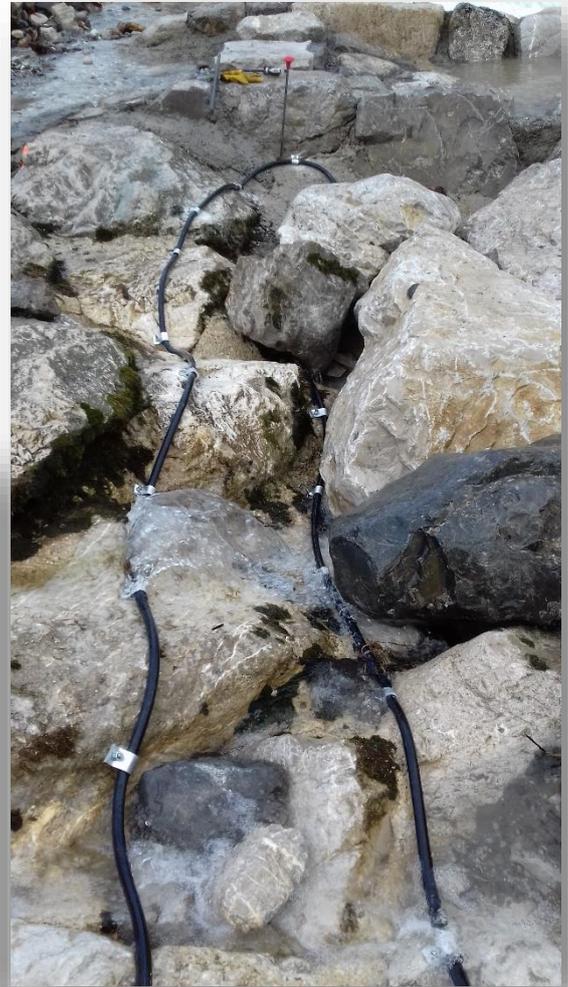


# Rapport annuel Suivi du franchissement des ouvrages du seuil du Pont SNCF (Giffre) et du seuil Métral (Borne) Données 2017



BEAUFILS M. & CHASSERIEAU C.

Août 2018

Rapport FDP74.18/04

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    RAPPEL SUR LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	7
2    INSTALLATION DU DISPOSITIF (RAPPEL 2016).....	8
3    ANALYSE DES DONNEES 2017 .....	9
3.1 <i>Fonctionnement du dispositif de détection</i> .....	9
3.1.1    Alimentation et réglage des antennes.....	9
3.1.2    Définition des débits limitants pour le fonctionnement du dispositif de détection.....	12
3.2 <i>Détections et franchissements des poissons</i> .....	15
3.2.1    Effectifs et origines des poissons détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier .....	15
3.2.2    Caractéristiques des poissons détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier.....	17
3.2.3    Franchissement des individus détectés au niveau de l'ouvrage de Marignier.....	19
SUIVI DU FRANCHISSEMENT DU SEUIL DU PONT DU DIABLE (METRAL) SUR LE BORNE A SAINT PIERRE EN FAUCIGNY .....	26
4    RAPPEL SUR LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	26
5    INSTALLATION DU DISPOSITIF.....	27
6    RESULTATS 2017.....	27
6.1 <i>Fonctionnement du dispositif de détection</i> .....	27
6.1.1    Alimentation et réglages des antennes .....	27
6.1.2    Définition des débits limitants pour le fonctionnement du dispositif de détection.....	29
6.2 <i>Détections et franchissements des poissons</i> .....	31
6.2.1    Franchissements des individus détectés aux antennes.....	34
CONCLUSION.....	38
PERSPECTIVES .....	39
BIBLIOGRAPHIE.....	40
ANNEXE 1.....	41
ANNEXE 2.....	44

# 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 : OUVRAGE DU PONT DU DIABLE (SEUIL METRAL) AVANT ET APRES AMENAGEMENT.....	2
FIGURE 4 : EMBLACEMENT DE L'INCISION PERMETTANT L'INSERTION DU PIT-TAG DANS LE POISSON.....	3
FIGURE 5 : 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 6 : LOCALISATION DES SECTEURS DE COURS D'EAU PROSPECTES ENTRE 2016 ET 2017 POUR EFFECTUER LES MARQUAGES RFID POUR LES SUIVIS D'OUVRAGES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'ARVE.....	4
FIGURE 7 : POURCENTAGES QUE REPRESENTENT CHAQUE ESPECE EN FONCTION DU NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES POUR L'UNE PAR RAPPORT A L'EFFECTIF TOTAL.....	5
FIGURE 8 : A GAUCHE, REPARTITION DU NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES DANS LE CADRE DES SUIVIS RFID DU BASSIN VERSANT DE L'ARVE REPARTIS PAR COURS D'EAU, PAR TAILLE DE TRANSPONDEUR ET A DROITE, PAR ESPECE AINSI QUE 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 DE SUIVI A MARIGNIER AVEC LE DISCERNEMENT DU SENS DE PASSAGE ET DE LA RAMPE UTILISEE ; (B) EMBLACEMENT DES 4 ANTENNES DE DETECTION SUR L'OUVRAGE AMENAGE ; (C) ANTENNE DE DETECTION DISPOSEE A L'AMONT DE LA RAMPE RUSTIQUE ; (D) ANTENNE DE DETECTION DISPOSEE A L'AMONT DE LA RAMPE TECHNIQUE AU NIVEAU DE LA SECONDE RANGEE DE MENHIRS EN PARTANT DE L'AMONT.....	7
FIGURE 10 : CHRONOLOGIE ET FONCTIONNEMENT DES ANTENNES ET DEBITS MOYENS JOURNALIERS SUR L'ANNEE.....	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 CHACUNE DES 4 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 ; (B) L'ANTENNE A2 EN JAUNE ; (C) L'ANTENNE A3 EN BLEU FONCE ; (D) L'ANTENNE A4 EN BLEU CLAIR.....	11
FIGURE 13 : ETAT DE LA RAMPE ENROCEE 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.....	11
FIGURE 14 : CHRONOLOGIE DE L'ETAT DU SEUIL DU PONT SNCF DE MARIGNIER AVANT LES TRAVAUX D'AMENAGEMENT EN 2015, UNE FOIS LES TRAVAUX D'AMENAGEMENT REALISES (2016 – 2017) ET APRES LES CRUES DE FIN DECEMBRE 2017 – DEBUT JANVIER 2018.....	12
FIGURE 15 : DEBIT HORAIRE DU GIFFRE ENREGISTRE A LA STATION LIMNIMETRIQUE DE LA DREAL A PLAN SERAPHIN LES JOURS DES TESTS DE DETECTION (POINTS ROUGES) ET SUR L'ENSEMBLE DE L'ANNEE 2017.....	13
FIGURE 16 : COURBE DES DEBITS INSTANTANES CLASSES POUR L'ANNEE 2017 ET IDENTIFICATION DES VALEURS DE DEBIT DU TABLEAU 2 RELIEES AU POURCENTAGE DE TEMPS OU CES DERNIERES SONT ATTEINTES OU DEPASSEES.....	14
FIGURE 17 : LOCALISATION DES POINTS DE MARQUAGE DES POISSONS DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID DE L'OUVRAGE DU PONT SNCF DE MARIGNIER.....	16
FIGURE 18 : HISTOGRAMME DE TAILLE DES CYPRINIDES MARQUES DANS LE GIFFRE MIS EN RELATION AVEC CEUX DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER. A) LES BARBEAUX FLUVIATILES ; B) LES CHEVESNES.....	17
FIGURE 19 : HISTOGRAMME DE TAILLE DES CHABOTS MARQUES DANS LE GIFFRE MIS EN RELATION AVEC CEUX DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER.....	18
FIGURE 20 : HISTOGRAMME DE TAILLE DES TRUITES FARIO MARQUES DANS LE GIFFRE MIS EN RELATION AVEC CEUX DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER.....	18
FIGURE 21 : AIRE DE VIE MINIMALE DE 3 INDIVIDUS DE TRUIE FARIO DEFINIE A PARTIR DES INFORMATIONS DE MARQUAGE, DE DETECTION AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER ET DES DONNEES DE CAPTURE FOURNIES PAR LES PECHEURS.....	19
FIGURE 22 : NOMBRE ET POURCENTAGE DE FRANCHISSEMENTS PAR ESPECE EN FONCTION DU TYPE D'AMENAGEMENT UTILISE POUR LA MONTAISON.....	20
FIGURE 23 : NOMBRE DE FRANCHISSEMENTS DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER EFFECTUES PAR UN INDIVIDU D'UNE ESPECE AU COURS DE LA PERIODE 2016-2017.....	21

FIGURE 24 : NOMBRE MENSUEL DE FRANCHISSEMENTS PAR ESPECE POUR LA PERIODE DE SUIVI 2016-2017. LE NUMERO A COTE DES POINTS EQUIVAUT AU NOMBRE D'INDIVIDUS CONCERNES PAR LE NOMBRE DE FRANCHISSEMENTS DE L'OUVRAGE. ....	21
FIGURE 25 : NOMBRE MENSUEL DE PRESENTATIONS D'INDIVIDUS PAR ESPECE AU PIED DE L'OUVRAGE DE MARIGNIER. LE NUMERO A COTE DES POINTS EQUIVAUT AU NOMBRE D'INDIVIDUS CONCERNES PAR LE NOMBRE DE PRESENTATIONS EN PIED D'OUVRAGE. ....	22
FIGURE 26 : RESULTATS DES TESTS DE CORRELATION DE SPEARMAN POUR LES TRUITES FARIO ET LES CYPRINIDES RASSEMBLES. A GAUCHE, LES TABLEAUX AVEC LES P-VALUES ET LES COEFFICIENTS DE CORRELATION. LES VALEURS EN GRAS SONT SIGNIFICATIVES. A DROITE, LA CARTE DES CORRELATIONS QUI TRADUISENT LES TABLEAUX DE GAUCHE. LES CASES NOIRES INDIQUENT LES CORRELATIONS SIGNIFICATIVES. EN VERT, LES INFORMATIONS CONCERNANT LES RELATIONS DU TEMPS DE FRANCHISSEMENT AVEC LES AUTRES VARIABLES TESTEES.....	23
FIGURE 27 : GRAPHIQUES RELIANT DEUX A DEUX LES CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET ABIOTIQUES DES FRANCHISSEMENTS DES CYPRINIDES D'UNE PART ET DES TRUITES FARIO D'AUTRE PART. LES GRAPHIQUES GRISES SONT CEUX POUR LESQUELS LES DEUX VARIABLES SONT CORRELEES.....	24
FIGURE 28 : HISTOGRAMMES DES MOYENNES MENSUELLES THERMIQUES ET HYDROLOGIQUES MISES EN RELATION AVEC LES DONNEES THERMIQUES ET HYDROLOGIQUES CARACTERISANT LES FRANCHISSEMENTS DES CYPRINIDES D'UNE PART ET D'AUTRE PART CEUX DES TRUITES.....	25
FIGURE 29 : (A) SCHEMA DE LA DISPOSITION DES ANTENNES ET LEUR DENOMINATION, (B) SENS DE FRANCHISSEMENT DES POISSONS, (C) DISPOSITION DE L'ANTENNE (A4) AMONT RAMPE, (D) DISPOSITION DE L'ANTENNE AMONT RIVE GAUCHE A6 (EN L'ABSENCE DE GROS BLOCS, L'ANTENNE A ETE FIXEE SUR DES BORDURES BETONS, ELLES-MEMES MAINTENUES AU FOND DU LIT PAR DES FERS A BETON).....	26
FIGURE 27 : GRAPHIQUE DU NOMBRE DE DETECTIONS PAR JOUR DES TAGS TEMOINS PERMETTANT DE VERIFIER LE BON FONCTIONNEMENT DE CHAQUE ANTENNE.....	28
FIGURE 28 : GRAPHIQUE DU NOMBRE DE POISSONS DETECTES PAR JOUR SUR L'ANTENNE A4 MIS EN RELATION AVEC LE FONCTIONNEMENT DE L'ANTENNE VIA LE NOMBRE DE DETECTIONS DU MARKER TAG. ....	29
FIGURE 29 : DEBIT INSTANTANE DU BORNE ENREGISTRE A LA STATION LIMNIMETRIQUE DE LA DREAL A SAINT-JEAN-DE-SIXT AVEC LES JOURS DES TESTS DE DETECTION (POINTS ROUGES) SUR L'ENSEMBLE DE L'ANNEE 2017. ....	29
FIGURE 30 : NOMBRE DE DETECTIONS DE CHAQUE TAG TEST SUR CHAQUE ANTENNE LORS DES TESTS « EN SURFACE ».....	30
FIGURE 32 : REPARTITION PAR ESPECES DES POISSONS MARQUES DANS LE CADRE DU SUIVI DU SEUIL METRAL SUR LE BORNE ET DANS L'ARVE A PROXIMITE DE LA CONFLUENCE.....	31
FIGURE 33 : PART DU NOMBRE D'INDIVIDUS AYANT ETE DETECTES AU MOINS UNE FOIS SUR AU MOINS UNE ANTENNE, EN FONCTION DE L'ESPECE ET PART D'INDIVIDUS RECAPTURES SOIT PAR PECHE ELECTRIQUE SOIT PAR PECHE A LA LIGNE.....	32
FIGURE 34 : CARTE DES LIEUX DE MARQUAGES DE CHAQUE INDIVIDU DETECTE SUR AU MOINS UNE ANTENNE DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT DU SEUIL METRAL.....	32
FIGURE 35 : HISTOGRAMME DE TAILLE DES POISSONS MARQUES DANS LE CADRE DU SUIVI DU FRANCHISSEMENT AU SEUIL METRAL MIS EN RELATION AVEC CEUX DETECTES PAR LES ANTENNES AU NIVEAU DU DISPOSITIF DE L'OUVRAGE : A) LES TRUITES FARIO ; B) LES CHABOTS ET C) LES CYPRINIDES ET OMBRES COMMUNS.....	33
FIGURE 36 : NOMBRE D'INDIVIDUS PAR ESPECE EN FONCTION DU LIEU DE PASSAGE LORS DE LEUR FRANCHISSEMENT.....	34
FIGURE 37 : DEBITS DU BORNE ET PERIODES DE FRANCHISSEMENT DES POISSONS PAR ESPECE DURANT L'ANNEE 2017.....	36
FIGURE 38 : GRAPHIQUE DU NOMBRE DE POISSONS FRANCHISSANT L'OUVRAGE POUR CHAQUE ESPECE EN FONCTION DE LA PERIODE DE L'ANNEE.....	37
FIGURE 39 : CARTE DE REPARTITION DES CYPRINIDES BASEE SUR LES DONNEES DE MARQUAGES DU PROGRAMME INTERREG IV ESPACE ET DES SUIVIS DE FRANCHISSEMENTS DANS L'ARVE, LE BORNE, LE GIFFRE, LA MENOGE, LE FORON DE FILLINGES ET LE NANT DE SION.....	37

# Table des tableaux

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES ANTENNES DU DISPOSITIF DE DETECTION IMPLANTE AU NIVEAU DE L'OUVRAGE DU PONT SNCF DE MARIGNIER.....	12
TABLEAU 2 : VALEURS MAXIMALES DES DEBITS INSTANTANES EN 2017 LIEES AUX DETECTIONS DES 3 TAILLES DE TRANSPONDEURS LORS DES TESTS DE DETECTION DE SURFACE.....	13
TABLEAU 3 : PERIODE ET DEBITS ASSOCIES DES DETECTIONS AU COURS DE L'ANNEE 2017 SUR L'ANTENNE A1 DES INDIVIDUS MARQUES AVEC DES TRANSPONDEURS DE 12 MM ET 23 MM.....	14
TABLEAU 4 : DECOMPTE PAR ESPECE DES INDIVIDUS DETECTES AU NIVEAU DU DISPOSITIF RFID DU SEUIL DU PONT SNCF A MARIGNIER POUR LES ANNEES 2016 ET 2017 .....	15
TABLEAU 5 : EFFECTIF DE POISSONS MARQUES EN 2016 ET DETECTES ENTRE 2016 ET 2017 PAR ESPECE ORIGINAIRES DU GIFFRE ET POURCENTAGE 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 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 DURANT LA PERIODE DE SUIVI 2016-2017.....	22
TABLEAU 8 : TEMPS DE FRANCHISSEMENT DES TRUITES FARIO EN FONCTION DU LIEU DE PASSAGE ET DES DEBITS. ....	35

# 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.

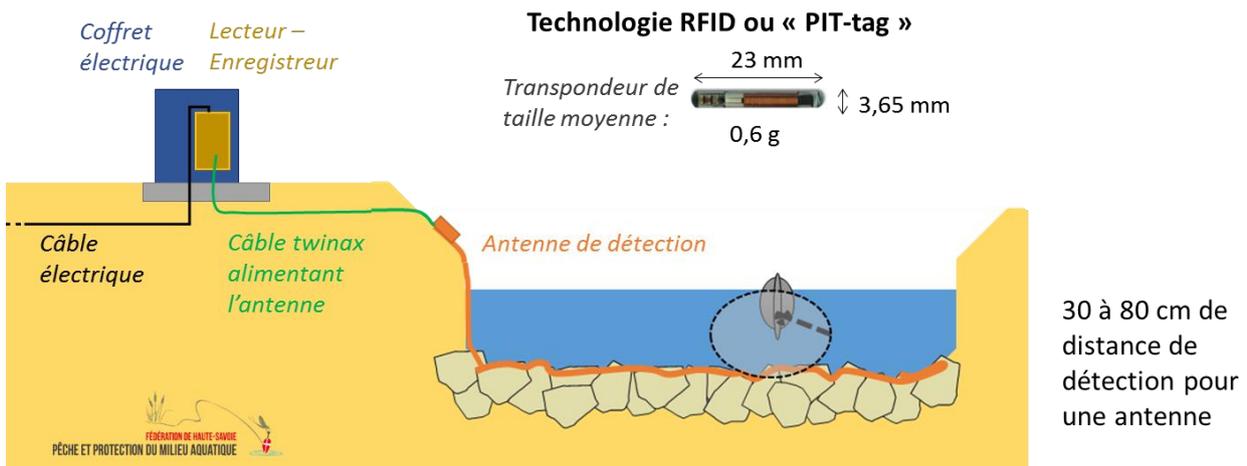


Figure 1 : Principe de fonctionnement des antennes PIT-tag

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, 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 ont été disposées (une à l'amont et une à l'aval des rampes).



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

Le site du Borne correspond au « seuil Métral » situé à Saint-Pierre-En-Faucigny. La partie du seuil en rive gauche a été conservée telle quelle (batardeaux côté vannes), une rampe rustique avec 6 bassins a été réalisée au milieu ainsi qu'une recharge en enrochement du coursier en rive droite. Un total de 6 antennes vient composer le dispositif RFID : 3 antennes dans la largeur (dissociation du seuil, de la rampe/passe à poissons et du coursier) à l'amont et à l'aval.

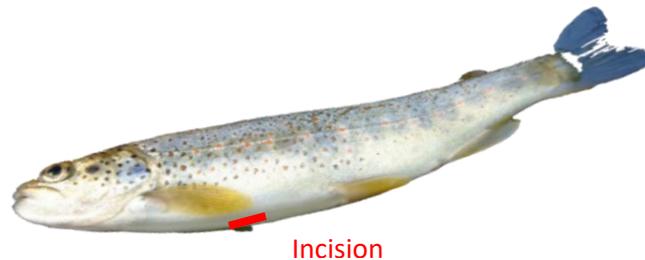


Figure 3 : Ouvrage du Pont du Diable (Seuil Métral) avant et après aménagement

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 4) 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 4 : 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 2016<sup>1</sup>, 3519 poissons ont été marqués sur un linéaire total cumulé de 22,8 km (Figure 5, Figure 6). La majorité des individus marqués sont des truites (61%) puis secondairement des barbeaux fluviatiles (16%) et des chabots (12% ; Figure 7). Les autres espèces (chevesne, blageon, spirilin, et ombre commun) représentent entre 1 et 5% de l'effectif total. 58% des marquages ont été effectués sur des linéaires proches des deux ouvrages ciblés par ce rapport.

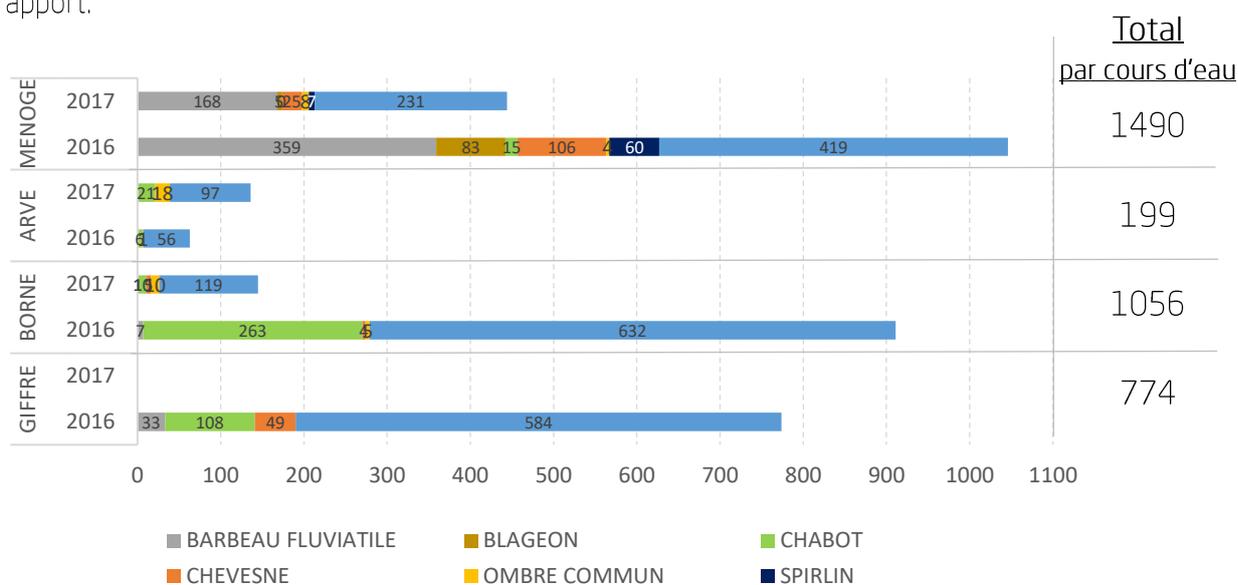


Figure 5 : Effectifs de poissons marqués par espèce répartis par cours d'eau et par année avec le total chiffré par cours d'eau à droite toutes espèces et années confondues

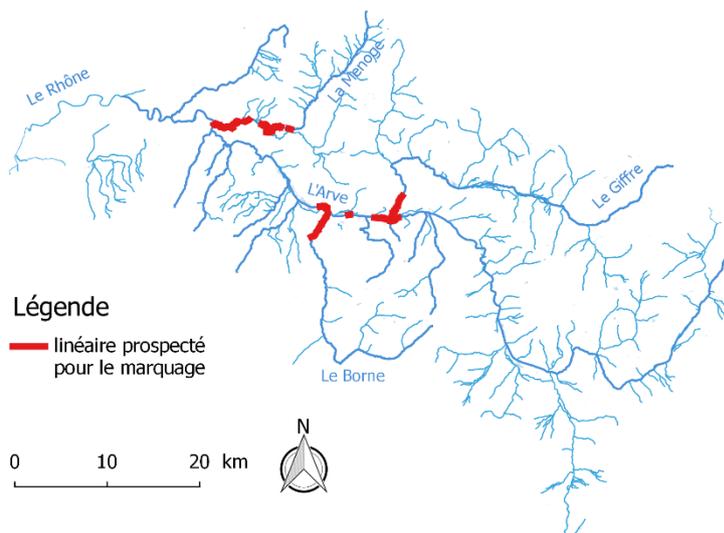


Figure 6 : Localisation des secteurs de cours d'eau prospectés entre 2016 et 2017 pour effectuer les marquages RFID pour les suivis d'ouvrages sur le bassin versant de l'Arve.

<sup>1</sup> 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<sup>ème</sup>, celui du pont de Fillinges sur la Menoge, fera l'objet d'un autre rendu.

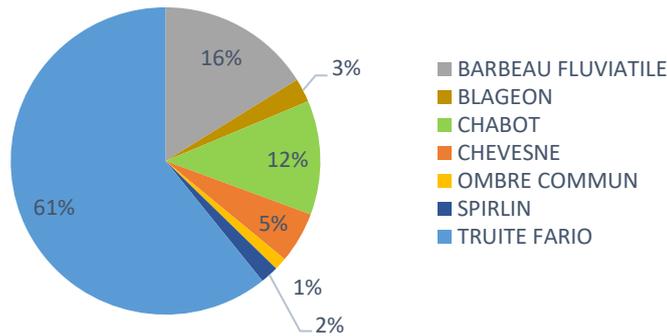


Figure 7: Pourcentages que représente chaque espèce en fonction du nombre d'individus marqués pour l'une par rapport à l'effectif total.

En 2017, 725 individus (toutes espèces confondues) ont été équipés d'un transpondeur. Les campagnes de marquage en sondage se sont déroulées :

- en hiver sur l'Arve, le 31 janvier et 01 février ;
- au printemps, du 18 au 20 avril sur le Borne, la Menoge et le Foron de Fillings, pour cibler l'espèce ombre commun, ainsi au total 36 individus ont été marqués ;
- en été, les 19 et 20 juin, sur le Borne et la Menoge.

La Fédération s'est associée à d'autres structures qui ont effectué des pêches électriques sur le bassin versant de l'Arve pour effectuer des marquages complémentaires. Ces interventions se sont effectuées en collaboration avec l'AFB sur la Menoge le 29 août et le bureau d'études Asconit Consultants sur le Borne le 08 septembre.

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 3.1 permet de définir la part des individus éventuellement non détectés lors des périodes de hautes eaux notamment.

Ainsi sur le Giffre, la majorité des individus (63%) sont marqués avec des tags de 32 mm et 23 mm. Ces deux tailles de tags sont détectées dans 90% du temps sur toute la hauteur de la lame d'eau. 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 à coup sûr par les antennes posées au fond du lit.

On peut donc considérer pour l'année 2017 que 80% des individus marqués ont été détectables sur l'ensemble de la lame d'eau durant 90% du temps et ceci en lien avec les débits du Giffre.

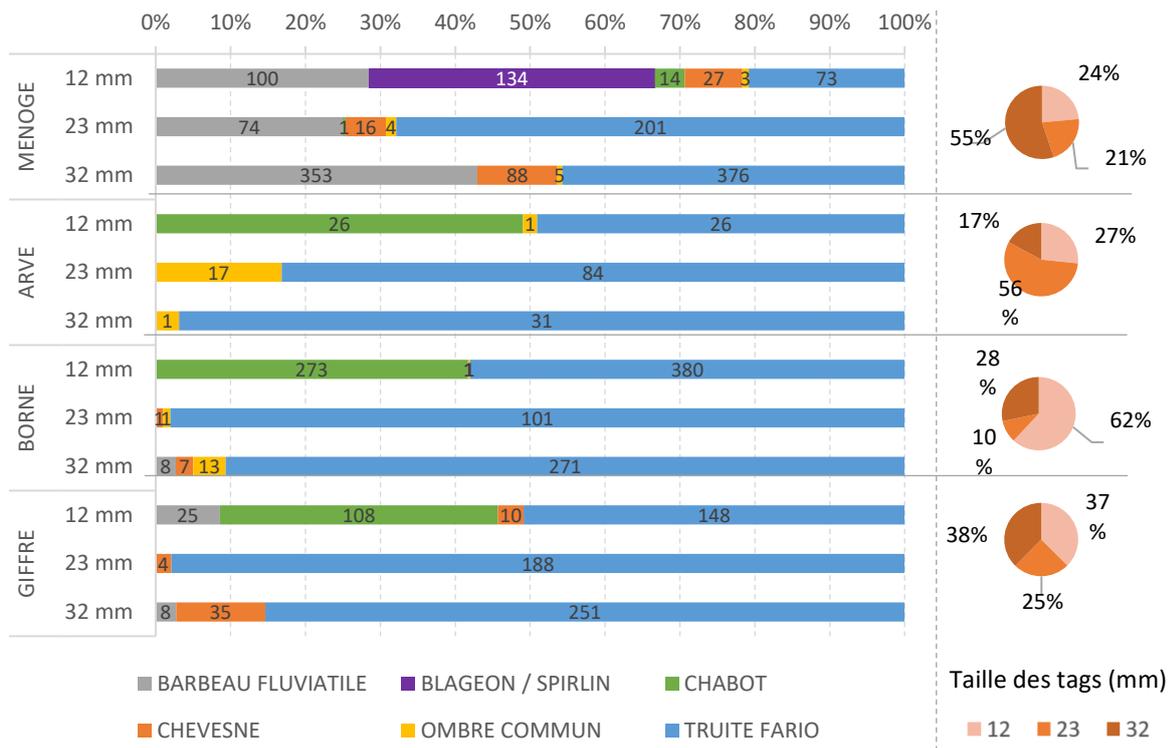


Figure 8 : A gauche, Répartition du nombre d'individus marqués dans le cadre des suivis RFID du bassin versant de l'Arve répartis par cours d'eau, par taille de transpondeur et à droite, par espèce ainsi que la part d'individus marqués par taille de transpondeur, toutes espèces confondues par cours d'eau.

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

## 1 Rappel sur le principe de fonctionnement

L'aménagement différencié rive droite / rive gauche de cet ouvrage a nécessité un équipement plus conséquent en antennes afin de distinguer les voies de passage des poissons transitant par l'ouvrage. Deux antennes sont placées à l'aval et à l'amont de chacune des rampes de l'ouvrage pour connaître le sens de franchissement du poisson et le type de rampe qu'il a emprunté. Ainsi, le dispositif de suivi totalise 4 antennes, reliées à des lecteurs disposés en rive droite. Les antennes rive gauche sont reliées aux lecteurs par des câbles enterrés sous l'ouvrage transversal ou dans les digues.

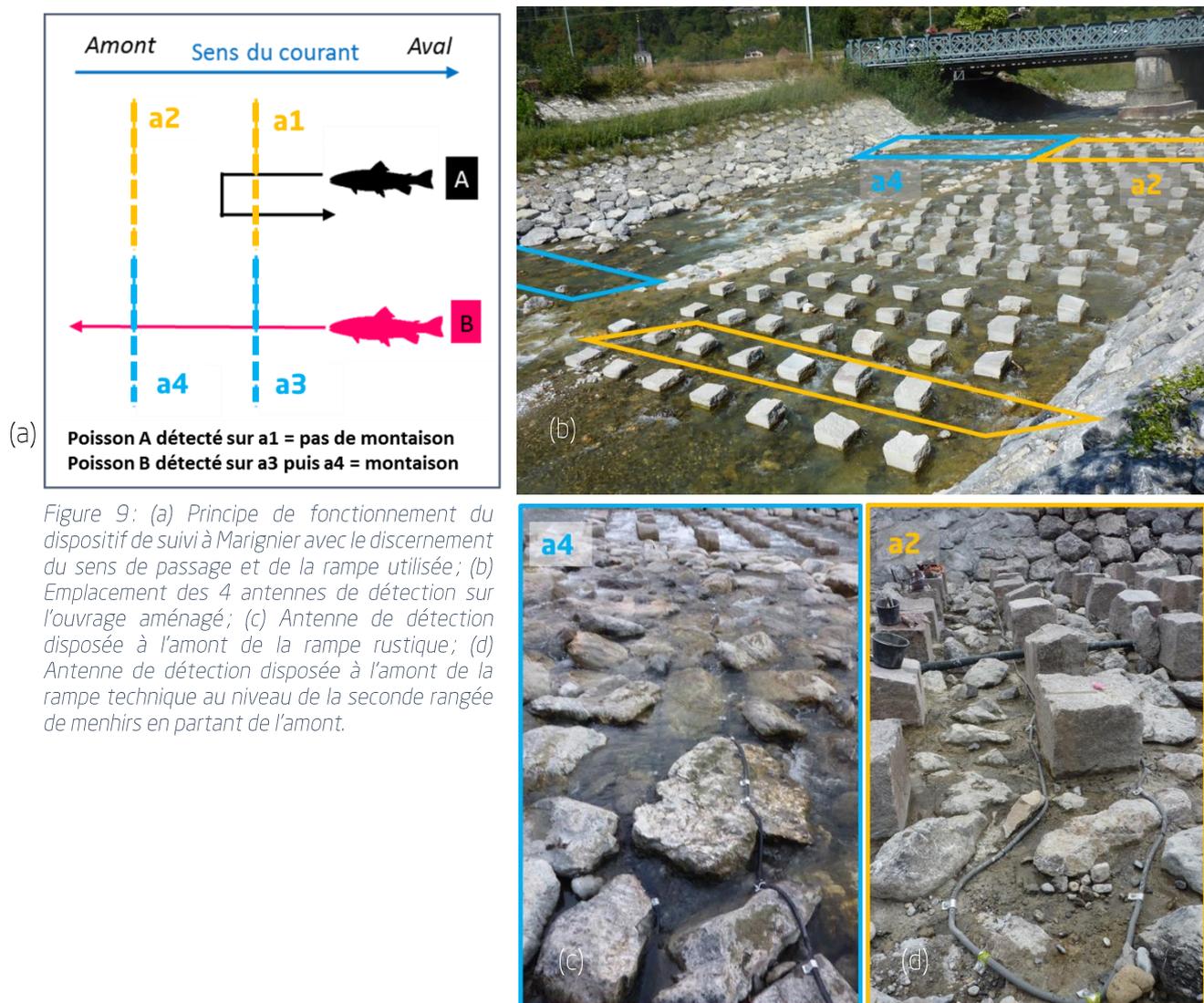


Figure 9: (a) Principe de fonctionnement du dispositif de suivi à Marignier avec le discernement du sens de passage et de la rampe utilisée; (b) Emplacement des 4 antennes de détection sur l'ouvrage aménagé; (c) Antenne de détection disposée à l'amont de la rampe rustique; (d) Antenne de détection disposée à l'amont de la rampe technique au niveau de la seconde rangée de menhirs en partant de l'amont.

## 2 Installation du dispositif (rappel 2016)

Les travaux d'effacement du seuil ont démarré le 20 janvier 2016.

- Les 2 antennes rive gauche ont été installées dans le lit au cours de la première quinzaine d'avril 2016, avant la remise en eau du site après les travaux. Elles ont été raccordées à l'électricité et mise en fonctionnement le 30 mai 2016.
- L'antenne A1 est en fonctionnement continu depuis cette date.
- Une crue intervenue au début du mois de juillet 2016 a occasionné l'arrachage de l'antenne A2 et l'a de fait rendue non fonctionnelle. Sa réparation a été réalisée le 22 août 2016 : il a fallu attendre un débit suffisamment bas pour pouvoir replacer l'antenne qui, à l'origine, avait été posée hors d'eau. L'antenne A2 a donc pu de nouveau fonctionner mais seulement pendant un mois puisqu'elle a été arrachée le 24 septembre par l'entreprise de BTP effectuant le nettoyage à la pelle mécanique de la passe à rugosités. Sa réparation n'a pu être réalisée que le 19 décembre.
- L'antenne A4 (amont rive droite) a pu être mise en place le 28 septembre 2016 lorsque les débits l'ont permis.
- L'antenne A3 n'a pu être installée que le 19 décembre 2016 car le pied de l'ouvrage où elle devait être fixée a été endommagé par les crues de l'été 2016. Aussi, entre le 12 et le 19 décembre l'entreprise de BTP a repris la moitié aval du coursier situé en rive droite. Etant en hautes eaux, les antennes ont pu être posées grâce au batardeau mis en place par l'entreprise pour les travaux de réfection de l'ouvrage.

Au final, durant l'année 2016, les antennes ont toutes été en état de fonctionnement optimal qu'après le 21 décembre. L'antenne A1 (aval rive droite) est celle qui a fonctionné le plus longtemps, puisque mise en route dès la fin des travaux et non détruite par la suite (Figure 10).

L'installation aura nécessité 45 homme-jours de travail, soit presque le double de ce qui avait été initialement prévu, en raison des problèmes rencontrés (cités précédemment).

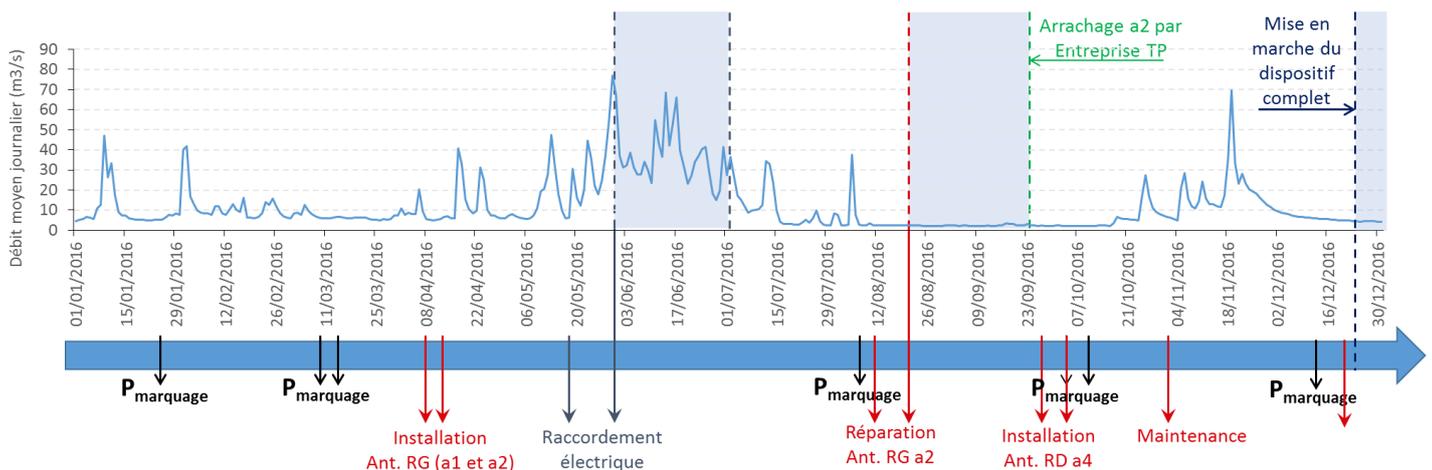


Figure 10: Chronologie et fonctionnement des antennes et débits moyens journaliers sur l'année

## 3 Analyse des données 2017

### 3.1 Fonctionnement du dispositif de détection

#### 3.1.1 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 du seuil du pont SNCF à Marignier était fonctionnel dans son intégralité depuis le 22 décembre 2016. La Figure 11 fait état du fonctionnement de chacune des 4 antennes au cours de l'année 2017 :

- L'antenne A3 n'a pas eu un fonctionnement optimal au cours du premier semestre 2017. Cette dernière était arrêtée du 16 au 23 février 2017 contrairement aux trois autres malgré le nombre de détections journalières inférieur de 48. A cette période, peu de mouvements (1 poisson / jour) sont enregistrés par le reste du dispositif de détection (A1, A2 et A3) (Figure 12). Ce dysfonctionnement est mineur et n'impacte quasiment pas le jeu de données.

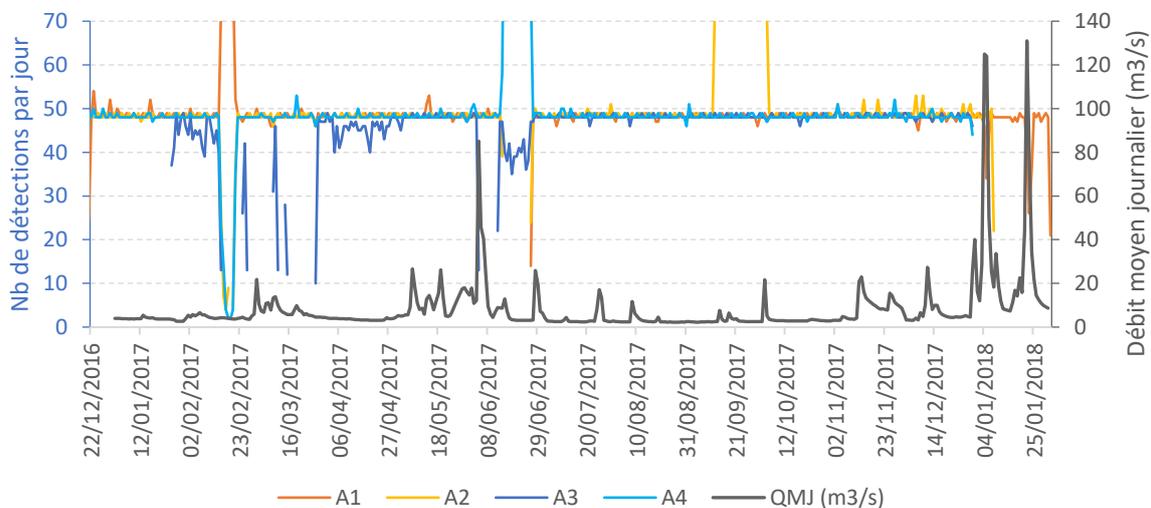
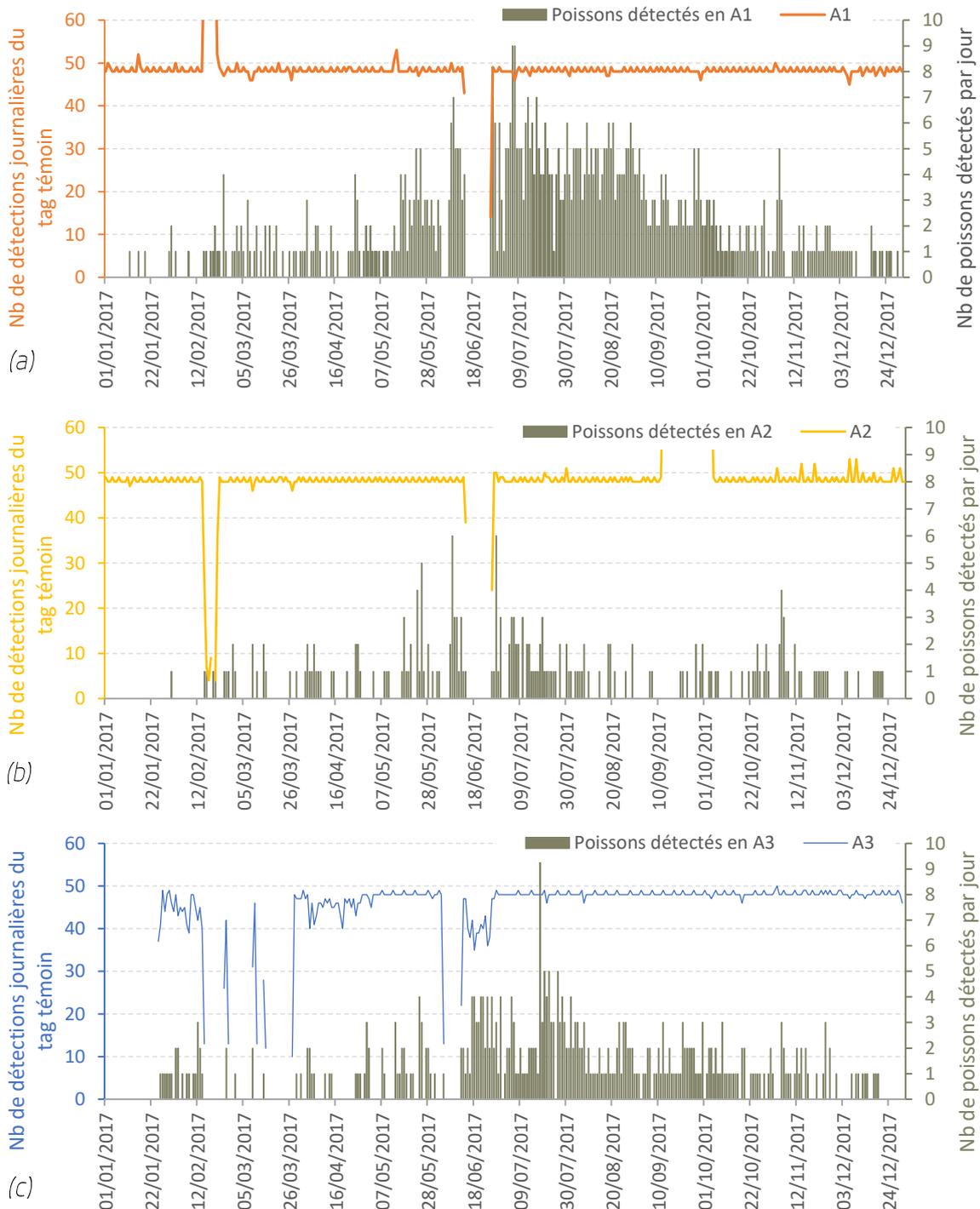


Figure 11 : Nombres de détections journalières des « tags témoins » décrivant le bon fonctionnement de chacune des 4 antennes constituant le dispositif de détection RFID du seuil du pont SNCF de Marignier, couplés au débit moyen journalier du Giffre enregistré à la station hydrologique V0154010 de la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

- L'autre période critique a été le mois de juin 2017. En effet, la crue du 4 juin a déstabilisé et remanié l'aval de la rampe en enrochements rive droite. Le réagencement des blocs a entraîné une modification du tracé de l'antenne A3 impliquant son dérèglement et une moindre détection durant quelques jours avant qu'elle ne soit réglée et ajustée de nouveau.

Les hautes eaux ont rempli les boîtes étanches des « tuners boxes » implantés en pied de digue, notamment celles des antennes A1 et A2. Ces dernières ont été arrêtées durant la période du 15 au 26 juin, juste le temps que le niveau d'eau redevienne bas pour pouvoir intervenir sur les « tuners boxes » et permettre leur séchage ou leur remplacement. Ces 2 antennes ont de nouveau fonctionné à partir du 26 juin 2017.

Ces interruptions du mois de juin ont pu engendrer un peu de perte d'information puisque à cette période entre 1 et 7 poissons sont détectés sur ces antennes. Cependant elles restent moindres puisque la majorité de ces individus ont été détectés avant et après les interruptions (Figure 12) ; les mêmes individus ont séjourné sur l'ouvrage à cette période.



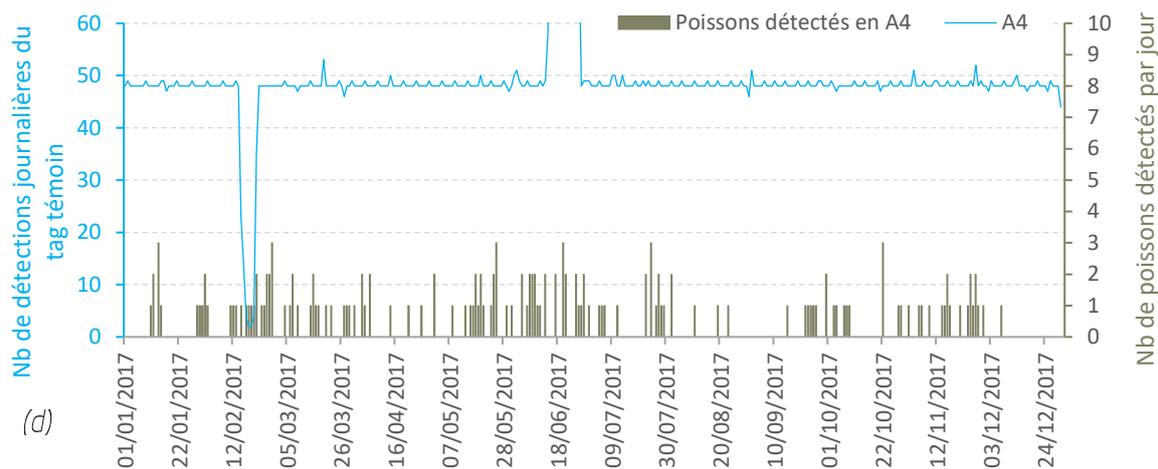


Figure 12: Pour chacune des 4 antennes, nombre de détections journalières du « tag témoin » décrivant le bon fonctionnement de l'antenne couplé au nombre journalier de poissons distincts (toutes espèces confondues) détectés par l'antenne. (a) l'antenne A1 en orange; (b) l'antenne A2 en jaune; (c) l'antenne A3 en bleu foncé; (d) l'antenne A4 en bleu clair.

Même si le dispositif de détection a eu quelques dysfonctionnements au cours de l'année 2017, ceux-ci n'engendrent que très peu de perte d'information sur les mouvements piscicoles et sont considérés comme négligeables. De plus, l'antenne A4, à l'amont côté rampe rive droite, n'a subi aucune panne et a donc enregistré tous les franchissements de l'ouvrage de ce côté du Giffre.

Lors du second semestre 2017, le dispositif a fonctionné convenablement dans son intégralité jusqu'à la crue du 30 décembre. Lors de cet évènement de l'ordre d'une crue biennale, les antennes A3 et A4 ont été emportées en même temps que l'intégralité de la rampe enrochée rive droite (Figure 13 et Figure 14). En effet, ces deux antennes se sont arrêtées de fonctionner au moment du premier pic de crue le 30 décembre à 22h alors que le débit du Giffre à Plan Séraphin<sup>2</sup> s'élevait à environ 100 m<sup>3</sup>/s.

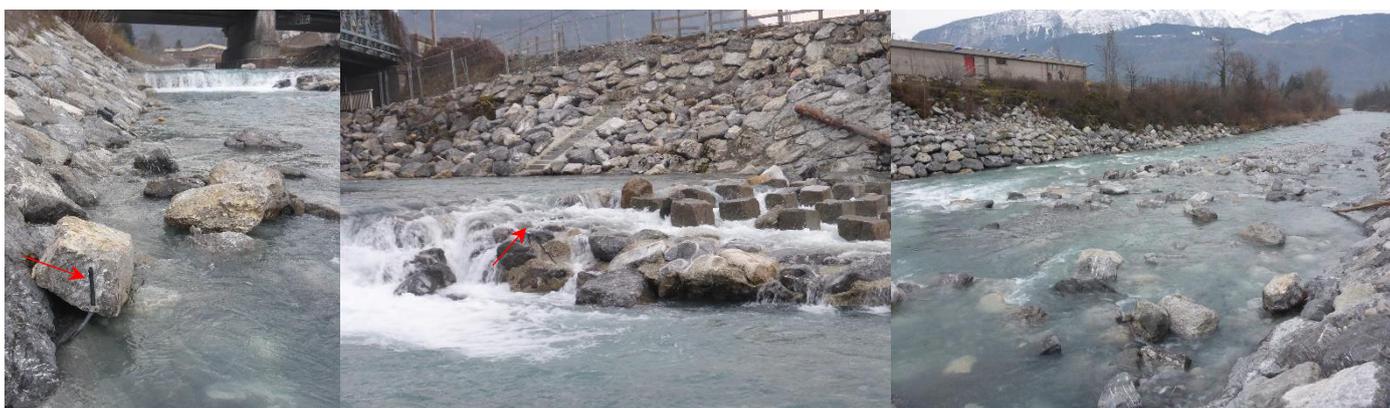


Figure 13: Etat de la rampe enrochée rive droite et des antennes A3 et A4 après les crues de de fin décembre 2017 - début janvier 2018. Les flèches rouges indiquent les fragments d'antennes restants.

<sup>2</sup> Débit enregistré à la station limnimétrique V0154010 de la DREAL implantée à Plan Séraphin, commune Marignier.



Figure 14 : Chronologie de l'état du seuil du pont SNCF de Marignier avant les travaux d'aménagement en 2015, une fois les travaux d'aménagement réalisés (2016–2017) et après les crues de fin décembre 2017 – début janvier 2018.

Depuis le 31 décembre, seules les antennes A1 et A2 restent en place, ce qui permet le suivi de la passe à macrorugosités implantée rive gauche. Les crues de fin décembre – début janvier 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 boxes ».

### 3.1.2 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.

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
A3	à plat, suit la déclinaison des blocs	14	0,6	33	60 à 65	80 à 90
A4	à plat, suit la déclinaison des blocs	14	0,6	13	33 à 35	40 à 45

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 21 fois durant l'année 2017, régulièrement entre les mois d'avril et de décembre, pour couvrir un large panel de valeurs de débit, entre 2,29 m<sup>3</sup>/s et 24,9 m<sup>3</sup>/s, ce qui représente 98% des débits observés en 2017 dans le Giffre (Figure 15).

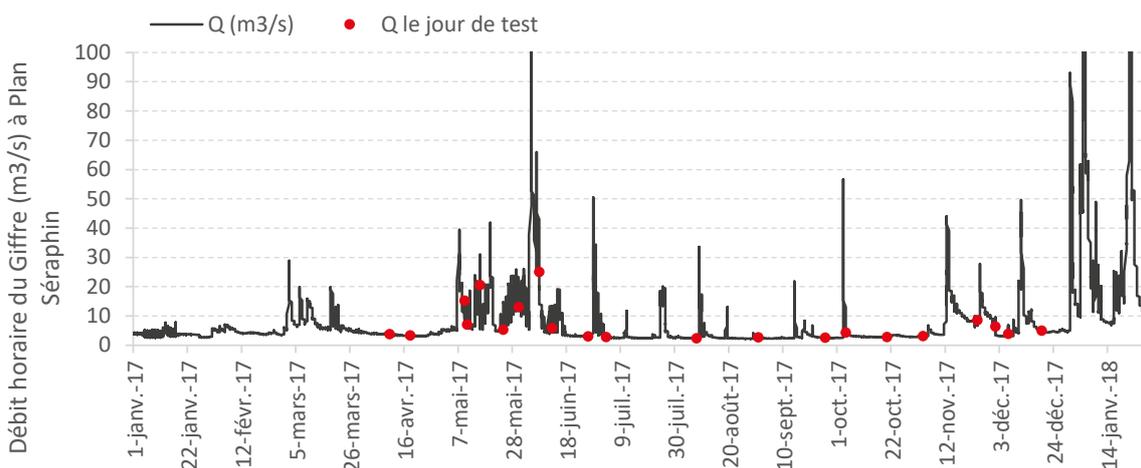


Figure 15 : Débit horaire du Giffre enregistré à la station limnimétrique de la DREAL à Plan Séraphin les jours des tests de détection (points rouges) et sur l'ensemble de l'année 2017.

Les résultats de ces tests de détection de surface montrent qu'au-dessus de 12 m<sup>3</sup>/s, la capacité de détection sur la partie supérieure de la lame d'eau est limitante (Tableau 2 et Figure 16). Cela signifie qu'en 2017, le dispositif de détection a été efficace sur 90% des débits observés dans le Giffre (sans tenir compte des quelques dysfonctionnements techniques évoqués précédemment).

Tableau 2 : Valeurs maximales des débits instantanés en 2017 liées aux détections des 3 tailles de transpondeurs lors des tests de détection de surface.

Antenne \ Taille de tag	A1	A2	A3	A4
12 mm	NA	4,87	7,72	12,1
23 mm	NA	20,5	12,1	22,9
32 mm	12,1	20,5	12,1	22,9

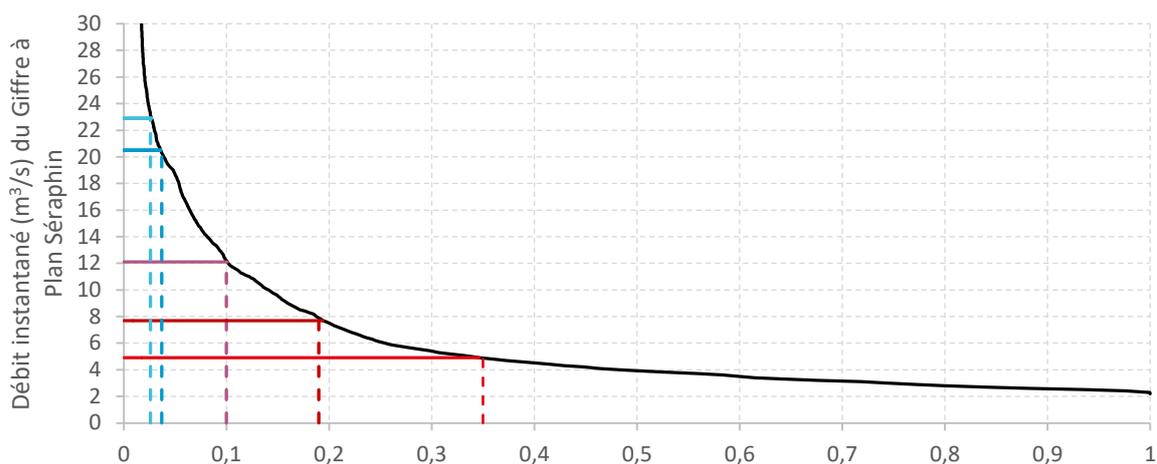


Figure 16 : Courbe des débits instantanés classés pour l'année 2017 et identification des valeurs de débit du Tableau 2 reliées au pourcentage de temps où ces dernières sont atteintes ou dépassées.

Il est à noter que l'antenne A1 (aval, côté passe à macrorugosités) n'a pas ou peu détecté en surface les transpondeurs de 12 mm et de 23 mm contrairement aux 3 autres antennes. En effet, cette antenne est largement recouverte de matériaux, ce qui limite la distance de détection de l'antenne dans la lame d'eau. Ce résultat négatif pour l'antenne A1 et ces deux tailles de tags en surface ne signifie pas pour autant que celle-ci est inopérante pour ces tailles de tags. En effet, les individus se déplacent généralement dans la lame d'eau plutôt qu'en surface et les petits individus vont avoir tendance à évoluer à proximité du fond du cours d'eau. Les données de détection de poissons appuient cela, puisque des détections de truite, de barbeau et de chevesne sont observées sur cette antenne pour les deux tailles de transpondeurs (Tableau 3).

Tableau 3 : Période et débits associés des détections au cours de l'année 2017 sur l'antenne A1 des individus marqués avec des transpondeurs de 12 mm et 23 mm.

Taille de tag	Espèces détectées en 2017 en A1	Nb de détections (*)	Nb d'individus concernés (*)	Période de détection	Gamme de débits concernés
12 mm	Truite fario	88	18	mai à novembre	2,22 à 47,6 m <sup>3</sup> /s
23 mm	Barbeau fluviatile Chevesne				
		18 662	42	février à décembre	2,39 à 23,4 m <sup>3</sup> /s

(\*) toutes espèces confondues

## 3.2 Détections et franchissements des poissons

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

En 2017, comme en 2016, plus d'une centaine de poissons ont été détectés au dispositif RFID de Marignier (Tableau 4). Au total, 118 poissons ont été détectés chaque année : poissons détectés uniquement une année (N = 88) plus les poissons détectés les deux années (N = 30).

L'espèce piscicole majoritairement détectée est la truite fario qui représente 84% des individus détectés depuis le début du suivi et 82% pour l'année 2017. Parmi elles, 27 individus (soit 23 % des truites de 2017, toutes marqués dans le Giffre), ont été contactés les deux années de suite. Par rapport à 2016, davantage d'individus de truite sont issus des autres cours d'eau du bassin versant. Ce constat est à mettre en lien avec l'effort de marquage de 2017 qui s'est concentré sur les autres cours d'eau que sur le Giffre.

Les deux espèces de cyprinidés, le barbeau fluviatile et le chevesne, ont été davantage détectées en 2017 qu'en 2016. Il est à noter que deux barbeaux issus d'autres cours d'eau ont été contactés sur le dispositif du Giffre : l'un issu du Borne et l'autre du Foron de Fillinges. Ils ont respectivement parcouru 11.4 km et 38.8 km jusqu'au dispositif de Marignier (Figure 17). Le premier a franchi le seuil en enrochements de Vougy tandis que le second a réussi à franchir les 6 seuils en enrochements sur le cours principal de l'Arve ainsi que la passe à poissons d'Arthaz-Pont-Notre-Dame. Cette dernière est actuellement entretenue de ma manière hebdomadaire par une entreprise missionnée par EDF.

L'espèce chabot n'est représentée que par un seul individu en 2017, conséquence directe de l'absence d'opérations de marquage sur le Giffre en 2017. Cette espèce est connue pour parcourir de faibles déplacements annuels. Cet individu a parcouru 0.4 km en 280 jours.

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 et aucun individu n'a été détecté au niveau du dispositif RFID de Marignier alors que quelques individus ont été marqués sur des secteurs de l'Arve et du Borne considérés comme « proches ».

Tableau 4 : Décompte par espèce des individus détectés au niveau du dispositif RFID du seuil du pont SNCF à Marignier pour les années 2016 et 2017

Espèce	Rivière d'origine	Effectifs			Pourcentage		total 2016-2017	total par espèce	total par espèce (%)
		2016	2016 et 2017	2017	2016 (%)	2017 (%)			
BARBEAU FLUVIATILE	FORON DE FILLINGES	0	0	1	0%	1%	1	11	5%
	BORNE	0	0	1	0%	1%	1		
	GIFFRE	0	3	6	3%	8%	9		
CHABOT	GIFFRE	7	0	1	6%	1%	8	8	4%
CHEVESNE	GIFFRE	5	0	9	4%	8%	14	14	7%
TRUITE FARIO	MENOGE	0	0	1	0%	1%	1	172	84%
	ARVE	2	0	8	2%	7%	10		
	BORNE	3	0	9	3%	8%	12		
	GIFFRE	71	27	52	83%	67%	149		
Total		88	30	88	100%	100%	205	205	100%

Au total, 180 individus détectés sont originaires du Giffre, soit 88% de l'effectif détecté au dispositif de Marignier. Les poissons issus du Borne et de l'Arve représentent respectivement 6% (13 individus) et 5% (10 individus) de l'effectif détecté.

Sur l'ensemble des espèces, 23% des individus marqués dans le Giffre ont été détectés au niveau du dispositif de détection du seuil de Marignier (Tableau 5). Les marquages dans le Giffre ayant été effectués uniquement à l'aval de l'ouvrage, les individus ayant parcourus la plus longue distance dans le Giffre sont issus de la confluence, soit 2.6 km (Figure 17). Au regard de chaque espèce, les individus des espèces dites « mobiles » du Giffre (truite fario, et cyprinidés) ont un « taux de retour » compris entre 26% et 29%. Les chabots quant à eux se sont moins déplacés puisque seulement 7% de l'effectif marqué dans le Giffre a été détecté au niveau du dispositif RFID de Marignier. Ceux qui se sont le plus déplacés ont parcourus 375 m.

Tableau 5: Effectif de poissons marqués en 2016 et détectés entre 2016 et 2017 par espèce originaires du Giffre et pourcentage de poissons détectés par rapport à l'effectif marqué.

Rivière d'origine	Espèce	marqués	détectés	% de détectés par rapport aux marqués
Giffre	BARBEAU FLUVIATILE	33	9	27%
	CHABOT	108	8	7%
	CHEVESNE	49	14	29%
	TRUITE FARIO	584	149	26%
	TOTAL	774	180	23%

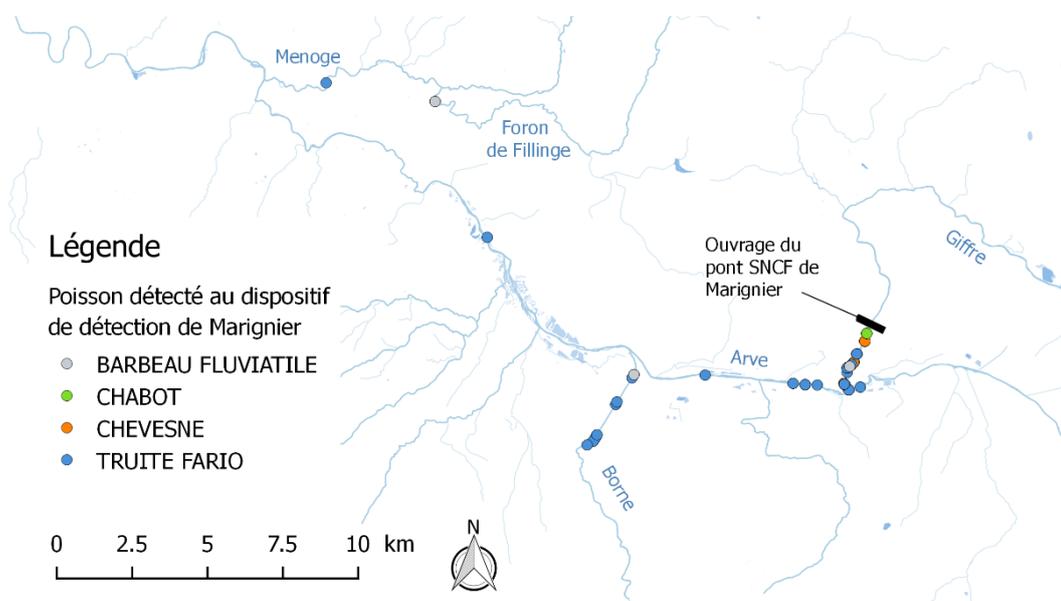


Figure 17: Localisation des points de marquage des poissons détectés au niveau du dispositif RFID de l'ouvrage du pont SNCF de Marignier.

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 par rapport à l'effectif marqué diminue à 10%. Ce constat avait déjà été observé à l'issue du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône.

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

Les cyprinidés détectés au niveau de l'ouvrage de Marignier sont majoritairement des géniteurs. En effet, tous les barbeaux marqués dans le Giffre aval et supérieur à 550 mm, sont remontés au niveau de l'ouvrage (Figure 18). Il est à noter que très peu de barbeaux fluviatiles de la gamme 120-550 mm ont été contactés dans le Giffre aval (seuls 2 individus). Concernant les petits individus marqués de barbeau, seuls 12% se sont déplacés.

Pour le chevesne, cette tendance est moins marquée puisque 27% des petits individus marqués (80-130 mm) ont été contactés au niveau du dispositif de détection et 33% des grands individus marqués (290-500mm) (Figure 18).

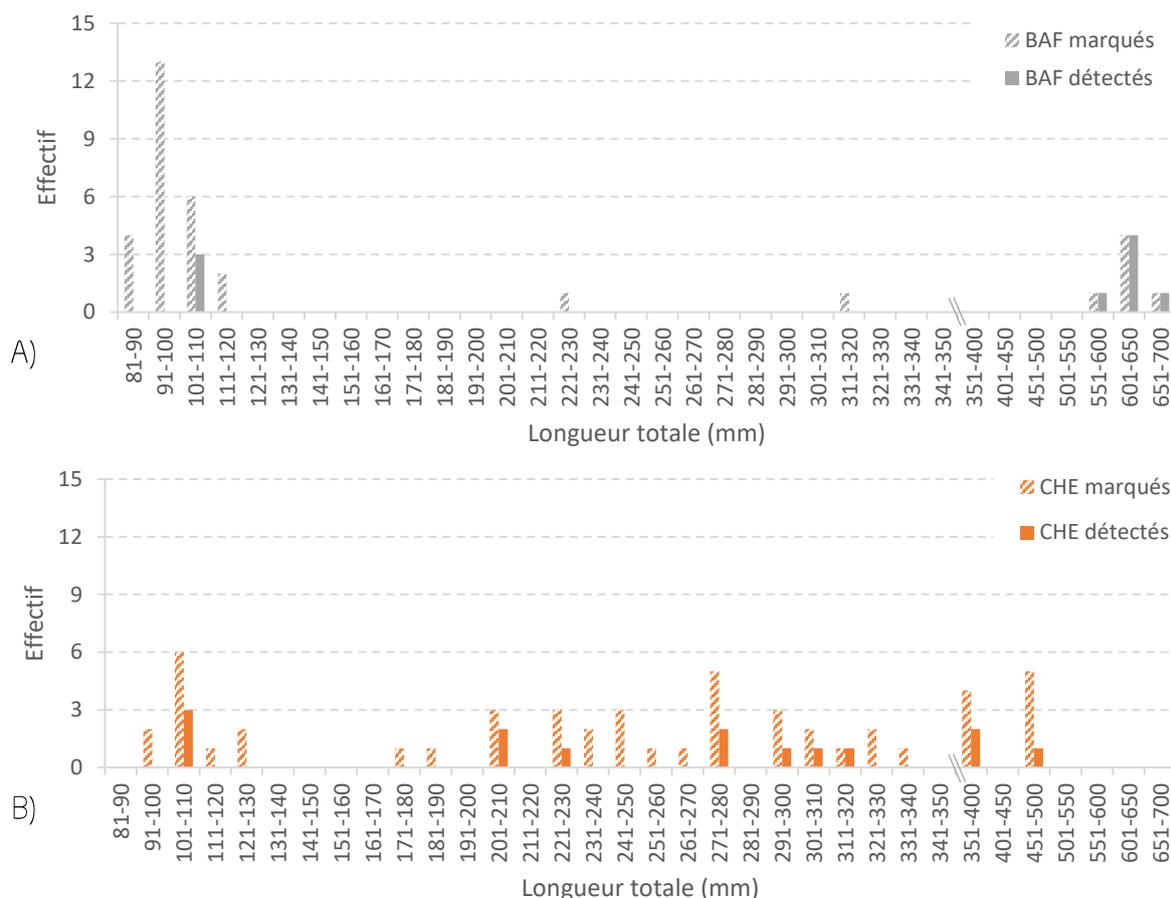


Figure 18: Histogramme de taille des cyprinidés marqués dans le Giffre mis en relation avec ceux détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier. A) les barbeaux fluviatiles ; B) les chevesnes.

Concernant l'espèce chabot, les individus marqués dans le Giffre mesuraient entre 85 mm et 141 mm au moment de l'échantillonnage en 2016 (Figure 19). La gamme centimétrique la plus représentée dans l'effectif marqué est celle des 110-120 mm. Les individus « mobiles » et détectés au niveau de la passe à poissons de Marignier sont représentatifs en gamme de taille de l'effectif marqué. 7% des chabots marqués ont été détectés au niveau du dispositif de Marignier.

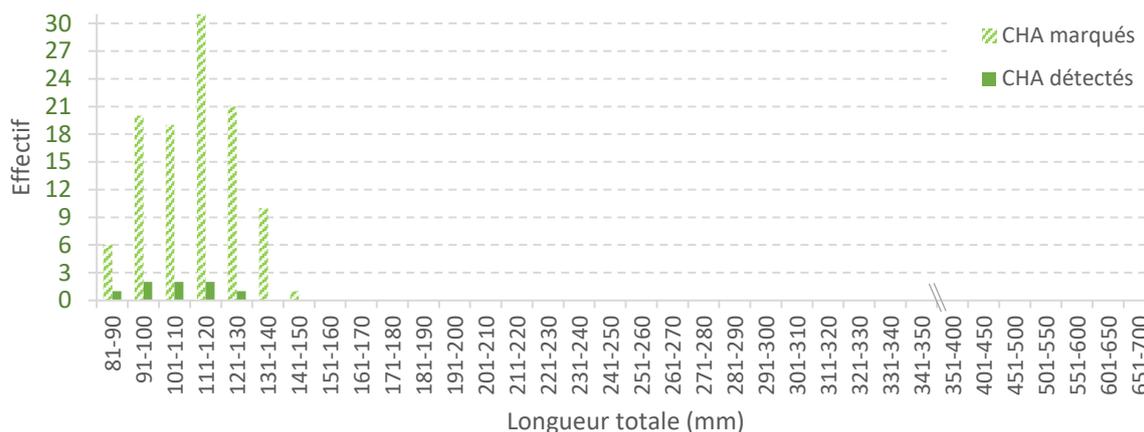


Figure 19: Histogramme de taille des chabots marqués dans le Giffre mis en relation avec ceux détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier.

Les individus de truites fario détectés au niveau de l'ouvrage de Marignier sont en majorité des potentiels géniteurs. En effet, 30% des individus marqués de la gamme de taille 180-500 mm ont été détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier (Figure 20). Une part non négligeable de « jeunes » individus (18 %) se déplace dans le Giffre aval et a été détectée au niveau du dispositif de Marignier.

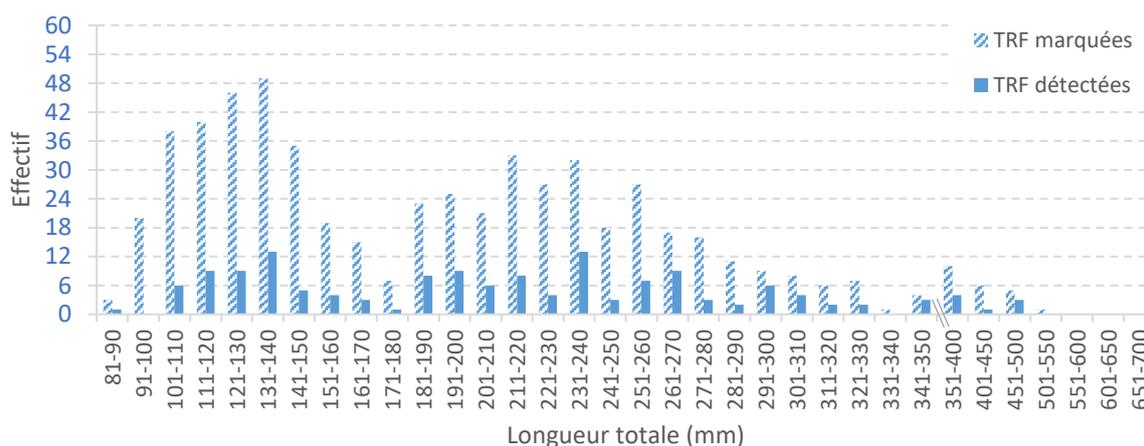


Figure 20: Histogramme de taille des truites fario marqués dans le Giffre mis en relation avec ceux détectés au niveau du dispositif de l'ouvrage de Marignier.

Les individus issus des autres cours d'eau (Borne, Arve, Menoge et Foron de Fillinges) sont des potentiels géniteurs.

Parmi les individus de truite détectés, 2 ont été capturés à la canne après avoir franchi l'ouvrage aménagé du pont SNCF de Marignier. Les informations fournies par les pêcheurs permettent d'avoir des informations complémentaires au simple franchissement de l'ouvrage, en particulier sur les aires de vie de ces individus. Ainsi par exemple, un de ces individus, marqué dans l'Arve en février 2014 lors du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône, a vécu entre 2014 et 2017 entre l'Arve et le Giffre sur un linéaire minimal de 18.7 km (Figure 20). Il a franchi à la montaison et à la dévalaison les 4 seuils en enrochements sur le cours principal de l'Arve qui séparent son point de marquage de la confluence du Giffre.

Quatre autres individus de truite ont été capturés à la canne sans être détectés au dispositif de suivi :

- Deux en amont de l'ouvrage, au niveau du lieu-dit « Plan Séraphin » au niveau de l'école du Giffre, parcourant ainsi un linéaire d'environ 6,8 km (Figure 20, TRF T435). Ces individus ont dû franchir l'ouvrage de Marignier lors d'une période de non fonctionnement des antennes de détection, a priori lors de l'hiver 2016 (avant la finalisation du dispositif complet) puisqu'ils ont été pêchés au cours de l'été 2017.
- Et deux en aval du système de détection entre la confluence et les terrains de tennis de Marignier.

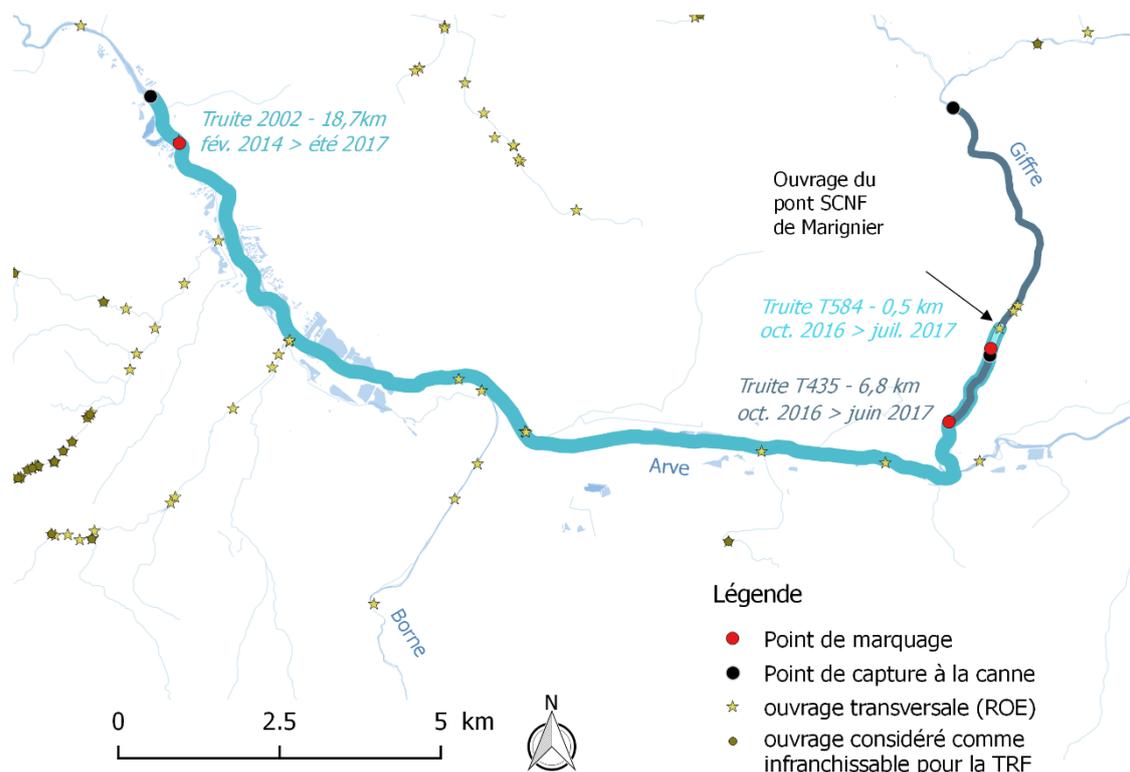


Figure 21 : Aire de vie minimale de 3 individus de truite fario définie à partir des informations de marquage, de détection au niveau du dispositif RFID de l'ouvrage de Marignier et des données de capture fournies par les pêcheurs.

### 3.2.3 Franchissement des individus détectés au niveau de l'ouvrage de Marignier

Parmi les 205 individus détectés au niveau du dispositif RFID de Marignier, 67% ont franchi l'ouvrage, soit 137 individus, toutes espèces confondues (Tableau 6).

Cette proportion de deux tiers d'individus ayant franchi l'ouvrage se retrouve globalement au sein de l'espèce truite fario et ce, quel que soit le stade des individus (juvéniles ou géniteurs). Cette espèce utilise les deux types d'aménagement, passe à macrorugosités rive gauche et rampe en enrochements rive droite, parfois même de manière combinée, pour accéder à l'amont (Figure 22). Une légère préférence pour la passe rive gauche est à noter ; en effet 39% des franchissements de truite fario ont eu lieu de ce côté entre 2016 et 2017.

Pour les autres espèces, la tendance diffère. En effet alors que tous les individus de barbeau fluviatile ont franchi l'ouvrage, préférentiellement via la passe, aucun des individus de chabot détectés n'a réussi à franchir l'aménagement. Pour le chevesne, seul un tiers des géniteurs détectés s'est aventuré en amont de l'ouvrage de Marignier. Les 3 individus juvéniles détectés par le dispositif RFID sont quant à eux restés au pied.

Tableau 6 : Tableau des effectifs d'individus par espèce ayant ou n'ayant pas franchi l'ouvrage du pont SNCF de Marignier 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	Nombre de franchissements par type (un individu a pu franchir l'ouvrage à plusieurs reprises)					Total par espèce
						inconnu	passe	rampe	mixte	Total	
BARBEAU FLUVIATILE	juvéniles	105	107	0	2		2	1		3	32
	géniteurs	490	655	0	9		28	1		29	
CHABOT	tous	85	121	8	0						
CHEVESNE	juvéniles	103	104	3	0						8
	géniteurs	204	464	7	4		6	1	1	8	
TRUITE FARIO	juvéniles	88	149	11	40	11	23	20	8	62	233
	géniteurs	153	496	39	82	8	68	58	37	171	
<b>Total</b>				<b>68</b>	<b>137</b>	<b>19</b>	<b>127</b>	<b>81</b>	<b>46</b>	<b>273</b>	

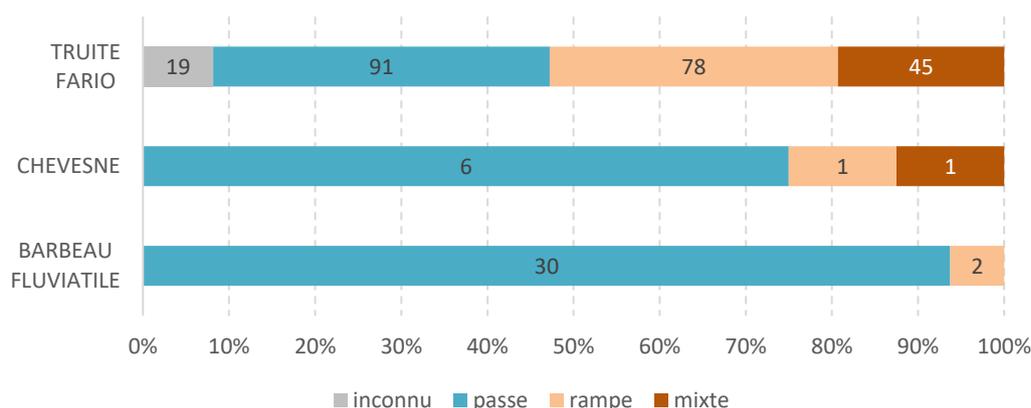


Figure 22 : Nombre et pourcentage de franchissements par espèce en fonction du type d'aménagement utilisé pour la montaison.

Il a été observé qu'un certain nombre d'individus vivait temporairement dans l'ouvrage pouvant effectuer plusieurs allers-retours via la passe ou la rampe. De tels comportements ont déjà été mis en évidence dans d'autres types d'aménagements, comme par exemple dans la passe à poissons de Verbois (qui est une passe à bassins) sur le Rhône (CHASSERIEAU *et al.*, 2015).

Les géniteurs de barbeaux fluviatiles sont pour la plupart passés plusieurs fois dans l'ouvrage en particulier via la passe à macrorugosités (Figure 23). Concernant les individus de truites, la plupart (76%) n'a transité qu'une seule fois via l'ouvrage, du moins durant la période de fonctionnement des antennes de détection. Les individus de truite ayant franchi plusieurs fois l'ouvrage sont pour 72 % des géniteurs (taille moyenne de 249 mm ±58). Ils ont emprunté les deux types de rampes avec une légère préférence pour la passe.

Parmi les 4 individus de chevesne ayant franchi l'ouvrage, un seul ne l'a franchi qu'une seule fois et par la passe. Les autres ont testé les deux types d'aménagement.

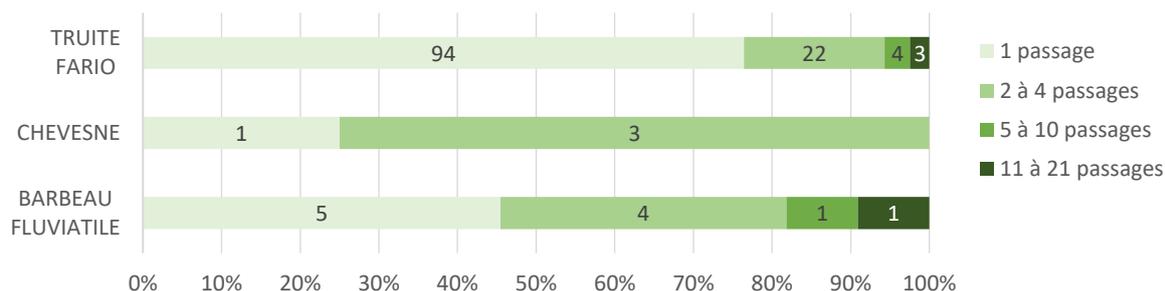


Figure 23 : Nombre de franchissements de l'ouvrage de Marignier effectués par un individu d'une espèce au cours de la période 2016-2017.

La période de franchissement diffère d'une espèce à l'autre. Les cyprinidés ont tendance à franchir l'ouvrage de Marignier majoritairement entre le mois de mai et le mois d'août tandis que les individus de truite fario franchissent tout au long de l'année et ce, par l'un ou l'autre des types de rampe (à macrorugosités ou en enrochement ; Figure 24). Deux pics sont tout de même à noter pour cette dernière espèce : le premier pic en période estivale (17 individus ont franchi au mois de juin et 10 au mois de juillet) et le second pic au mois de novembre (20 individus), en lien avec la période de reproduction.

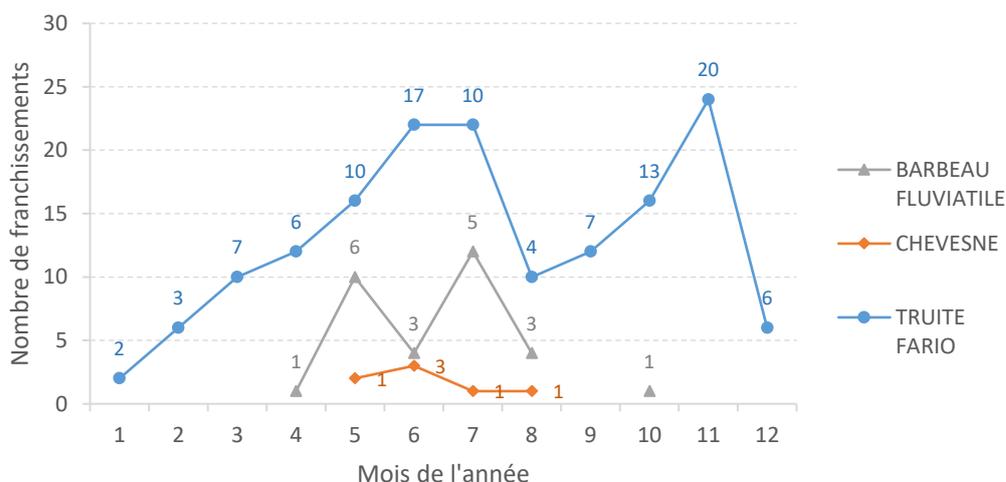


Figure 24 : Nombre mensuel de franchissements par espèce pour la période de suivi 2016-2017. Le numéro à côté des points équivaut au nombre d'individus concernés par le nombre de franchissements de l'ouvrage.

Ces périodes de franchissement sont à mettre en lien avec les périodes où les espèces se présentent au pied de l'ouvrage (Figure 25). On remarque que les barbeaux ne se présentent pas devant l'ouvrage en dehors de période printanière-estivale (entre mai et août) : ceux-là ne se présentent qu'à la période où ils franchissent l'ouvrage. Par contre, les chevesnes sont présents au pied de l'ouvrage en plus de la période estivale, entre les mois d'octobre et de décembre sans pour autant qu'ils aient effectué de franchissement à cette période.

Pour les truites, la courbe illustrant leur présence au pied de l'ouvrage (Figure 25) n'a pas la même allure que celle des franchissements mensuels présentée à la Figure 24. En effet, le nombre de

présences en pied d'ouvrage culmine entre juillet et août (environ 300 présentations d'individus au pied de l'ouvrage par mois) mais ne concerne que 24 et 13 individus respectivement. Ces individus ont élu domicile au niveau de l'ouvrage durant la période estivale et vont et viennent entre l'amont et l'aval. Aux mois d'octobre-novembre, un nombre plus important d'individus se présente devant l'ouvrage, soit respectivement 66 et 60 individus, et après quelques présentations en pied d'ouvrage (soit un total de 181 et 148 présentations en pied d'ouvrage pour les mois d'octobre et novembre), finit par franchir l'ouvrage et accéder à d'éventuelles zones de fraie à l'amont.

Les quelques individus de chabot identifiés au niveau de l'ouvrage se sont présentés aux mois de juin et juillet pour la plupart. Deux individus ont également été détectés au mois d'octobre.

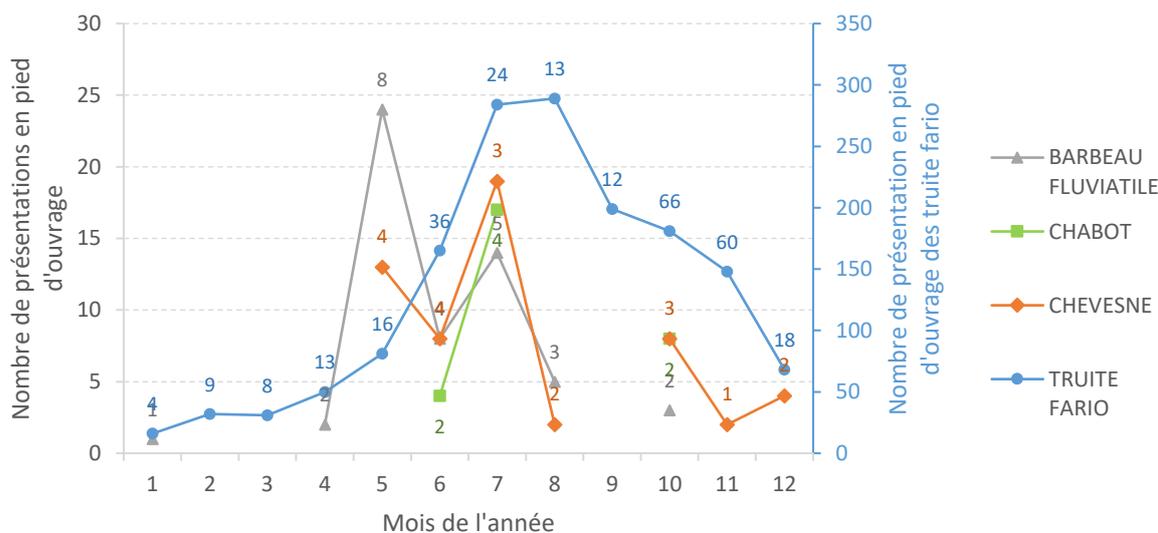


Figure 25 : Nombre mensuel de présentations d'individus par espèce au pied de l'ouvrage de Marignier. Le numéro à côté des points équivaut au nombre d'individus concernés par le nombre de présentations en pied d'ouvrage.

D'un point de vue de la dynamique de montaison, les cyprinidés les plus rapides franchissent l'ouvrage en une petite quinzaine de minutes tandis que les plus lents le franchissent en plusieurs jours (Tableau 7). Ce n'est pas une réelle difficulté de passage que traduit cette longue durée mais plutôt une stagnation de l'individu dans l'ouvrage en période estivale.

Ce sont les individus de truite fario qui détiennent le record de vitesse de montaison, soit entre 4 min 15 s et 7 min 55s, suivant si le passage s'est fait via la rampe ou la passe. Les truites les plus lentes effectuent la montaison en quelques jours : de 1,78 à 3,94 jours suivant le type d'aménagement.

A titre indicatif, les moyennes sont données dans le Tableau 7 par espèce, par voie de passage et par fourchette de temps de franchissement.

Tableau 7 : Temps de franchissement les plus rapides, les plus lents et moyens par gamme de durée observés pour chacune des espèces durant la période de suivi 2016-2017.

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	passe	13,0	93091,5	64,6	27,2 (±6,7 ; n= 20)	170,4 (± 14,4 ; n=3)	39118,1 (± 28858,9 ; n= 5)
	rampe	26,9	59,0	0,0	44,2 (± 13 ; n= 4)	NA	NA
CHEVESNE	passe	15,5	127,8	0,1	20,3 (± 4,8 ; n= 2)	101,9 (± 17,3 ; n=3)	NA
TRUITE FARIO	passe	7,9	5548,7	3,9	29,8 (± 11,9 ; n= 41)	194,6 (± 136,7 ; n= 31)	2413,8 (± 1169,8 ; n= 11)
	rampe	4,3	5678,2	3,9	23,2 (± 14,5 ; n= 26)	283,5 (± 120,3 ; n= 15)	2536,1 (± 1100,9 ; n= 7)
	mixte	7,5	2563,8	1,8	37,2 (± 13,8 ; n= 9)	315,7 (± 179 ; n= 14)	1834,2 (± 703,4 ; n= 4)

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 enfin la taille des individus mais aucune corrélation significative ne se dessine quelle que soit l'espèce ou la famille piscicole considérée ( $R^2$  de Spearman < 0,1) (Figure 26). En plus de la Figure 26, les graphiques de ces analyses sont présentés en Annexe 1.

Résultats Corrélation - TRUITES

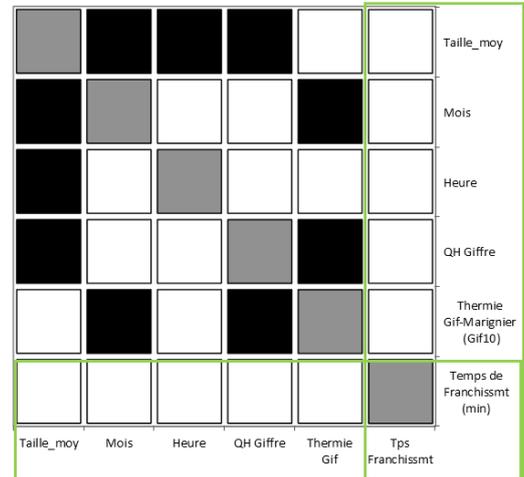
p-values (Spearman) :

Variables	Taille_moy	Mois	Heure	QH Giffre	Thermie Gif-Marignier (Gif10)	Temps de Franchissmt (min)
Taille_moy	<b>0</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,046</b>	0,371	0,942
Mois	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0</b>	0,292	0,316	<b>0,020</b>	0,236
Heure	<b>0,000</b>	0,292	<b>0</b>	0,828	0,559	0,097
QH Giffre	<b>0,046</b>	0,316	0,828	<b>0</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	0,779
Thermie Gif	0,371	<b>0,020</b>	0,559	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0</b>	0,078
Tps Franchissmt	0,942	0,236	0,097	0,779	0,078	<b>0</b>

Coefficients de détermination (Spearman) :

Variables	Taille_moy	Mois	Heure	QH Giffre	Thermie Gif-Marignier (Gif10)	Temps de Franchissmt (min)
Taille_moy	<b>1</b>	0,099	0,089	0,025	0,005	0,000
Mois	0,099	<b>1</b>	0,007	0,006	0,034	0,009
Heure	0,089	0,007	<b>1</b>	0,000	0,002	0,018
QH Giffre	0,025	0,006	0,000	<b>1</b>	0,214	0,001
Thermie Gif	0,005	0,034	0,002	0,214	<b>1</b>	0,020
Tps Franchissmt	0,000	0,009	0,018	0,001	0,020	<b>1</b>

Cartes des corrélations :



Résultats Corrélation - CYPRINIDES

p-values (Spearman) :

Variables	Taille_moy	Mois	Heure	QH Giffre	Thermie Gif-Marignier (Gif10)	Temps de Franchissmt (min)
Taille_moy	<b>0</b>	0,190	0,799	0,609	0,346	0,071
Mois	0,190	<b>0</b>	0,089	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,003</b>	0,942
Heure	0,799	0,089	<b>0</b>	0,197	<b>0,011</b>	0,766
QH Giffre	0,609	<b>&lt; 0,0001</b>	0,197	<b>0</b>	0,068	0,936
Thermie Gif	0,346	<b>0,003</b>	<b>0,011</b>	0,068	<b>0</b>	0,737
Tps Franchissmt	0,071	0,942	0,766	0,936	0,737	<b>0</b>

Coefficients de détermination (Spearman) :

Variables	Taille_moy	Mois	Heure	QH Giffre	Thermie Gif-Marignier (Gif10)	Temps de Franchissmt (min)
Taille_moy	<b>1</b>	0,046	0,002	0,007	0,024	0,086
Mois	0,046	<b>1</b>	0,076	0,556	0,224	0,000
Heure	0,002	0,076	<b>1</b>	0,044	0,164	0,002
QH Giffre	0,007	0,556	0,044	<b>1</b>	0,087	0,000
Thermie Gif	0,024	0,224	0,164	0,087	<b>1</b>	0,003
Tps Franchissmt	0,086	0,000	0,002	0,000	0,003	<b>1</b>

Cartes des corrélations :

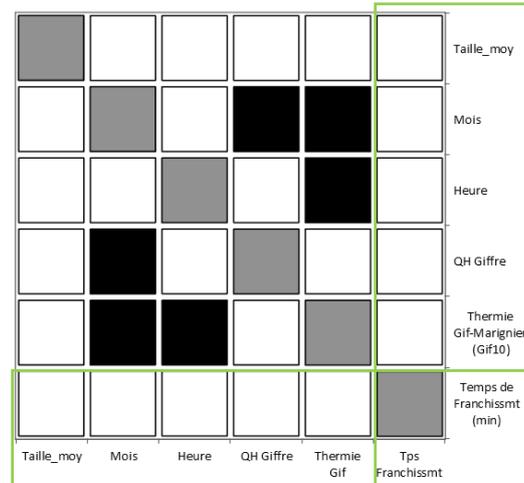


Figure 26 : Résultats des tests de corrélation de Spearman pour les Truites fario et les Cyprinidés rassemblés. A gauche, les tableaux avec les p-values et les coefficients de corrélation. Les valeurs en gras sont significatives. A droite, la carte des corrélations qui traduisent les tableaux de gauche. Les cases noires indiquent les corrélations significatives. En vert, les informations concernant les relations du temps de franchissement avec les autres variables testées.

Les corrélations significatives concernant la taille des truites sur la Figure 26, et illustrées par les graphiques à la Figure 27, indiquent que :

- 1) les très grands individus de truite ont tendance à franchir l'ouvrage de Marignier au cours du premier semestre,
- 2) les grands individus le franchissent préférentiellement en soirée,
- 3) tandis que les individus de petite taille semblent préférer des débits élevés pour le franchir.

Graphiques concernant les TRUITES

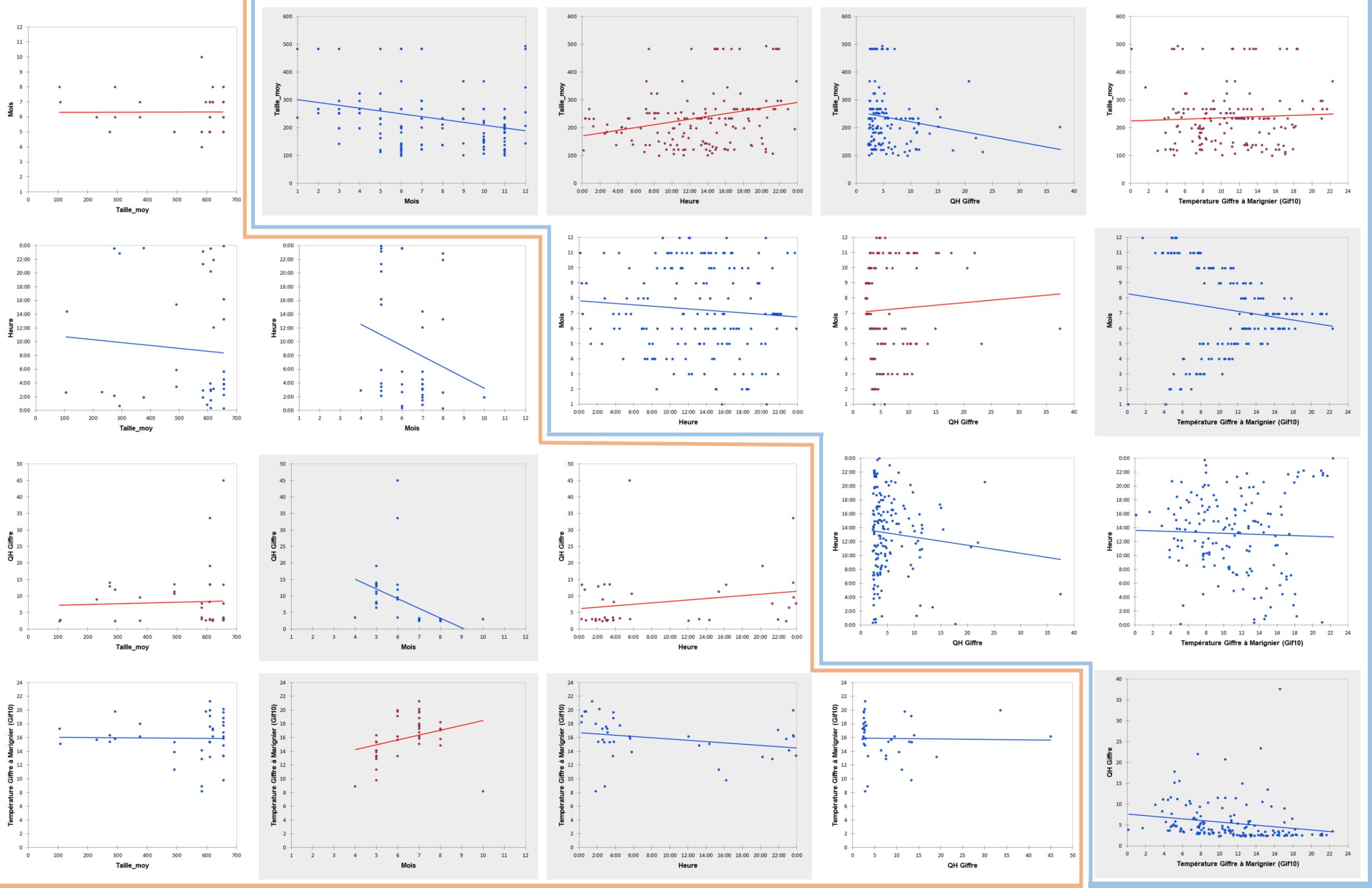


Figure 27 : Graphiques reliant deux à deux les caractéristiques biologiques et abiotiques des franchissements des Cyprinidés d'une part et des Truites fario d'autre part. Les graphiques grisés sont ceux pour lesquels les deux variables sont corrélées.

Pour les cyprinidés, la Figure 27 met en évidence que ces poissons franchissent préférentiellement l'ouvrage dans une gamme de température entre 12 et 20°C. TISSOT & SOUCHON (2010) dans leur synthèse bibliographique définissent cette gamme de température comme étant celle optimale pour ces deux espèces, plus précisément pour le barbeau fluviatile, entre 13 et 20°C et pour le chevesne entre 16 et 21°C. Dans la présente étude, les déplacements et franchissements observés ont lieu majoritairement en période de pré-reproduction et reproduction de ces deux espèces ; cette phase de vie est déclenchée pour le barbeau fluviatile à une température de 13.5°C (BARRAS, 1995) et pour le chevesne à 15°C (KURCHARCZYK *et al.*, 2008). Les observations sur le site de Marignier sont donc en accord avec la littérature.

La Figure 27 montre aussi que les cyprinidés bougent et franchissent l'ouvrage plutôt sur la période de « nuit » c'est-à-dire entre 22h et 6h. Plusieurs auteurs (BERGE, 2012 ; BARRAS & CHERRY, 1990) ont observés une forte activité de ces deux espèces à l'aube et au crépuscule mais pas tant la nuit ; ces mouvements diurnes sont souvent associés à des comportements de nutrition (BARRAS, 1992 ; LE LOUARN *et al.*, 1997 ; NUNN *et al.*, 2010). Ici, les déplacements observés décrivent le franchissement de l'ouvrage et sont davantage liés à la phase de reproduction.

Les autres corrélations significatives mettant en jeu les caractéristiques thermiques et hydrologiques en fonction du mois (et de l'heure) 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 comme le montre la Figure 28 avec la mise en confrontation des moyennes mensuelles et des données de franchissement.

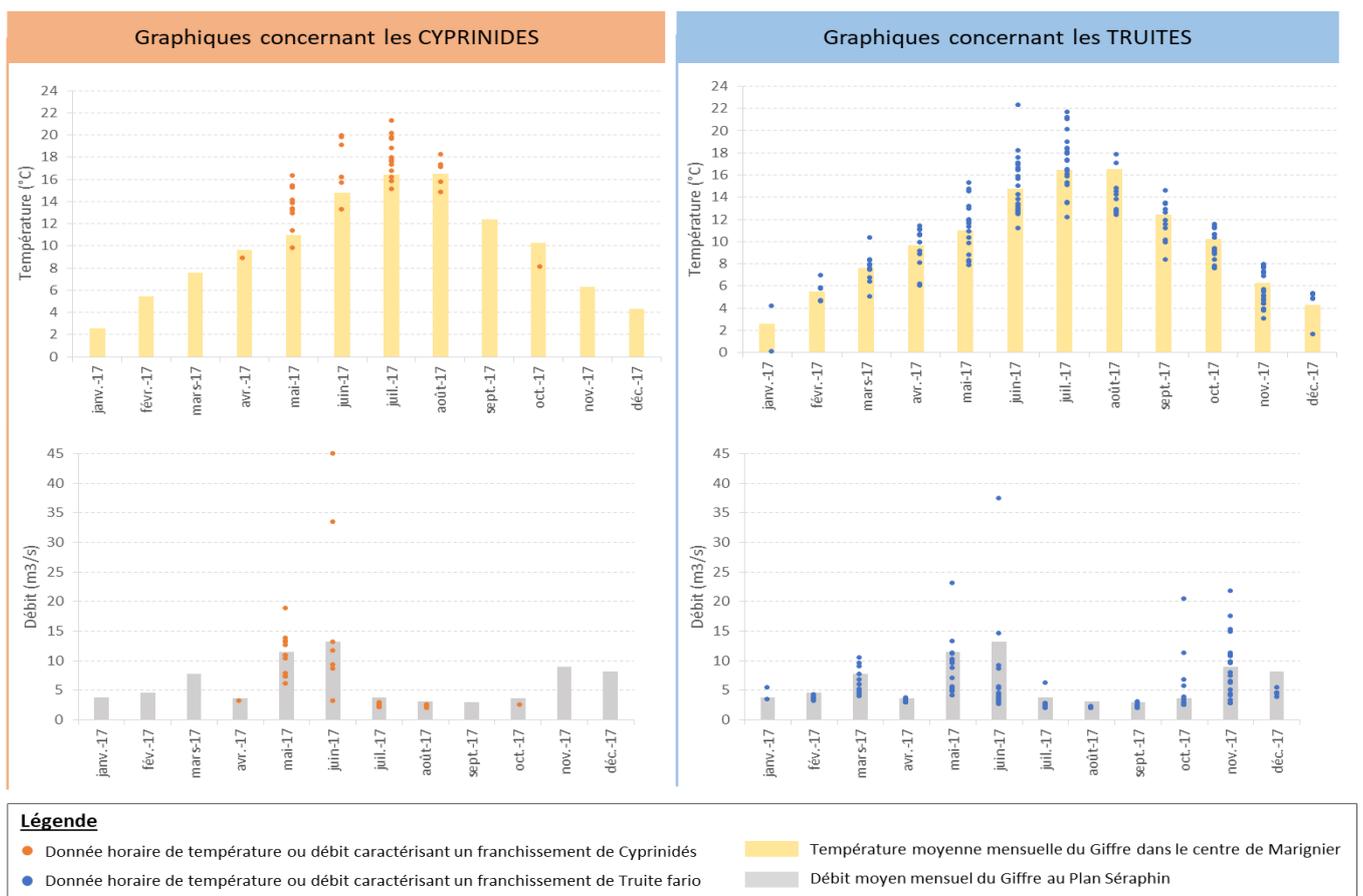


Figure 28: Histogrammes des moyennes mensuelles thermiques et hydrologiques mises en relation avec les données thermiques et hydrologiques caractérisant les franchissements des Cyprinidés d'une part et d'autre part ceux des Truites.

# Suivi du franchissement du seuil du Pont du Diable (Métral) sur le Borne à Saint Pierre en Faucigny

## 4 Rappel sur le principe de fonctionnement

La rampe rustique de franchissement réalisée sur cet ouvrage est placée au milieu du lit. Le poisson dispose donc de 3 voies de passage dont 2 *a priori* franchissable, ainsi il a fallu mettre en place autant d'antennes dans la largeur afin de savoir si le poisson emprunte la rampe, le côté gauche (côté batardeau, considéré non franchissable) ou le côté droit (côté recharge du coursier en enrochement, certainement franchissable en périodes de hautes eaux). Afin de déterminer également le sens du passage et l'éventuel franchissement de la rampe, il a fallu doubler les antennes (amont et aval de chaque voies de passage soit 6 antennes au total ; Figure 29).

Les « tuners boxes » des antennes « côté recharge du coursier en enrochement » (rive droite) et de la rampe du milieu sont placés en rive droite ; un câble aérien à quelques mètres au-dessus de la rivière permet de relier les lecteurs tous situés en rive gauche.

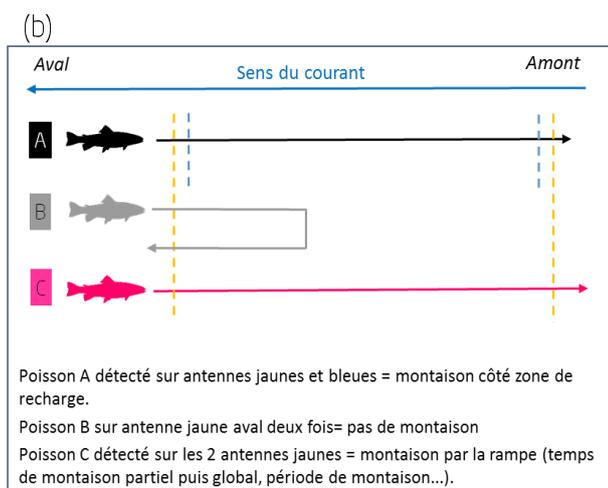


Figure 29: (a) Schéma de la disposition des antennes et leur dénomination, (b) sens de franchissement des poissons, (c) disposition de l'antenne (A4) amont rampe, (d) disposition de l'antenne amont rive gauche A6 (en l'absence de gros blocs, l'antenne a été fixée sur des bordures bétons, elles-mêmes maintenues au fond du lit par des fers à béton)



## 5 Installation du dispositif

Les travaux ont démarré le 13 septembre 2016 à la suite d'une pêche de sauvetage effectuée le 12 septembre 2016. L'installation des antennes de la rampe a pu commencer mi-novembre, lorsque les travaux étaient presque terminés et que le lit était encore à sec. Des intempéries ont retardé les travaux et de fait, les installations d'antennes. Celles-ci se sont donc poursuivies durant le mois de décembre pour les antennes de la rampe et de la rive droite toujours hors d'eau, et de la rive gauche aval après que la remise en eau ait été faite (antennes de la rampe et rive droite en état de fonctionnement à la mi-décembre). Un fort étiage hivernal a permis de terminer l'installation au début du mois de janvier 2017 avec la pose de l'antenne rive gauche amont. Ces antennes rive gauche ont été mises en route en mars 2017.

L'installation de ces antennes aura nécessité environ 30 homme-jours.

## 6 Résultats 2017

### 6.1 Fonctionnement du dispositif de détection

#### 6.1.1 Alimentation et réglages des antennes

Les caractéristiques des antennes sont illustrées dans le Tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8 : Caractéristiques des antennes du dispositif de franchissement du seuil Métral

Antenne	Forme	Longueur (m)	Largeur (m)	Distance de détection (cm)		
				Tag 12 mm	Tag 23 mm	Tag 32 mm
A1	A plat, rectiligne	15	0,60	20	50	70
A2	A plat, rectiligne	15	0,60	20	50	70
A3	A plat, rectiligne	19	0,60	20	50	70
A4	Suit la déclinaison des blocs	19	0,60	20	50	70
A5	Suit la déclinaison des blocs	11	0,60	10	25	35
A6	A plat, rectiligne	18	0,60	10	25	35

Les antennes A3 et A4 sont les plus grandes, mais lors de tests après installation, les hauteurs de détection se sont avérées aussi bonnes que les antennes A1 et A2 plus petites. Les antennes A5 et A6 ont une moins bonne détection, pourtant leur taille et leur disposition n'est pas limitante. Ceci est dû au fait qu'elles soient branchées sur le même lecteur.

Comme évoqué dans les résultats de 2016 (BEAUFILS & CHASSERIEAU, 2017), les antennes n'ont pas été fonctionnelles en même temps. Les dernières, soient A5 et A6 ont été respectivement mises en fonctionnement le 25 février et le 26 mars 2017. Depuis, elles ont toujours fonctionné mais avec quelques fluctuations (nombres de détections du « tag témoin » plus bas entre avril et mai et octobre-

novembre 2017 ; Figure 30), sans que cela ne semble corrélé avec les débits. Ces 2 antennes étant branchées sur le même lecteur, elles subissent les mêmes variations.

L'antenne A1 a fonctionné en continu depuis sa mise en marche (le 11 janvier 2017) jusqu'au 4 décembre 2017, date à laquelle l'antenne fonctionnait toujours mais le « tag témoin » a été détérioré. Ce dernier a été remplacé en janvier 2018.

L'antenne A2 a fonctionné en continu depuis sa mise en place le 10 janvier 2017.

L'antenne A3 a rencontré un problème avec le « tag témoin » au mois d'avril. Ce dernier a été changé le 18 mai 2017. Depuis, elle a fonctionné en continu mais a subi des fluctuations au début du mois de décembre 2017, certainement en raison de la forte pluviométrie ayant occasionnée des hausses du niveau d'eau.

Enfin, l'antenne A4 a subi de nombreux dysfonctionnements entre février et avril 2017. En effet, l'antenne se déréglaît constamment et cela nécessitait de re-régler manuellement chaque fois qu'un technicien allait télécharger les données. Le problème a été résolu à la fin du mois d'avril 2017, mais des données de franchissements de poissons (du fait de sa position sur l'amont du dispositif) ont pu être occultées (Figure 31), même si durant cette période très peu de poissons ont été détectés sur les autres antennes et que globalement, il n'y a jamais eu plus de 4 poissons détectés par jour.

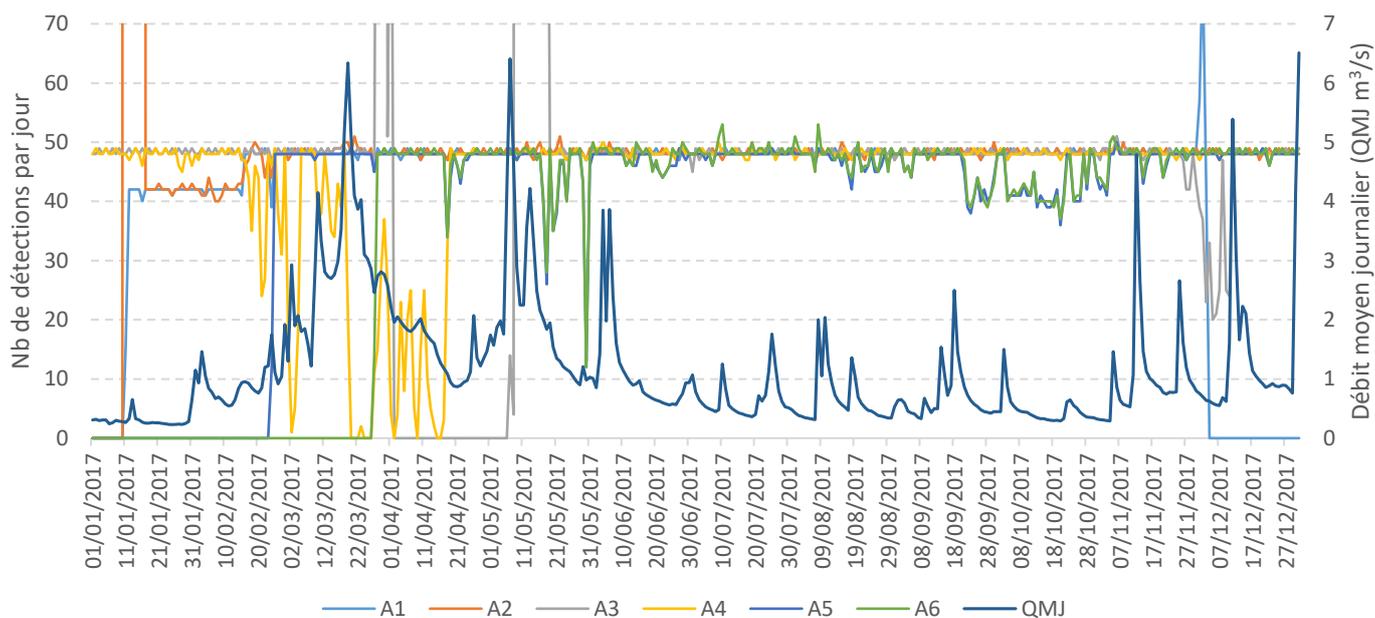


Figure 30 : Graphique du nombre de détections par jour des tags témoins permettant de vérifier le bon fonctionnement de chaque antenne

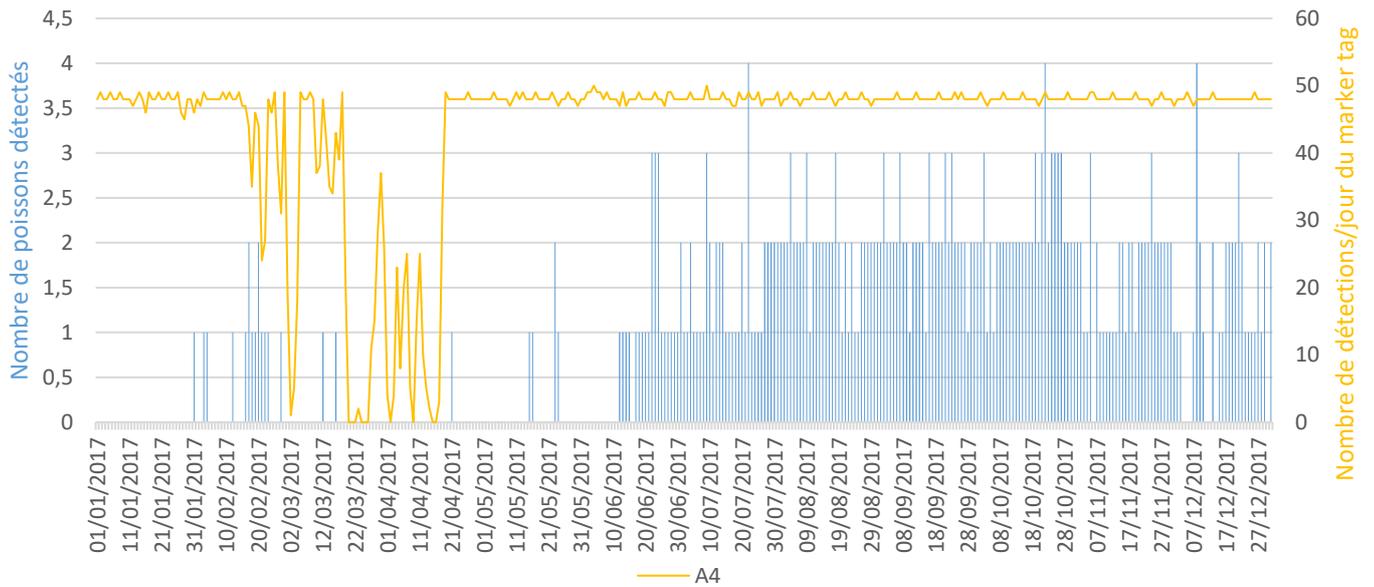


Figure 31 : Graphique du nombre de poissons détectés par jour sur l'antenne A4 mis en relation avec le fonctionnement de l'antenne via le nombre de détections du marker tag.

### 6.1.2 Définition des débits limitants pour le fonctionnement du dispositif de détection

En parallèle et depuis mi-avril 2017, à chaque téléchargement des données, les antennes ont été testées manuellement à l'aide de 3 tags (1 de chaque taille) passés sur les antennes à une hauteur correspondant à la hauteur d'eau. Les débits aux dates où les tests ont été effectués sont illustrés sur la Figure 32 ci-dessous. Rappelons que plus le tag est de petite taille, plus la distance de détection est restreinte. Ainsi, la présence ou l'absence de la donnée de chaque tag dans le fichier de téléchargement indique si le débit a permis ou non de détecter.

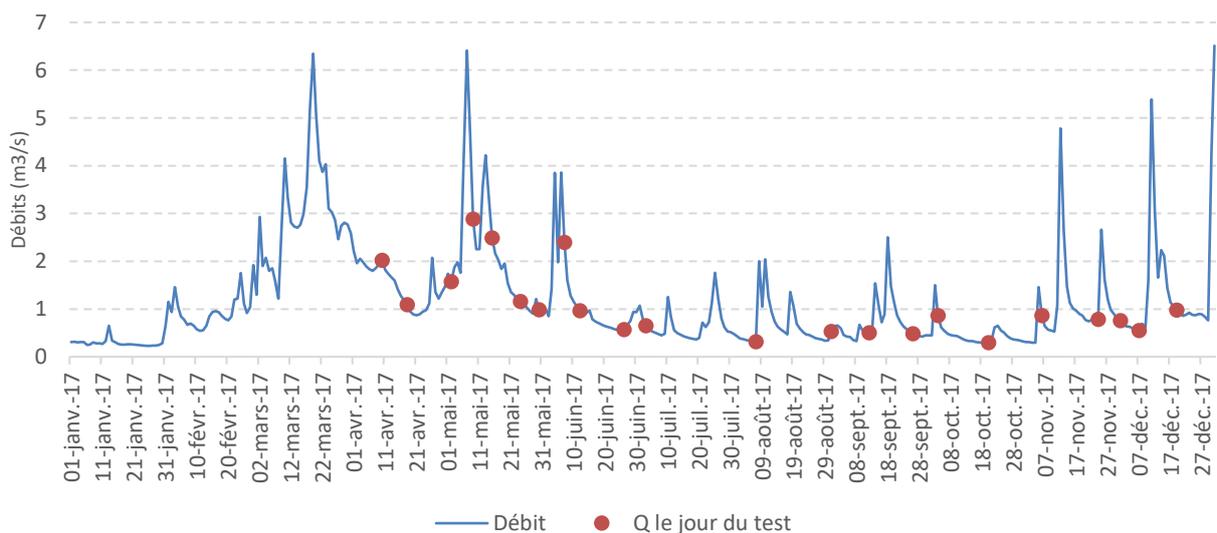


Figure 32 : Débit instantané du Borne enregistré à la station limnimétrique de la DREAL à Saint-Jean-de-Sixt avec les jours des tests de détection (points rouges) sur l'ensemble de l'année 2017.

La Figure 33 ci-dessous montre ces tests pour chaque antenne. Sur un total de 22 tests, on remarque que les tags tests ne sont pas systématiquement détectés. A fort débit, certaines antennes ne détectent pas sur la totalité de la hauteur d'eau. Avec le tag 12 mm, un débit supérieur ou égal à 2,5 m<sup>3</sup>/s ne permet pas la détection de la lame d'eau sur les antennes 1, 2, 3, 5 et 6 et un débit supérieur à 1,2 m<sup>3</sup>/s sur l'antenne 4. Sur les antennes 5 et 6, le tag de 12 mm n'a jamais été détecté lors des tests de surface, même au plus bas débit testé. Pour les tags 23 et 32 mm, à part pour les antennes 5 et 6, ils ont tous été détectés au débit le plus fort testé, soit 2,88 m<sup>3</sup>/s. Néanmoins, lors de certains tests à des débits plus faibles, les tags n'ont pas été détectés, alors que l'antenne était en fonctionnement.

Les antennes A5 et A6 sont branchées sur le même lecteur, ainsi il est normal d'obtenir une moins bonne finesse de détection par rapport aux lecteurs composés d'une seule antenne. L'antenne A4 a été très difficile à régler, elle a subi beaucoup de variations ce qui explique également le faible nombre de détections des plus petits tags. Les antennes A1 et A3 semblent être les antennes les plus performantes.

Toutefois, il est important de garder à l'esprit que les poissons tels que la truite fario ne nagent généralement pas en surface. Les tests ont été faits pour définir les valeurs des débits pour lesquels le dispositif de détecte pas l'intégralité de la lame d'eau cela ne signifie pas que les poissons ne seront pas détectés si le tag test (en surface) ne l'est pas (rappelons par exemple que le chabot étant une espèce benthique, il y a peu de risque qu'il ne soit pas détecté car il se déplace sur le fond). Pour exemple, lors du test du 4 octobre 2017, le tag test de 12mm n'a pas été détecté sur les antennes A2 et A4. Pourtant, ce jour-là, un poisson muni d'un tag de 12 mm a été détecté sur ces 2 antennes.

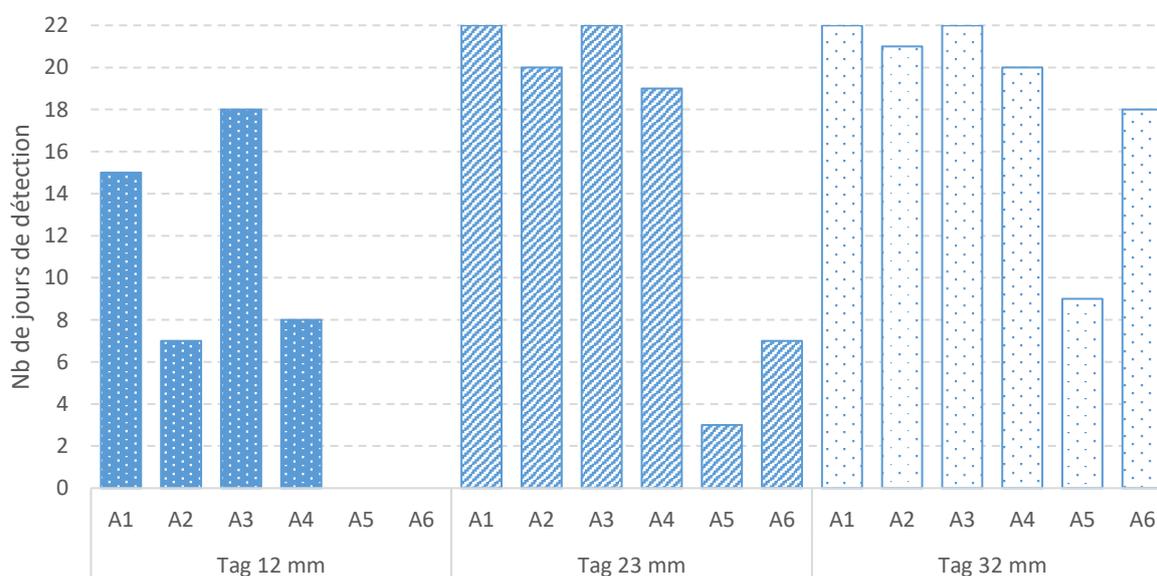


Figure 33 : Nombre de détections de chaque tag test sur chaque antenne lors des tests « en surface »

## 6.2 Détections et franchissements des poissons

Parmi les 3519 poissons marqués dans le cadre de tous les suivis sur le bassin versant de l'Arve, 1140 ont été marqués sur le Borne et l'Arve à proximité de la confluence avec le Borne dans la perspective du suivi du seuil Métral. La répartition en fonction des espèces est présentée dans la Figure 34. Toutes les gammes de tailles sont représentées à partir d'individus de 80 mm jusqu'à 623 mm pour le plus gros individu (barbeau fluviatile). La truite est l'espèce la plus marquée et représente 71% de l'effectif de poissons marqués dans le Borne ; le chabot arrive en seconde position avec 26%. Ce sont les deux espèces les plus rencontrées dans le Borne. L'ombre commun est plus rare et représente 1,4% des effectifs. Le chevesne et le barbeau ont été marqués lorsqu'ils ont été capturés mais ils sont nettement moins représentés dans le Borne et ne se cantonnent qu'à l'extrême aval de cette rivière.

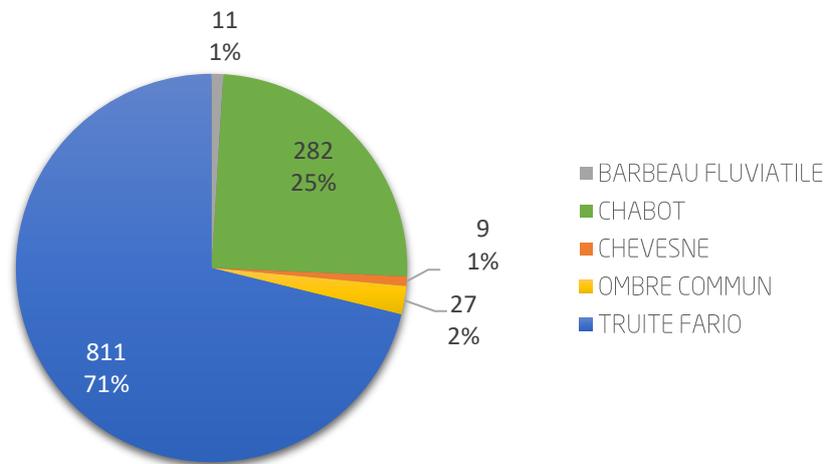


Figure 34 : Répartition par espèces des poissons marqués dans le cadre du suivi du seuil Métral sur le Borne et dans l'Arve à proximité de la confluence

Parmi les 1140 individus marqués sur le Borne et l'Arve, 11% d'entre eux ont été détectés au moins une fois sur au moins une antenne (Figure 35). La grande majorité des poissons détectés sont des truites (85%), puis des chabots et un ombre commun. Aucun chevesne et barbeau n'a été détecté. De plus, 4 poissons provenant du suivi du seuil du Pont SNCF sur le Giffre à Marignier se sont présentés sur le Borne au seuil Métral parcourant ainsi entre 13 et 14 km. Il s'agit de 4 truites, dont 2 ont été marquées dans le Giffre et 2 dans l'Arve au niveau du seuil de Vougy et du pont d'Anterne (Figure 36).

De plus, 6 individus – des truites – ont été capturés par pêche à la ligne. Aucune de ces truites n'avait été détectée aux antennes mais l'une d'entre elle a été pêchée à l'amont du seuil Métral (dans les gorges). Rappelons que chaque poisson marqué est relâché en aval du seuil. Il est probable que cet individu ait franchi avant la mise en route des antennes. Les autres ont toutes été capturées à proximité de leur lieu de marquage. Ces 6 individus peuvent donc être retirés du jeu de données puisqu'ils n'ont pas été relâchés après leur capture par pêche à la ligne.

Enfin, 32 individus ont été recapturés lors de pêche électrique de marquage. Il s'agit principalement de truites mais aussi de chabots et barbeaux. Aucun d'eux n'avait été détecté aux antennes avant leur recapture et ils ont tous été recapturés en aval de l'ouvrage.

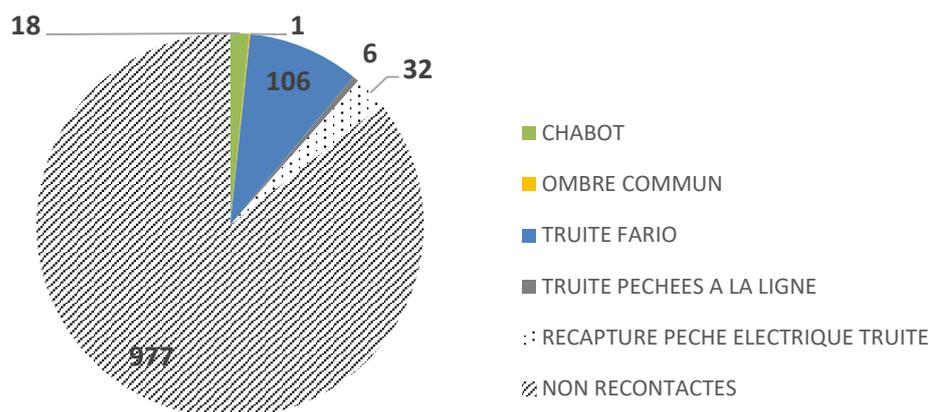


Figure 35 : Part du nombre d'individus ayant été détectés au moins une fois sur au moins une antenne, en fonction de l'espèce et part d'individus recapturés soit par pêche électrique soit par pêche à la ligne.

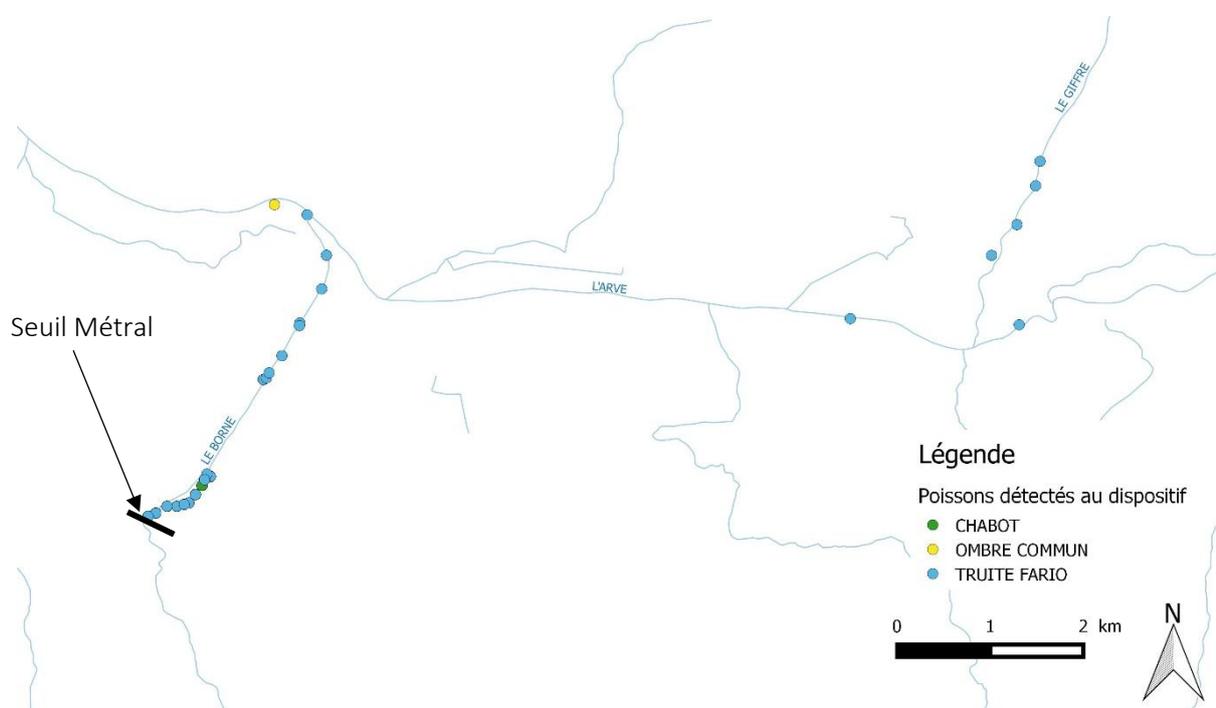


Figure 36 : Carte des lieux de marquages de chaque individu détecté sur au moins une antenne du dispositif de franchissement du seuil Métral.

D'après la Figure 37, les individus de truite fario et de chabot détectés aux antennes sont de classes de taille représentatives de l'échantillon marqué (Figure 37 (A) et (B)). La gamme de taille des individus marqués de truite fario va de 75 mm pour le plus petit jusqu'à 540 mm pour le plus grand. Pour le chabot, les tailles sont comprises entre 81 mm à 138 mm. Ainsi, l'effectif de poissons marqués pour ces 2 espèces couvre une large gamme de taille.

La Figure 37 (C) présente les effectifs de barbeaux, chevesnes et ombres marqués même si aucun individu (à l'exception d'un ombre commun) n'a été détecté aux antennes. On remarque que pour le barbeau fluviatile, seuls de gros individus de plus de 530 mm ont été marqués, c'est-à-dire que les tailles en-dessous ne sont pas ou peu représentées dans le Borne. Concernant l'ombre commun, malgré le peu d'individus marqué, la gamme de taille est comprise entre 112 et 530 mm. De même pour le chevesne, les individus mesurent entre 145 et 398 mm.

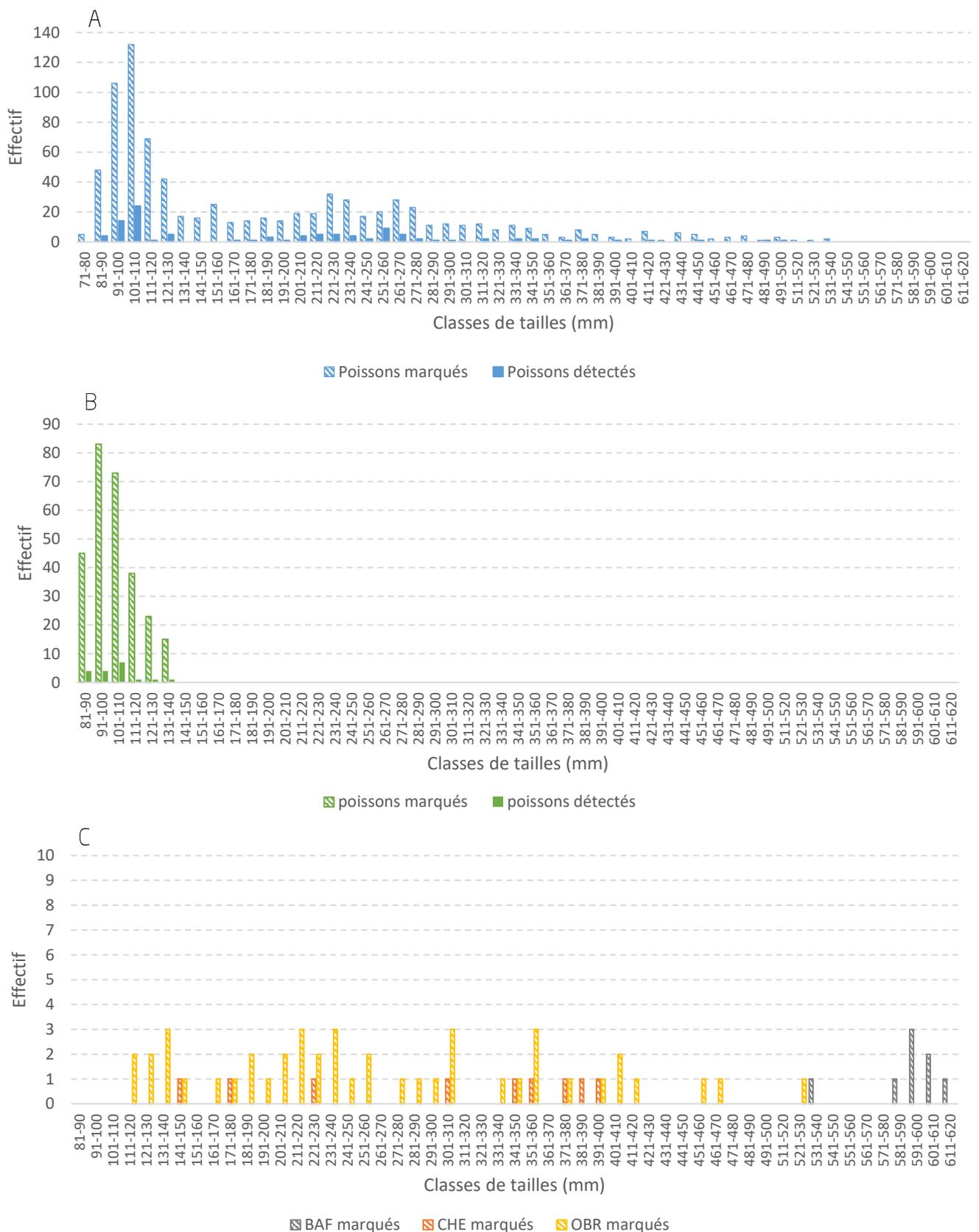


Figure 37: Histogramme de taille des poissons marqués dans le cadre du suivi du franchissement au seuil Métral mis en relation avec ceux détectés par les antennes au niveau du dispositif de l'ouvrage: A) les truites fario; B) les chabots et C) les cyprinidés et ombres communs.

### 6.2.1 Franchissements des individus détectés aux antennes

Parmi les 11% d'individus détectés aux antennes, 63% ont franchi le seuil, soit 79 individus composés de 70 truites fario, 1 ombre commun et 8 chabots. La disposition des antennes a permis de connaître le passage emprunté par chaque individu (Figure 38). Ainsi, la grande majorité des poissons (66%) passe par le coursier en enrochement rive droite. Le lieu de passage n'est pas connu pour 20% des individus ; ceux-ci ont été détectés en premier lieu sur les antennes amont. Plusieurs possibilités peuvent être en cause :

- Les poissons ont franchi avant que les antennes fonctionnent ;
- Plusieurs individus étaient sur une antenne en même temps (lorsque plusieurs PIT-tag passent en même temps sur une antenne, le système de détection ne les discerne pas. On parle alors de collision) ;
- Les poissons sont passés lors d'un dysfonctionnement d'une antenne et/ou forts débits.

Enfin, 11 individus de truites fario ont emprunté la rampe du milieu, soit entièrement pour 4 d'entre elles, soit partiellement en prenant le passage secondaire pour 7 d'entre elles. Le passage secondaire est une petite rampe qui rejoint la grande du milieu et qui permet aux poissons qui se présentent au pied du seuil (rive gauche – infranchissable) d'avoir une chance de reprendre la rampe par un petit passage.

Par ailleurs, certains individus sont redescendus et ont parfois franchi une seconde fois, toujours dans le coursier.

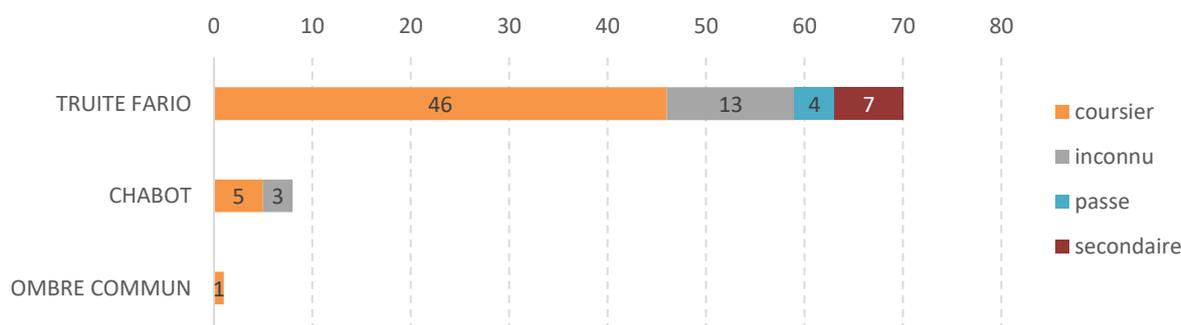


Figure 38 : Nombre d'individus par espèce en fonction du lieu de passage lors de leur franchissement

Le temps que peut mettre un poisson à franchir est très variable d'un individu à l'autre. Les temps de franchissement ont été calculés après avoir écarté du jeu de données les poissons ayant franchi en période de dysfonctionnement d'une ou plusieurs antennes et les poissons avec des ordres de détections incohérentes. Ainsi, pour qu'un temps de franchissement puisse être calculé, il faut nécessairement que l'individu franchissant ait atteint l'antenne A4 et pas uniquement A2 dans le cas du coursier. Les résultats présentés ci-après sont donc tirés d'un petit échantillon d'individus ayant produit des données homogènes et facilement exploitables. Par conséquent, seuls les temps de passage d'individus de truite fario (32 individus) ont pu être calculés, les chabots n'étant jamais détectés sur A4 (seulement sur A2).

Les temps de franchissement sont compris entre 29 secondes et 1 jour. Les franchissements les plus rapides (< 1 h) ont eu lieu dans le coursier uniquement (Tableau 9), à faible comme à plus fort débit. En moyenne, les truites ont mis 4 h 17 min pour franchir le coursier. Les temps de passages les plus longs sont ceux qui ont été fait dans le passage secondaire (en moyenne 16 h 52 min). Dans la rampe du

milieu, la moyenne se situe à 6h25min. Les individus de truite ayant été marqués avec un tag de 12mm, soient les individus de moins de 130 mm, ont tous mis plus d'une heure à franchir.

Tableau 9 : Temps de franchissement des truites fario en fonction du lieu de passage et des débits.

Temps de franchissement	Nombre franchissement			Débits	Période											
	Coursier	Passe	Passage secondaire		J	F	M	A	M	J	Juill	A	S	O	N	D
Moins d'une heure	6	0	0	[0,351 ; 4,78]												
Entre 1h et 12h	13	3	2	[0,346 ; 6,51]												
Entre 12h et 24h	2	1	5	[0,437 ; 2,49]												
<b>Moyenne des temps de franchissement</b>	<b>4:17:13</b>	<b>6:25:23</b>	<b>16:52:20</b>													

On notera que parmi les truites qui ont atteint A2 et non détectés sur A4 (dans le coursier) sont très majoritairement des individus marqués avec un tag de 12 mm (les plus petits). Pour autant, il y a autant de poissons avec un tag de 12 mm qui ont franchi jusqu'à l'antenne A4 que de ceux qui se sont arrêtés à A2 et cela correspond aux mêmes périodes. Il ne semble donc pas y avoir de difficulté à franchir au-delà de A4, cela ressemblerait plutôt à un comportement de territorialité sans intention de franchir, autrement dit les poissons vivent dans l'ouvrage, ce qui n'est pas rare puisque le coursier en enrochement offre des caches favorables aux truites. Ce constat avait déjà été fait auparavant dans l'Arve pour des géniteurs de truite lors du suivi en radio-téléométrie réalisé dans le cadre du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône (CHASSERIEAU *et al.*, 2015).

Les temps de franchissements ont été mis en relation avec les périodes des franchissements, les débits et températures journaliers du Borne et la taille des individus mais aucune corrélation ne se dessine. Les graphiques de ces analyses sont présentés en annexe.

Les débits dans la Figure 39 ci-dessous sont issus de la station à Saint-Jean de Sixt (banque hydro). On observe des débits importants au printemps 2017, entre le mois de mars et le mois de mai et également fin décembre 2017. En période estivale, les débits atteignent fréquemment l'étiage quinquennal voir même passent en dessous. C'est le cas également pour le début d'année 2017. Les températures moyennes journalières sont comprises entre 0,5°C pendant la période hivernale à 18°C au plus chaud de l'été (fin août). La sonde a été hors d'eau pendant quelques jours début août 2017.

Il n'y a pas de tendance claire qui se dessine pour les périodes de franchissement de la truite fario en fonction des débits et des températures. On note des franchissements tout au long de l'année, avec une période d'activité plus importante entre mai et juillet 2017 dont un pic en juin de 20 individus franchissant (Figure 40). On observe très peu de franchissements avant le mois d'avril, ceci pouvant être expliqué par la perturbation des travaux et/ou une température basse. De plus, il ne semblerait pas que les franchissements fluctuent en fonction des débits. Il a pu être observé des montaisons lors de forts débits, mais également lors de débits plus faibles, voire même en-dessous de l'étiage quinquennal.

La période où le chabot a été contacté aux antennes correspond à la fin de sa période de reproduction (mai-juin). La reproduction du chabot s'étale généralement de mars à mai (KEITH *et al.*, 2011), mais a pu être retardée cette année en raison des forts débits printaniers ainsi que la perturbation des travaux.

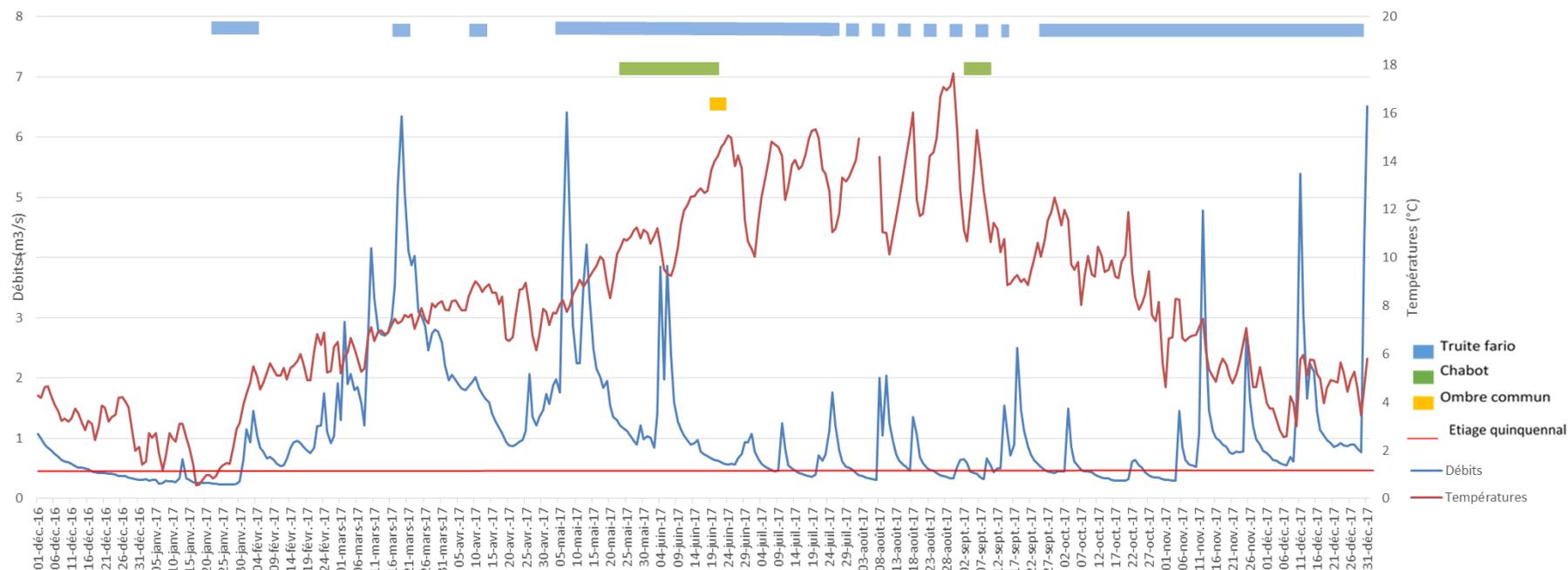


Figure 39 : Débits du Borne et périodes de franchissement des poissons par espèce durant l'année 2017.

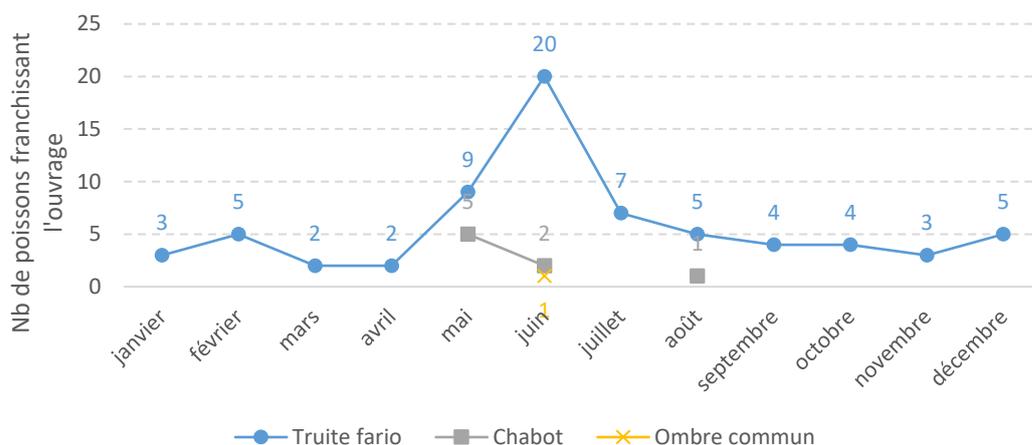


Figure 40 : Graphique du nombre de poissons franchissant l'ouvrage pour chaque espèce en fonction de la période de l'année

Aucun barbeau ni chevesne n'a été détecté sur les antennes du seuil Méttral. Cependant peu d'individus de ces 2 espèces ont été marqués sur le Borne en raison de leur faible occurrence, notamment en amont du pont de l'autoroute où aucun barbeau et chevesne n'a été observé sur l'ensemble des opérations de la FDAAPPMA (Figure 41). S'il est tout de même possible qu'un individu de ces espèces se présente aux antennes par la suite, leur absence n'est pas surprenante et ne signifie pas que la passe n'est pas franchissable pour elles.

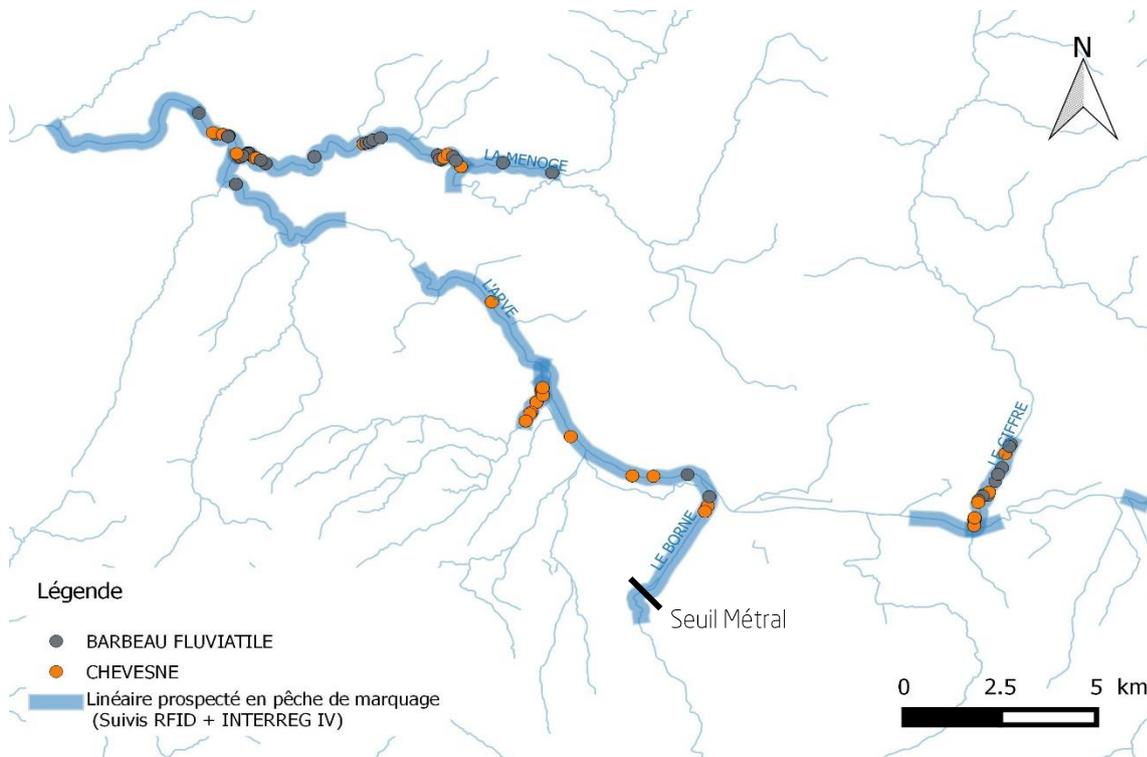


Figure 41 : Carte de répartition des cyprinidés basée sur les données de marquages du programme INTERREG IV ESPACE et des suivis de franchissements dans l'Arve, le Borne, le Giffre, la Menoge, le Foron de Fillings et le Nant de Sion.

# Conclusion

Les conclusions pour la période de suivi 2016-2017 pour le seuil du Giffre sont les suivantes :

- Le taux de retour des individus de cyprinidés et de truite originaires du Giffre (soit sur un linéaire proche : max. 2,6 km) est en moyenne de 27% ; il est nettement inférieur pour le chabot (7%). En intégrant des poissons d'un périmètre plus large (env. 15 km à l'aval sur des affluents), on obtient un taux de retour de 10% ;
- Des individus de truite et de barbeau fluviatile d'autres cours d'eau du bassin versant de l'Arve (Borne, Arve, Menoge et Foron de Fillinges) viennent séjourner dans le Giffre et éventuellement s'y reproduire ;
- Les cyprinidés franchissent l'ouvrage préférentiellement en période estivale côté passe, et peuvent également le franchir côté rampe. Les plus rapides gravissent l'ouvrage en 13 min alors que les plus lents mettent plusieurs jours (au maximum 64,65 jrs) ;
- La truite fario franchi l'ouvrage de Marignier toute l'année en empruntant l'une ou l'autre des types de rampe ; une légère préférence est faite pour la passe à macrorugosités sans pour autant qu'elle ne soit significative. On observe un pic des franchissements à l'automne en lien avec sa période de reproduction. La truite la plus rapide a franchi en 4 min 15 s et la plus lente en 3,94 jours ;
- Quelques soient les espèces, 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 encore la taille des individus ;
- Quelques individus de chabot ont été détecté au pied de l'ouvrage principalement entre juin et juillet sans pour autant qu'ils ne l'aient franchi.

Concernant l'ouvrage du seuil Métral sur le Borne, il faut retenir que :

- Le plus long parcours a été effectué par une truite fario marquée dans le Giffre (un autre affluent de l'Arve) qui a parcouru 14,3 km jusqu'au seuil et très probablement au-delà vu qu'elle a franchi l'ouvrage ;
- Les poissons empruntent préférentiellement le coursier à tout débit ;
- Toutes les gammes de tailles franchissent l'ouvrage par le coursier pour la truite et le chabot mais également par la rampe du milieu pour la truite fario *a minima* ;
- A faible débit (étiage), l'ouvrage semble franchissable aussi bien dans le coursier que dans la passe, et ne ralentit pas la montaison. Le même constat est fait sur des débits plus importants ;
- Les individus semblent franchir plus rapidement dans le coursier et la passe, mais mettent plus de temps dans le passage secondaire. Cela est peut-être dû au fait que les poissons cherchent un passage (rappelons que le dispositif a été fait de sorte qu'un poisson qui se présente en pied du seuil côté batardeau puisse être redirigé vers la rampe du milieu) ;
- Les franchissements ont eu lieu de manière hétérogène sur l'année, avec un pic en mai-juin pour toutes les espèces. Pour la truite fario, il y a eu des franchissements tout au long de l'année tandis que pour le chabot, les déplacements semblent plus ciblés lors de sa période de reproduction.

# Perspectives

Le suivi du seuil du pont SNCF initialisé en 2016 doit se finaliser en 2020.

Au mois de décembre 2017, une crue a emporté la moitié de l'aménagement, soit la rampe rive droite et de pair les deux antennes de détection apposées à la surface des enrochements. Aussi depuis cette date, l'ouvrage n'est franchissable que côté passe (rive gauche): côté rive droite, la situation est revenue à l'état initial (avant aménagement) avec une chute de 1,20 m au niveau des palplanches.

Actuellement, il ne reste que les deux antennes implantées côté rive gauche qui permettent de suivre les déplacements piscicoles au niveau de la passe à macrorugosités. En début d'année 2019, le SMBA prévoit une réfection de l'aménagement. Suivant sa morphologie, une nouvelle paire d'antennes pourrait être installée pour compléter le dispositif de suivi.

Le suivi du Borne devait initialement prendre fin au printemps 2018 (avril). Il est reconduit pour minimum une année (printemps 2019) afin d'obtenir davantage de résultats et ainsi d'augmenter leur robustesse. Des travaux de restauration morphologique sont prévus sur le Borne aval, ce qui augmente encore l'intérêt du suivi.

Pour les deux suivis, de nouveaux marquages seront effectués en 2018 afin de compléter et alimenter l'effectif de poissons suivis.

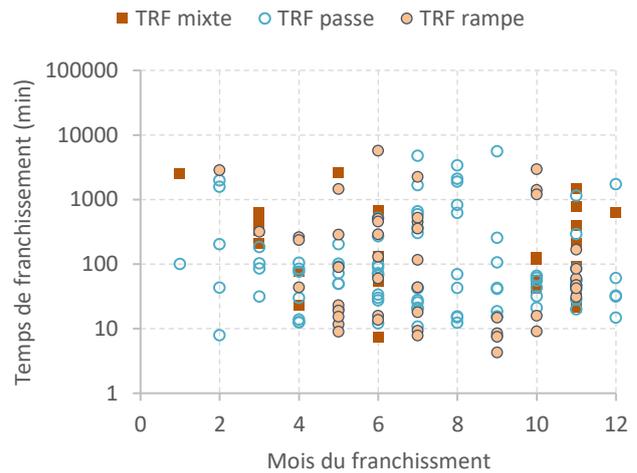
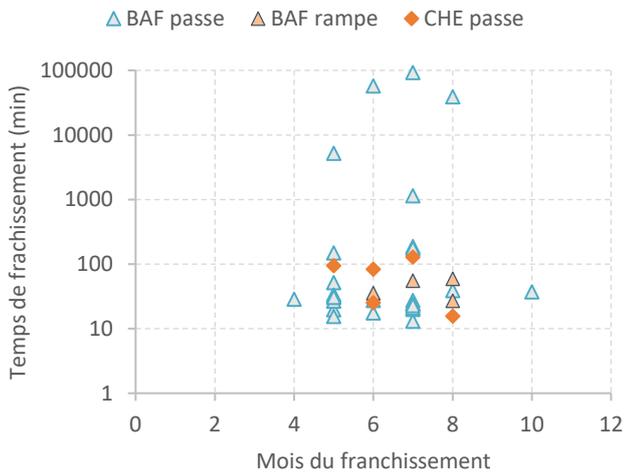
De manière à affiner l'analyse, l'âge d'un certain nombre de poissons marqués sera déterminé par scalimétrie (détermination de l'âge des poissons par lecture d'écailles).

# Bibliographie

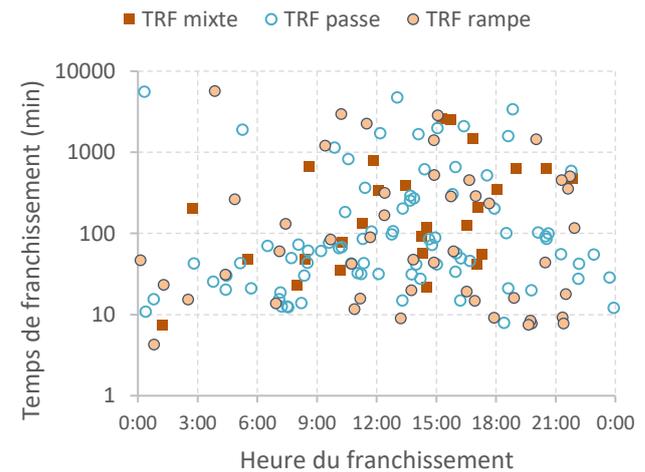
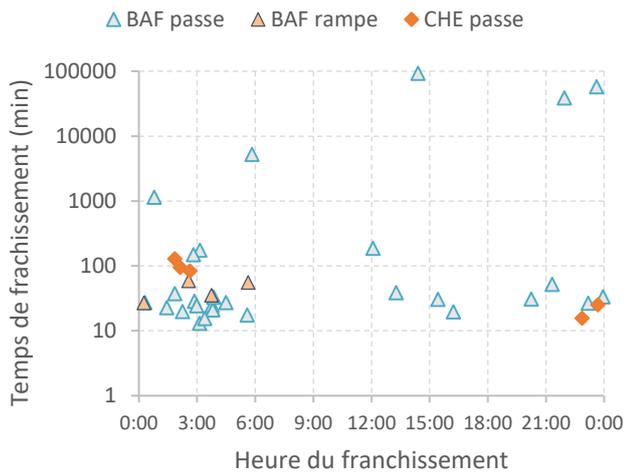
- BARRAS, E., 1992. Contribution à l'étude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez un poisson téléostéen dulcicole, le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.). Etude par radiopistage, pêche à l'électricité et observation directe. Liège : 214.
- BARRAS, E., 1995. Thermal related variations 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.
- CHASSERIEAU, C. BEAUFILS, M., GRIMARDIAS, D., LIZEE, M. H., DUMOUTIER, Q., FROSSARD, P. A., BOVY, V., HUCHET, P., GRENIER, R., MEGLECZ, 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.
- KEITH P., PERSATH 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.
- KURCHARCZYK, D., TARGONSKA K, ZARSKI D., KUJAWA, R. & MAMCARZ A., 2008. A review of the reproduction biotechnology for fish from the genus *Leuciscus*. *Arch. Pol. Fish.* 16 (4) : 319-340.
- LE LOUARN, H., BAGLINIÈRE, J. L., MARCHAND, F., HAMONET, J. M., 1997. Caractéristiques biologiques et écologiques du chevaine (*Leuciscus cephalus*) dans quelques rivières de la façade atlantique française. Institut National de la Recherche Agronomique – *Bulletin Scientifique et Technique* 29 : 2-27.
- NUNN, A. D., COPP G. H., VILIZZI L. & CARTER M. G., 2010. Seasonal and diel patterns in the migrations of fishes between a river and a floodplain tributary. *Ecology of Freshwater Fish* 19 : 153-162.
- TISSOT, L., & SOUCHON, Y., 2010. Synthèse des tolérances thermiques des principales espèces de poissons des rivières et fleuves de plaine de l'ouest européen. *Hydroécol. Appl.* Tome 17, pp. 17-76.
- 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.

# Annexe 1

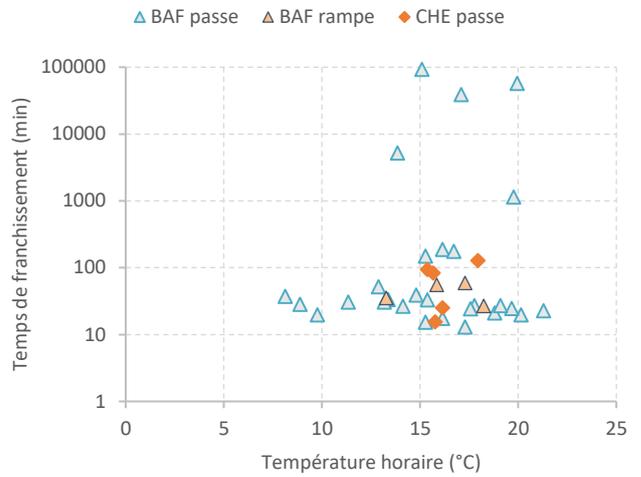
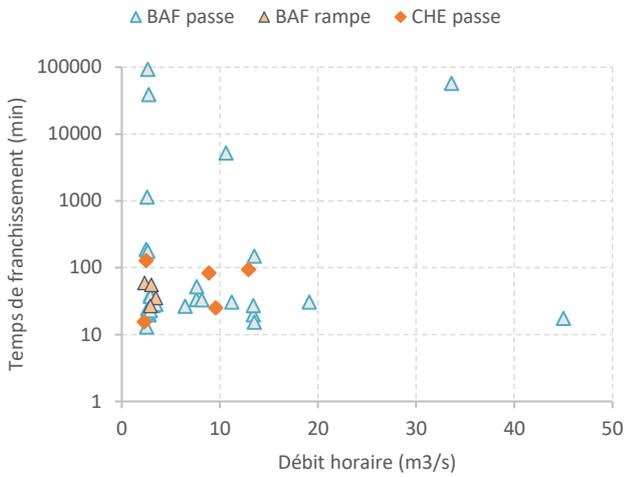
Temps de chaque franchissement mis en relation avec le mois de la réalisation du franchissement pour chacune des espèces



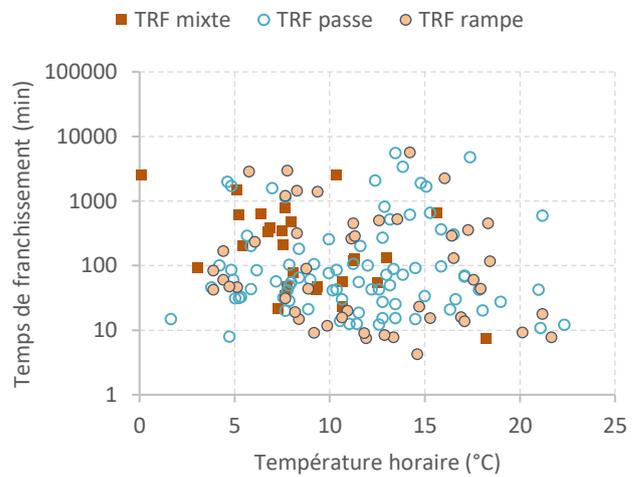
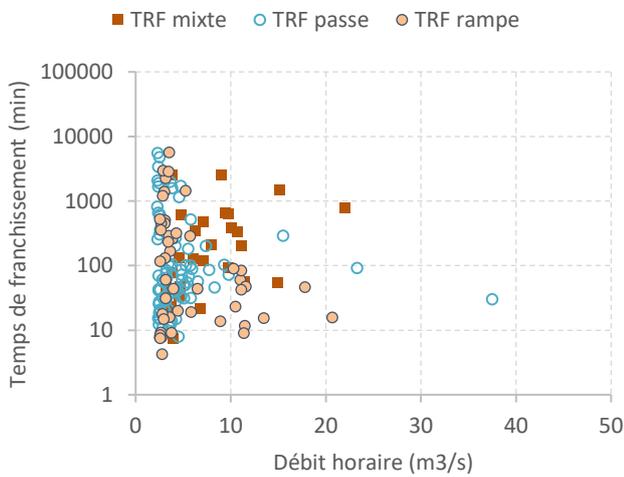
Temps de chaque franchissement mis en relation avec l'heure du franchissement pour chacune des espèces



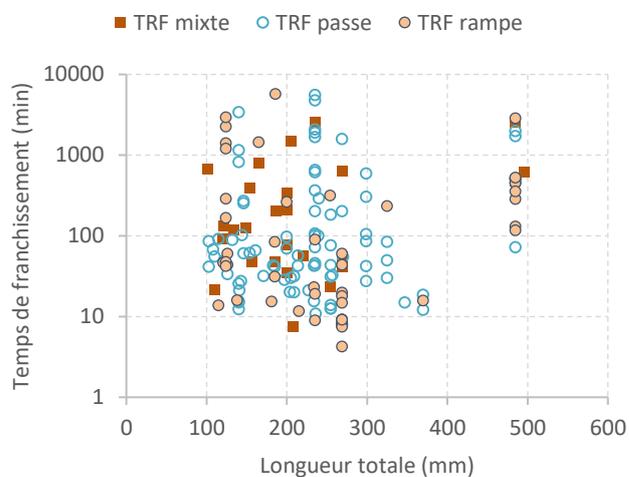
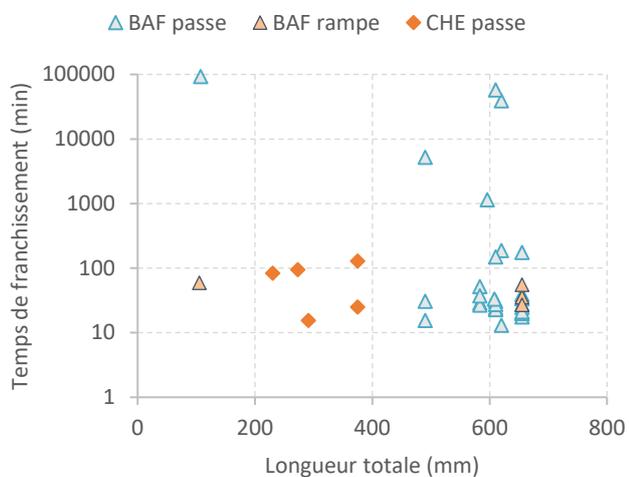
## Temps de chaque franchissement mis en relation avec le débit et la température horaire du Giffre pour les cyprinidés



## Temps de chaque franchissement mis en relation avec le débit et la température horaire du Giffre pour la truite fario

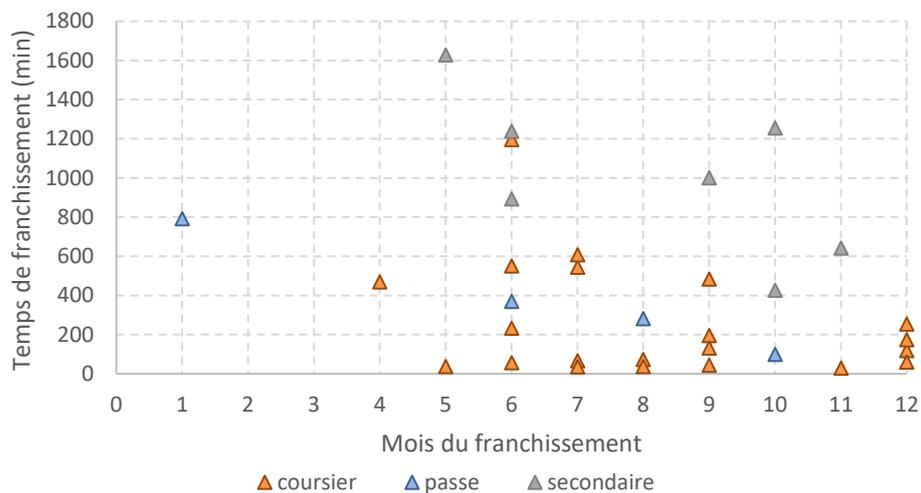


## Temps de chaque franchissement mis en relation avec la taille des individus l'ayant effectué pour chacune des espèces

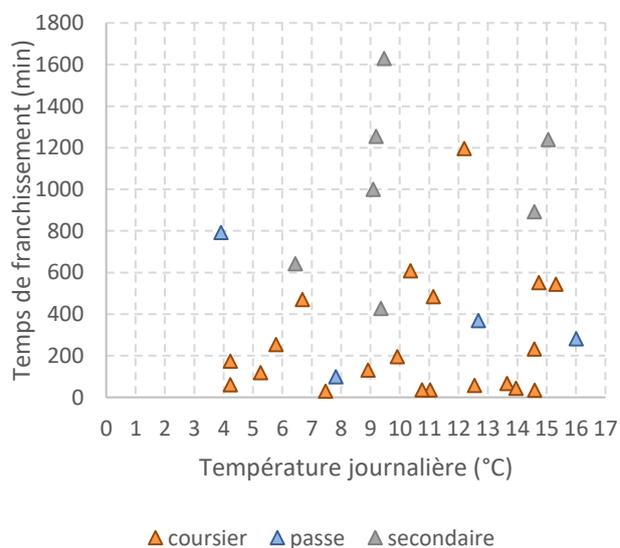
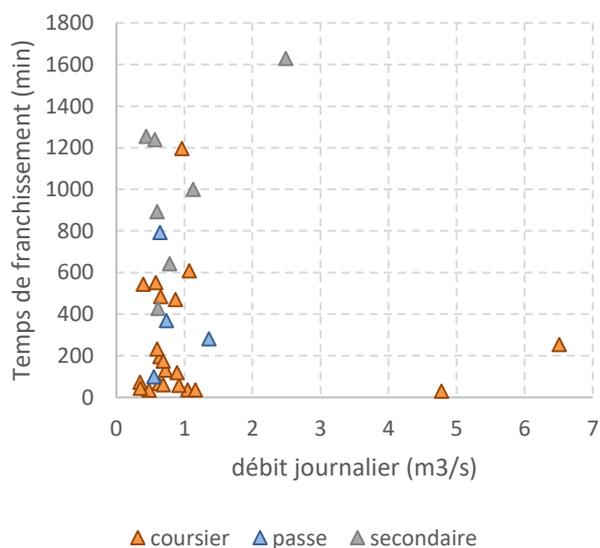


## Annexe 2

Temps de chaque franchissement de truites fario mis en relation avec le mois de la réalisation du franchissement sur le seuil Métral



Temps de chaque franchissement de truites fario mis en relation avec le débit et la température journaliers du Borne



## Temps de chaque franchissement de truites fario mis en relation avec la taille des individus l'ayant effectué

