIT ONT ETE OBSERVES ET DEPASSEES. | 13 |
| TABLEAU 3 : PERIODE ET DEBITS ASSOCIES DES DETECTIONS DE POISSONS MARQUES AVEC DES TRANSPONDEURS DE 12 MM ET 23 MM AU COURS DE L'ANNEE 2018 SUR LES ANTENNES A1 ET A2. | 13 |
| TABLEAU 4 : DECOMPTE PAR ESPECE DES INDIVIDUS DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID DU SEUIL DU PONT SNCF A MARIGNIER POUR CHAQUE ANNEE DE SUIVI (DE 2016 A 2018). | 14 |
| TABLEAU 5 : EFFECTIFS DE POISSONS MARQUES ET DETECTES DANS LE GIFFRE ENTRE 2016 ET 2018 PRESENTES PAR ESPECE ET POURCENTAGES DE POISSONS DETECTES PAR RAPPORT A L'EFFECTIF MARQUE. | 16 |
| TABLEAU 6 : TABLEAU DES EFFECTIFS D'INDIVIDUS PAR ESPECE AYANT OU N'AYANT PAS FRANCHI L'OUVRAGE DU PONT SNCF DE MARIGNIER EN 2018 ET DENOMBREMENT POUR CHAQUE TYPE D'AMENAGEMENT DU NOMBRE DE FRANCHISSEMENTS EFFECTUES. | 20 |
| TABLEAU 7 : TEMPS DE FRANCHISSEMENT LES PLUS RAPIDES, LES PLUS LENTS ET MOYENS PAR GAMME DE DUREE OBSERVES POUR CHACUNE DES ESPECES AU COURS DE LA CAMPAGNE 2018. | 24 |

Table des annexes

| | |
|---|----|
| ANNEXE 1 : LOCALISATION DES POINTS DE MARQUAGE (DE 2016 A 2018) POUR CHACUNE DES ESPECES CIBLES. | 34 |
| ANNEXE 2 : POURCENTAGES QUE REPRESENTE CHAQUE ESPECE EN FONCTION DU NOMBRE TOTAL ANNUEL D'INDIVIDUS MARQUES POUR LES ANNEES ANTERIEURES A 2018. | 36 |
| ANNEXE 3 : PARAMETRES DE VOLTAGE DES LECTEURS ET D'AMPERAGE DES ANTENNES CONSTITUANT LE DISPOSITIF DE DETECTION DU SITE DE MARIGNIER. | 37 |
| ANNEXE 4 : LISTE ET CARACTERISTIQUES DES 12 INDIVIDUS ORIGINAIRES DU GIFFRE AYANT ETE DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID AU COURS DES DEUX CAMPAGNES DE SUIVI (2016/2017 ET 2018). | 38 |
| ANNEXE 5 : TEMPERATURE HORAIRE DU GIFFRE AVAL MISE EN RELATION AVEC CELLE DU BORNE AVAL ET CELLE DE L'ARVE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE GIFFRE POUR L'ANNEE 2017. | 39 |

Introduction : rappels sur la technique de suivi utilisée

L'efficacité d'un dispositif de franchissement s'évalue de manière pertinente via des dispositifs télémétriques, en particulier via la technologie RFID. En effet, de tels dispositifs permettent de quantifier le flux de poissons marqués franchissant ou dévalant l'ouvrage et ce à tout moment du jour ou de la nuit. Ainsi certains patrons de franchissement d'ouvrages (période de passage, temps de passage, flux...) peuvent être mis en évidence uniquement via de telles technologies.

La technologie RFID utilise des transpondeurs passifs ou PIT-tag (Passive Integrated Transponder) qui sont des marques non alimentées par une batterie. Ils émettent une fréquence radio lorsqu'ils sont excités par un champ magnétique (constitué par une antenne). Le signal transmis est un code unique qui permet l'identification précise d'un individu marqué. Cette méthode permet le marquage rapide d'un grand nombre d'individus (plusieurs centaines) pour un temps quasi illimité (très longue durée de vie de la marque, généralement le temps de vie de l'individu pour les espèces étudiées ici). Ceux-ci peuvent ensuite être détectés grâce à des antennes fixes ou mobiles, à une distance maximale variant de 30 à 60 cm en moyenne (Figure 1). Les antennes fixes sont disposées au fond du lit et fixées sur des gros blocs.

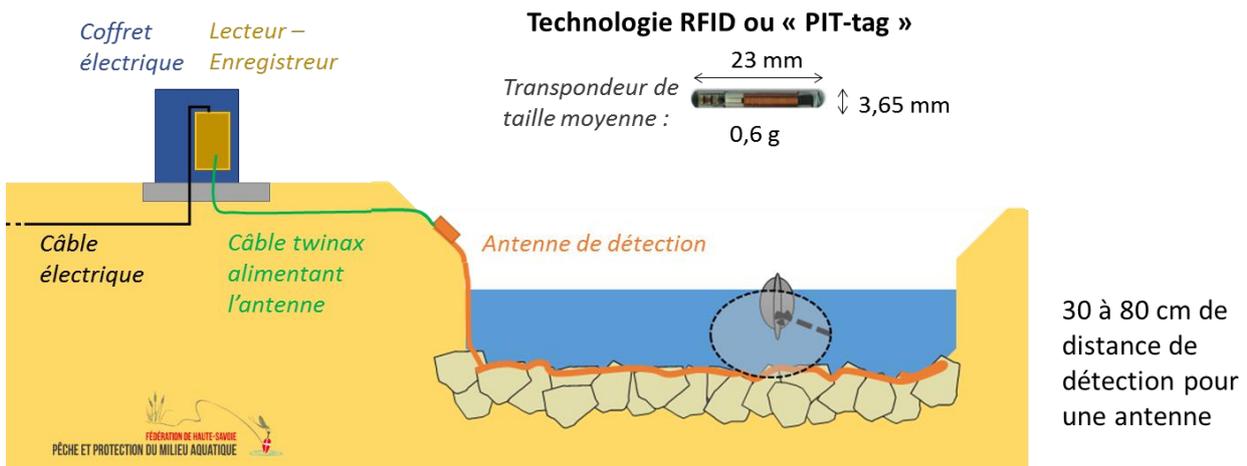


Figure 1 : Principe de fonctionnement des antennes PIT-tag

Les dispositifs RFID ici mis en place sur deux rivières du bassin versant de l'Arve : le Giffre et le Borne, sont constitués de plusieurs antennes permettant de dissocier le sens de franchissement (montaison/dévalaison), mais aussi de savoir quelle voie de passage (type de rampe, côté de l'ouvrage) le poisson a emprunté.

Le site du Giffre correspond à l'ouvrage du Pont SNCF situé à Marignier. Le seuil en palplanches a été transformé en deux rampes en 2016, l'une dite rustique en enrochements libres (côté rive droite) et la seconde dite technique ou à macrorugosités constituée de menhirs verticaux et d'une rugosité de fond créée par des petits blocs (côté rive gauche). Sur chacune des deux passes, deux antennes de détection avaient été disposées (une à l'amont et une à l'aval des rampes) à l'issue des travaux en 2016. Cependant en décembre 2017, une crue biennale a déstabilisé et emporté la rampe rustique. La campagne de suivi 2018 fait état uniquement des résultats sur la partie gauche de l'ouvrage, c'est-à-dire la passe à macrorugosités.



Figure 2 : Ouvrage du pont SNCF de Marignier avant et après aménagement

Il est nécessaire de marquer un maximum de poissons (espèces préalablement ciblées pour le suivi), à tous stades confondus. Pour éviter la moindre gêne de l'individu due à la marque dans son développement et ses déplacements il convient de respecter la « règle des 2% » énoncée par WINTER & Ross (1983). Aussi le poids minimum requis d'un individu pour éviter la mortalité liée au marquage en fonction des tailles des tags existantes et utilisées (marques RFID – type HDX) sont les suivantes : 6 g pour les tags de 12 mm, 40 g pour ceux de 23 mm et 55 g pour un tag de 32 mm.

La capture s'effectue par pêche électrique. Chaque individu ainsi capturé est anesthésié puis pesé et mesuré, ceci permettant, outre d'avoir les caractéristiques morphologiques des individus franchissant le dispositif, de choisir la taille du tag à utiliser.

Les individus ciblés pour le marquage sont incisés (incision < 5 mm) légèrement en-dessous de la ceinture pectorale (Figure 3) à l'aide d'un bistouri, et le tag y est inséré à la verticale puis basculé vers la ceinture pelvienne. Les poissons sont remis à l'eau après leur réveil, là où ils ont été capturés (ou à l'aval dans le cas des pêches de sauvegarde).

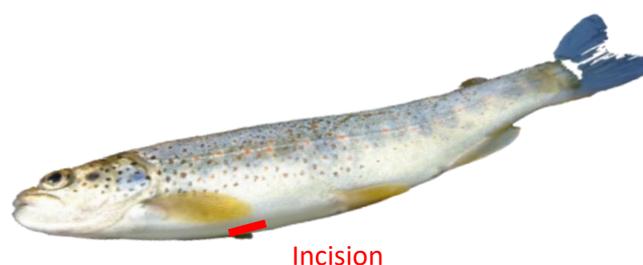


Figure 3 : Emplacement de l'incision permettant l'insertion du PIT-tag dans le poisson

Les données de franchissement (lorsqu'un poisson marqué passe à proximité de l'antenne, dans son champ de détection) sont enregistrées par un lecteur/enregistreur relié aux antennes de détection. Le téléchargement de ces données est effectué régulièrement, dans l'idéal, à un pas de temps hebdomadaire. Ces données permettent de connaître le nombre d'individus qui ont franchi, et ce par espèce; le sens de franchissement (montaison et/ou dévalaison); le temps de franchissement; les relations avec les débits et les températures; les relations avec les caractéristiques physiques des individus (taille et poids); etc...

Marquage des poissons

Depuis le début des suivis en 2016¹, 4243 poissons ont été marqués sur un linéaire total cumulé de 30.3 km en 32 jours de pêche (Figure 4, Figure 5, Annexe 1).

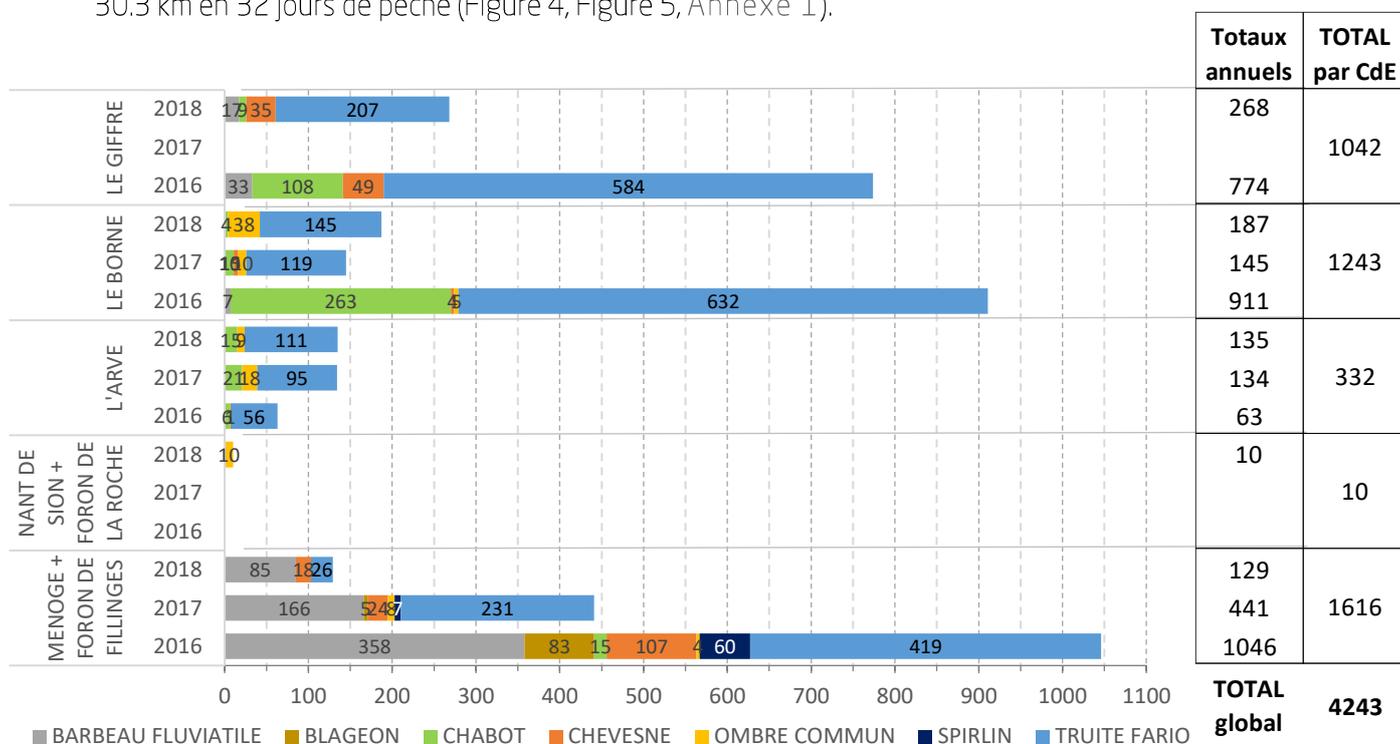


Figure 4 : Effectifs de poissons marqués par espèce répartis par cours d'eau et par année avec le total chiffré par cours d'eau à droite toutes espèces et années confondues

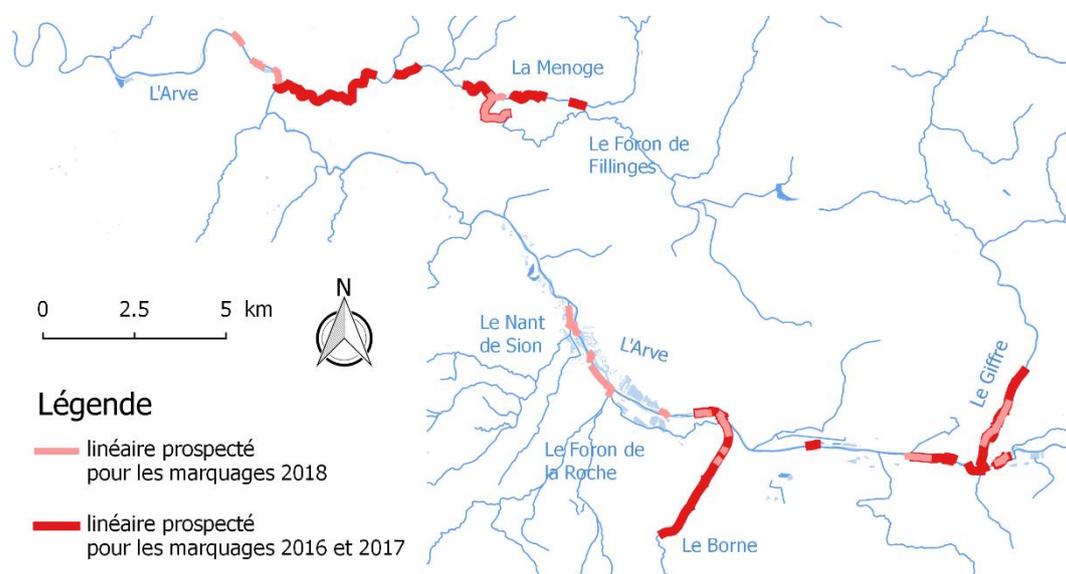
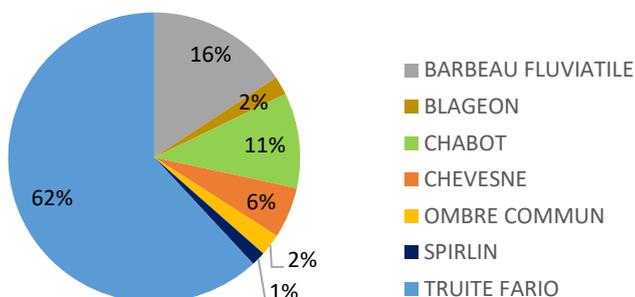


Figure 5 : Localisation des secteurs de cours d'eau prospectés entre 2016 et 2018 pour effectuer les marquages RFID pour les suivis d'ouvrages sur le bassin versant de l'Arve.

¹ Trois suivis RFID sont en cours de déroulement sur le bassin versant de l'Arve. Deux font l'objet de ce rapport tandis que le 3^{ème}, celui du pont de Fillinges sur la Menoge, fera l'objet d'un autre rendu.

La majorité des individus marqués sont des truites (62%) puis secondairement des barbeaux fluviatiles (16 %) et des chabots (11 % ; Figure 6). Les autres espèces (chevesne, blageon, spirilin, et ombre commun) représentent entre 1 % et 6 % de l'effectif total.

61% des marquages ont été effectués sur des linéaires proches des deux ouvrages ciblés par ce rapport, c'est-à-dire sur un linéaire de l'Arve entre Contamine-sur-Arve et Vougy et les affluents principaux de ce secteur (Giffre, Borne, Foron de la Roche et Nant de Sion).



Marquages interannuels

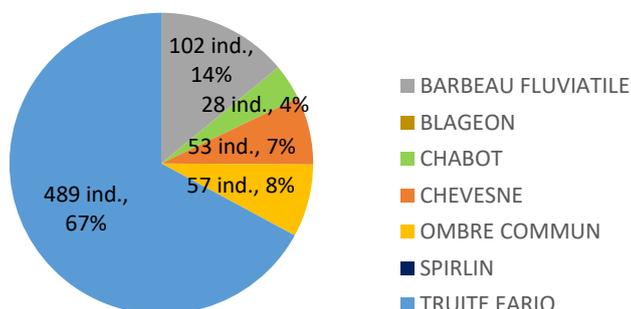
Total entre 2016 et 2018

Figure 6 : Pourcentages interannuels que représente chaque espèce en fonction du nombre d'individus marqués pour l'une par rapport à l'effectif total global (de 2016 à 2018). Le détail des pourcentages par année est présenté en Annexe 2.

En 2018, 729 individus (toutes espèces confondues) ont été équipés d'un transpondeur. La répartition par espèce suit la tendance interannuelle avec une dominance de la truite fario (Figure 7). Les barbeaux fluviatiles ont été marqués essentiellement dans la Menoge (85 ind. Sur 102, soit 83 %) et les chevesnes à l'inverse l'ont été majoritairement dans le Giffre (35 ind. Sur 53, soit 66 %).

Les campagnes de marquage en sondage (pour la plupart) et en inventaire (1 opération sur la Menoge) se sont déroulées :

- en hiver dans l'Arve, les 27 et 28 février ;
- les 26 et 27 mars pour cibler l'espèce ombre commun sur des secteurs de présence avérée à savoir, les bras secondaires d'Arve, le Borne aval, et les affluents rive gauche de l'Arve (Foron de la Roche et Nant de Sion). Un effort de prospection plus important a été mis en œuvre en 2018 pour cette espèce ce qui a permis de marquer 57 individus (soit 8 % de l'effectif annuel) ;
- en fin d'été, les 22 et 29 août et les 07 et 19 septembre dans le Borne, le Giffre et la Menoge.



Marquages 2018

Figure 7 : Pourcentages que représente chaque espèce en fonction du nombre total d'individus marqués en 2018.

Sur le plan purement technique, la Figure 8 fait état du nombre de poissons marqués par taille de transpondeur. Cette information croisée avec la « performance » des lecteurs présentée au paragraphe 2.1 permet de définir la part des individus éventuellement non détectés lors des périodes de hautes eaux notamment.

Ainsi dans le Giffre, la majorité des individus (71 %) sont marqués avec des tags de 32 mm et 23 mm. Ces deux tailles de tags sont respectivement détectées à minima dans 76 % et 49 % du temps sur toute la hauteur de la lame d'eau (voir au 2.1 les limites du dispositif lié à l'antenne A1). Les poissons munis d'un petit tag de 12 mm appartiennent pour presque la moitié à des espèces évoluant essentiellement au fond de la rivière (surtout pour le chabot et le barbeau). Ces derniers sont donc a priori détectés par les antennes posées au fond du lit.

On peut donc considérer pour l'année 2018 que 85% des individus marqués² ont été détectables sur l'ensemble de la lame d'eau durant plus de la moitié de l'année et ceci en lien avec les débits du Giffre.

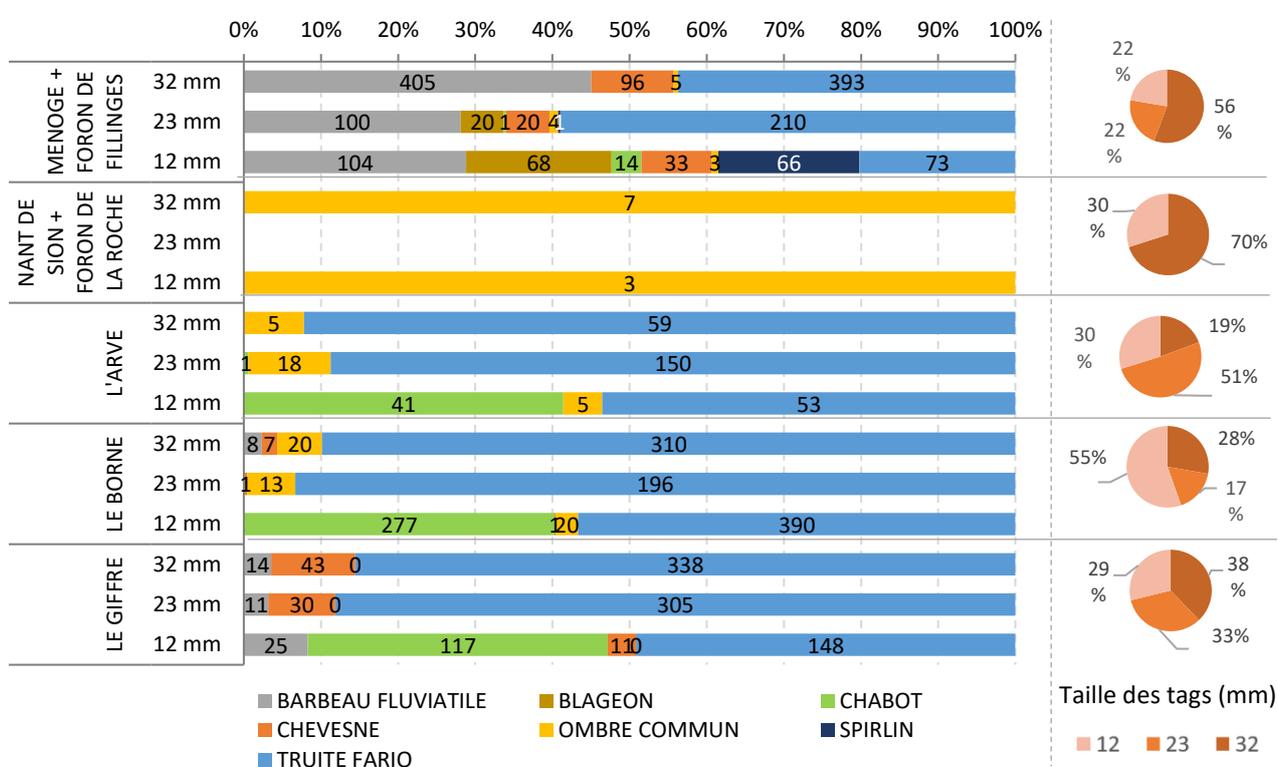


Figure 8 : A gauche, Répartition du nombre d'individus marqués (entre 2016 et 2018) dans le cadre des suivis RFID du bassin versant de l'Arve répartis par cours d'eau, par taille de transpondeur ainsi que par espèce et à droite, la part d'individus marqués par taille de transpondeur, toutes espèces confondues par cours d'eau.

² Les 71 % d'individus équipés d'un tag de 23 mm ou 32 mm ajoutés aux barbeaux et aux chabots équipés d'un tag de 12 mm.

Suivi du franchissement du seuil du Pont SNCF sur le Giffre (commune de Marignier)

1 Rappels sur l'aménagement et le dispositif télémétrique en place

Au moment des travaux d'aménagement du seuil vertical en palplanches en 2016 au niveau de la voie ferrée dans la traversée de Marignier, deux rampes avaient été réalisées, l'une dite rustique en enrochements libres (implantée en rive droite) et la seconde dite technique ou à macrorugosités constituée de menhirs verticaux et d'une rugosité de fond créée par des petits blocs (implantée en rive gauche). Sur chacune des deux passes, deux antennes de détection ont été disposées (une à l'amont et une à l'aval des rampes) afin de distinguer le sens de passage des poissons transitant par le seuil.

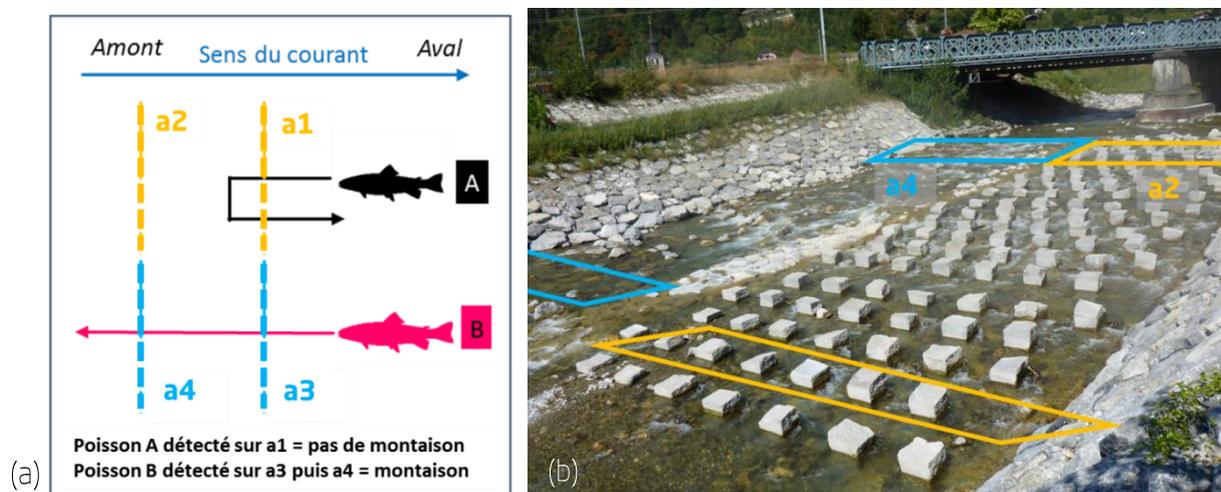


Figure 9: (a) Principe de fonctionnement du dispositif initial de suivi à Marignier avec le discernement du sens de passage et de la rampe utilisée; (b) Emplacement des 4 antennes de détection sur l'ouvrage initialement aménagé.

L'ouvrage et le dispositif télémétrique ainsi composé sont restés en place entre 2016 et 2017 (voir BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2017, 2018) jusqu'à l'évènement de crue biennale survenu le 30 décembre 2017. Lors de cet épisode, les antennes A3 et A4 ont été emportées en même temps que l'intégralité de la rampe enrochée rive droite (Figure 10). Ces deux antennes se sont arrêtées de fonctionner au moment du premier pic de crue le 30 décembre à 22 h alors que le débit du Giffre à Plan Séraphin³ s'élevait à environ 100 m³/s.

³ Débit enregistré à la station limnimétrique V0154010 de la DREAL implantée à Plan Séraphin, commune Marignier.



Figure 10 : Etat de la rampe enrochée rive droite et des antennes A3 et A4 après les crues de de fin décembre 2017 – début janvier 2018. Les flèches rouges indiquent les fragments d'antennes restants.

Depuis le 31 décembre, seules les antennes A1 et A2 sont encore en place, ce qui permet le suivi de la passe à macrorugosité implantée sur la rive gauche. Les crues de fin décembre 2017 – début janvier 2018 ont légèrement déplacées ces antennes qui ont pu être réglées de nouveau après la décrue, soit le 16 janvier 2018 pour avoir accès aux « tuners boxs » installées dans des valises étanches en pied de digue. En effet, en période de hautes eaux, ces valises se retrouvent sous l'eau et finissent par montrer une certaine perméabilité. Les « tuners box » se retrouvent immergées ce qui est totalement incompatible avec leur bon fonctionnement. Une fois le niveau d'eau redevenu bas et les valises accessibles, l'intervention de séchage ou de remplacement des « tuners boxs » peut être réalisée.

2 Analyse des données 2018

2.1 Fonctionnement du dispositif de détection

2.1.1 Alimentation et réglage des antennes

Le fonctionnement du dispositif RFID est vérifié à l'aide de tags « témoin » positionnés sur chaque antenne de détection. Ces derniers sont détectés deux fois par heure, soit 48 fois par jour. Les variations du nombre de détections journalières indiquent des dysfonctionnements plus ou moins conséquents pouvant induire des pertes de données momentanées ou plus longues lors de l'arrachage d'une antenne par exemple.

Le dispositif de détection RFID de la rampe à macrorugosités (en rive gauche) est resté fonctionnel depuis le 22 décembre 2016 jusqu'à l'issue de l'année 2018. La Figure 11 fait état du fonctionnement de chacune des 2 antennes restantes au cours de l'année 2018 mis en relation avec le débit moyen journalier du Giffre enregistré à Plan Séraphin.



Figure 11 : Nombres de détections journalières des « tags témoins » décrivant le bon fonctionnement de chacune des 4 antennes constituant le dispositif de détection RFID du seuil du pont SNCF de Marignier, couplés au débit moyen journalier du Giffre enregistré à la station hydrologique V0154010 de la DREAL à Plan Séraphin.

- L'antenne A1 a bien fonctionné durant 88 % du temps entre le 1^{er} janvier 2018 et le 15 janvier 2019. Elle a subi 4 périodes de non fonctionnement durant 6 à 14 jours à savoir : du 6 au 12 avril, du 8 au 19 septembre, du 26 octobre au 8 novembre et du 18 au 29 novembre. D'après l'enregistrement des paramètres d'alimentation des lecteurs (Annexe 3), la première période correspond à une chute d'ampérage sur les deux antennes. Ce constat peut être mis en relation avec le petit pic de crue du 5 avril 2018, pic qui a été le premier après la grosse crue du mois de janvier. Les antennes ont pu se recalibrer lors de cet épisode ce qui a engendré leur dérèglement.

Les 3 autres périodes de non fonctionnement à l'automne 2018 correspondent à un arrêt intempestif du lecteur 1 sans raison particulière puisque le lecteur 2 était quant à lui toujours en état de marche et alimenté en électricité.

Parmi ces 4 périodes de non fonctionnement, les 2 premiers arrêts à l'automne se situent dans une période de déplacements piscicoles et ont pu générer une perte d'informations (Figure 12) puisque à ces périodes entre 1 et 3 poissons sont détectés par jour sur cette antenne. Cependant la perte reste moindre puisque tous les individus ciblés ont été contactés avant et après les interruptions ; en effet les mêmes individus ont séjourné sur l'ouvrage à cette période.

Les deux autres semblent mineurs au regard du nombre journalier de poissons détectés à ces périodes.

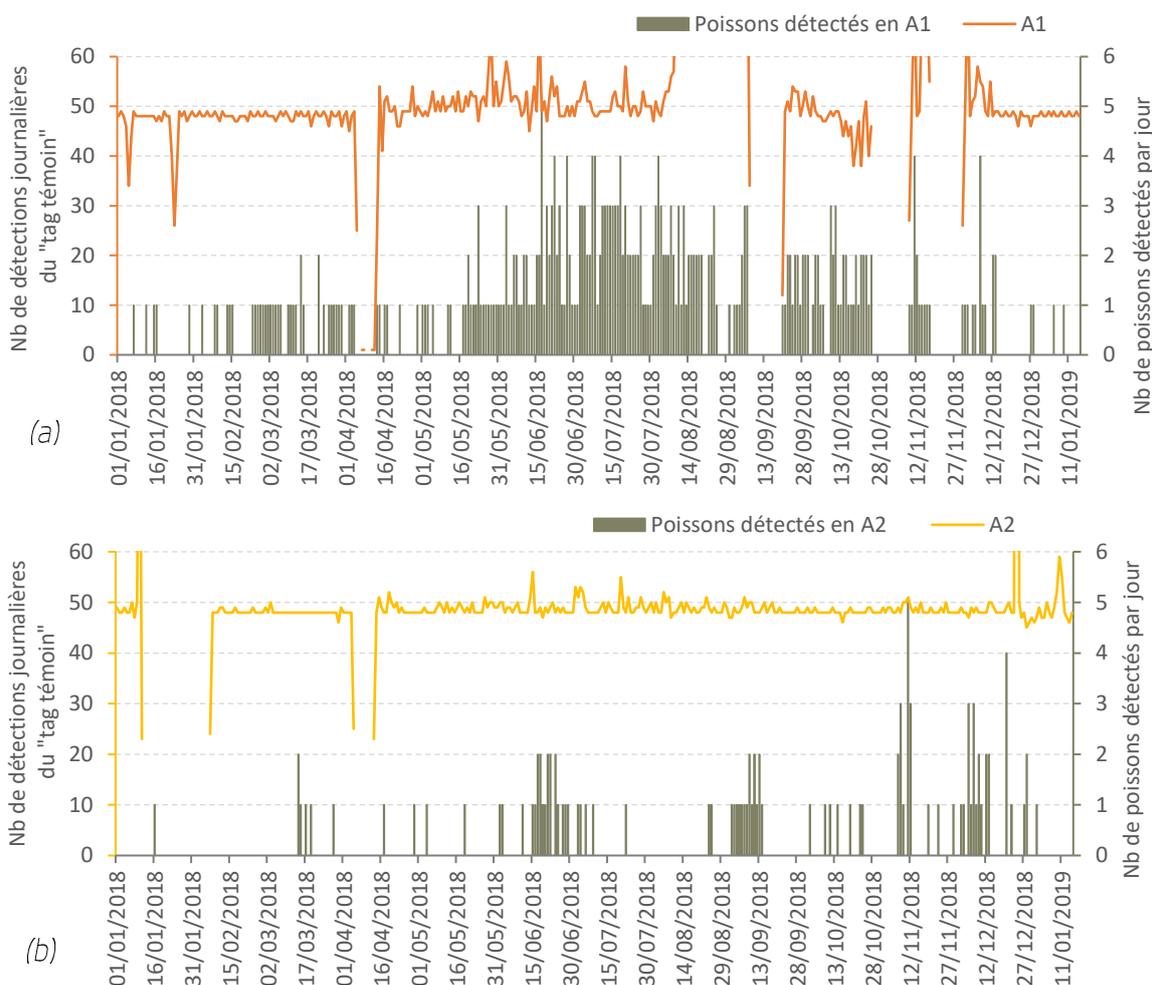


Figure 12 : Pour les 2 antennes, nombre de détections journalières du « tag témoin » décrivant le bon fonctionnement de l'antenne couplé au nombre journalier de poissons distincts (toutes espèces confondues) détectés par l'antenne. (a) l'antenne A1 en orange et (b) l'antenne A2 en jaune.

- L'antenne A2 a été en bon état de marche 93 % du temps de la période analysée ici (Figure 11). Les deux premières périodes de non fonctionnement (entre le 12 et le 14 janvier puis entre le 23 janvier et 6 février) correspondent à un arrêt intentionnel du lecteur 2 pour remettre l'équipement en état (accès et séchage du « tuner box » notamment). La 3^{ème} période de non fonctionnement de A2 est similaire à celle relevée en A1 au mois d'avril.

Les deux antennes ont été réglées de nouveau et ajustées rapidement lors du téléchargement des données du 13 avril 2018.

Ces interruptions sont considérées comme non impactantes pour le jeu de données puisque à ces périodes très peu d'individus étaient détectés par le dispositif (moyenne de 1 par semaine sur l'antenne A2 entre le 1^{er} mars et le 30 avril) (Figure 12).

Même si le dispositif de détection a eu quelques dysfonctionnements au cours de l'année 2018, ceux-ci n'engendrent que très peu de perte d'information sur les mouvements piscicoles et sont considérés comme négligeables. De plus, l'antenne A2, validant les franchissements a été fonctionnelle 93 % du temps.

2.1.2 Définition des débits limitants pour le fonctionnement du dispositif de détection

Les antennes ont une distance de détection définie par leur design, leurs caractéristiques intrinsèques (taille de câble, longueur, forme) et leur environnement. Cette distance de détection est légèrement différente pour chaque antenne du dispositif de Marignier (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des antennes du dispositif de détection implanté au niveau de l'ouvrage du pont SNCF de Marignier pour le suivi 2018.

| Antenne | Forme | Longueur (m) | Largeur (m) | Distance de détection (cm) | | |
|---------|----------------------------|--------------|-------------|----------------------------|-----------|-----------|
| | | | | tag 12 mm | tag 23 mm | tag 32 mm |
| A1 | à plat, presque rectiligne | 13,5 | 0,6 | 33 | 60 à 65 | 80 à 90 |
| A2 | à plat, presque rectiligne | 14 | 0,7 | 33 à 35 | 60 à 70 | 90 à 100 |

Suivant le débit du Giffre, la hauteur d'eau sur l'ouvrage est plus ou moins importante et donc les antennes remplissent entièrement ou partiellement leur rôle de détection dans la lame d'eau.

Afin de définir la gamme de débits pour laquelle les antennes sont fonctionnelles sur toute la lame d'eau, des tests de détection ont été réalisés avec des transpondeurs positionnés à la surface de l'eau. Les trois tailles de transpondeurs utilisées pour les marquages ont été testées : 12 mm, 23 mm et 32 mm. Ces tests ont été effectués régulièrement entre les mois d'avril et de décembre 2017 et ceux de janvier à juin 2018, à raison de 21 fois au cours de l'année 2017 et 15 fois en 2018. Cette fréquence de tests a permis de couvrir un large panel de valeurs de débit, soit entre 2,29 m³/s et 30.7 m³/s, ce qui représente 96 % des débits observés pour les deux années 2017 et 2018 dans le Giffre (Figure 13).

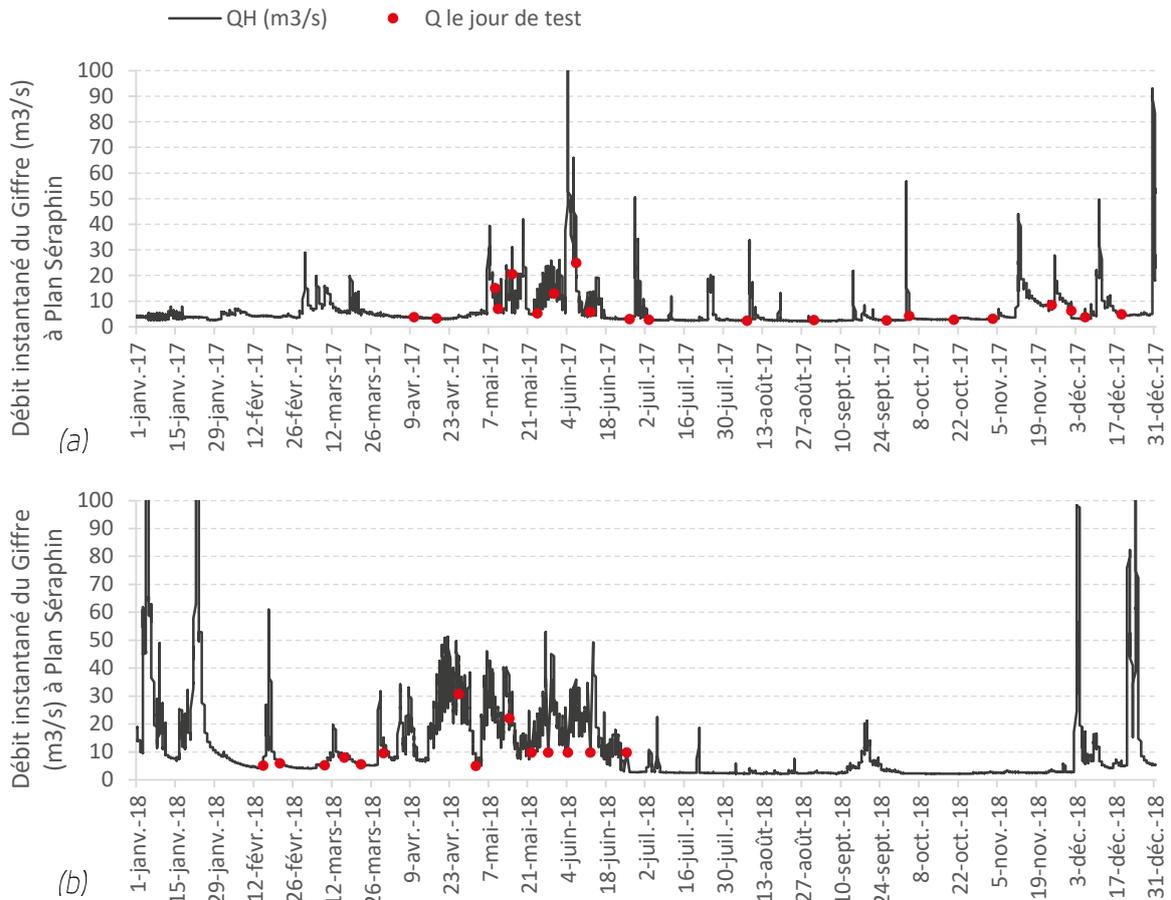


Figure 13 : Débit horaire du Giffre enregistré à la station limnimétrique de la DREAL à Plan Séraphin les jours des tests de détection (points rouges) (a) pour l'année 2017 et (b) pour l'année 2018.

Les résultats de ces tests de détection de surface montrent que les antennes A1 et A2 n'ont pas les mêmes capacités de détection. Au-dessus de 12 m³/s, la capacité de détection sur la partie supérieure de la lame d'eau est limitante pour l'antenne A1 tandis que l'antenne A2, située à l'amont, est opérante pour une gamme de débits beaucoup plus large (Tableau 2 et Figure 14). Cela signifie qu'en 2018, l'ensemble du dispositif RFID a été efficace pour détecter les tags de 32 mm durant 76 % du temps (sans tenir compte des quelques dysfonctionnements techniques évoqués précédemment). Cependant la validation du franchissement pour cette même taille de tag a pu être obtenue pour 93 % des débits observés en 2018. Pour les autres tailles de tag (23 mm et 12 mm), le franchissement sur l'ensemble de la lame d'eau a pu être obtenu respectivement pour 86 % du temps et 70 % du temps au cours de l'année 2018 (Tableau 2 et Figure 14).

Tableau 2 : Valeurs maximales des débits instantanés liées aux détections des 3 tailles de transpondeurs lors des tests de détection de surface entre 2017 et 2018 et pourcentage du temps de 2018 pour lequel ces valeurs de débit ont été observés et dépassées.

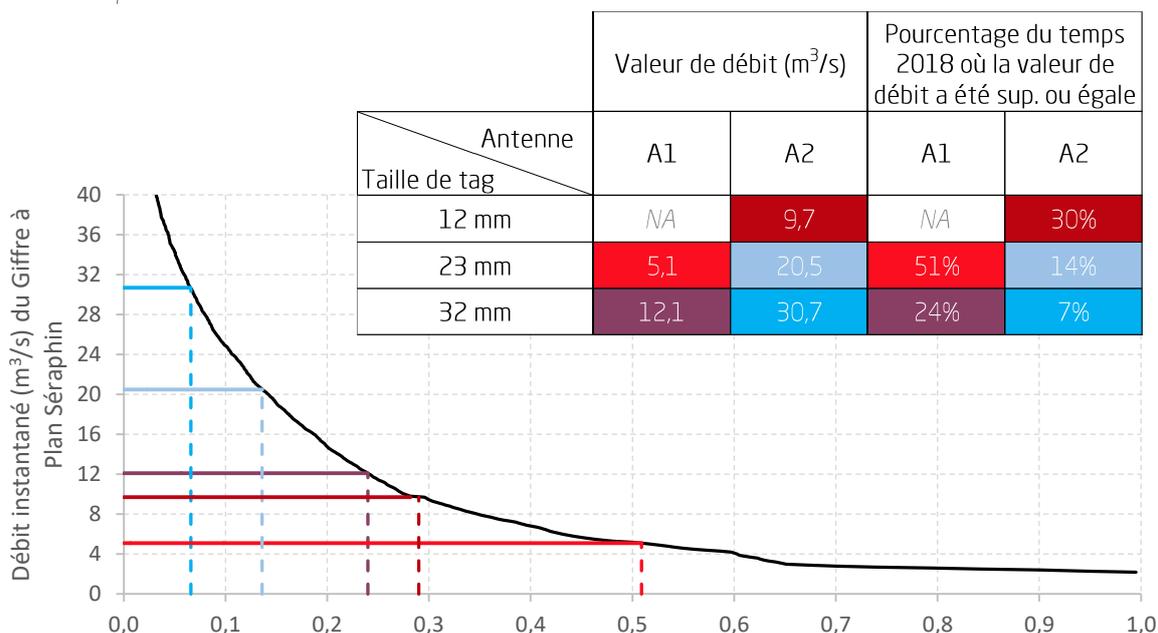


Figure 14 : Courbe des débits instantanés classés pour l'année 2018 et identification des valeurs de débit du Tableau 2 reliées à la fréquence de récurrence où ces dernières ont été observées et dépassées.

Le Tableau 2 et Figure 14 mettent en évidence que l'antenne A1 est moins efficace que l'antenne A2 : le tag de 12 mm n'a jamais été détecté en surface tandis que celui de 23 mm l'a été pour des débits inférieurs ou égaux à 5 m³/s, soit un débit qui a été observé dans le Giffre aval durant 49 % du temps de l'année 2018. Comme évoqué l'année passée, cette antenne est largement recouverte de matériaux solides, ce qui limite sa distance de détection dans la lame d'eau. Ce résultat négatif pour ces tailles de tags ne signifie pas pour autant que l'antenne est inopérante. En effet, les individus se déplacent généralement dans la lame d'eau plutôt qu'en surface et les petits individus (équipés d'un tag de 12 mm) vont avoir tendance à évoluer davantage à proximité du fond du cours d'eau. Les données de détection de poissons montrent que qu'un certain nombre d'individus sont contactés sur de larges plages de débit et ce, la majeure partie de l'année pour ces deux tailles de transpondeurs (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). La capacité de détection de A1 n'est cependant pas optimale e qui a pu engendrer une perte d'information pour définir l'entrée dans la passe de certains individus.

Tableau 3 : Période et débits associés des détections de poissons marqués avec des transpondeurs de 12 mm et 23 mm au cours de l'année 2018 sur les antennes A1 et A2.

| Taille de tag | 12 mm | | 23 mm | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | A1 | A2 | A1 | A2 |
| Espèces détectées en 2018 | TRF | TRF, BAF | TRF, BAF, CHE | TRF, BAF, CHE |
| Nb de détections (*) | 6 | 133 | 329 377 | 106 260 |
| Nb d'indiv. détectés par antenne (*) | 3 | 5 | 25 | 38 |
| Nb d'indiv. détectés au total (*) | 6 | | 39 | |
| Période de détection | 19 mai au 27 juin | 14 mars au 22 décembre | 15 janvier au 13 décembre | 16 janvier au 27 décembre |
| Gamme de débits concernés | 2,73 à 16,5 m³/s | 2,55 à 56,9 m³/s | 2,14 à 51,8 m³/s | 2,17 à 26,2 m³/s |

2.2 Détections et franchissements des poissons

2.2.1 Effectifs et origines des poissons détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier

En 2018, un total de 59 individus ont été détectés au dispositif RFID de Marignier, soit exactement la moitié de l'effectif des années précédentes à savoir que seules deux antennes sur quatre étaient opérantes en 2018 (Tableau 4). Parmi ces individus, 14 s'étaient déjà présentés devant l'ouvrage en 2017 (N = 10) ou les deux années antérieures (N = 4). Ces individus re-détectés contribuent à 24 % de l'effectif 2018 ce qui est similaire à ce qui a été observé en 2017 (25 % de recontacts d'individus marqués en 2016 avec 30 individus sur 118 ; BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2018).

Tableau 4 : Décompte par espèce des individus détectés au niveau du dispositif RFID du seuil du pont SNCF à Marignier pour chaque année de suivi (de 2016 à 2018).

| Espèce | Rivière d'origine | Effectifs totaux annuels | | | | | | Eff. Pois. Détectés en 2018 et déjà auparavant | | Pourcentages annuels | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------------|------|---------|------|---------|------|--|------|----------------------|------|----------|------|----------|------|
| | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | | | 2016 (%) | | 2017 (%) | | 2018 (%) | |
| | | par CdE | tot. | par CdE | tot. | par CdE | tot. | par CdE | tot. | par CdE | tot. | par CdE | tot. | par CdE | tot. |
| BARBEAU FLUVIATILE | FORON DE FILLINGES | 0 | 3 | 1 | 11 | 0 | 12 | 0 | 5 | 0% | 3% | 1% | 9% | 0% | 20% |
| | BORNE | 0 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0% | | 1% | | 2% | |
| | GIFFRE | 3 | | 9 | | 11 | | 4 | | 3% | | 8% | | 19% | |
| CHABOT | GIFFRE | 7 | | 1 | | 0 | | 0 | | 6% | | 1% | | 0% | |
| CHEVESNE | ARVE | 0 | 5 | 0 | 9 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0% | 4% | 0% | 8% | 2% | 3% |
| | GIFFRE | 5 | | 9 | | 1 | | 1 | | 4% | | 8% | | 2% | |
| TRUITE FARIO | MENOGE | 0 | 103 | 1 | 97 | 0 | 45 | 0 | 8 | 0% | 87% | 1% | 82% | 0% | 76% |
| | ARVE | 2 | | 8 | | 2 | | 1 | | 2% | | 7% | | 3% | |
| | BORNE | 3 | | 9 | | 3 | | 0 | | 3% | | 8% | | 5% | |
| | GIFFRE | 98 | | 79 | | 40 | | 7 | | 83% | | 67% | | 68% | |
| Total | | 118 | | 118 | | 59 | | 14 | | 100% | | 100% | | 100% | |

L'espèce piscicole majoritairement détectée est la truite fario qui représente 82 % des individus détectés depuis le début du suivi et 76 % pour l'année 2018. Ces individus sont majoritairement originaires du Giffre : au global interannuel ils représentent 89 % des détections tout comme pour l'année 2018 (contre respectivement en 2016 et 2017, 95% et 81%). Quelques individus sont issus d'autres affluents (en particulier le Borne) ou du cours principal de l'Arve (Figure 15) ; ils ont parcourus des linéaires respectifs de 10.7 km et 4.2 km pour les plus longs et ont franchi à la montaison à minima le seuil en enrochements de Vougy dans l'Arve.

En 2018, les barbeaux fluviatiles représentent 20 % de l'effectif détecté. Il est à signaler que les résultats du suivi 2017 (BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2018) avaient mis en évidence que cette espèce utilisait préférentiellement la passe à macrorugosités (seule suivie en 2018) pour franchir l'ouvrage. De plus, le programme INTERREG ESPACE avait montré que les cyprinidés du Giffre étaient essentiellement sédentaires (CHASSERIEAU *et al.*, 2015). Ce résultat est approché ici avec 5 des 12 individus de barbeau (soit 42 %) détectés en 2018 étaient déjà présents dans le jeu de données des poissons détectés les années antérieures. Un autre individu, détecté en 2016 et 2017 au dispositif RFID mais pas en 2018, a été recapturé 620 m en aval de l'ouvrage lors d'une pêche de marquage le

07 septembre 2018. Parmi les individus détectés en 2018, un est tout de même originaire du Borne. Il a élu domicile dans le Giffre depuis 2017 après avoir parcouru vers l'amont 11.4 km depuis son point de marquage et avoir franchi le seuil en enrochements de Vougy dans l'Arve (Figure 15).

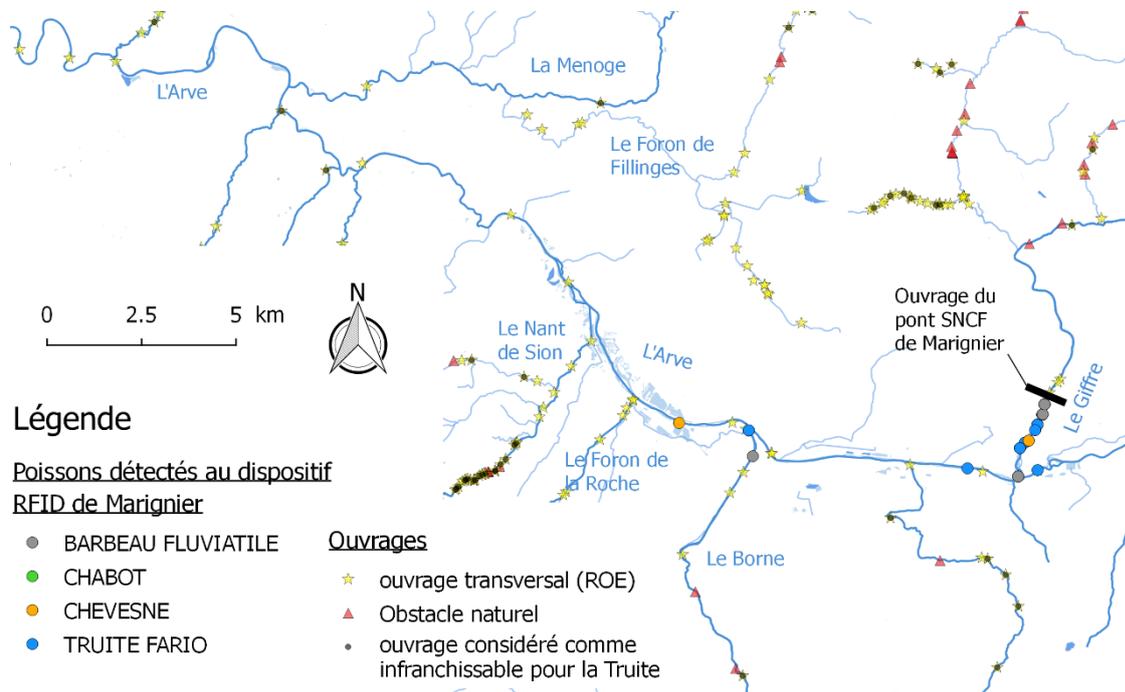


Figure 15 : Localisation des points de marquage des poissons détectés en 2018 au niveau du dispositif RFID de l'ouvrage du pont SNCF de Marignier.

Seuls deux individus de chevesne ont été détectés en 2018 soit 4 fois moins qu'en 2017. L'un d'eux était déjà présent dans le secteur en 2017 et originaire du Giffre aval. L'autre, marqué en février 2014 et issu d'un bras secondaire d'Arve situé dans la plaine de Bonneville, a parcouru 12 km depuis son point de marquage et franchi plusieurs seuils en enrochements libres à savoir : celui de la station d'épuration de Bonneville, celui du pont de l'Europe à Bonneville et celui de Vougy.

En 2018, l'espèce chabot n'est pas représentée dans l'effectif détecté. Les résultats des campagnes précédentes (BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2017 ; 2018) montraient un faible pourcentage de détection au dispositif RFID de l'ouvrage de Marignier et ce malgré un gros effort de marquage en 2016 notamment (voir Annexe 2). Cette espèce étant connue pour parcourir de faibles déplacements annuels (de l'ordre de plusieurs centaines de mètres), il a été fait le choix de ne pas concentrer l'effort de marquage sur cette espèce (28 ind. marqués en 2018 dont 9 dans le Giffre, cf. Figure 7) et donc de minimiser les chances de détection au niveau de l'ouvrage.

L'ombre commun, présent dans l'Arve à l'aval de la confluence avec le Giffre, n'a pas été contacté lors des pêches électriques de marquage dans le Giffre. Aucun individu n'a été détecté au niveau du dispositif RFID de Marignier bien que quelques individus aient été marqués sur des secteurs de l'Arve et du Borne considérés comme « proches » (Annexe 1).

Au total, 221 individus différents détectés entre 2016 et 2018 au niveau du dispositif RFID de Marignier sont originaires du Giffre, soit 88 % de l'effectif global interannuel détecté (N global sans doublon = 251). Les poissons issus du Borne et de l'Arve représentent respectivement 6 % (16 individus) et 5 % (12 individus) de l'effectif global détecté.

Lorsqu'on regarde le taux de détection au niveau du dispositif de Marignier par rapport à l'effectif total marqué dans le Giffre et sans tenir compte d'une éventuelle intention de déplacement vers l'amont, il se chiffre à 21 % pour toutes les espèces confondues (Tableau 5). Ce taux montre une grande variabilité spécifique. Les deux extrêmes se chiffrent à 32 % pour le barbeau fluviatile contre 7 % pour le chabot.

Tableau 5: Effectifs de poissons marqués et détectés dans le Giffre entre 2016 et 2018 présentés par espèce et pourcentages de poissons détectés par rapport à l'effectif marqué.

| Rivière d'origine | Espèce | Eff. Indiv. marqués | Eff. Indiv. détectés | % de détectés par rapport aux marqués |
|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------------|
| GIFFRE | BARBEAU FLUVIATILE | 50 | 16 | 32% |
| | CHABOT | 117 | 8 | 7% |
| | CHEVESNE | 84 | 14 | 17% |
| | TRUITE FARIO | 791 | 183 | 23% |
| | Total interannuel | 1042 | 221 | 21% |

Ce constat diffère de celui réalisé lors de la campagne 2017 où les espèces dites « mobiles » (truite fario, et cyprinidés) avaient toutes un « taux de retour » compris entre 26 % et 29 % (BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2018). Cette différence ne s'explique par une différence de la pression de marquage dans le Giffre en 2018 puisque celle-ci a été environ similaire pour les deux espèces de cyprinidés (environ + 1/3 d'individus marqués par rapport à 2016) et un peu moindre pour la truite (+ 25 % d'individus marqués). Les marquages dans le Giffre ont été effectués uniquement à l'aval de l'ouvrage. Les individus ayant parcourus la plus longue distance sont donc issus de la confluence, soit 2.6 km à l'aval de l'ouvrage. Il semble donc que les barbeaux aient une plus grande motivation à migrer vers l'amont que les chevesnes.

Lorsqu'on intègre les poissons marqués dans un périmètre plus éloigné, en intégrant les zones de marquage du Borne et de l'Arve médian (points les plus éloignés de l'ouvrage de détection de Marignier étant respectivement de 14.6 km et 15.7 km), la quantité de poissons détectés entre 2016 et 2018 par rapport à l'effectif global marqué tombe à 10 % (249 individus détectés sur 2568 marqués). Ce même constat avait déjà été observé à l'issue du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône pour un périmètre d'étude comparable.

2.2.2 Caractéristiques des poissons détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier

La Figure 16 décrit par espèce l'échantillon marqué dans le Giffre d'une part, en fonction des caractéristiques « longueur totale » et « âge », puis les individus originaires du Giffre et détectés en 2018 et en 2016/2017 d'autre part, selon les mêmes caractéristiques. Pour les histogrammes des individus détectés et originaires du Giffre, quelques individus ayant effectués des passages via l'ouvrage de Marignier aussi bien en 2016/2017 qu'en 2018 sont comptabilisés deux fois. Cela concerne 4 barbeaux fluviatiles, 1 chevesne et 7 truites. Leurs caractéristiques sont disponibles en Annexe 4.

La scalimétrie (définition de l'âge des poissons à partir de leurs écailles) apporte des éléments quant à la dynamique des populations. Les chabots n'étant pas pourvus d'écaille ne peuvent bénéficier de cette méthode pour la définition de leur âge ; cette caractéristique reste indéfinie pour cette espèce dans le cadre de cette étude.

La scalimétrie a été réalisée par lecture directe pour une sélection semi-aléatoire d'au minimum 30 individus marqués entre 2016 et 2018 et répartis au prorata des classes de taille échantillonnées, dans l'objectif d'être le plus représentatif possible. Ainsi, l'âge par lecture directe a été déterminé pour 60 % des barbeaux marqués dans le cadre de ce suivi (n = 30), pour 48 % des chevesnes (n = 40) et pour 10 % des truites (n = 100). Ensuite, il a été extrapolé par proportion, en fonction de la longueur totale, aux autres individus. Les individus détectés (entre 2016 et 2018) se sont vus quant à eux, tous attribués un âge par lecture directe.

Il est à noter que les cyprinidés (barbeaux fluviatiles et chevesnes) sont considérés comme géniteurs à partir 4+ tandis que ce stade est plus précoce pour les truites puisqu'elles sont matures dès l'âge de 2+.

Chez les cyprinidés, le stade « géniteur » (qui correspond à des individus de plus de 311 mm pour les barbeaux et de 181 mm pour les chevesnes) est bien représenté parmi les individus détectés, soit à 38 % pour les barbeaux fluviatiles et 62 % pour les chevesnes. Cependant au regard des individus marqués (sans tenir compte de leur volonté éventuelle de migrer), on remarque qu'un peu plus de la moitié des géniteurs de barbeau marqués dans le Giffre aval sont remontés et détectés au dispositif de Marignier (55 %, 6 individus détectés sur 11 marqués). Cette tendance n'est pas comparable pour le chevesne puisque seuls 13 % des géniteurs marqués dans le Giffre aval ont été détectés entre 2016 et 2018 au niveau des antennes télémétriques (9 individus détectés sur 38 marqués).

Les juvéniles et immatures (mesurant entre 80 et 230 mm) constituent la majeure partie des individus de barbeau détectés en 2018 (mais seulement 1/3 de ceux détectés en 2016/2017) et une part non négligeable de l'ensemble des chevesnes détectés entre 2016 et 2018. Ils représentent respectivement 26 % et 11 % de l'échantillon marqué pour ce stade (soient 10 individus détectés de barbeau sur 38 marqués et 5 individus détectés de chevesne sur 46 marqués).

Il est cependant à noter qu'en 2018 très peu de chevesnes ont été recensés au niveau de l'ouvrage par rapport à 2016/2017 et aucun juvénile et immature. Ce résultat peut être un simple artefact ou alors la conséquence d'un ou plusieurs phénomènes (mauvaises conditions hydrologiques et/ou météorologiques, inconvenance d'un aménagement incomplet dû aux crues, éventuel changement de la morphologie de l'habitat à l'aval...). Ce point sera plus étayé avec la dernière année de suivi en 2019 et pourra être étudié plus en détail.

La thermie du Giffre aval est définie comme chaude pour un torrent de montagne accueillant la truite fario (HUCHET, 2018 et Annexe 5) et influence la croissance de cette espèce sur ce secteur. La croissance peut être qualifiée comme élevée puisque par exemple les individus de 0+ peuvent atteindre la gamme de taille 161-170 mm et celle des 1+ la gamme de taille 241-250 mm. CAUDRON *et al.* (2006) avaient déjà relevé cette caractéristique de croissance sur ce secteur. On remarque sur la Figure 16 un grand chevauchement entre les différentes classes d'âge dans l'échantillon marqué et c'est pour cette raison de seule la taille ne peut être un critère pour définir le stade de développement des individus étudiés. Ainsi, les données de scalimétrie ont permis de définir que l'échantillon marqué de truites était représenté par 29 % de 0+ (N = 229), 25 % de 1+ (N = 201) et 46 % de géniteurs potentiels (N = 361).

En 2018, parmi les 40 individus détectés et originaires du Giffre, seuls 30 % étaient des géniteurs alors qu'en 2016/2017, ils représentaient 55 % des individus détectés. Lorsqu'on globalise à

l'ensemble de la période suivie (2016-2018) et sans tenir compte d'une volonté éventuelle de migrer, 25 % des géniteurs marqués dans le Giffre aval ont été détectés au niveau du dispositif de Marignier contre 21 % des juvéniles (0+ et 1+ combinés). Ces pourcentages proches mettent en évidence que quel que soit le stade de développement des individus de truite, une même proportion ont une tendance à se déplacer ce qui est différent du constat fait chez les cyprinidés.

Concernant l'espèce chabot, les individus marqués dans le Giffre mesurent entre 81 mm et 150 mm (Figure 16). La gamme centimétrique la plus représentée dans l'effectif marqué est celle des 110-120 mm, soit 26 % de l'échantillon marqué. Les effectifs des classes 91-100, 101-110 et 121-130 mm sont comparables et représentent en moyenne 20 % de l'effectif marqué. Les individus « mobiles » et détectés au niveau de la passe à poissons de Marignier étaient peu nombreux en 2016/2017 (N = 8 ; soit 7 % de l'effectif marqué) mais représentatifs en gamme de taille de l'effectif marqué puisque 7 individus sur 8 appartiennent aux classes précitées. En 2018, aucun individu de chabot marqué ne s'est présenté à l'ouvrage de Marignier.

Lorsqu'on considère tous les individus détectés entre 2016 et 2018 au dispositif RFID de Marignier, les individus issus des autres cours d'eau proviennent majoritairement du Borne (N = 17) et de l'Arve (N = 13), et secondairement du système « Menoge – Foron de Fillinges » qui se situe dans un périmètre beaucoup plus éloigné (N = 2).

Les barbeaux fluviatiles détectés issus des autres affluents (Borne et Foron de Fillinges) sont des géniteurs âgés de 4+ et plus tandis que les truites issues du Borne et de l'Arve couvrent tous les stades de développement (de 0+ à 3+ et plus) (Figure 17).

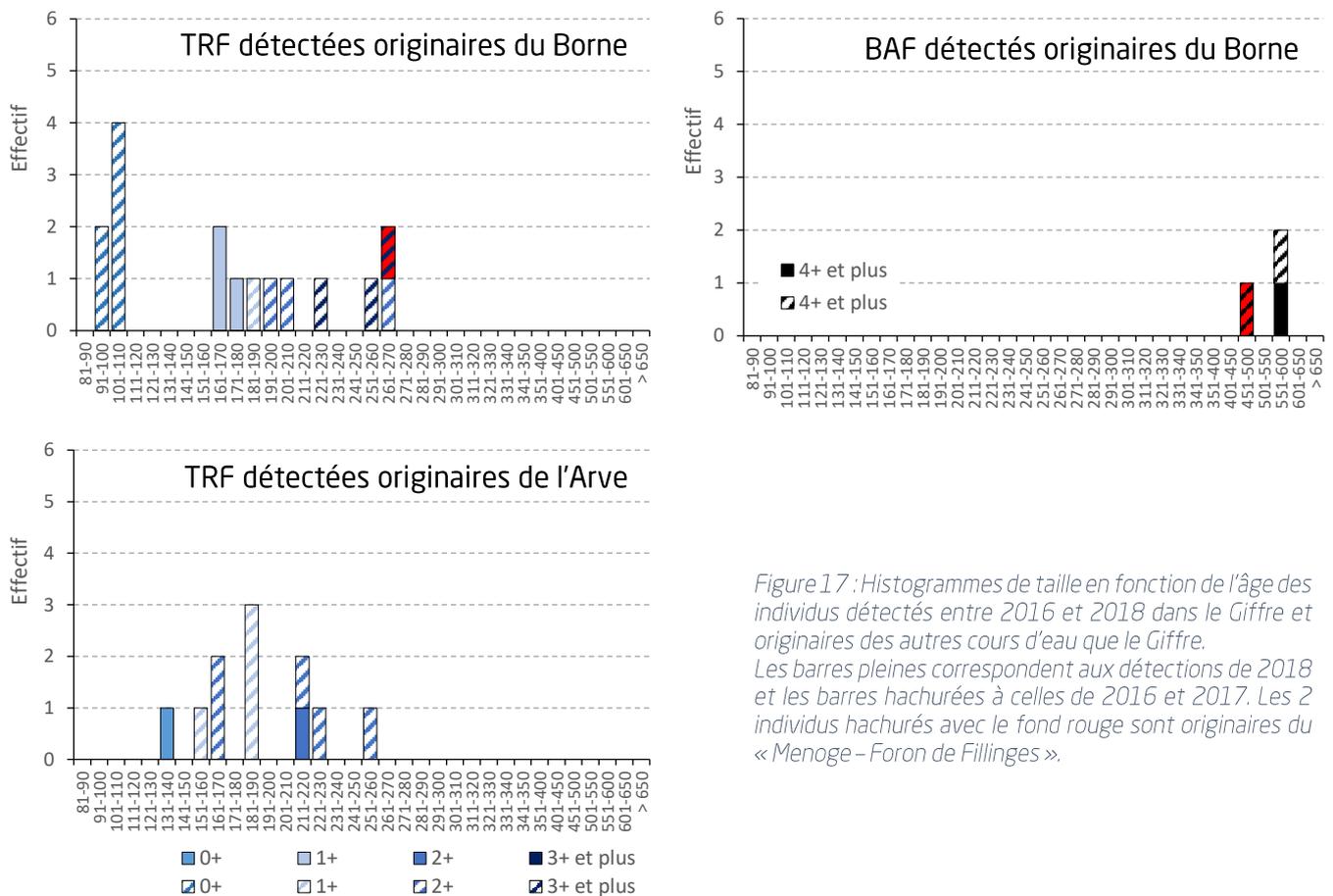


Figure 17 : Histogrammes de taille en fonction de l'âge des individus détectés entre 2016 et 2018 dans le Giffre et originaires des autres cours d'eau que le Giffre. Les barres pleines correspondent aux détections de 2018 et les barres hachurées à celles de 2016 et 2017. Les 2 individus hachurés avec le fond rouge sont originaires du « Menoge – Foron de Fillinges ».

2.2.3 Franchissement des individus détectés au niveau de l'ouvrage de Marignier

Parmi les 59 individus détectés au niveau du dispositif RFID de Marignier en 2018, 92 % ont franchi l'ouvrage avec certitude, soit 54 individus, toutes espèces confondues (Tableau 6). Un individu de truite s'étant présenté en pied d'ouvrage le 5 janvier en A1, on ne peut définir s'il a franchi l'ouvrage ou pas étant donné qu'à cette période l'antenne A2 présentait des dysfonctionnements. Parmi les 4 individus restés en pied d'ouvrage au cours du suivi 2018, 3 sont des barbeaux fluviatiles et le dernier est une truite fario.

Il est à noter que cette campagne de suivi se caractérise par 4 fois moins de franchissement que la campagne précédente (69 franchissements contre 273 en 2016/2017). En effet, cette année seuls les passages côté « passe à macrorugosités » étaient quantifiés ; ils concernent au total 62 % des franchissements. Pour les 38 % restants, seules des détections sur l'antenne amont (A2) ont été observées : la voie de passage n'a donc pu être définie et reste inconnue. Cela peut être pour diverses raisons comme par exemple :

- Un passage sur l'antenne aval (A1) au moment d'un dysfonctionnement (valable pour 16 passages)
- Passage l'année précédente (en 2017) et entrée dans le dispositif par l'amont (vraisemblable pour 4 individus)
- Début de la montaison côté rive droite sur l'aval de l'ouvrage (non équipé d'antenne) et changement de rive à mi-parcours pour finir le franchissement côté passe et passage sur A2 ; configuration possible uniquement en période de hautes eaux.
- Pour des raisons techniques (limite de détection du dispositif) : passage lors de hautes eaux dans la partie supérieure de la lame d'eau ; passage sur une partie très engravée de l'antenne A1 ; passage trop rapide sur l'antenne A1 ; passage en même temps que d'autres individus sur l'antenne A1 (problème de collision de tags).

Tableau 6 : Tableau des effectifs d'individus par espèce ayant ou n'ayant pas franchi l'ouvrage du pont SNCF de Marignier en 2018 et dénombrement pour chaque type d'aménagement du nombre de franchissements effectués.

| Espèce | Stade | LT min | LT max | Nb Individus sans franchissement | Nb Individus ayant franchis l'ouvrage | Nb Individus où franchissement non statué | Nombre de franchissements par type (un individu a pu franchir l'ouvrage plusieurs fois) | | | |
|--------------------|-----------------------|--------|--------|----------------------------------|---------------------------------------|---|---|-----------|-----------|------------------|
| | | | | | | | inconnu | passe | Total | Total par espèce |
| BARBEAU FLUVIATILE | juvéniles / immatures | 108 | 197 | 1 | 5 | | 2 | 3 | 5 | 18 |
| | géniteurs | 596 | 655 | 2 | 4 | | 2 | 11 | 13 | |
| CHEVESNE | juvéniles / immatures | | | | | | | | | 3 |
| | géniteurs | 291 | | 0 | 2 | | 2 | 1 | 3 | |
| TRUITE FARIO | juvéniles / immatures | 120 | 233 | 1 | 28 | | 12 | 19 | 31 | 48 |
| | géniteurs | 176 | 325 | 0 | 15 | 1 | 8 | 9 | 17 | |
| Total | | | | 4 | 54 | 1 | 26 | 43 | 69 | |

Pour l'année 2018, 96 % des individus de truite fario ont franchi l'ouvrage ; seul un juvénile / immature est resté en pied d'ouvrage. Ce fort pourcentage de franchissement se retrouve quel que soit le stade des individus (juvéniles / immatures ou géniteurs). Les franchissements se sont effectués pour 58 % via la passe à macrorugosités (Figure 18). Le suivi de l'année passée avait montré que cette espèce utilisait bien les deux types d'aménagement (passe et rampe rugueuse) même si une légère préférence

avait été observée pour la passe (39 % des franchissements via la passe contre 33 % via la rampe ; BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2018).

Contrairement aux résultats du suivi précédent, tous les individus de barbeau fluviatile détectés au niveau du dispositif RFID n'ont pas franchi l'ouvrage. En 2018, 75 % des individus ont réussi à monter l'ouvrage de Marignier dont 78 % via la passe à macrorugosités (Figure 18). Deux géniteurs sont restés au pied de l'ouvrage contre un juvénile / immature.

Pour les chevesnes, les 2 géniteurs détectés au dispositif ont tous deux franchi l'ouvrage sans qu'on ne puisse définir leur voie de passage. L'un étant monté par l'ouvrage en 2017 et l'autre étant marqué depuis 2014 (issu d'un bras secondaire de l'Arve), ils auraient pu se trouver en amont de l'ouvrage au début du suivi 2018. Après une dévalaison, l'individu originaire de l'Arve a effectué une montaison via la passe au mois de juin 2018.

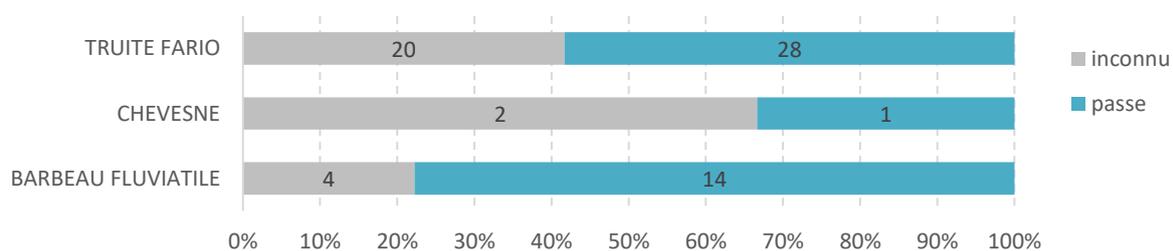


Figure 18: Nombre et pourcentage de franchissements par espèce en fonction du type d'aménagement utilisé pour la montaison au cours du suivi 2018.

Comme cela a déjà été observé lors de suivis précédents (CHASSERIEAU *et al.*, 2015 ; BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2018), un certain nombre d'individus a transité plusieurs fois par l'ouvrage, vivant parfois même au sein de l'ouvrage une partie de l'année. C'est le cas notamment des géniteurs de barbeau fluviatile qui ont tous franchi 2 à 4 fois la passe entre le 04 mai et le 09 juillet 2018, période correspondant à leur période de reproduction (Figure 19, Figure 20). A l'inverse les juvéniles / immatures de cette espèce n'ont franchi qu'une fois l'aménagement et à une période plus tardive correspondant à la fin de l'été - début d'automne (plus précisément du 22 juillet au 11 octobre 2018).

Concernant les individus de truites, la grande majorité (93 %) et ce, quels que soient le stade et la période de passage, n'a franchi qu'une seule fois l'ouvrage (Figure 19).

Aucune conclusion ne peut être émise concernant la récurrence de passages des individus de chevesne puisque seuls deux individus caractérisent les franchissements pour cette espèce.

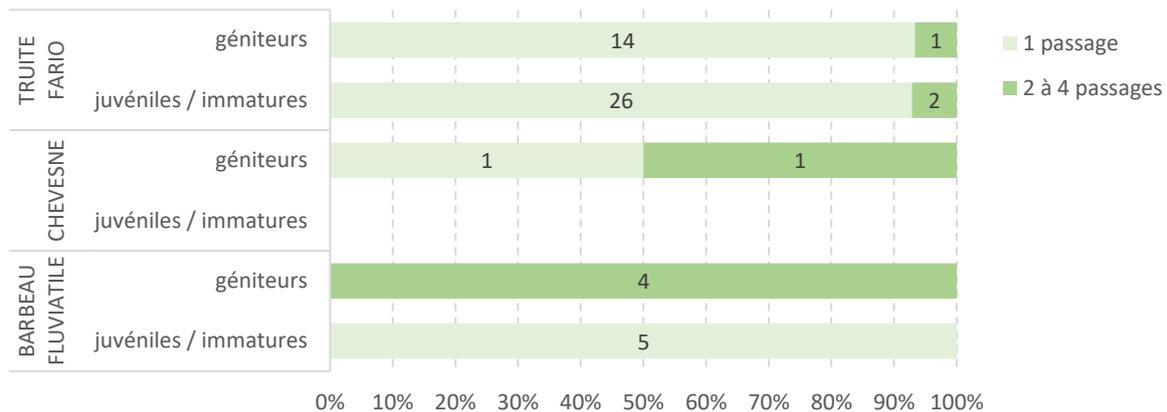


Figure 19: Nombre de franchissements de l'ouvrage de Marignier effectués par un individu d'une espèce et d'un stade spécifique au cours du suivi 2018.

Comme le montraient les résultats antérieurs, la période de franchissement diffère d'une espèce à l'autre, voire également d'un stade à un autre. Les géniteurs de cyprinidés ont tendance à franchir l'ouvrage de Marignier majoritairement entre le mois de mai et le mois de juillet tandis que les géniteurs de truite fario sont plus actifs entre septembre et décembre (Figure 20). Ces observations sont à mettre en relation avec leur forte activité de déplacements consacrée à la recherche de partenaires pour la reproduction. Les juvéniles et immatures de barbeau (pour la majorité âgé de 3 ans) ont quant à eux franchi l'ouvrage entre les mois de juillet et octobre tandis que l'on peut observer des montaisons de juvéniles de truite tout au long de l'année avec cependant un pic sur la fin de l'année, de octobre à décembre. Il faut préciser que certains de ces individus peuvent être des jeunes mâles mûres à 1+ pouvant donc participer à l'acte de reproduction. Les femelles sont quant à elles mûres un an plus tard (à 2+ et sont comptabilisées dans les géniteurs).

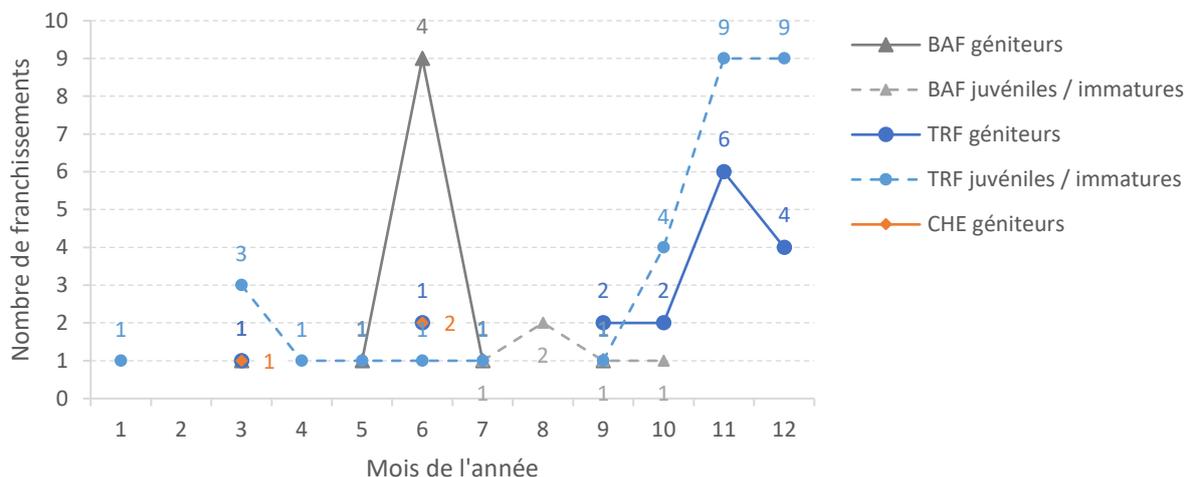


Figure 20: Nombre mensuel de franchissements de l'ouvrage de Marignier par espèce et par stade au cours du suivi 2018. Le numéro à côté des points équivaut au nombre d'individus concernés par le nombre de franchissements de l'ouvrage.

Ces périodes de franchissement sont à mettre en lien avec les périodes où les individus se présentent au pied de l'ouvrage (Figure 21). Les résultats 2018 sont moins robustes que ceux de la campagne 2016/2017 puisqu'ils concernent beaucoup moins d'individus à l'échelle du mois. Plusieurs points de la Figure 21 ne se réfèrent qu'à un seul individu et décrivent donc un comportement individuel. Malgré

ce biais, on observe que les périodes de pics de fréquentation en pied d'ouvrage (c'est-à-dire au niveau de l'antenne de détection A1) ne coïncident pas forcément avec ceux des périodes de franchissement.

Les quelques géniteurs de barbeau fluviatile ont franchi et vécu dans l'ouvrage surtout au mois de juin (9 franchissements pour 4 individus et 53 présentations en pied d'ouvrage pour 5 individus) alors que 2 à 3 individus ont bien fréquenté l'aval de l'ouvrage sans le franchir au mois de juillet et août (entre 94 et 114 présentations sur A1) (Figure 20 et Figure 21).

Les juvéniles et immatures de la même espèce sont surtout actifs sur la fin de l'année. Leur période de montaison se situe entre juillet et octobre alors que leur pic de fréquentation en aval de l'ouvrage se concentre sur octobre – novembre.

Les courbes mensuelles de franchissement et de fréquentation au pied de l'ouvrage de Marignier pour les géniteurs de truite fario mettent en évidence que ces individus fréquentent davantage et franchissent l'ouvrage à la même époque c'est-à-dire de septembre à décembre en lien avec leur phase de reproduction. On observe comme l'année précédente qu'à cette période, les géniteurs (mais aussi les juvéniles et immatures) franchissent l'ouvrage rapidement sans avoir recourt à de multiples tentatives pour accéder aux zones en amont.

Concernant le jeune stade de truite, on remarque sur la Figure 21 un pic de fréquentation entre les mois de mai à juillet pour 2 à 3 individus témoignant que ces poissons vivent au pied de l'aménagement sans pour autant vouloir le franchir systématiquement.

Pour finir, le comportement des géniteurs individus de chevesnes peut être comparé à celui des géniteurs de truite puisqu'ils fréquentent le pied de l'ouvrage à la même période où ils le franchissent.

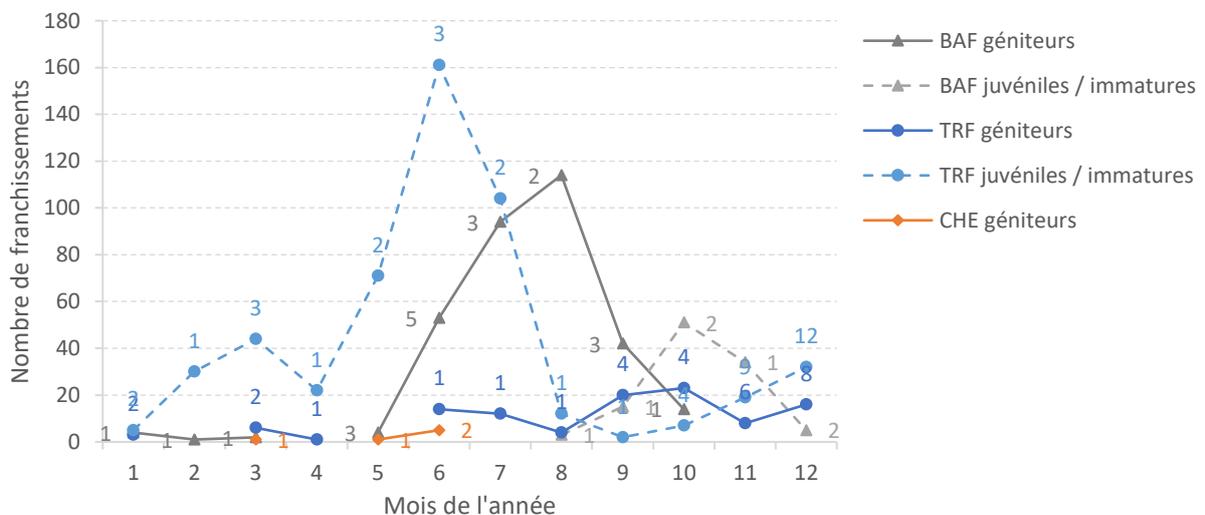


Figure 21 : Nombre mensuel de présentations d'individus par espèce et par stade au pied de l'ouvrage de Marignier au cours du suivi 2018.

Le numéro à côté des points équivaut au nombre d'individus concernés par le nombre de présentations en pied d'ouvrage.

Concernant la dynamique de montaison, comme lors de la campagne précédente, les individus de truite fario détiennent le record de vitesse de montaison avec un temps de passage le plus rapide chiffré à environ 10 min (Tableau 7). La moyenne des temps de passage de moins d'une heure pour cette espèce s'élève à 31 min ; elle est du même ordre de grandeur pour le barbeau fluviatile (35 min environ). Il est à noter que tous les franchissements effectués en moins d'une heure chez le barbeau ont été réalisés par des géniteurs au mois de juin. Cette tendance n'est pas similaire pour la truite puisque les passages en moins d'une heure sont opérés pour 2/3 par les juvéniles /immatures qui les effectuent pour 2/3 aux mois de novembre et décembre.

Chez le barbeau, les franchissements de + de 12 h sont effectués uniquement par les juvéniles / immatures (les 24 août et 3 septembre) en période d'étiage (débit du Giffre à 2.6 m³/s).

Chez la truite, ce stade réalise aussi la majorité (soit 80 %) des temps intermédiaires de passage, c'est-à-dire entre 1h et 12h, et ce majoritairement aux mois de novembre et décembre.

Un seul temps de franchissement est disponible pour l'espèce « chevesne » et se chiffre à 10.7 jours. Il a été réalisé par un géniteur le 18 juin à un débit de 10 m³/s (Tableau 7).

Tableau 7 : Temps de franchissement les plus rapides, les plus lents et moyens par gamme de durée observés pour chacune des espèces au cours de la campagne 2018.

| Espèce | Type d'aménagement | Temps de franchissement | | | Temps moyen de franchissement <1h (min) (± écart type ; nb concernés) | Temps moyen de franchissement entre 1h et 12h (min) (± écart type ; nb concernés) | Temps moyen de franchissement >12h (min) (± écart type ; nb concernés) |
|--------------------|--------------------|-------------------------|------------|------------|---|---|--|
| | | MINI (min) | MAXI (min) | MAXI (jrs) | | | |
| BARBEAU FLUVIATILE | passee | 27,0 | 3963,6 | 2,8 | 34,6 (±6,0 ; n = 6) | 92,5 (± 22,1 ; n = 4) | 2561,9 (NA ; n = 2) |
| CHEVESNE | passee | 15408,6 | | 10,7 | NA | NA | NA |
| TRUITE FARIO | passee | 10,8 | 3513,2 | 2,4 | 31,0 (±13,8 ; n = 15) | 114,6 (± 66,6 ; n = 10) | 3037,1 (NA ; n = 2) |

Les différents temps de franchissements ont été mis en relation avec les périodes des franchissements (mois, heure), les débits horaires du Giffre enregistrés à la station limnimétrique de plan Séraphin, la température horaire de l'eau enregistrée dans le centre-ville de Marignier et le stade de développement des individus (Figure 22).

Pour les truites, quel que soit le stade, aucune corrélation significative ne se dessine (R^2 de Spearman < 0,01) (Figure 22). A l'inverse pour les barbeaux, il semble que le mois et le débit horaire soient corrélés au temps de franchissement lorsqu'on considère l'ensemble des individus (géniteurs et juvéniles confondus) (R^2 de Spearman > 0,5) (Figure 22). Lorsque l'analyse se concentre sur les géniteurs de Barbeau fluviatile, seul le débit horaire est corrélé avec les temps de franchissement. Cette tendance est bien dessinée à la Figure 23 : plus le débit horaire est élevé (tout en restant inférieur à 15 m³/s) plus le temps de franchissement de la passe par les géniteurs de Barbeau est faible.

Les autres corrélations significatives mettant en jeu les caractéristiques thermiques et hydrologiques en fonction du mois ne traduisent pas des conditions de franchissement atypiques puisqu'elles sont conformes aux tendances mensuelle ou journalière (pour la thermie) de la période de franchissement considérée.

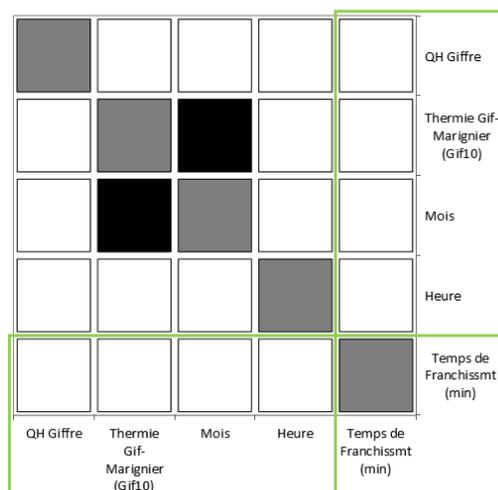
p-values (Spearman) :

| Variables | QH Giffre | Thermie Gif-Marignier (Gif10) | Mois | Heure | Temps de Franchissmt (min) |
|-----------------|-----------|-------------------------------|--------------|----------|----------------------------|
| QH Giffre | 0 | 0,401 | 0,267 | 0,177 | 0,983 |
| Thermie Gif | 0,401 | 0 | 0,010 | 0,670 | 0,389 |
| Mois | 0,267 | 0,010 | 0 | 0,104 | 0,871 |
| Heure | 0,177 | 0,670 | 0,104 | 0 | 0,361 |
| Tps Franchissmt | 0,983 | 0,389 | 0,871 | 0,361 | 0 |

Coefficients de détermination (Spearman) :

| Variables | QH Giffre | Thermie Gif-Marignier (Gif10) | Mois | Heure | Temps de Franchissmt (min) |
|-----------------|-----------|-------------------------------|----------|----------|----------------------------|
| QH Giffre | 1 | 0,028 | 0,049 | 0,071 | 0,000 |
| Thermie Gif | 0,028 | 1 | 0,244 | 0,007 | 0,030 |
| Mois | 0,049 | 0,244 | 1 | 0,102 | 0,001 |
| Heure | 0,071 | 0,007 | 0,102 | 1 | 0,033 |
| Tps Franchissmt | 0,000 | 0,030 | 0,001 | 0,033 | 1 |

Cartes des corrélations :



p-values (Spearman) :

| Variables | QH Giffre | Thermie Gif-Marignier (Gif10) | Mois | Heure | Temps de Franchissmt (min) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|--------------|----------|----------------------------|
| QH Giffre | 0 | 0,624 | 0,001 | 0,956 | 0,002 |
| Thermie Gif | 0,624 | 0 | 0,370 | 0,263 | 0,102 |
| Mois | 0,001 | 0,370 | 0 | 0,752 | 0,010 |
| Heure | 0,956 | 0,263 | 0,752 | 0 | 0,700 |
| Tps Franchissmt | 0,002 | 0,102 | 0,010 | 0,700 | 0 |

Coefficients de détermination (Spearman) :

| Variables | QH Giffre | Thermie Gif-Marignier (Gif10) | Mois | Heure | Temps de Franchissmt (min) |
|-----------------|-----------|-------------------------------|----------|----------|----------------------------|
| QH Giffre | 1 | 0,025 | 0,711 | 0,000 | 0,668 |
| Thermie Gif | 0,025 | 1 | 0,081 | 0,124 | 0,249 |
| Mois | 0,711 | 0,081 | 1 | 0,011 | 0,530 |
| Heure | 0,000 | 0,124 | 0,011 | 1 | 0,016 |
| Tps Franchissmt | 0,668 | 0,249 | 0,530 | 0,016 | 1 |

Cartes des corrélations :

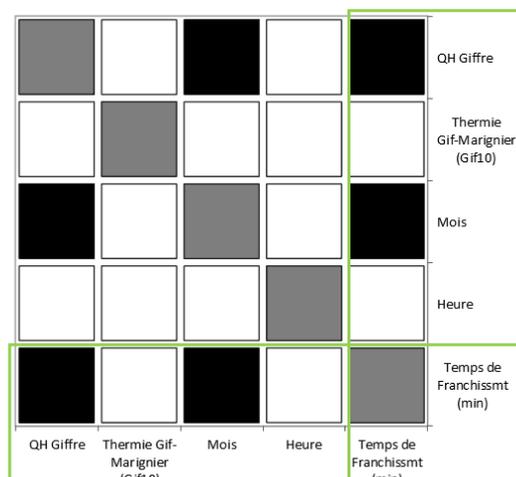


Figure 22 : Résultats des tests de corrélation de Spearman pour les truites fario et les barbeaux fluviatiles

A gauche, les tableaux avec les p-values et les coefficients de corrélation. Les valeurs en gras sont significatives. A droite, la carte des corrélations qui traduisent les tableaux de gauche. Les cases noires indiquent les corrélations significatives. En vert, les informations concernant les relations du temps de franchissement avec les autres variables testées.

Hormis le temps nécessaire aux différents stades de chaque espèce pour franchir la passe à macrorugosités de Marignier, les données du suivi 2018 permettent de caractériser la montaison de l'ouvrage comme suit :

- Les géniteurs de Barbeau franchissent préférentiellement l'ouvrage au mois de juin dans une gamme de température entre 12°C et 14°C. Leurs déplacements et franchissements ont lieu majoritairement au moment de leur période de reproduction qui est déclenchée selon BARRAS (1995) à une température de 13.5°C. Les observations faites cette année dans le Giffre concordent parfaitement avec celles de cet auteur obtenues dans l'Ourthe (affluent de la Meuse belge) au printemps 1993.
- Ces individus bougent et franchissent l'ouvrage entre 19 h et 3 h, soit entre le coucher et le lever du soleil. Ce constat déjà fait lors de la campagne précédente (BEAUFILS & CHASSERIEAU,

2018) est en accord avec la littérature scientifique de cette espèce (BERGE, 2012 ; BARRAS & CHERRY, 1990) même si on se situe dans un contexte hydrologique marginal pour cette espèce (torrent de montagne à régime pluvio-nival).

- Les truites (juvéniles / immatures et géniteurs confondus) sont quant à elles davantage actives en journée et franchissement majoritairement l'ouvrage entre 8 h et 20 h et ce, à des températures comprises entre 4°C et 15°C. La gamme de température observée pour la mobilité de ces salmonidés est environ équivalente à celle définie comme la gamme de « confort » c'est-à-dire entre 7°C et 17°C, par plusieurs auteurs (ELLIOTT, 1994 ; JOHNSON & KELSCH, 1998). Une plage thermique plus large (entre 4°C et 19°C) est mentionnée par de nombreux auteurs (VARLEY 1967 ; ELLIOTT 1975 ; ALABASTER & LLOYD, 1980 ; ELLIOTT 1981 ; CRISP 1996 ; ELLIOTT & HURLEY 2001) comme étant le preferendum thermique de la truite ; elle correspond à une gamme thermique à laquelle les individus de cette espèce continuent à s'alimenter.

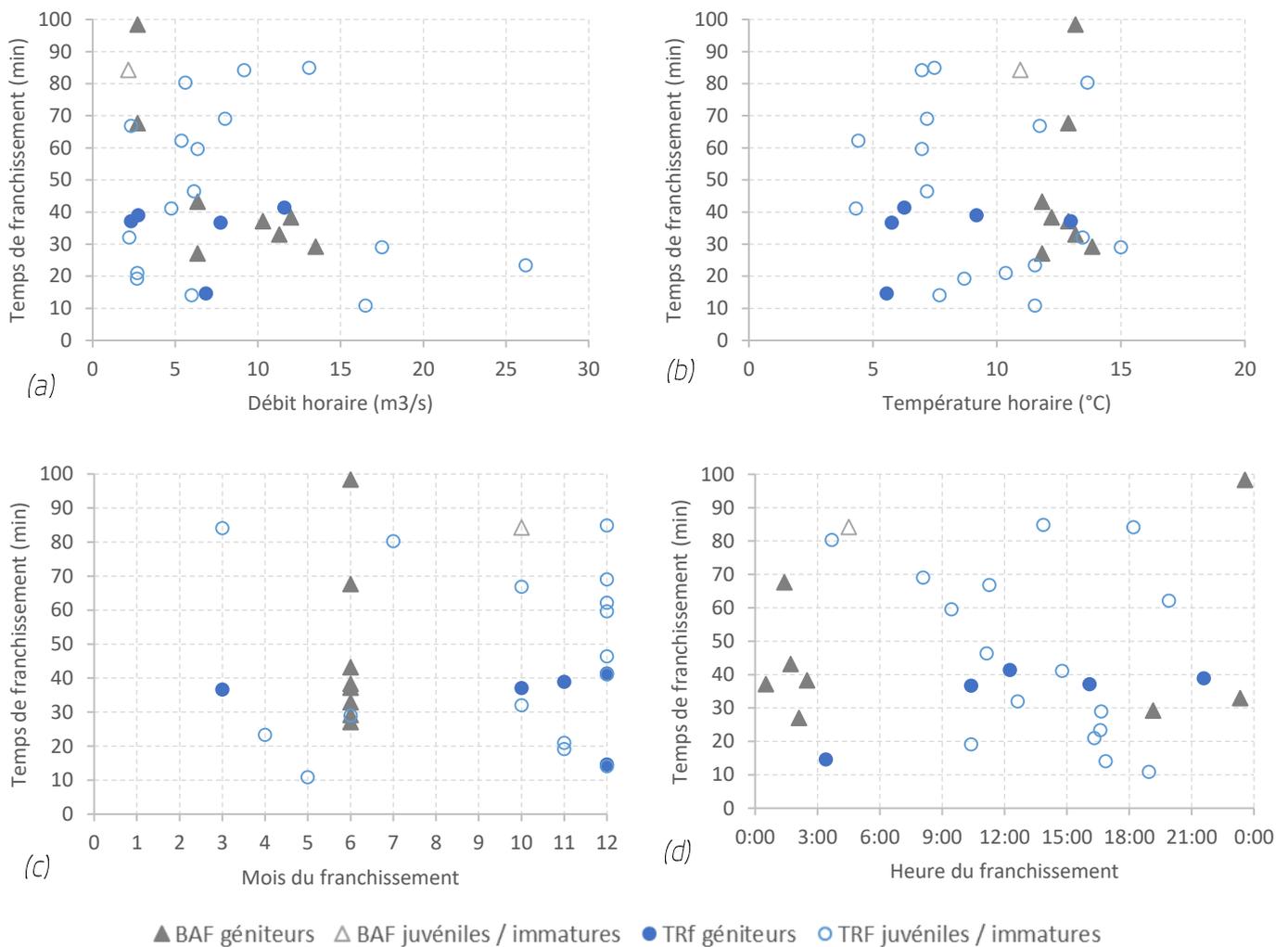


Figure 23 : Graphiques reliant des temps de franchissements des truites et des barbeaux en fonction des variables abiotiques : (a) débit horaire, (b) température horaire, (c) mois de franchissement et (d) heure de franchissement.

Les temps de franchissement supérieurs à 100 min n'apparaissent pas sur ces graphiques puisqu'ils sont anecdotiques lorsqu'on se focalise sur les stades de développement des espèces. Ils ont cependant été intégrés aux analyses de corrélation précédentes.

2.3 Individus recapturés par pêche

Les recaptures d'individus marqués lors des opérations de pêche électrique ou par l'intermédiaire de captures à la canne faites par les pêcheurs amateurs, fournissent des informations précieuses et complémentaires à celles fournies par le dispositif de détection, comme par exemple des précisions sur les aires de vie des individus (mobilité ou sédentarité) ou encore de la connaissance sur la biologie des espèces avec l'accès aux données de croissance des individus.

Entre 2016 et 2018, 45 recaptures ont été obtenues dans le cadre du suivi de l'ouvrage de Marignier dont 39 lors de pêches électriques qui concernent deux espèces, la truite fario (N = 33) et le chevesne (N = 6) et 6 par les pêcheurs amateurs qui ciblent uniquement la truite fario. Celles-ci ont été effectuées dans le Giffre (N = 35) et dans l'Arve (N = 10). Les recaptures réalisées dans le Giffre représentent 3.4 % des poissons marqués toutes espèces confondues, ce qui est relativement peu par rapport à la récurrence des secteurs prospectés.

L'effort de pêche électrique n'a pas été constant chaque année par cours d'eau aussi les informations fournies ici sont simplement descriptives. Une comparaison interannuelle est à proscrire.

Il est à noter que les données retransmises par les pêcheurs amateurs concernent des poissons marqués les années antérieures à celle de l'année de marquage (Figure 24). Elles ont été plus abondantes au cours de l'année 2017. En 2016, un gros effort de marquage avait été mis en œuvre dans le Giffre aval lors du début du suivi de l'ouvrage de Marignier, ce qui se ressent dans le nombre de recaptures par pêche électrique cette année-là. Le nombre de recaptures les années suivantes est 5 fois moins important et ciblent davantage les individus marqués les années antérieures (soit entre 2014 et 2017).

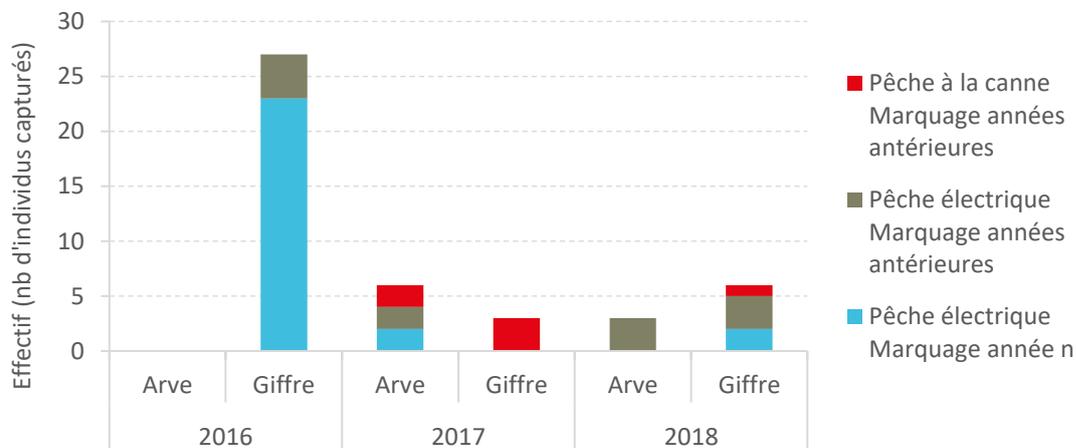


Figure 24 : Nombre d'individus recapturés après marquage dans le Giffre ou dans l'Arve entre 2016 et 2018 lors des opérations de pêche électrique de sondage ou à la canne par des pêcheurs amateurs.

2.3.1 Aires de vie des individus : entre mobilité et sédentarité

Lors du programme INTERREG ESPACE, CHASSERIEAU *et al.* (2015) avaient défini comme « sédentaire » un individu :

- vivant toujours dans le même cours d'eau, c'est-à-dire ne cherchant pas à changer de milieu,

- et ne parcourant pas plus de 2 000 m du fait que les faciès d'écoulement observés dans l'Arve soient étendus et peuvent mesurer plusieurs centaines de mètres.

Ces critères sont repris ci-après pour qualifier le statut des individus recapturés par pêche.

Ainsi parmi les 29 individus recapturés plus de 2 mois après leur opération de marquage, 90 % (N = 26) ont parcouru moins de 2 km dans le Giffre ou dans l'Arve (distance moyenne parcourue = 450 m (\pm 383 m) (Figure 25). Certains individus pourtant recapturés plus de 2 ans après leur marquage, n'ont pas pour autant effectué de grands déplacements. Ces individus peuvent être qualifiés de sédentaires même s'ils effectuent des déplacements modestes qui nécessitent une libre circulation au sein du Giffre aval ou dans certains tronçons de l'Arve. Seuls 3 individus ont effectué des distances plus importantes dont 2 truites sur une période inférieure à un an.

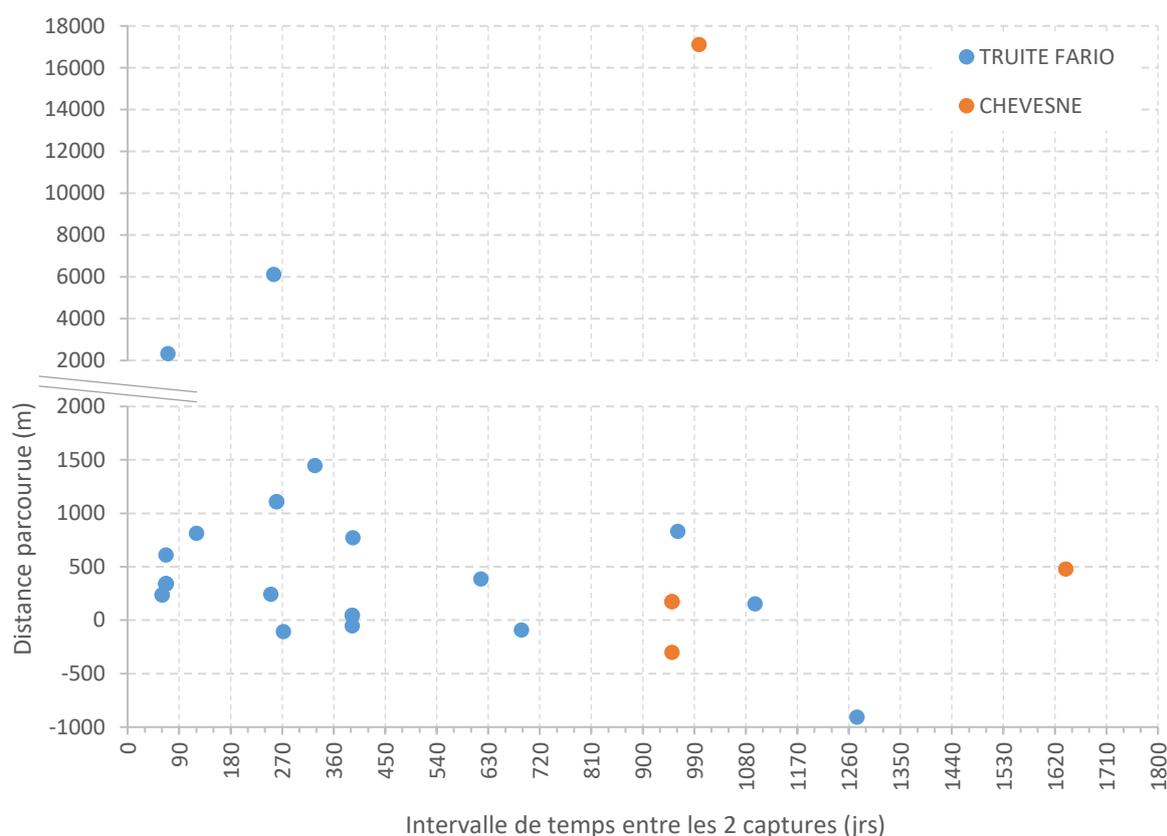


Figure 25 : Distance parcourue en montaison (valeur positive) ou en dévalaison (valeur négative) des individus recapturés par pêche électrique ou à la canne en fonction du laps de temps entre l'opération de marquage et leur recapture.

Les caractéristiques biométriques comme l'âge ou la longueur totale des individus ne semblent pas être corrélées avec les distances parcourues observées entre les deux captures.

2.3.2 Apport de connaissance sur la croissance des individus

Le taux de croissance individuel a pu être défini pour les poissons recapturés plus de 15 jours après leur marquage, soit pour 28 individus dont 5 chevesnes et 23 truites. La Figure 26 illustre le taux de croissance annuel en fonction de la taille des individus capturés et aussi de leur âge mais pour un nombre plus restreint d'individus pour lesquels la donnée était disponible.

Ainsi, malgré le faible nombre de chevesne recapturés, une tendance de croissance se dessine bien : les chevesnes de l'ordre de 25 cm grandissent de plusieurs centimètres par an alors que ceux de 35 cm (dont leur âge a été estimé à 6+) gagnent environ 1.5 cm /an tandis que les vieux géniteurs de plus de 45 cm et de plus de 8 ans prennent moins d'1 cm / an.

Les truites analysées sont plus petites et plus jeunes que les chevesnes. Pour celles originaires du Giffre, l'analyse par taille ne montre pas de tendance nette de croissance. Pour les quelques individus issus de l'Arve, une certaine tendance peut être lue : une truite de 15 cm va grandir de 8 cm / an puis lorsqu'elle aura atteint une longueur de 23 cm sa croissance annuelle sera réduite à 6 cm. L'analyse par âge tend à montrer une réduction de la croissance à 1 an, ce qui paraît étonnant. Ce point sera davantage étayé avec la dernière année de suivi en 2019.

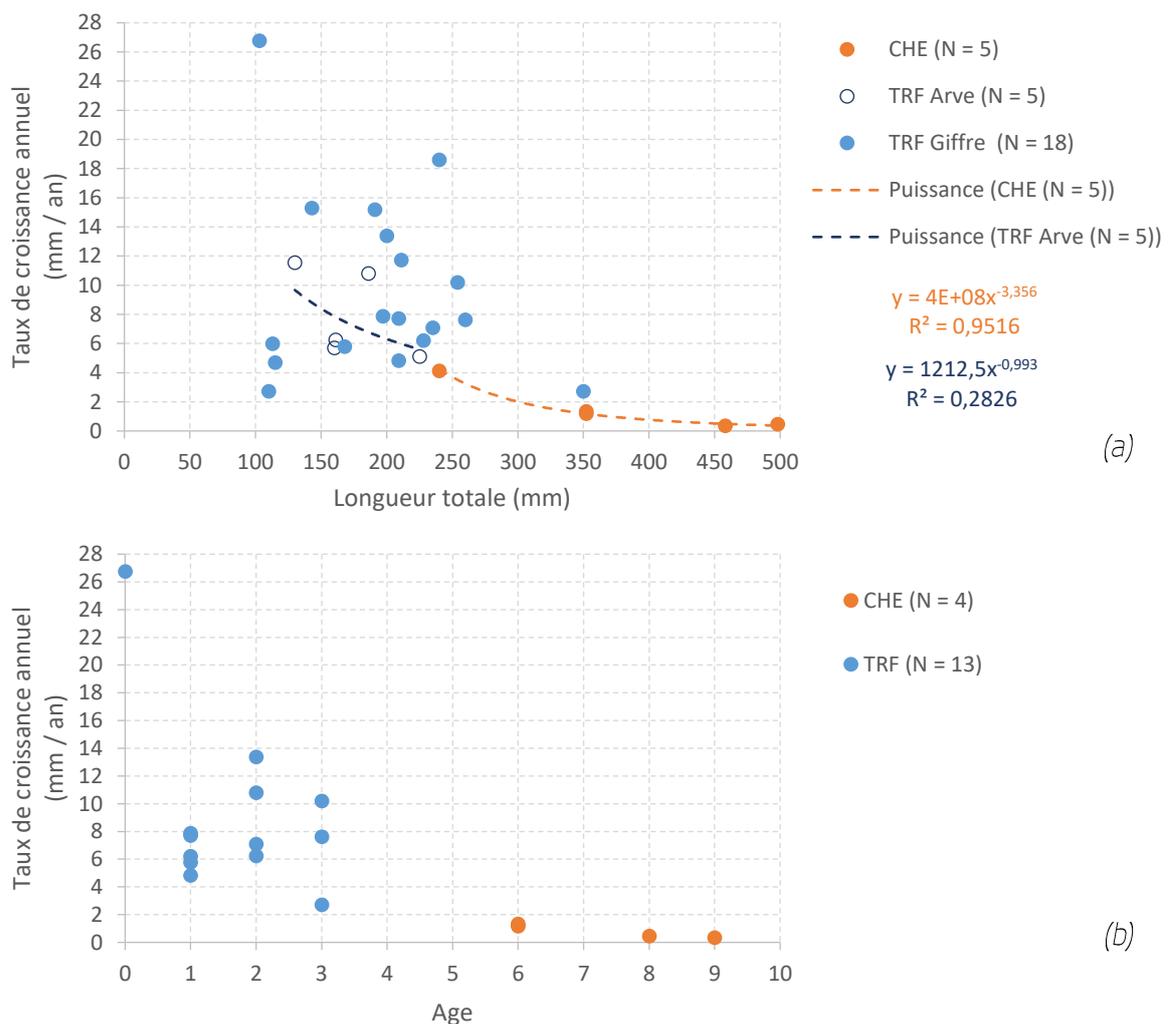


Figure 26: Taux de croissance annuel des individus recapturés en fonction a) de leur longueur totale et b) de leur âge.

Conclusion et perspectives

L'année 2018 du suivi ne s'inscrit pas exactement dans la continuité des campagnes précédentes puisque seule la moitié gauche de l'aménagement (passe à macrorugosités), encore en place suite à la crue biennale du 30 décembre 2017, a pu être étudiée et son franchissement décrit. La télémétrie RFID mise en œuvre dans ce suivi n'est pas adaptée pour décrire l'attractivité de l'ouvrage. Aussi aucune information n'est disponible quant aux éventuels individus s'étant présentés sur la partie droite de l'ouvrage faisant face en remontant en 2018 au rideau de palplanches initial.

Néanmoins, les données 2018 apportent un certain nombre d'informations qui confirment pour une partie celles observées les années précédentes.

- Deux fois moins de poissons ont été détectés au niveau du dispositif en 2018 : 59 individus toutes espèces confondues contre 118 les années antérieures. Cet effectif est constitué à 76 % par les truites et à 20 % par les barbeaux fluviatiles. Les chevesnes et les chabots sont respectivement très peu ou pas représentés en 2018.
- Le taux de recontacts, c'est-à-dire les individus ayant déjà été détectés par le dispositif les années antérieures, est similaire à celui de 2017 : 24 % (contre 25 % en 2017) tandis que le taux d'individus issus des autres cours d'eau est légèrement plus faible 12 % en 2018 contre 17 % en 2017. Le Giffre se place cependant toujours comme un affluent accueillant les truites et les barbeaux issus d'autres cours d'eau du bassin versant de l'Arve.
- Le taux de détection des individus (toutes espèces confondues) originaires du Giffre (soit sur un linéaire proche : max. 2,6 km) est, depuis le début du suivi, de 21 % ; le taux spécifique pour le chabot est nettement inférieur (7 %). En intégrant des poissons d'un périmètre plus large (env. 15 km à l'aval sur le cours de l'Arve et sur les affluents), on obtient un taux de détection de 10 % par rapport à l'effectif marqué.
- Depuis le début du suivi, 45 individus ont été recapturés via la pêche (scientifique c'est-à-dire électrique ou amateur c'est-à-dire à la canne) dont 35 dans le Giffre ce qui correspond à un taux de recapture par rapport à l'effectif marqué de 3,4 % sur 3 ans.
- Cette année 92 % des individus ont réussi à franchir la passe à macrorugosités (contre 67 % pour 2016 - 2017 et l'intégralité de l'aménagement).
- Les individus de truite quel que soit leur stade de développement (juvénile / immature ou géniteurs) ont tendance à franchir l'ouvrage une seule fois et ce, majoritairement au mois de novembre - décembre en lien avec leur phase de reproduction. A l'inverse, les géniteurs de Barbeau fluviatile gravissent l'aménagement plusieurs fois en particulier au mois de juin lors de leur période de frai.
- La passe à macrorugosités a été franchie en 2018 en moyenne en 30 - 35 min par les truites et les barbeaux. Le record de vitesse, enregistré cette année par une truite, est de l'ordre de 10 min ; le barbeau le plus rapide a mis quant à lui 27 min pour monter la passe. Les individus les plus lents gravissent l'ouvrage en 2 à 3 jours.
- Cette année encore, il n'a pas été mis en évidence de corrélation entre la durée des franchissements et la période de franchissement, le débit horaire, la température horaire ou le

stade de développement des individus pour les truites mais il semble que le temps de franchissement des géniteurs de Barbeau soit corrélé au débit horaire du Giffre. Ces derniers sont plus rapides pour franchir l'ouvrage lorsque le débit du Giffre est plus élevé mais lorsqu'il reste inférieur à 15 m³/s.

- Comme précédemment, les géniteurs de Barbeau franchissent préférentiellement l'ouvrage au moment de leur phase de reproduction à des températures entre 12°C et 14°C et entre le crépuscule et l'aube.

Le suivi de l'ouvrage de Marignier se poursuit encore une année jusqu'au printemps 2020 pour couvrir le cycle biologique de 2019 de la truite fario qui est l'espèce cible. Cette ultime année de suivi rendra les résultats plus robustes sur certains points en compilant un nouvel effectif de poissons détectés.

Les travaux de réfection de la rampe rugueuse ne sont pas encore amorcés au printemps 2019 aussi un rééquipement télémétrique de ce côté l'ouvrage ne sera pas pertinent pour plusieurs raisons :

- la période de suivi sera trop courte (6 à 9 mois dans le meilleur des cas) pour l'investissement considéré,
- les cycles biologiques des espèces majoritairement détectées (Truite fario et Barbeau fluviatile) ne seront pas étudiés dans leur intégralité.

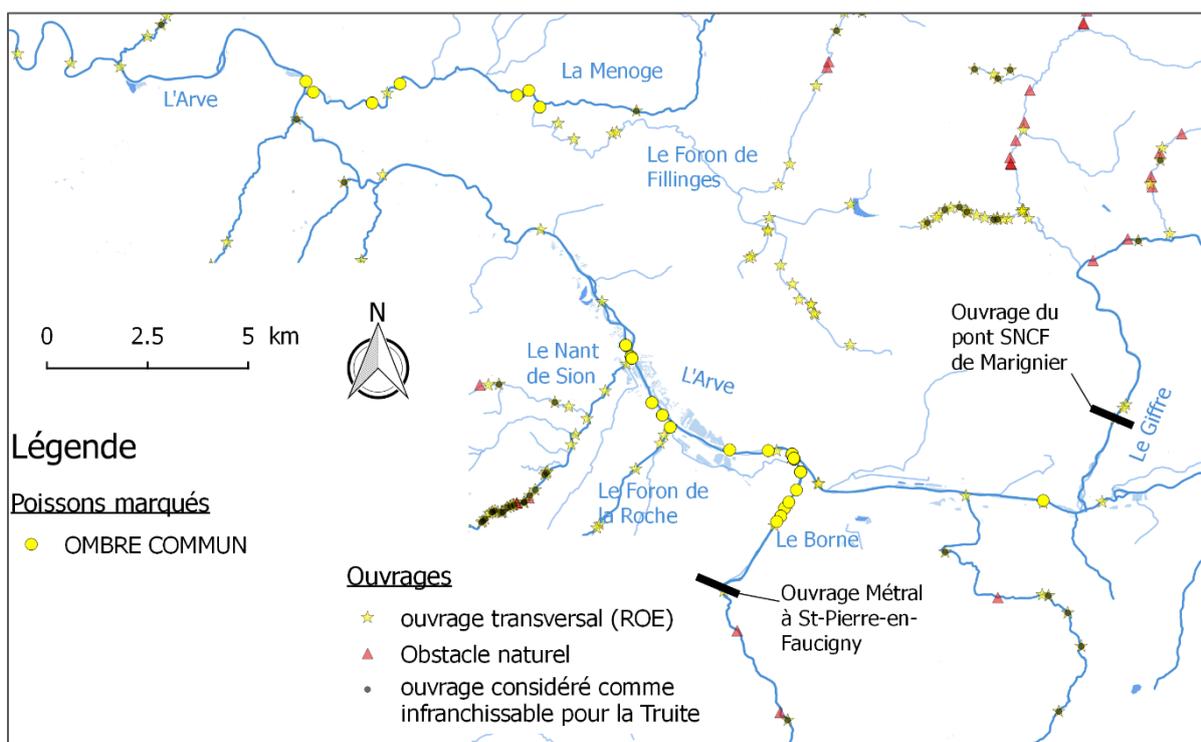
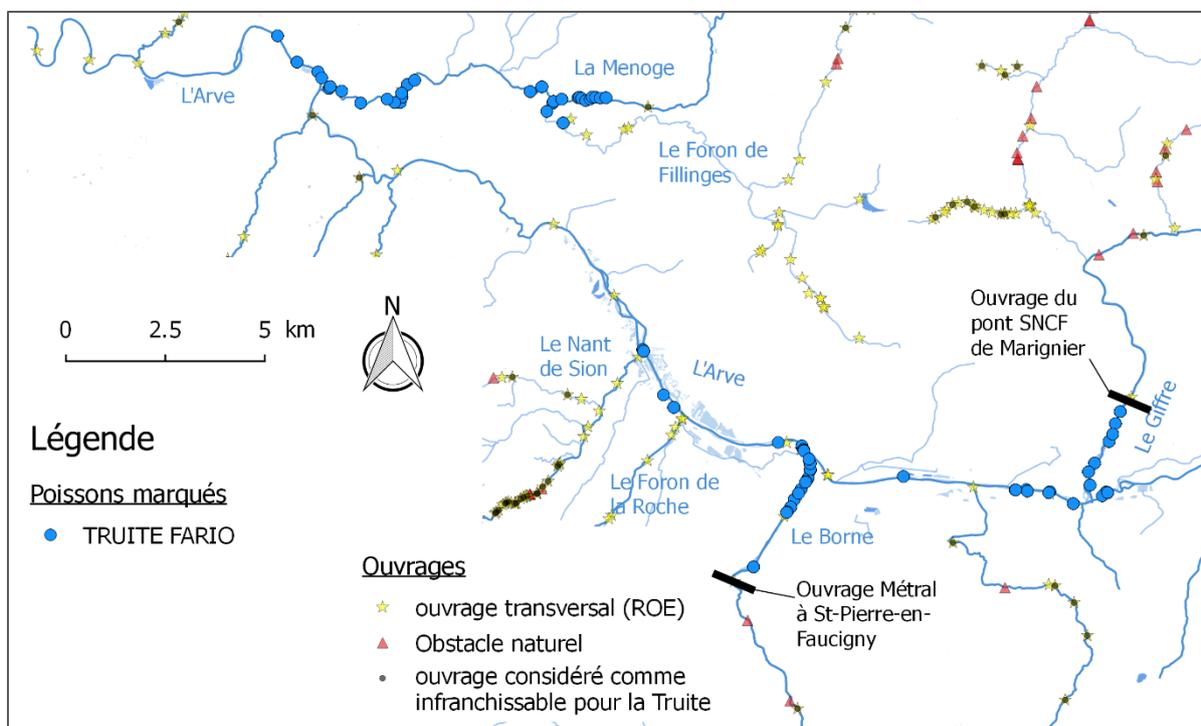
Bibliographie

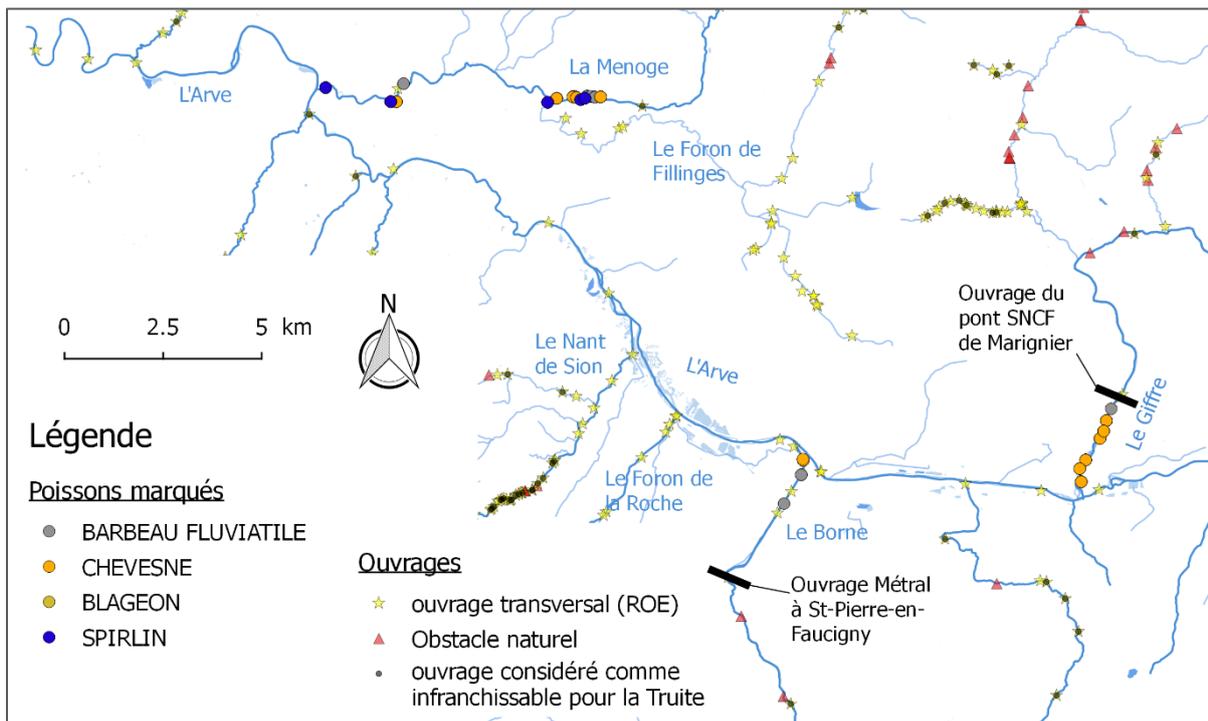
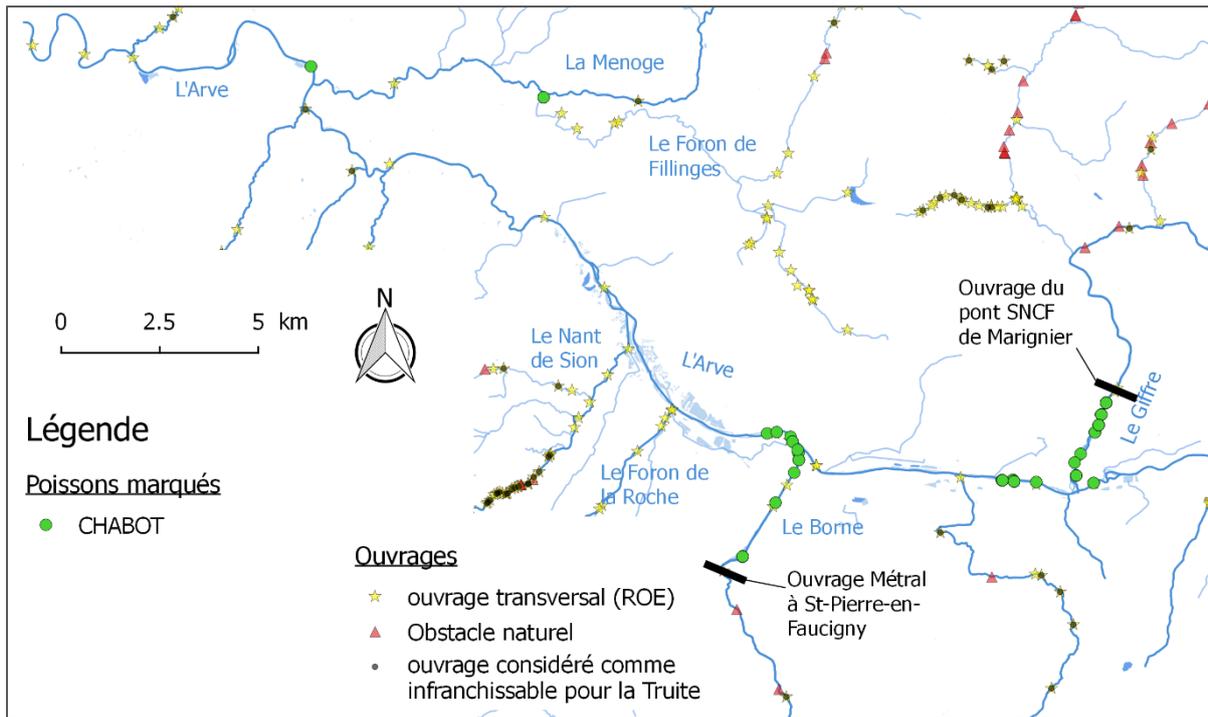
- ALABASTER, J.S. & LLYOD, R. (1980). Water quality criteria for fresh water fish, *Butter Worths Ed.*, London, 297p.
- BARRAS, E. (1995). Thermal related variations of seasonal and daily spawning periodicity in *Barbus barbus*. *J. Fish Biol.* 46 (5) : 915-917.
- BARRAS, E. & CHERRY, B. (1990). Seasonal activities of female barbel *Barbus barbus* (L.) in the River Ourthe (Southern Belgium), as revealed by radio tracking. *Aquatic Living Resources*: 283-294.
- BERGE, J. (2012). Apport de la télémétrie acoustique pour la compréhension de l'utilisation dynamique des habitats par les poissons dans un grand fleuve aménagé, le Rhône. *Thèse école doctorale Lyon 1*, 258 p.
- BEAUFILS M., CHASSERIEAU C. (2017). Rapport annuel - Suivi du franchissement des ouvrages du seuil du Pont SNCF (Giffre) et du seuil Métral (Borne) - Données 2016. Rapport FDP74.17/03, 17 p.
- BEAUFILS M., CHASSERIEAU C. (2018). Rapport annuel - Suivi du franchissement des ouvrages du seuil du Pont SNCF (Giffre) et du seuil Métral (Borne) - Données 2017. Rapport FDP74.18/04, 40 p + annexes.
- CAUDRON, A., CHAMPIGNEULLE, A., & LARGE, A. (2006). Etats et caractéristiques des populations autochtones de truite commune identifiées en Haute-Savoie et qualité globale du milieu. pp : 55-118 in programme INTERREG III A- Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. Rapport final. 06/02. 12p + annexes.
- CHASSERIEAU, C. BEAUFILS, M., GRIMARDIAS, D., LIZEE, M. H., DUMOUTIER, Q., FROSSARD, P. A., BOVY, V., HUCHET, P., GRENIER, R., MEGLE CZ, E., CHAPPAZ, R., DUBUT, V. & CATTANEO, F. (2015). Interreg IV A ESPACE Arve & Rhône – Vers une continuité écologique au-delà des frontières. Rapport final, Chapitre 2, p. 18– 157.
- CRISP, D.T. (1996). Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia*, 323, 201-221.
- ELLIOTT, J.M. (1975). The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology*, 44, 805-821.
- ELLIOTT, J.M. (1981). Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. pp 209-245 In *Stress and fish*, Pickering Ed., *Academic Press* London.
- ELLIOTT, J.M. & HURLEY, M.A. (2001). Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and energy units. *Freshwater Biology*, 46, 679-692.
- ELLIOTT, J.M., 1994. Quantitative ecology and the brown trout. *Oxford University Press*, Oxford, 286 p.
- HUCHET, P. (2018). Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et de ses affluents – Synthèse 2012 – 2017. Rapport FDP74.18/06, 31 p.
- JOHNSON, J. A., & KELSCH, S. W. (1998). Effects of evolutionary thermal environment on temperature-preference relationships in fishes. *Environmental Biology of fishes*, 53(4), 447-458.
- KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E. & ALLARDI J. (coords) (2011). – Les poissons d'eau douce de France. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 552 p.

- VARLEY, M.E. (1967). Water temperature and dissolved oxygen as environmental factors affecting fishes. pp 29-52 In British freshwater fishes, *Fishing News*, London.
- WINTER J.D. & ROSS, M.J. (1983). Methods in analyzing fish habitat utilization from telemetry data. *Acquisition and Utilisation of Aquatic Habitat Inventory Information*, American Fisheries Society; Western division, Fish. Soc., Portland, Oregon. p. 273-330.

Annexes

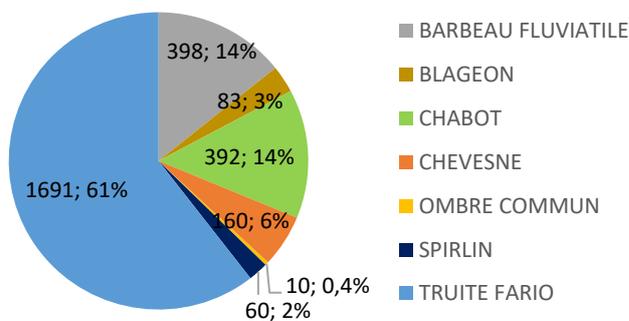
Annexe 1: Localisation des points de marquage (de 2016 à 2018) pour chacune des espèces cibles.



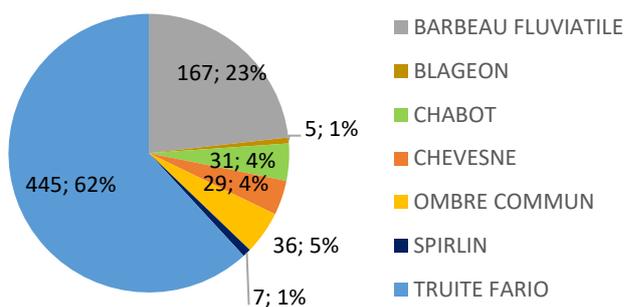


Annexe 2 : Pourcentages que représente chaque espèce en fonction du nombre total annuel d'individus marqués pour les années antérieures à 2018.

2016

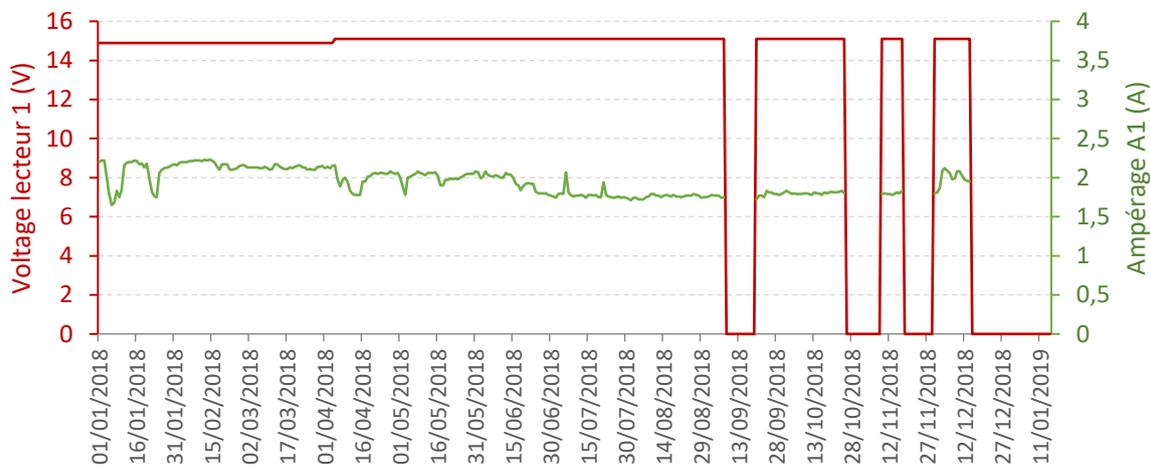


2017

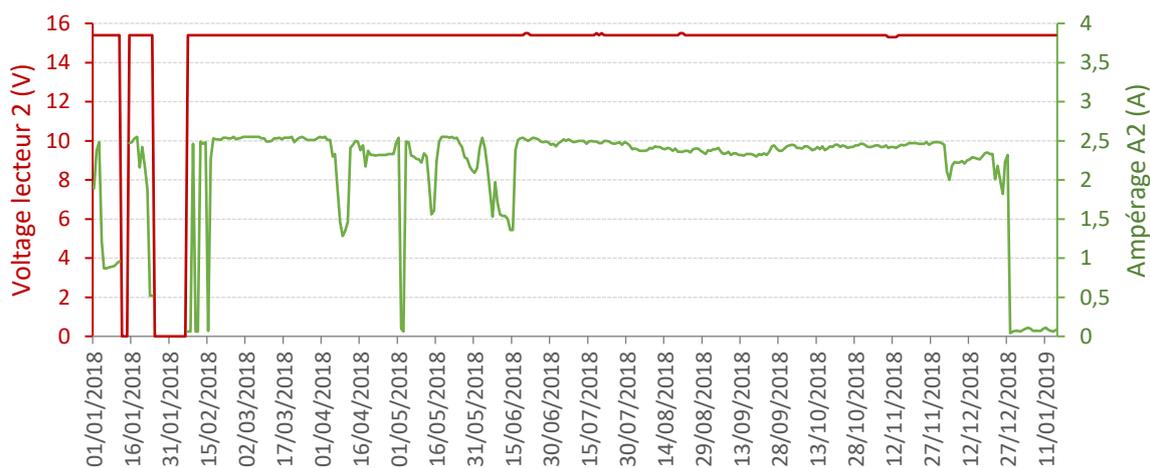


Annexe 3 : Paramètres de voltage des lecteurs et d'ampérage des antennes constituant le dispositif de détection du site de Marignier

Lecteur 1 et Antenne A1



Lecteur 2 et Antenne A2



Annexe 4 : Liste et caractéristiques des 12 individus originaires du Giffre ayant été détectés au niveau du dispositif RFID au cours des deux campagnes de suivi (2016/2017 et 2018).

| | Num tag | Date de marquage | Longueur totale (mm) | Masse (g) | Age (lecture directe) | Age harmonisé et/ou attribué |
|--------------------|---------|------------------|----------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|
| Barbeau fluviatile | T510 | 06/10/2016 | 655 | 3002 | 10+ | 4+ et plus |
| | T541 | 06/10/2016 | 610 | 2643 | ≥7+ | 4+ et plus |
| | T542 | 06/10/2016 | 610 | 2508,8 | 8+ | 4+ et plus |
| | T543 | 06/10/2016 | 608 | 2296 | 8+ | 4+ et plus |
| Chevesne | T468 | 03/10/2016 | 291 | 295,4 | 5+ | 4+ et plus |
| Truite fario | 3070 | 03/10/2016 | 135 | 27,2 | 0+ | 0+ |
| | 3241 | 12/12/2016 | 140 | 27 | 1 | 0+ |
| | 3655 | 06/10/2016 | 146 | 37,2 | 1+ | 1+ |
| | A7071 | 06/10/2016 | 120 | 20 | 0+ | 0+ |
| | A7186 | 06/10/2016 | 122 | 19,7 | 0+ | 0+ |
| | T549 | 06/10/2016 | 220 | 120,6 | 2+ | 2+ |
| | T552 | 06/10/2016 | 325 | 329,2 | NA | 3+ et plus |

Annexe 5 : Température horaire du Giffre aval mise en relation avec celle du Borne aval et celle de l'Arve en amont de la confluence avec le Giffre pour l'année 2017.

La température estivale (de juin à août) du Giffre aval est plus élevée de 2,5°C en moyenne que celle du Borne aval qui est également un torrent de montagne et affluent de l'Arve à régime pluvio-nival.

