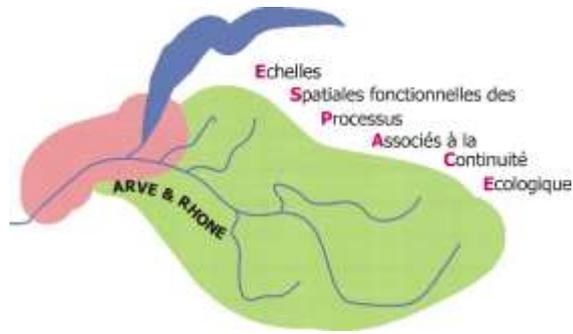




h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



## NOTE D'AVANCEMENT DES ACTIONS 2014



Avec la participation financière de :



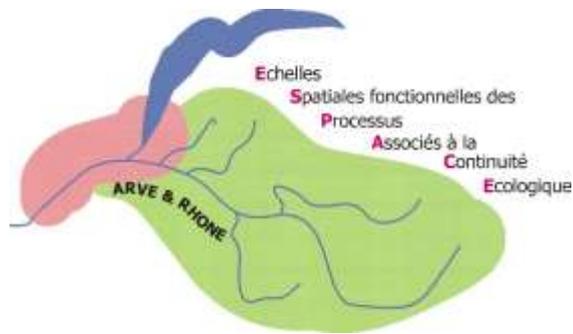
Conseils techniques et participation de :





h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



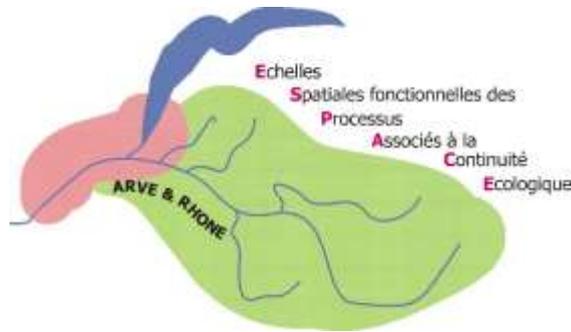
## SOMMAIRE

<b>RAPPEL DES OBJECTIFS GLOBAUX .....</b>	<b>1</b>
<b>MODULE 1 : ECHELLE DE FONCTIONNEMENT DES POPULATIONS.....</b>	<b>3</b>
1) LE RESEAU DE STATIONS FIXES RADIO.....	3
2) LES OPERATIONS DE MARQUAGE .....	7
<i>La méthode.....</i>	7
<i>Résultats.....</i>	12
3) LE SUIVI REGULIER DES POISSONS MARQUES EN RADIO.....	16
<i>La méthode.....</i>	16
<i>Résultats.....</i>	17
4) LE VOLET CHABOT .....	28
<b>MODULE 2 : CAPACITE ET EFFICACITE DE FRANCHISSEMENT D'OUVRAGES.....</b>	<b>32</b>
1) MISE EN PLACE DES STATIONS D'ENREGISTREMENT PITTAG .....	32
2) MARQUAGE PITTAG DES POISSONS .....	37
<i>La méthode.....</i>	37
<i>Résultats.....</i>	38
<b>MODULE 3 : INTEGRITE PHYSIQUE DU CONTINUUM AQUATIQUE.....</b>	<b>41</b>
<b>ETAT DES LIEUX D'UN SITE PILOTE : LE TRONÇON AVAL DU BORNE.....</b>	<b>44</b>
<b>MODULE 4 : TRANSFERT VERS UNE GESTION TRANSFRONTALIERE .....</b>	<b>44</b>
<b>MODULE 5 : VALORISATION, COMMUNICATION ET ECHANGES .....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>51</b>
<i>Affiche d'information auprès des pêcheurs sur la zone d'étude côté France .....</i>	<i>51</i>
<i>Carte de la localisation des pancartes d'information aux pêcheurs sur le bassin de l'Arve .....</i>	<i>.....</i>
<i>Affiche d'information sur un site de station fixe en radiotélémetrie.....</i>	<i>.....</i>
<i>Affiche d'information sur le site de la station PITtag du Nant de Sion.....</i>	<i>.....</i>



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : ORGANISATION DU PROJET ESPACE EN 5 MODULES .....	2
FIGURE 2 : ZONE DE DETECTION DE L'ANTENNE OMNIDIRECTIONNELLE DE LA STATION FIXE RADIO IMPLANTEE A LA CENTRALE EDF D'ARTHAZ-PONT-NOTRE-DAME. ....	4
FIGURE 3 : POSITIONNEMENT DE LA STATION FIXE DANS L'ENCEINTE DE LA STATION D'EPURATION DE SCIENTRIER .....	5
FIGURE 4 : POSITIONNEMENT DE LA STATION RADIO FIXE SUR LE SITE DE LA STATION D'EPURATION DE BONNEVILLE .....	6
FIGURE 5 : ZONES DE DETECTION DES DEUX ANTENNES YAGI DIRECTIONNELLES DE LA STATION FIXE RADIO DE BONNEVILLE .....	6
FIGURE 6 : LES DIFFERENTES ETAPES DE LA PROCEDURE DE MARQUAGE.....	7
FIGURE 7 : CAPTURE DES POISSONS PAR PECHE ELECTRIQUE DANS LES HABITATS ATTRACTIFS SUR LE PLAN PISCICOLE ; (A) PECHE DANS LES EMBACLES SUR LA LAIRE ; (B) PECHE DANS LES SEUILS ENROCHEMENTS LIBRES – SCIONZIER ; (C) CAPTURE DES POISSONS LORS DE LA VIDANGE DE LA PASSE A POISSONS DE CHANCY-POUGNY ; (D) PECHE DES EMBACLES SUR LE GIFFRE. ....	8
FIGURE 8 : LES 3 TAILLES D'EMETTEURS INTERNES UTILISES DANS LE CADRE DU PROGRAMME ESPACE ARVE ET RHONE .....	10
FIGURE 9 : PROCEDURE DE MARQUAGE EXTERNE SUR UN OMBRE COMMUN. (A) PAR L'ANESTHESIE, LE POISSON EST PLACE DANS UN « BAC DE MARQUAGE » POUR MAINTENIR SA POSITION DROITE ; (B) PERFORATION DU MUSCLE DORSAL PAR LES AIGUILLES HYPODERMIQUES ET POSE DE L'EMETTEUR ; (C) MISE EN PLACE DES CONTRE-MARQUES ; (D) SERTISSAGE DES SLEEVES POUR FIXER L'EMETTEUR ; (E) POISSON MARQUE. ....	11
FIGURE 10 : (A) ATELIER DE MARQUAGE ; (B) MARQUES INTRODUITES DANS LES POISSONS MARQUES ; (C) INSERTION DE L'EMETTEUR EN DESSOUS DE LA CEINTURE PELVIENNE ; (D) POINTS DE SUTURE POUR REFERMER L'INCISION ; (E) BARBEAU FLUVIATILE ANESTHESIE DANS LE BAC DE MARQUAGE.....	12
FIGURE 11 : BILAN DE L'ENSEMBLE DES MARQUAGES RADIO DEPUIS LE DEBUT EFFECTIF DU PROGRAMME ESPACE .....	12
FIGURE 12 : CARTE DES EFFECTIFS DES POISSONS MARQUES EN RADIO EN FONCTION DES ESPECES ET DES TRONÇONS HOMOGENES (EN TERMES D'HYDROMORPHOLOGIE) DE L'ARVE .....	13
FIGURE 13 : BOXPLOTS DE L'AGE, L'INDICE DE FULTON, LA LONGUEUR TOTALE (EN MM) ET LE POIDS (EN G) DE L'EFFECTIF DE TRUITES MARQUEES.....	14
FIGURE 14 : BOXPLOTS DE L'AGE, L'INDICE DE FULTON, LA LONGUEUR TOTALE (EN MM) ET LE POIDS (EN G) DE L'EFFECTIF DE BARBEAUX MARQUES .....	15
FIGURE 15 : BOXPLOTS DE L'AGE, L'INDICE DE FULTON, LA LONGUEUR TOTALE (EN MM) ET LE POIDS (EN G) DE L'EFFECTIF DE CHEVAINES MARQUES.....	15
FIGURE 16 : MODE DE RADIOPISTAGE (A) A PIED, (B) EN CANOË ET (C) CARTE DU LINEAIRE PROSPECTE CHAQUE SEMAINE SUR 2 JOURS A 2 PERSONNES POUR CHAQUE PAYS. ....	16
FIGURE 17 : ILLUSTRATIONS DE LA METHODE DE RADIOPISTAGE PAR « HOMING-IN » ET DE L'INTENSITE DU SIGNAL RADIO EN FONCTION DE LA DISTANCE ANTENNE – EMETTEUR.....	17
FIGURE 18 : PREMIERE APPROCHE (A) DU BARRAGE DE VERBOIS PAR LES INDIVIDUS MARQUES PAR RADIO-EMETTEUR ET TAUX DE PRESENCE ET TRANSITIONS (B) SUR LES TROIS ZONES DE DETECTION (AVAL DES TURBINES, AVAL DES VANNES ET PROXIMITE DE L'ENTREE DE LA PASSE-A-POISSONS). FIGURE 1B : EN ROUGE = TAUX DE PRESENCE, EN JAUNE = TAUX DE TRANSITION ET EN BLEU = TAUX D'ENTREE DANS LA PASSE.....	18
FIGURE 19 : PREMIERE APPROCHE (A) DU BARRAGE DE CHANCY-POUGNY PAR LES INDIVIDUS MARQUES PAR RADIO-EMETTEUR ET TAUX DE PRESENCE ET TRANSITIONS (B) SUR LES TROIS ZONES DE DETECTION (AVAL DES TURBINES, AVAL DES VANNES ET PROXIMITE DE L'ENTREE DE LA PASSE-A-POISSONS). FIGURE 1B : EN ROUGE = TAUX DE PRESENCE, EN JAUNE = TAUX DE TRANSITION ET EN BLEU = TAUX D'ENTREE DANS LA PASSE.....	19



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

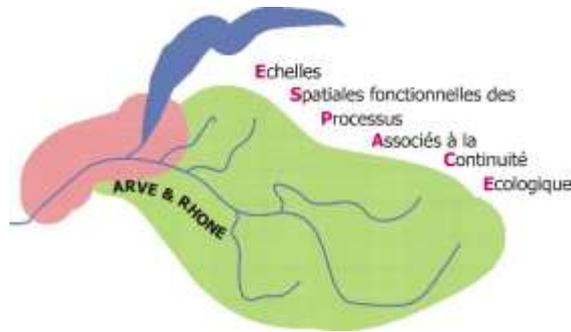


FIGURE 20 : GRAPHIQUE DU TAUX DE DETECTION, NOMBRE DE POISSONS MARQUES, PERDUS, MORTS.....	20
FIGURE 21 : SCATTERGRAMS DE LA DISTANCE (EN M) DE LOCALISATION DES EMETTEURS-TESTS A PIED ET EN CANOË.....	21
FIGURE 22 : GRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS (EN M) DES TRUITES DANS L'ARVE EN FONCTION DES SEMAINES .....	22
FIGURE 23 : GRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS (EN M) DES TRUITES DANS LE BORNE (ORANGE) ET DANS LE GIFFRE (VERT) EN FONCTION DES SEMAINES.....	22
FIGURE 24 : GRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS (EN M) DES BARBEAUX MIGRANTS DE L'ARVE (EN BLEU) VERS LA MENOGE (ROUGE POINTILLE) .....	23
FIGURE 25 : GRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS (EN M) DES BARBEAUX « SEDENTAIRES » (BLEU DANS L'ARVE, VERT DANS LE GIFFRE, ROUGE DANS LA MENOGE).....	24
FIGURE 26 : GRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS (EN M) DES CHEVAINES « MIGRANTS » DE L'ARVE VERS LA MENOGE.....	24
FIGURE 27 : GRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS (EN M) DES CHEVESNES « SEDENTAIRES » (BLEU DANS L'ARVE, GRIS DANS LE GIFFRE, ROUGE DANS LA MENOGE).....	25
FIGURE 28 : HISTOGRAMMES DES DOMAINES VITAUX EXPRIMES EN M DES TRUITES DANS LES 3 COURS D'EAU ET CARTOGRAPHIES DES DOMAINES VITAUX PARTIELS DES INDIVIDUS 9812-8 ET 9812-20 .....	26
FIGURE 29 : HISTOGRAMMES DES DOMAINES VITAUX EXPRIMES EN M DES BARBEAUX DANS LES 3 COURS D'EAU ET CARTOGRAPHIES DES DOMAINES VITAUX PARTIELS DES INDIVIDUS 9902-19 ET 9872-23 .....	27
FIGURE 30 : HISTOGRAMMES DES DOMAINES VITAUX EXPRIMES EN M DES CHEVAINES DANS LES 3 COURS D'EAU ET CARTOGRAPHIES DES DOMAINES VITAUX PARTIELS DES INDIVIDUS 9912-22 ET 9872-15 .....	28
FIGURE 31 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES POPULATIONS DE CHABOT SUR LES BASSINS DE L'ARVE ET DU RHONE .....	29
FIGURE 32 : ETAPES DU DEROULEMENT DE L'ÉTUDE SUR LES POPULATIONS DE CHABOTS DU CONTINUUM ARVE – RHONE GENEVOIS	30
FIGURE 33 : HISTOGRAMMES DES EFFECTIFS D'INDIVIDUS DE CHABOT ÉCHANTILLONNES PRÉSENTES PAR COURS D'EAU .....	31
FIGURE 34 : SCHEMA DU FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF PITTAG INSTALLE DANS UNE PASSE A POISSONS .....	32
FIGURE 35 : MISE EN PLACE DU DISPOSITIF PITTAG SUR LE BARRAGE DU SEUJET – GENEVE. (A) MOYEN MIS EN ŒUVRE POUR REALISER LA VIDANGE DE LA PASSE A POISSONS ; (B) LOCALISATION DES DIFFERENTS DISPOSITIFS QUI EQUIPENT LE SITE POUR LE SUIVI PISCICOLE ; (C) ANTENNES PITTAG DANS LA PASSE A POISSONS .....	33
FIGURE 36 : (A) JAMBE DE FORCE COTE CENTRALE RIVE DROITE ; (B) JAMBE DE FORCE COTE PASSE A POISSONS RIVE GAUCHE ; (C) CABLE DE GROSSE SECTION, GAINÉ QUI TRAVERSE L'ARVE SUR 52 M .....	34
FIGURE 37 : (A) PLAN DE LA PASSE A POISSONS AVEC LA LOCALISATION DES 3 ANTENNES (B) BOITIER ETANCHE QUI ACCUEILLE LE LECTEUR PITTAG DE MARQUE OREGON ; (C) ET (D) ANTENNES (H = 2 M ET L = 0.3 M) FIXÉES AU NIVEAU DES OUVERTURES DE BASSINS.....	34
FIGURE 38 : MISE EN PLACE DE LA STATION PITTAG DU NANT DE SION ; (A) VUE AÉRIENNE DU SITE ; (B) ANTENNE 2 VUE DEPUIS L'AMONT ; (C) SCHEMA EXPLICATIF DE L'IMPLANTATION DES 2 ANTENNES ; (D) BOITIER ÉLECTRIQUE RELIÉ AU LECTEUR OREGON POSÉ CHEZ LA PROPRIÉTAIRE RIVERAINE ; (E) BRANCHEMENT ET REGLAGE DE L'ANTENNE 2 ; (F) ANTENNE 1 VUE DEPUIS L'AVAL AVEC LE PANNEAU D'INFORMATION SUR LA STATION EN RIVE GAUCHE .....	35
FIGURE 39 : 1 <sup>ÈRE</sup> PROPOSITION POUR L'IMPLANTATION DE STATIONS PITTAG SUR L'ARVE AMONT ENTRE MARNAZ ET PASSY : SÉLECTION DE 9 SITES POTENTIELS.....	36
FIGURE 40 : 2 <sup>ÈME</sup> PROPOSITION (EN COURS DE MISE EN ŒUVRE) DE L'IMPLANTATION DE STATIONS PITTAG SUR LES AFFLUENTS DE L'ARVE ENTRE ANNEMASSE ET SCIONZIER.....	37
FIGURE 41 : MARQUAGE INTERNE D'UNE TRUITELLE AVEC UN PITTAG DE 12 MM ; (A) INCISION EN POSITION VENTRALE ET CENTRALE RÉALISÉE AU SCALPEL JUSTE EN DESSOUS DE LA CEINTURE PECTORALE ; (B) INSERTION DU PITTAG DANS LA CAVITÉ GÉNÉRALE DU POISSON .....	38
FIGURE 42 : EFFECTIFS MENSUELS DES POISSONS MARQUÉS AVEC UN PITTAG PRÉSENTES PAR ESPÈCES ET L'EFFECTIF TOTAL EN CUMULÉ MENSUEL .....	38
FIGURE 43 : CARTOGRAPHIE DES POINTS DE MARQUAGE DES POISSONS DÉTECTÉS AUX ANTENNES .....	40



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

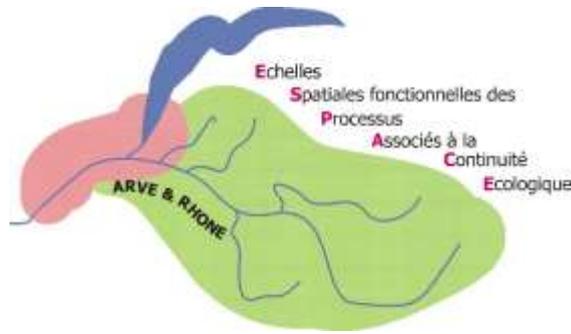


FIGURE 44 : STATIONS D'ENREGISTREMENT DE LA THERMIE EN 2012-2013 ET CELLES PLACES POUR 2014-2015 SUR LE BASSIN DE L'ARVE ..... 42

FIGURE 45 : TRANSECT AU DROIT DE LA STATION DE MESURE DU NIVEAU DE L'EAU DU NANT DE SION A PROXIMITE DE L'INSTALLATION PITTAG DU PONT DE LA RD19 ..... 43

FIGURE 46 : DIAPOSITIVES DE PRESENTATION SYNTHETIQUE DU MODELE QUI SERA CO-CONSTRUIT AVEC LES ACTEURS DE L'EAU LOCAUX ..... 46

FIGURE 47 : QUELQUES ACTIONS DE COMMUNICATION (A) TOURNAGE DES INTERVIEWS POUR LE PREMIER FILM ;(B) ASSEMBLEE GENERALE DE LA FDPPMA 74 ; (C) PANCARTE D'INFORMATION EN BORD DE RIVIERE – ICI LE GIFFRE..... 48

## TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LISTE DES ESPECES-CIBLES ENVISAGEES, STATUTS DE MENACE EN FRANCE (D'APRES UICN-FRANCE ET AL., 2010) ET EN SUISSE (KIRCHHOFER ET AL., 2007), ET PRINCIPAUX INTERETS..... 9

TABLEAU 2 : LISTE DES MODELES D'EMETTEURS ET DE LEURS CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES UTILISES DANS LE CADRE DU PROGRAMME INTERREG ESPACE ARVE ET RHONE. .... 10

TABLEAU 3 : EFFECTIFS MARQUES EN RADIO EN 2014 PAR SECTEUR DE LACHER ET ESPECE ..... 13

TABLEAU 4 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'EFFECTIF DE TRUITES MARQUEES. .... 14

TABLEAU 5 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'EFFECTIF DE BARBEAUX MARQUES..... 14

TABLEAU 6 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'EFFECTIF DE CHEVESNES MARQUES..... 15

TABLEAU 7 : EFFECTIFS ET TAUX D'ENTREE DANS LA PASSE (DETECTION PAR LES ANTENNES AVAL DE LA PASSE) ET DE FRANCHISSEMENT (DETECTION PAR LES ANTENNES AMONT) POUR CHACUN DES OUVRAGES SUISSES ETUDIES. .... 39

TABLEAU 8 : EXEMPLE DE TABLEAU DE DONNEES D'UNE STATION DE PHYSICO-CHEMIE..... 41

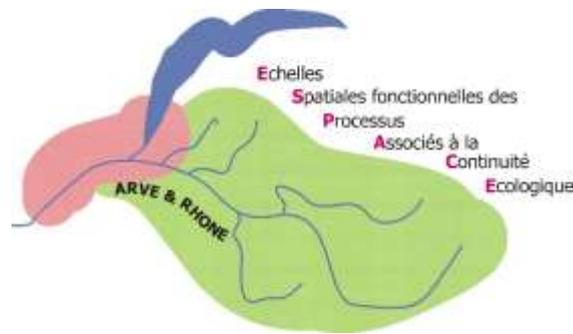
TABLEAU 9 : RECAPITULATIF DES ACTIONS DE COMMUNICATION MENEES POUR LE PROGRAMME ESPACE ARVE ET RHONE ..... 47

TABLEAU 10 : RECAPITULATIF DU NOMBRE DE PERSONNES TOUCHEES PAR LES ACTIONS DE COMMUNICATION ..... 48



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Rappel des objectifs globaux

### Objectifs communs à la France et à la Suisse :

- Décrire les déplacements, identifier les habitats utilisés au cours du cycle de vie et évaluer les échelles spatiales nécessaires au maintien de 5 espèces représentatives de la biodiversité piscicole du bassin Arve – Rhône genevois
- Evaluer la fonctionnalité en termes de franchissement des aménagements, anciens et récemment construits, en intégrant les effets modulateurs de l'hydrologie et de la thermie
- Constituer une base de données environnementale à l'échelle du bassin Arve – Rhône genevois sous forme d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) compilant l'ensemble des données physiques et biologiques utiles à l'évaluation de la connectivité écologique
- Identifier, sur la base du SIG créé, les « *points noirs* » à la continuité écologique sur les bassins de l'Arve et du Rhône genevois
- Développer, avec l'ensemble des acteurs gestionnaires, un outil d'aide à la décision permettant de hiérarchiser et '*prioriser*' les obstacles à la continuité écologique devant être restaurés
- Définir de manière collaborative à l'aide de l'outil créé des stratégies de gestion durable, coordonnées entre les différents gestionnaires et cohérentes pour une restauration de la continuité écologique sur l'ensemble de l'espace Arve et Rhône

### Plus spécifiquement pour la Suisse :

- Evaluer l'efficacité de franchissement des passes à poissons de Chancy-Pougny, Verbois et Vessy afin de répondre d'une part aux exigences définies par la LEaux (Loi fédérale sur la protection des eaux) en termes d'assainissement des ouvrages, mais également aux besoins de critères quantitatifs, objectifs pour le processus de certification 'Naturemade Star' (notamment pour Chancy-Pougny)

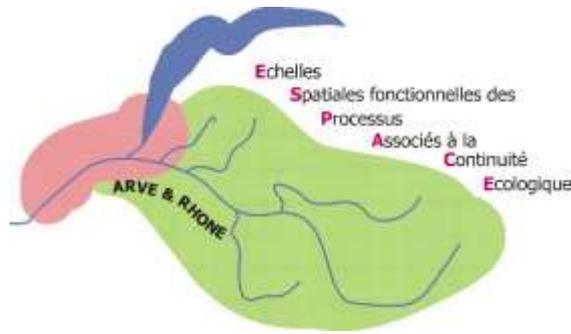
### Plus spécifiquement pour la France :

- Evaluer l'efficacité de certains ouvrages de franchissement déjà réalisés sur des ouvrages structurant la continuité du cours principal de l'Arve (passe à ombre d'Arthaz, rivière de contournement de Scionzier, ...)
- Evaluer les effets sur la continuité écologique de quelques grands ouvrages fragmentant l'habitat sur le bassin versant (Arve et affluents). Le choix de ces ouvrages se fera en concertation avec les structures gestionnaires locales (contrats de rivière, SAGE, ...)
- Mieux connaître les relations entre le cours principal de l'Arve et les affluents, ainsi que les rôles joués par les affluents dans les processus biologiques (refuge thermique, refuge hydraulique, zone de reproduction, ...) en rapport avec leur qualité et leur niveau d'accessibilité



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



- Utiliser le Nant de Sion comme site atelier pour mieux comprendre les relations entre migration génésique et facteurs environnementaux, en particulier l'hydrologie, la température, l'habitat physique et la qualité de l'eau
- Réaliser le diagnostic biologique et géomorphologique du tronçon aval du Borne, tronçon clé par sa position de confluence avec l'Arve où seront réalisés des futurs aménagements de restauration d'habitat

Le bilan des actions réalisées depuis le début effectif du programme (avril 2013) est fait par module. Les différents indicateurs de réalisation et résultats sont indiqués en bleu pour chaque module concerné. La Figure 1 présentée dans le document de présentation du projet a été légèrement modifiée pour intégrer le volet concernant le site pilote du Borne aval. Elle rappelle l'organisation en module du programme INTERREG ESPACE Arve & Rhône.

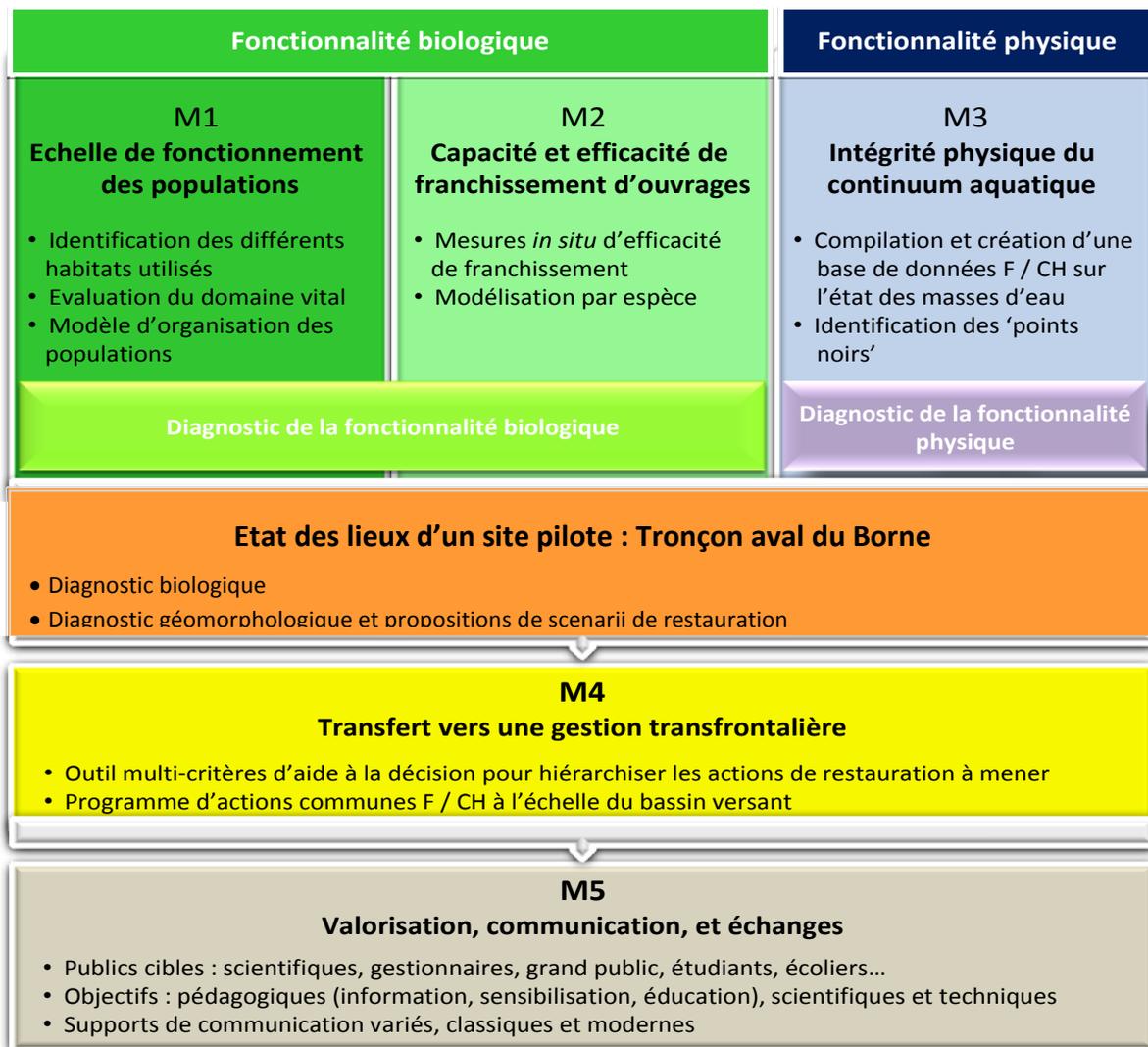
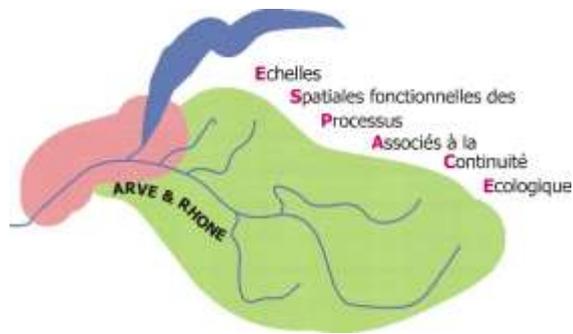


Figure 1 : Organisation du projet ESPACE en 5 modules



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Module 1 : Echelle de fonctionnement des populations

### Objectifs du M1 :

- Définir le 'home range' des 4 espèces piscicoles définies comme les plus mobiles dans le document de présentation, soit le barbeau fluviatile, le chevine, l'ombre commun et la truite fario.  
*Indicateur de réalisation : 200 poissons marqués par radiotélémetrie*  
*Indicateur de résultats : 2000 recontacts de poissons suivis par radiotélémetrie*
- Définir la phénologie des déplacements et migrations et identifier les habitats utilisés pour les 5 espèces cibles
- Evaluer les relations cours principal – affluents

Ce module vise à caractériser les déplacements des espèces cibles du programme ESPACE Arve et Rhône. L'outil utilisé ici est la radiotélémetrie, c'est-à-dire un suivi régulier et à distance de poissons marqués à l'aide d'un émetteur. Cette méthode s'applique aux 4 espèces cibles préalablement citées.

Concernant le chabot, celui-ci étant benthique, plus petit, et n'effectuant que des « petits » déplacements (quelques centaines de mètres, UTZINGER *et al.*; 1998), il a été choisi, pour cette espèce, d'utiliser l'outil biomoléculaire pour caractériser ses déplacements. Cependant, avant d'entreprendre quelques travaux, il est essentiel et nécessaire de réaliser un état de l'art concernant l'espèce et plus particulièrement de balayer les thématiques de caractérisation biomoléculaire et de dynamique des populations pour cette espèce. Des prémices de recherches bibliographiques ont été faites par les deux porteurs de projet, mais celles-ci restent à être approfondies pour cibler les possibilités d'apport de nouvelles connaissances tout en répondant aux questionnements des gestionnaires et acteurs de l'eau locaux.

La méthode de suivi par radiotélémetrie consiste à :

- 1) Mettre en place un réseau de stations fixes de suivi
- 2) Réaliser des opérations de marquage sur l'ensemble du territoire
- 3) Suivre très régulièrement les déplacements des poissons marqués via un suivi mobile (à pied, en canoë ou autre mode de déplacement) afin d'avoir une position hebdomadaire de chaque poisson marqué

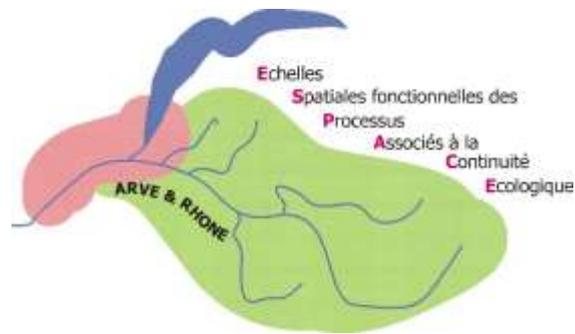
### 1) *Le réseau de stations fixes radio*

Le suivi par radiotélémetrie se concentre sur les cours principaux de l'Arve et du Rhône genevois. Le réseau de stations fixes radio permet un enregistrement 24h/24h du passage d'un poisson en un point du territoire. Cela apporte une donnée supplémentaire par rapport au suivi mobile qui permet d'avoir la position du poisson à un instant t. En effet, si un poisson était habituellement détecté en amont d'une station fixe et que cette dernière l'a détecté une fois, ceci nous permet de dire que l'individu a dévalé et qu'il doit être cherché en aval. Le réseau fixe prévoit un maillage régulier du linéaire entre Chancy-Pougny et Scionzier (Figure 3). Ces stations sont équipées d'un récepteur ATS



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



R4500C® configuré en mode « stationnaire » et relié à une (ou deux en configuration de confluence) antenne(s) fixée(s) en direction du cours d'eau.

L'ensemble des stations côté suisse était en place à la fin de l'année 2013.

Côté français, la station la plus à l'aval, celle implantée dans l'enceinte de la centrale électrique EDF d'**Arthaz-Pont-Notre-Dame** a fait l'objet de tests afin de définir l'ampleur de la zone de détection de cette dernière. La figure 2 illustre la zone sur laquelle un poisson muni d'un émetteur radio peut être détecté par la station d'enregistrement d'Arthaz positionnée en rive droite de l'Arve.



Figure 2 : Zone de détection de l'antenne omnidirectionnelle de la station fixe radio implantée à la centrale EDF d'Arthaz-Pont-Notre-Dame.

Concernant les 2 autres stations fixes radio, sur les sites des stations d'épuration de Bellecombe-Scientrier et de Bonneville, des premiers tests de détection et des études sur leur implantation avaient été effectués en fin d'année 2013. Ces stations radio d'enregistrement ont été implantées au début de l'année 2014.

La **station de Scientrier** est munie d'une antenne omnidirectionnelle (antenne fouet) et d'un récepteur ATS R4500C en fonctionnement « stationnaire ». Elle a été implantée au bout du canal de sortie de la station d'épuration, à proximité duquel une possibilité de branchement électrique était possible (figure 3). Le Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe a réalisé le raccordement entre notre dispositif et l'installation électrique de la station d'épuration. Cette station est en fonctionnement depuis le 17 avril 2014.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

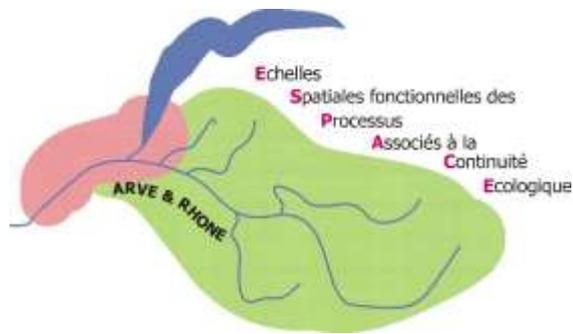


Figure 3 : Positionnement de la station fixe dans l'enceinte de la station d'épuration de Scientrier

Une définition fine de la zone de détection n'a pas encore été réalisée. Nous nous sommes simplement assurés que l'antenne détectait des signaux radio émis sur la berge en rive droite de l'Arve, ce qui signifie que l'intégralité de la rivière est couverte par la zone de détection de l'antenne. Aussi, tout poisson marqué passant à travers cette zone sera détecté par la station d'enregistrement et son passage sera caractérisé par un jeu de données horaires.

La **station de Bonneville** est située au niveau de la zone de confluence Arve-Borne. Cette position lui vaut une configuration d'installation spécifique. Après une première installation d'une simple antenne omnidirectionnelle, il s'est avéré nécessaire de la remplacer par 2 antennes directionnelles (antennes Yagi 3 éléments) pour orienter les zones de détection en fonction des rivières afin de différencier les passages des poissons sur l'une et l'autre rivière (figure 4). Aussi, l'installation de cette station fixe s'est faite en plusieurs étapes et s'est révélée plus complexe que la précédente. En effet, la source d'alimentation électrique se faisant à l'aplomb du bâtiment, il a fallu tirer des longueurs de câbles coaxiaux pour implanter les antennes à des points suffisamment éloignés pour que leurs zones de détection respectives ne se superposent pas. Les difficultés ont été les suivantes :

- Perte de signal avec les longueurs de câble tirées
- Individualisation de la confluence tout en gardant la détection sur toute la largeur de la rivière
- Orientation des antennes pour individualiser les zones de détection



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

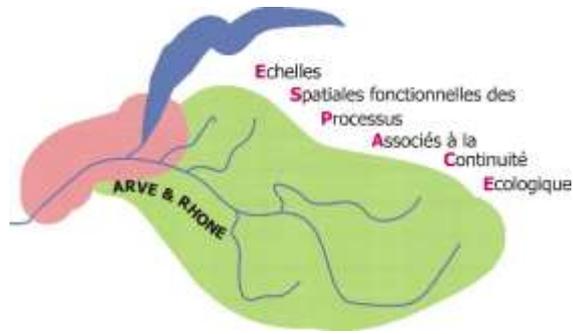


Figure 4 : Positionnement de la station radio fixe sur le site de la station d'épuration de Bonneville

La station fixe radio de Bonneville est en fonctionnement depuis le 19 avril 2014.

Les zones de détection de ce couple d'antennes ont été définies en plusieurs tentatives. La figure 5 illustre les zones actuelles de détection. Un affinage de la zone de détection de l'antenne 1, celle orientée vers l'Arve, sera prochainement effectué.

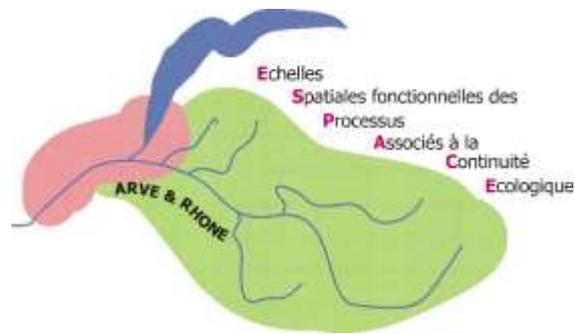


Figure 5 : Zones de détection des deux antennes Yagi directionnelles de la station fixe radio de Bonneville



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Le site de Scionzier, préalablement identifié, a été abandonné pour plusieurs raisons :

- Difficultés pour implanter une station fixe (sécurité de la zone, zones de détection individualisées entre la rivière de contournement et le cours principal de l'Arve)
- Peu de poissons marqués sur ce secteur (cf §marquage)
- Limite amont de la zone d'étude

## 2) Les opérations de marquage

### La méthode

La phase de marquage est le point initial du suivi piscicole par télémétrie. La figure 6 synthétise les étapes successives de la procédure.



Capture



Anesthésie à l'eugéno1 10%



Biométrie : longueurs totale et à la fourche, poids, prélèvements écailles et bout de nageoire pelvienne



Marquage : insertion ou accrochage de l'émetteur suivant le type + insertion PIT-tag



Stabulation



Remise à l'eau

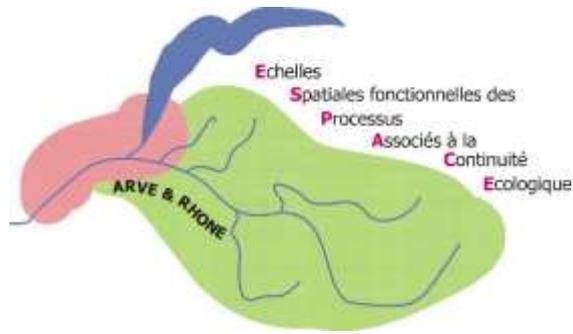
Figure 6 : Les différentes étapes de la procédure de marquage

Les poissons à marquer sont capturés par pêches électriques de sondage réalisées à l'aide d'un appareil thermique de marque *Hans & Grassl* ou par vidange de passes à poissons. Les zones prospectées sont sélectionnées en fonction de leur accessibilité (profondeur et vitesse de courant) et de leur attractivité



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Interreg  
FRANCE-SUISSE

d'habitat (celles qui semblent intéressantes pour accueillir des poissons) (Figure 7). Seules les espèces cibles, listées dans le tableau 1, sont mises de côté pour être marquées après la pêche. Parmi les poissons capturés, seuls ceux qui pèsent plus de 550 g (dans l'idéal) seront marqués d'un émetteur. En effet, WINTER (1988) a mis en évidence que les marques n'engendraient qu'une moindre gêne pour les individus lorsque ces dernières ne représentaient pas plus de 2% de leur poids dans l'air. Cette règle est communément adoptée dans les études de migration et de marquage. Les autres individus (<550g) peuvent être marqués d'un simple PITtag.



Figure 7 : Capture des poissons par pêche électrique dans les habitats attractifs sur le plan piscicole ; (a) pêche dans les embâcles sur la Laire ; (b) pêche dans les seuils enrochements libres – Scionzier ; (c) capture des poissons lors de la vidange de la passe à poissons de Chancy-Pougny ; (d) pêche des embâcles sur le Giffre.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

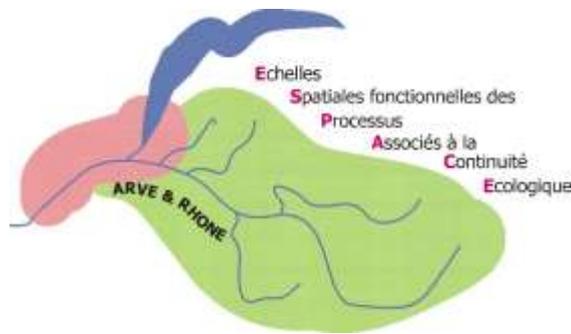


Tableau 1 : liste des espèces-cibles envisagées, statuts de menace en France (d'après Uicn-France et al., 2010) et en Suisse (Kirchhofer et al., 2007), et principaux intérêts

Familie / espèce	Nom vernaculaire	Statut de menace F / CH	Intérêt		
			Patrimonial	Halieutique	Ecologique
<b>Salmonidés</b>					
<i>Thymallus thymallus</i>	Ombre commun	Vulnérable / Menacée <sup>1</sup>	oui	oui	pélagique sténoèce forte mobilité
<i>Salmo trutta</i>	Truite de rivière	Non menacée / Potentiellement menacée <sup>2</sup>	oui	oui	pélagique sténoèce forte mobilité
<b>Cyprinidés</b>					
<i>Barbus barbus</i>	Barbeau fluviatile	Non menacée / Potentiellement menacée*	oui	non	benthique euryèce forte mobilité
<i>Squalius cephalus</i>	Chevaine	Non menacée	oui	non	pélagique euryèce forte mobilité
<b>Cobitidés</b>					
<i>Cottus gobio</i>	Chabot	Données insuffisantes <sup>3</sup> / Potentiellement menacée	oui	non	benthique sténoèce sédentaire non manipulée

<sup>1</sup> Egalement inscrite à l'annexe III de la Convention de Berne

<sup>2</sup> "Fortement menacée" pour la forme lacustre en Suisse

<sup>3</sup> Espèce d'intérêt communautaire, An. II de la Directive Habitats Faune Flore 92/43/CEE

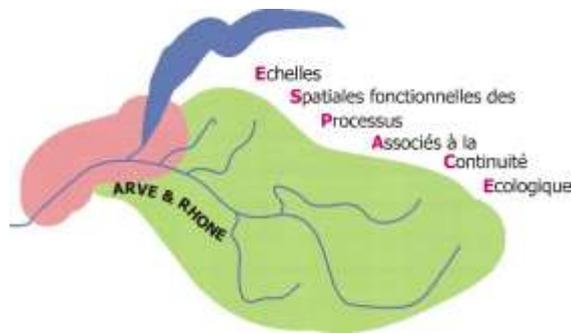
Les émetteurs utilisés pour le programme ESPACE Arve et Rhône sont sur la fréquence 149 MHz bien qu'habituellement les études de télémétrie en milieu aquatique utilisent une basse fréquence (50 MHz) car moins de pertes de signal à l'interface eau-air sont occasionnées. Cependant, comme l'étude est menée en collaboration avec la Suisse, il a fallu s'adapter à la loi de l'utilisation des fréquences radios suisses (OFCOM, 2014) qui impose le range d'utilisation des fréquences de tracking animalier suivant : 148 - 149 MHz. Deux types d'émetteurs interviennent dans le cadre du suivi individuel de poissons :

- **Emetteurs externes transcorporels** (fournisseur ATS – Modèle 1815C - Type F2020, 8.6 g) ou marques « sac à dos » utilisés côté suisse pour marquer les barbeaux fluviatiles et les chevaines lors de la période de migration pré-reproduction. Ce type de marque est plus adapté lorsque la période de marquage correspond à la période de reproduction des individus marqués puisque non intrusif. Cependant, les inconvénients principaux de ce type d'émetteurs sont qu'ils limitent la croissance du poisson (MCCALLISTER *et al.* 1992, in BARAS *et al.* 2001) et peuvent provoquer une érosion et une blessure permanente des tissus corporels du fait du passage d'un élément étranger dans ceux-ci (BARAS *et al.*, 2001). De plus, l'émetteur est positionné sur un côté du dos du poisson, ce qui peut provoquer une perturbation dans la nage de ce dernier.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



- **Emetteurs internes**, qui sont préférés pour leur moindre gêne dans la stature du poisson et pour une meilleure cicatrisation post-marquage des tissus corporels (BARAS *et al.*, 2001). L'implantation intra-péritonéale est habituellement considérée comme la procédure adéquate pour les études de télémétrie à long terme, en comparaison aux marques externes ou intra-gastriques (BARAS *et al.*, 1996), car elle possède les avantages de placer l'émetteur à proximité du centre de gravité du poisson, de le protéger des interactions avec l'environnement, de ne pas gêner la nage, de ne pas modifier l'appétit de l'individu ou encore de ne pas être rendu plus visible face aux prédateurs (BRIDGER ET BOOTH, 2003). Le risque d'expulsion est également moins fréquent avec ce type de marque (GOSSET & RIVES, 2004). L'inconvénient est que les implants péritonéaux nécessitent un temps de marquage plus long, une anesthésie plus profonde et un risque plus élevé d'infection (BRIDGER ET BOOTH, 2003).

Nous avons choisi d'utiliser 3 tailles différentes d'émetteurs : fournisseur ATS - émetteurs de modèle – type : F1815C - F1210, F1820C - F1215 et F1835C - F1230 (Figure 8). En effet, la taille de l'émetteur est influencée par la dimension de la pile à l'intérieur. Plus la pile est volumineuse, plus la durée de vie de l'émetteur est longue. Ainsi, avec plusieurs tailles d'émetteurs, nous pouvons implanter dans de gros individus des marques plus grandes et suivre les déplacements plus longtemps.



Figure 8 : Les 3 tailles d'émetteurs internes utilisés dans le cadre du programme ESPACE Arve et Rhône

Le tableau 2 fait état des dimensions et longévité des différents émetteurs utilisés.

Tableau 2 : Liste des modèles d'émetteurs et de leurs caractéristiques morphologiques utilisés dans le cadre du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône

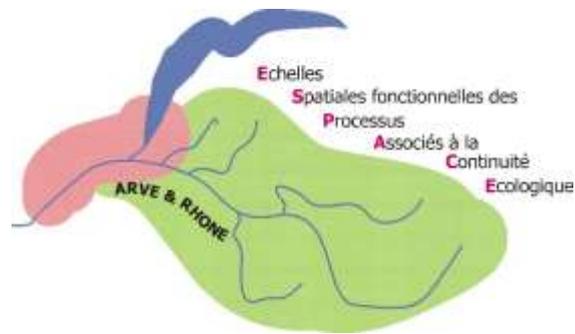
Modèle	Type	Poids g	Longueur mm	Hauteur mm	Capacité de la batterie jours	1/2 vie moyenne [Ecart type] jours	
F1815C	F2020	8.6	43	12	250	199.3	[± 20.5]
F1815C	F1210	11	57	12	257	217.2	[± 43.5]
F1820C	F1215	13	64	12	373	207.9	[± 52.8]
F1835C	F1230	23	68	18	924	230.0	[± 36.1]

Suivant le type d'émetteur utilisé, l'opération de marquage est différente.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Interreg  
FRANCE-SUISSE

Les **émetteurs externes** se positionnent sur le dos du poisson. La procédure de fixation est la suivante (Figure 9) : les muscles dorsaux sont transpercés par deux aiguilles droites hypodermiques afin d'y passer les deux câbles de fixation de l'émetteur. Ces câbles reçoivent une contre-marque (rondelle plastique) qui est bloquée par le sertissage d'un sleeve et par la réalisation d'un nœud d'arrêt, sécurisé par un collage à la colle ethyl-cyanoacrylate. L'émetteur, ses câbles, les aiguilles ainsi que les plaies engendrées par le marquage sont désinfectés avec une solution antiseptique de povidone iodée (Bétadine® dermique 10%).

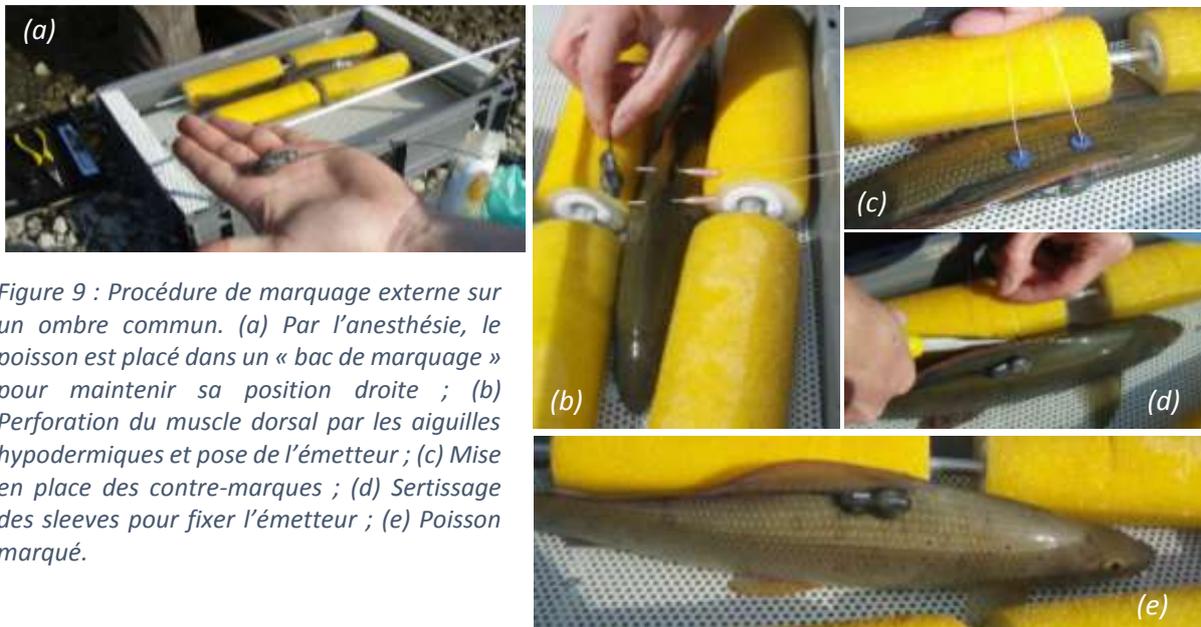


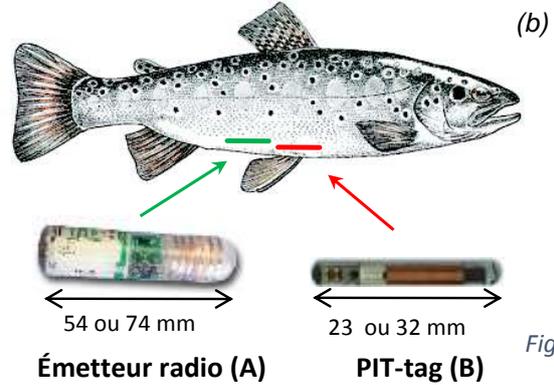
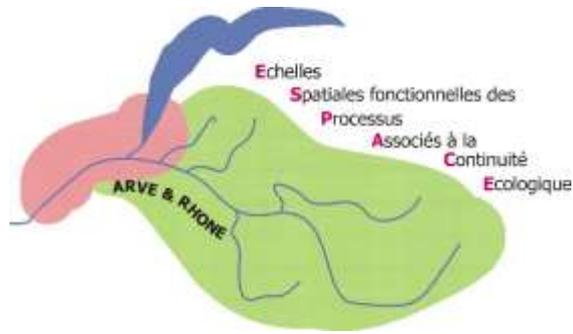
Figure 9 : Procédure de marquage externe sur un ombre commun. (a) Par l'anesthésie, le poisson est placé dans un « bac de marquage » pour maintenir sa position droite ; (b) Perforation du muscle dorsal par les aiguilles hypodermiques et pose de l'émetteur ; (c) Mise en place des contre-marques ; (d) Sertissage des sleeves pour fixer l'émetteur ; (e) Poisson marqué.

Les **émetteurs internes** nécessitent une opération chirurgicale plus lourde (Figure 10). Des précautions sanitaires et de désinfection sont prises pour minimiser le risque d'infection (port de gants de chirurgie, désinfection du matériel, ...). Une incision de 2 à 3 cm est faite dans la partie ventrale juste en arrière de la ceinture pelvienne à l'aide d'un scalpel (N°3) muni d'une lame courbe (N°12) et d'une canule afin de ne pas endommager les tissus internes du poisson. L'émetteur est introduit dans la cavité générale du poisson et vient se positionner au niveau de la ceinture pelvienne de manière centrale ce qui limite le déséquilibre du poisson. L'incision est refermée avec au minimum 3 points de suture (point de chirurgien) réalisés à l'aide d'une aiguille de suture courbe 3/8 T 24 mm munie d'un fil tressé résorbable en polyglyconate (longueur 70 cm). Pour limiter les infections post opératoires, une injection d'antibiotique (Marbocyl 2%) est faite à l'aide d'une seringue à insuline.

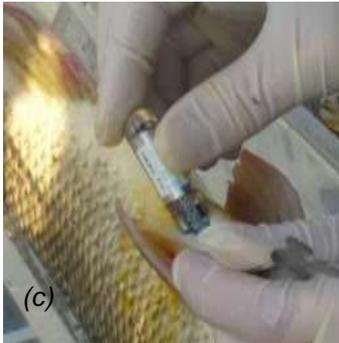


h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



Figure



10 : (a) Atelier de marquage ; (b) Marques introduites dans les poissons marqués ; (c) Insertion de l'émetteur en dessous de la ceinture pelvienne ; (d) Points de suture pour refermer l'incision ; (e) Barbeau fluviatile anesthésié dans le bac de marquage

## Résultats

A l'issue du premier semestre 2014, 173 poissons ont été marqués sur tout le territoire (figure 11). La répartition par espèce est la suivante : 57 barbeaux fluviatiles (BAF), 62 chevaines (CHE), 11 ombres communs (OBR), 43 truites fario (TRF) (dont 2 truites de lac).

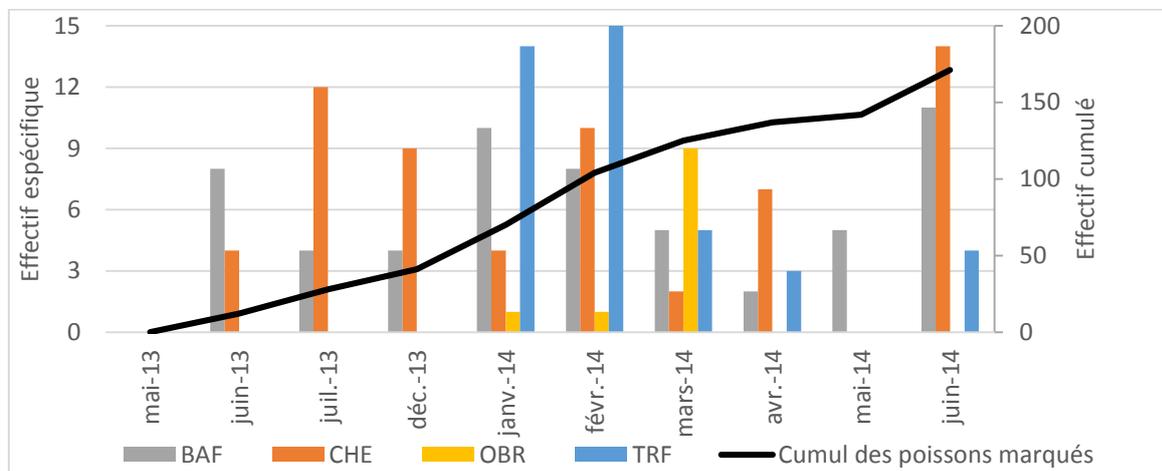
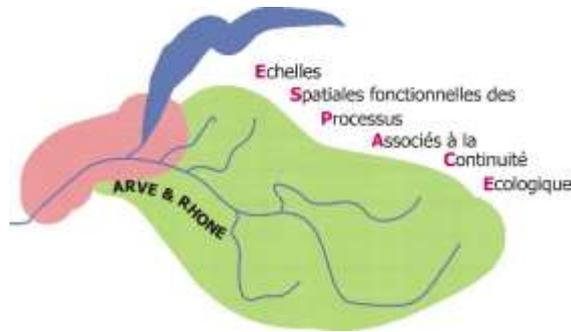


Figure 11 : Bilan de l'ensemble des marquages radio depuis le début effectif du programme ESPACE



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



Côté suisse, les campagnes de marquage par vidange de passe des grands barrages et pêches électriques sur les affluents du Rhône ont eu lieu entre le 24 février et le 7 juin 2014. Au total, 59 poissons ont été équipés d'un émetteur radio selon la répartition par espèce suivante : 23 barbeaux, 27 chevaines et 9 truites (Tableau 3).

Tableau 3 : Effectifs marqués en radio en 2014 par secteur de lâcher et espèce

Secteur	N BAF	N CHE	N TRF
S1 – Arve Amont vessy	0	0	0
S2 – Arve Aval Vessy	1	0	0
S3 – Rhône Seujet – Verbois	5	13	3
S4 – Rhône Verbois – Chancy-pougny	13	4	6
S5 – Rhône Aval Chancy-Pougny	4	10	0

Côté France, les opérations de marquage se sont déroulées entre le 17 décembre et le 28 mars 2014, soit 21 jours de marquage à 3 ou 4 personnes. Le bilan des campagnes s'élève à 95 poissons marqués sur 23 km de cours d'eau prospectés (en cumulé). La répartition par espèce est la suivante : 34 truites, 11 ombres, 25 barbeaux et 25 chevaines. La répartition des poissons sur le linéaire de l'Arve française est présentée sur la figure 12.

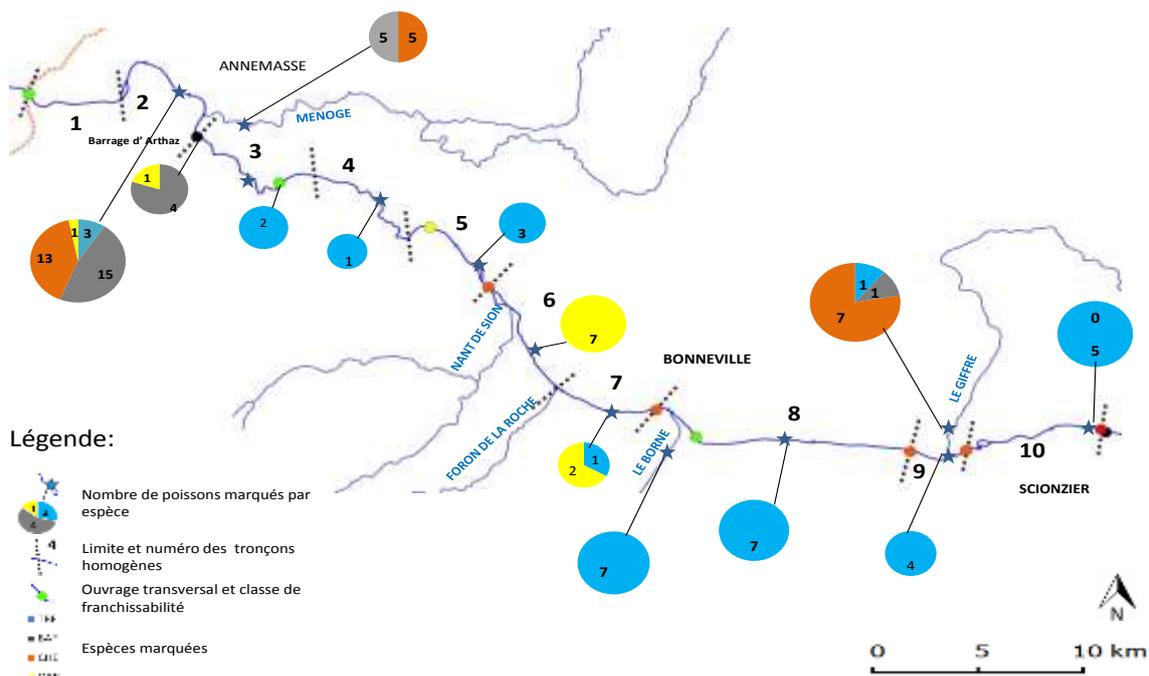
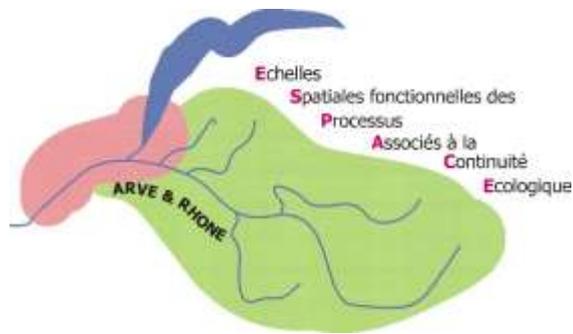


Figure 12 : Carte des effectifs des poissons marqués en radio en fonction des espèces et des tronçons homogènes (en termes d'hydromorphologie) de l'Arve



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Les tableaux 4 à 6 et figures 13 à 15 décrivent les caractéristiques des individus marqués présentés par espèce.

- *Truites*

Tableau 4 : Statistiques descriptives de l'effectif de truites marquées

Statistique	Age	Indice de fulton	Lt_mm	Poids (g)
Minimum	3.0	1.08	316	346
Maximum	5.0	1.51	560	1698
Moyenne	4.4	1.26	411	727
Ecart-type	0.6	0.13	70	404

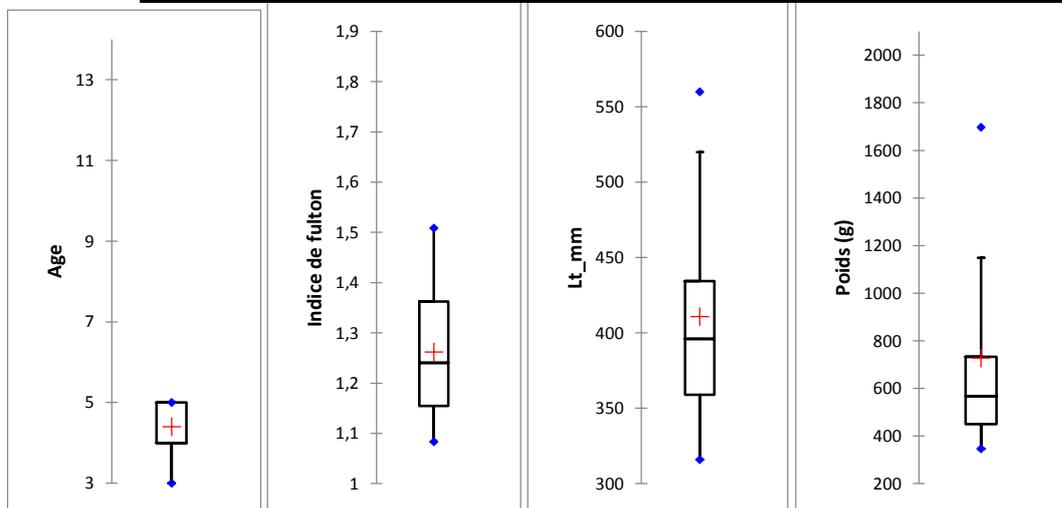


Figure 13: Boxplots de l'âge, l'indice de fulton, la longueur totale (en mm) et le poids (en g) de l'effectif de truites marquées

D'après le test de Kruskal Wallis, il n'y a pas de différence significative entre le poids/la taille des poissons et les secteurs où ils ont été marqués (p-value respectivement de 0,510 et 0,432).

- *Barbeaux*

Tableau 5 : Statistiques descriptives de l'effectif de barbeaux marqués

Statistiques	Age	Indice de fulton	Lt_mm	Poids (g)
Minimum	5.0	1.08	445	809
Maximum	13.0	1.45	593	1920
Moyenne	8.4	1.26	533	1449
Ecart-type	2.3	0.12	40	305



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

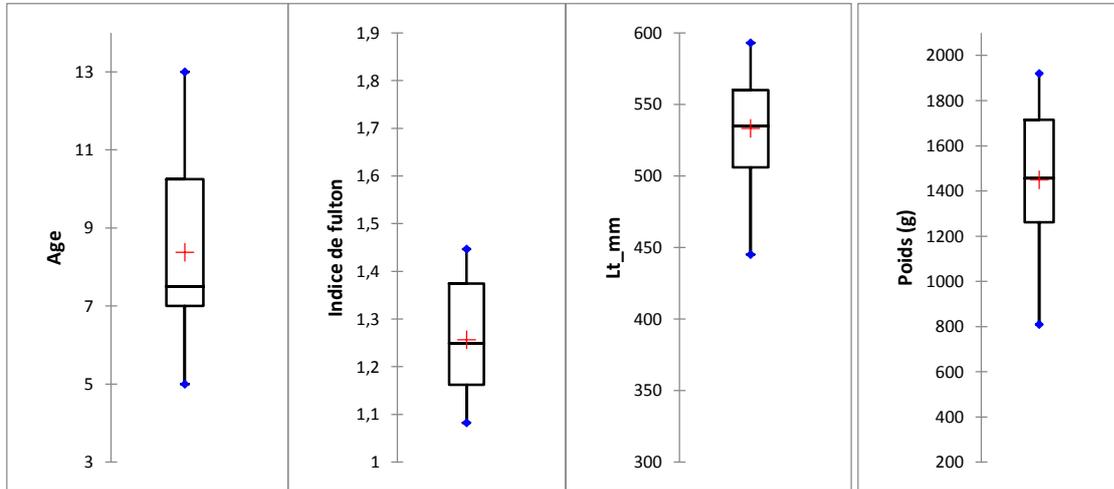
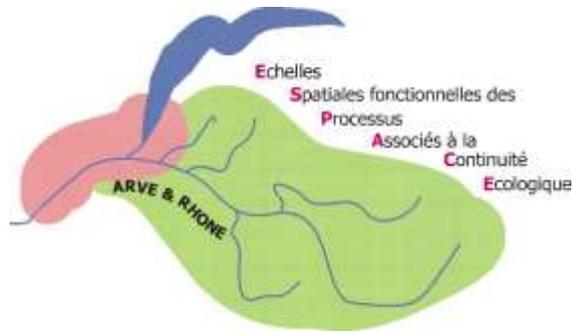


Figure 14 : Boxplots de l'âge, l'indice de fulton, la longueur totale (en mm) et le poids (en g) de l'effectif de barbeaux marqués

D'après le test de Kruskal Wallis, il n'y a pas de différence significative entre le poids/la taille des poissons et les secteurs où ils ont été marqués (p-value respectivement de 0,924 et 0,869).

■ Chevaines

Tableau 6 : Statistiques descriptives de l'effectif de chevesnes marqués

Statistique	Âge	Indice de fulton	Lt_mm	Poids (g)
Minimum	4.0	1.40	352	509
Maximum	9.0	1.81	498	1622
Moyenne	6.3	1.63	429	1002
Ecart-type	1.6	0.12	32	254

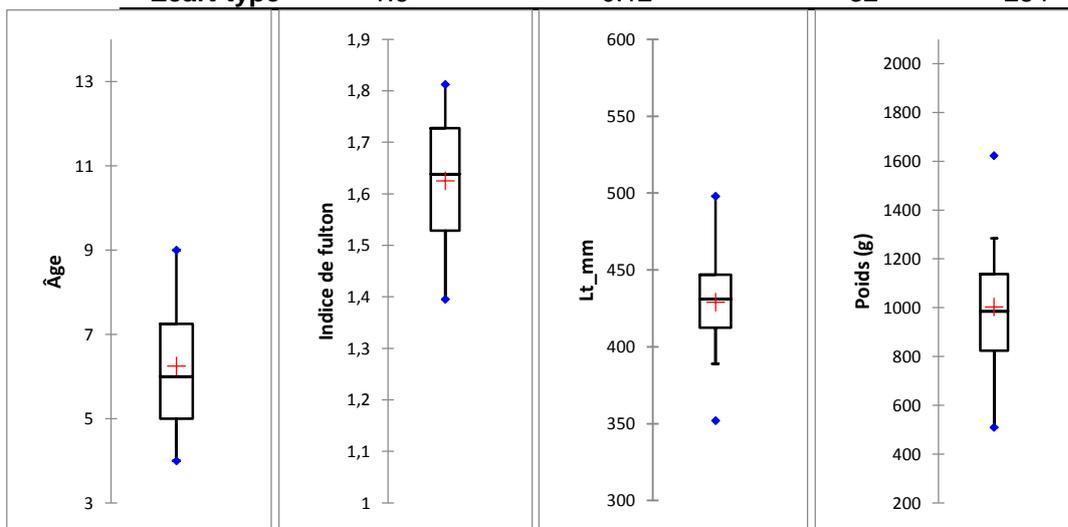


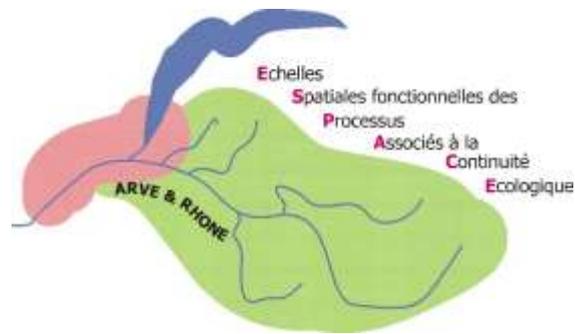
Figure 15 : Boxplots de l'âge, l'indice de fulton, la longueur totale (en mm) et le poids (en g) de l'effectif de chevaines marqués

D'après le test de Kruskal Wallis, il n'y a pas de différence significative entre le poids/la taille des poissons et les secteurs où ils ont été marqués (p-value respectivement de 0,374 et 0,589).



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



### 3) Le suivi régulier des poissons marqués en radio

#### La méthode

Le radiopistage ou radiotracking consiste à chercher activement les poissons marqués. Il s'effectue de manière hebdomadaire, sur tout le linéaire où les poissons ont été marqués. Un suivi régulier de chaque individu marqué donne des informations plus fines de leur comportement. Selon BARAS (1997), l'intervalle de positionnement optimal est journalier. Cet auteur a mis en avant les différences de « home-range » et de distances en localisant chaque jour des barbeaux et en exploitant les résultats jour par jour ou en agrandissant l'intervalle de temps. Même si la localisation quotidienne est plus précise, l'hebdomadaire est la plus efficace en termes de coûts-bénéfices, avec une imprécision de 5% d'après BARAS (1997), ce qui reste correct. Les prospections de radiopistage ont commencé à la suite immédiate des opérations de marquage. Elles s'effectuent à pied, en canoë pour les zones non accessibles par les berges et en bateau sur le Rhône (figure 16).

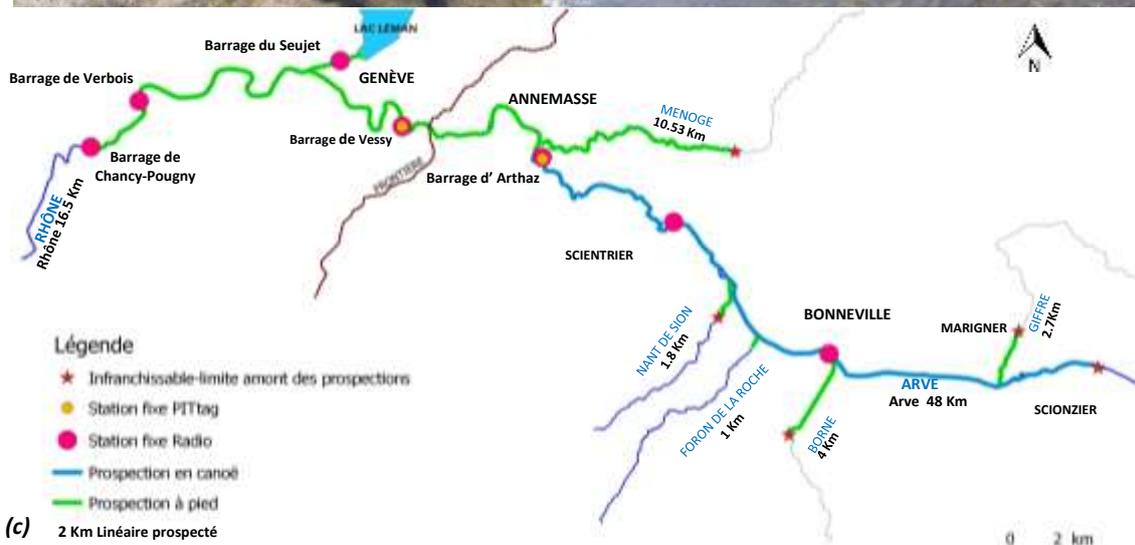
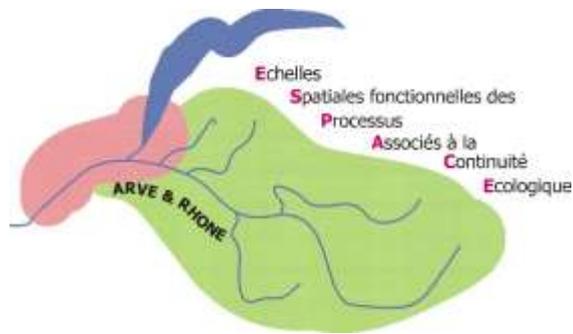


Figure 16 : Mode de radiopistage (a) à pied, (b) en canoë et (c) carte du linéaire prospecté chaque semaine sur 2 jours à 2 personnes pour chaque pays.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Lorsqu'un poisson est perdu, la zone prospectée est étendue. La méthode utilisée est dite du « homing-in », consistant à s'approcher au plus près du poisson pour recevoir le signal le plus fort possible afin d'avoir la position GPS la plus précise (figure 17). Ainsi, l'opérateur, muni d'un récepteur ATS R4500C® relié à une antenne Yagi 3 éléments tenue de manière perpendiculaire au cours d'eau, « scanne » les fréquences de chaque émetteur en marchant jusqu'à trouver les poissons. Lorsque le récepteur identifie une fréquence de marquage, il émet trois « bips » successifs puis donne le code correspondant à l'émetteur permettant d'identifier l'individu repéré. L'opérateur va donc chercher le signal le plus fort (intensité des bips sonores). Ainsi, l'intensité du signal et les coordonnées sont enregistrés par le récepteur. Les émetteurs sont également équipés d'une option « mortalité », c'est-à-dire qu'ils sont sensibles aux mouvements du poisson. Ainsi, lorsqu'un individu n'a pas bougé durant 24h, le signal émettra 4 ou 5 bips, permettant à l'opérateur de reconnaître un poisson mort.

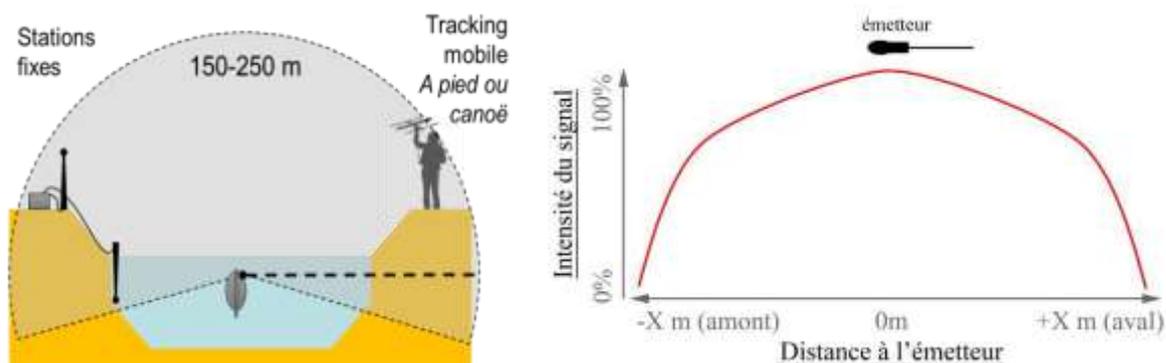


Figure 17 : Illustrations de la méthode de radiopistage par « homing-in » et de l'intensité du signal radio en fonction de la distance antenne – émetteur

Afin d'appréhender la précision des résultats de radio-tracking, des émetteurs-tests ont été placés sur l'Arve par une personne ne le pratiquant pas, en un endroit connu et géoréférencé. Chaque semaine, les positions de ces émetteurs-tests sont définies de la même manière que les poissons. Ainsi, des distances de localisation à pied et en canoë ont pu être calculées entre la position reçue par le récepteur et la position réelle. Ceci nous permet donc d'avoir la « marge d'erreur » de détection et de pouvoir s'affranchir des distances non significatives.

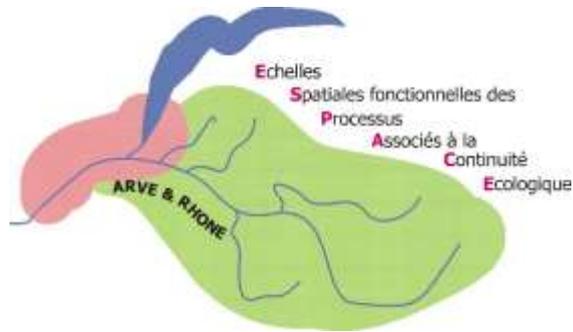
## Résultats

Le suivi radiotéléométrique répond à des problématiques très différentes sur Suisse et sur France. En effet, côté genevois, cette méthode permet de caractériser l'arrivée d'un individu marqué à proximité d'un barrage, de quantifier sa durée d'attente et/ou de recherche de l'entrée de la passe à poissons en pied de barrage par exemple. Sur le linéaire français, il n'y a pas de gros barrages hydroélectriques. Les objectifs ciblent la connectivité et les aires de vie des populations. Ainsi, les résultats obtenus par la méthode de radiopistage sont présentés sur chacun des territoires.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



- Comportement de montaison (Radiotélémetrie)

Sur les 88 individus marqués par radio-télémetrie, 39 ont été détectés en montaison au pied des ouvrages (soit 44.3 %) : 5 sous l'ouvrage de Vessy et 1 sous l'ouvrage du Seujet (sur les 22 présents en aval des deux ouvrages, soit 27 %), 18 sous l'ouvrage de Verbois (sur les 30 présents en aval, soit 60 %) et 15 sous l'ouvrage de Chancy-Pougny (sur les 36 présents en aval, soit 42 %). Les résultats suivants reposent donc sur ces 39 individus.

Sur l'ouvrage du Seujet, le seul individu équipé en radiotélémetrie détecté en aval du barrage n'est pas passé par la passe-à-poissons mais par l'écluse présente sur cet ouvrage. Sur le barrage de Vessy, 4 individus sur 5 ont été détectés sous les turbines et un seul est remonté par le cours principal.

Pour les ouvrages de Verbois et Chancy-Pougny, où nous disposons d'un nombre plus conséquents d'individus, les résultats sont décrits plus en détails ci-dessous aux figures 18 et 19.

- Verbois :

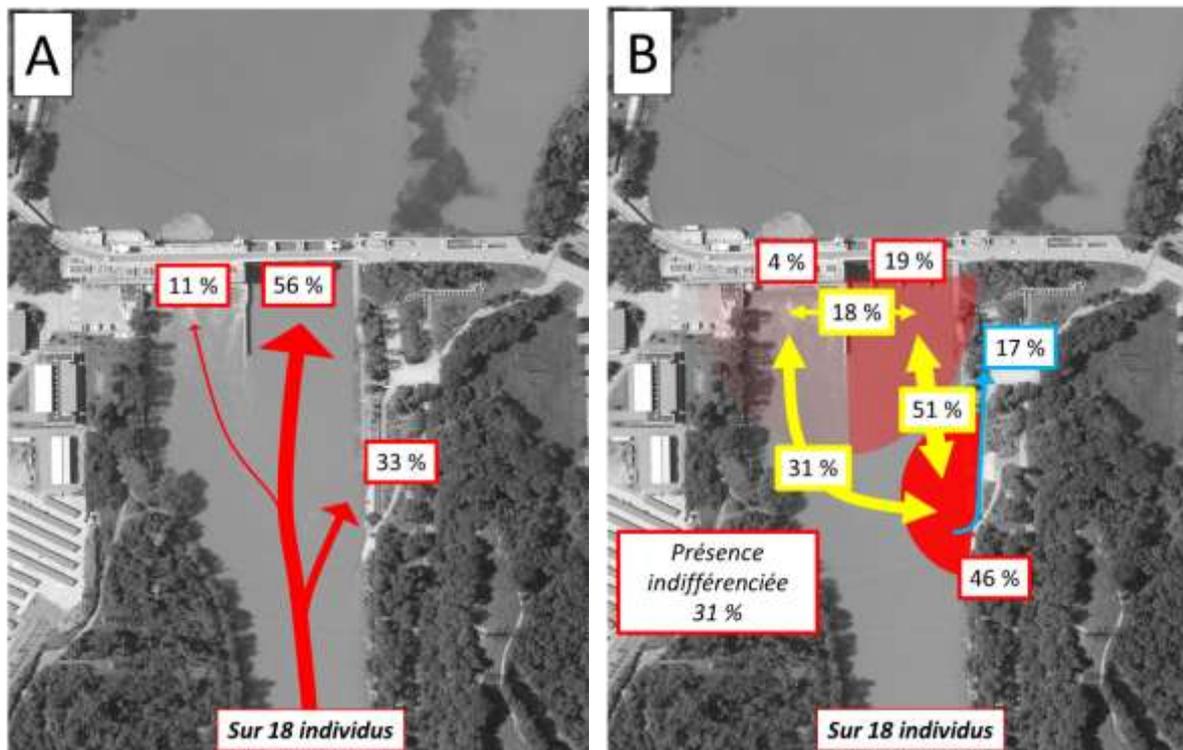
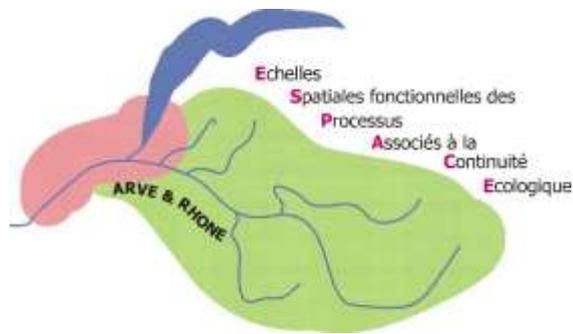


Figure 18 : Première approche (A) du barrage de Verbois par les individus marqués par radio-émetteur et taux de présence et transitions (B) sur les trois zones de détection (aval des turbines, aval des vannes et proximité de l'entrée de la passe-à-poissons). Figure 1B : en rouge = taux de présence, en jaune = taux de transition et en bleu = taux d'entrée dans la passe



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



▪ Chancy-Pougny :

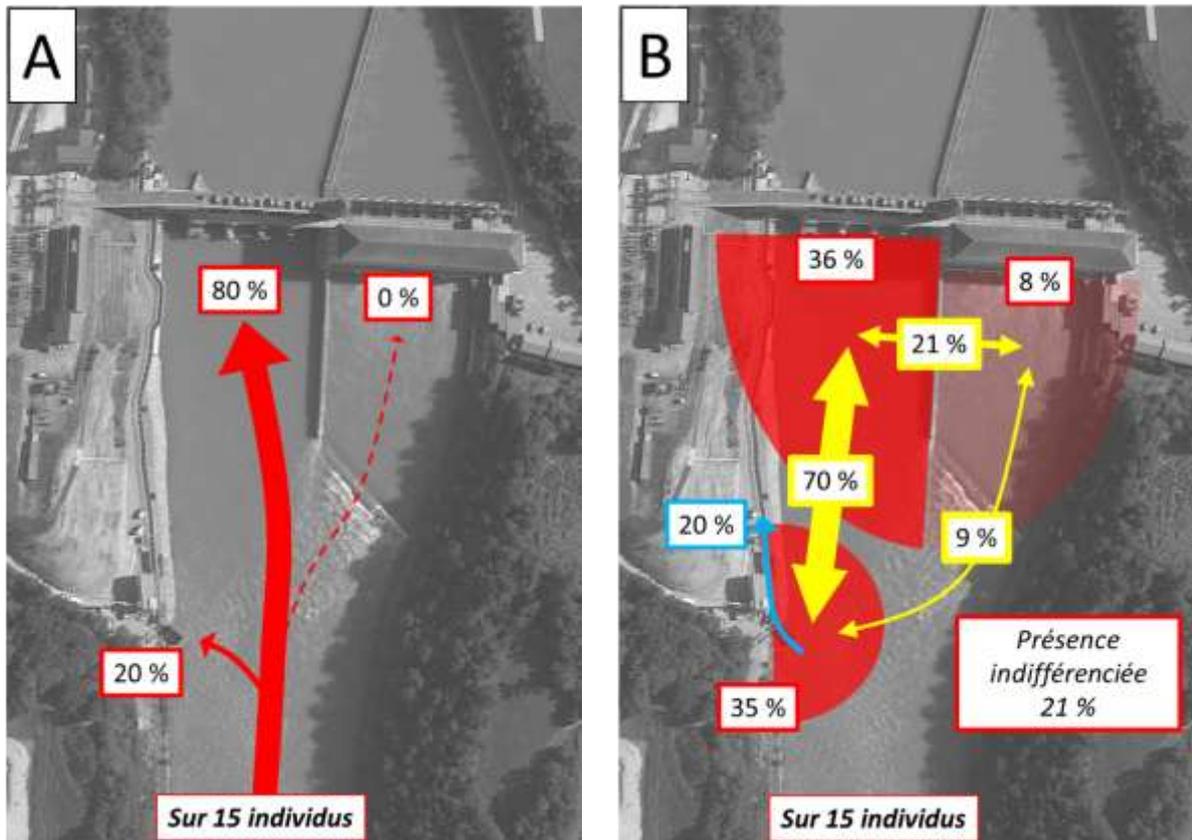


Figure 19 : Première approche (A) du barrage de Chancy-Pougny par les individus marqués par radio-émetteur et taux de présence et transitions (B) sur les trois zones de détection (aval des turbines, aval des vannes et proximité de l'entrée de la passe-à-poissons). Figure 1B : en rouge = taux de présence, en jaune = taux de transition et en bleu = taux d'entrée dans la passe

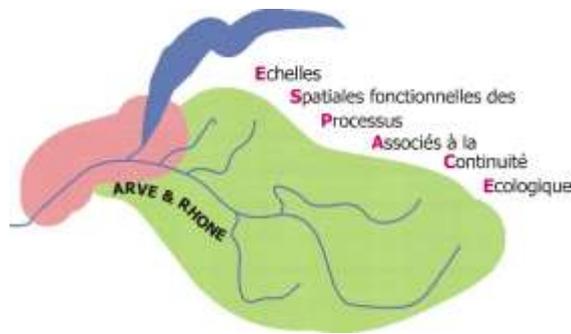
Pour chacun des deux barrages, nous pouvons tout d'abord observer que la première approche se fait préférentiellement du côté des vannes (et de la passe, rive gauche pour Verbois, et rive droite pour Chancy-Pougny). Très peu d'individus gagnent le pied des ouvrages en se dirigeant vers les turbines, pouvant surprendre du fait de leur migration par rhéotaxie (orientation par le courant).

Une fois sous les ouvrages, les individus restent la majorité du temps le long de la même rive, privilégiant les zones en aval des vannes et à proximité de l'entrée de la passe, où se concentre la majorité des mouvements. Néanmoins, une proportion assez faible de ces individus (inférieur ou égal à 20 % en fonction de l'ouvrage) trouvent l'entrée de la passe et s'y engouffrent.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



▪ *Bilan des 6 premiers mois de suivi par radiotélémétrie sur l'Arve*

Les poissons suivis ont été marqués à différentes dates, jusqu'à la prospection 15 (fin mars) (figure 20). Le nombre de poissons détectés a donc atteint son maximum aux alentours de cette dernière. Toutefois, le taux de détection, proche de 100 % au début (décembre, janvier), a chuté à partir du mois de février (P8). Parfois, ce taux est remonté à 100 % mais le nombre de poissons « recherchés » a baissé (hausse de la mortalité et des pertes). Cette variabilité dans les taux de détection est également due aux conditions climatiques, les débits élevés ne permettent pas de prospection en canoë, donc certains poissons n'ont pu être retrouvés.

La mortalité s'est stabilisée à partir du pistage n°27 (fin juin). Au pistage n°33, le taux de mortalité était de **47 %** pour les truites avec 24 % qui seraient dus au marquage (dont plus de 50 % dus à la mauvaise qualité bactériologique de l'eau ayant pu infecter les poissons), **52 %** pour les barbeaux, avec 16 % de mortalité dus au marquage et 20 % en post-reproduction ; et **80 %** pour les chevaines dont 16 % de mortalité post-marquage et 48 % post-reproduction.

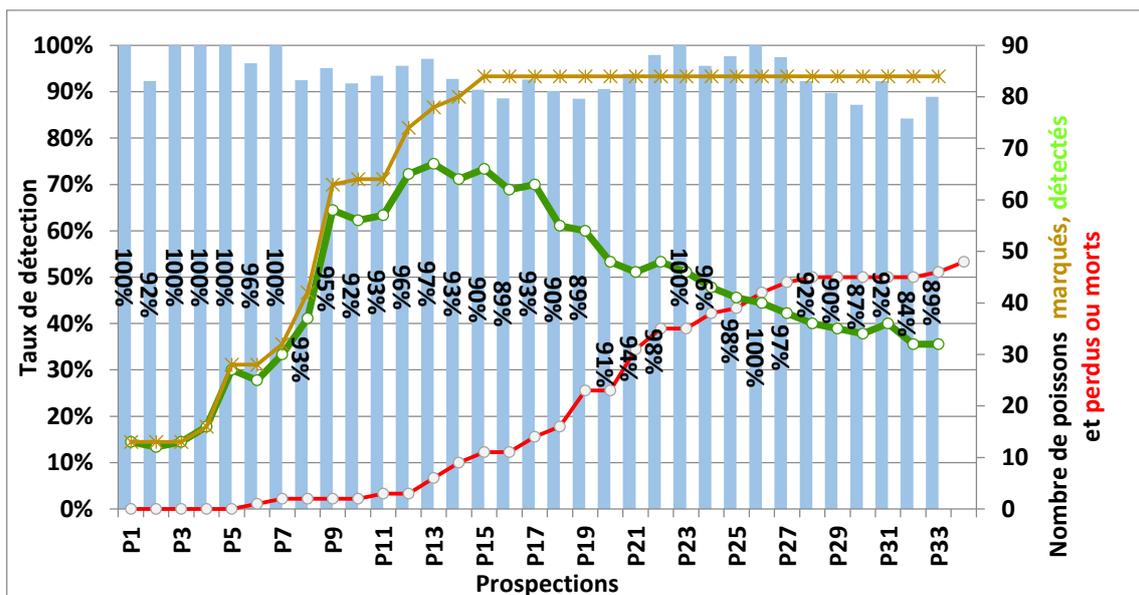


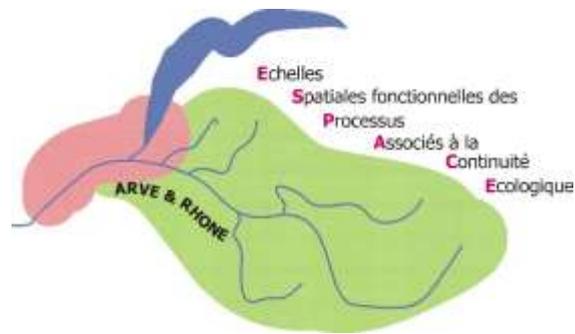
Figure 20 : Graphique du taux de détection, nombre de poissons marqués, perdus, morts

Les résultats suivants intègrent les données des poissons ayant été suivis pendant plus d'un mois, soit au moins 4 prospections. Cette durée est généralement celle nécessaire à la cicatrisation de l'implantation d'un émetteur interne (BARAS *et al.*, 2001) et donc celle généralement adoptée pour quantifier la mortalité post-marquage. Au-delà de cette durée, il est considéré que la cause de la mortalité est autre. Par conséquent, sont considérés pour les résultats suivants : **22 truites, 21 barbeaux et 19 chevaines.**



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



### ▪ Test de précision de localisation

Les distances de détections ont été calculées pour chaque pistage comme étant la distance entre la localisation « réelle » (donnée par la position GPS lors de la pose de l'émetteur) et la localisation hebdomadaire faite par l'opérateur depuis la berge lors du pistage à pied ou depuis le canoë. Ainsi, puisque l'émetteur n'a pas bougé, les distances maximales en amont et en aval résultantes de ces tests constituent les distances en-dessous desquelles on ne peut pas être certain que l'individu se soit déplacé. Ce sont les « marges d'erreurs » de localisation d'un émetteur.

On estime que pour le pistage à pied, il faut une distance supérieure à **57 m** en amont et **13 m** en aval ; et **66 m** en amont - **74 m** en aval en canoë, pour valider le déplacement du poisson. En-dessous de ces valeurs, il est impossible de savoir si le poisson s'est réellement « déplacé » ou si c'est le manque de précision (figure 21). Les taux de détection sont de **100 %** à pied et **90 %** en canoë. On peut donc considérer que tout poisson présent sur le linéaire prospecté a été détecté lors des multiples prospections.

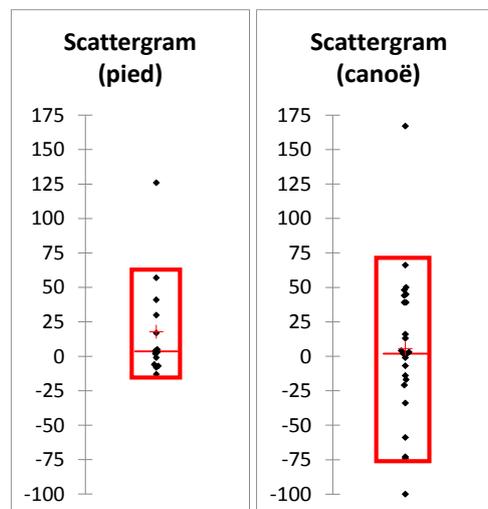


Figure 21 : Scattergrams de la distance (en m) de localisation des émetteurs-tests à pied et en canoë

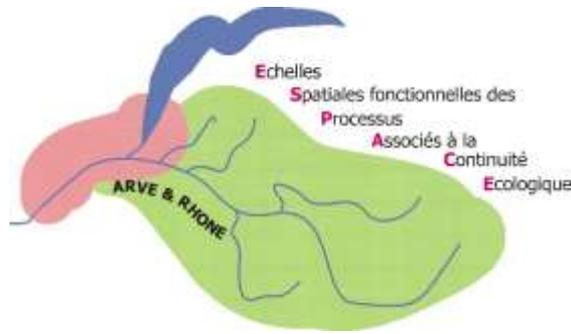
### ▪ Comportements des poissons suivis

Pour cette partie, un code couleur est mis en place et reste le même pour chaque graphique : l'Arve apparaît toujours dans les tons bleus ; la Menoge en bordeaux ; le Giffre en vert et le Borne en orange/ocre. De plus, les traits en pointillés correspondent aux changements de cours d'eau.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



- Distances et vitesses de déplacements des Truites

Sur la période suivie (janvier – juillet), les truites n’effectuent pas de grands déplacements (figures 22 et 23). Elles ont un comportement très sédentaire, en particulier dans le Borne, où les truites sont localisées presque chaque semaine au même endroit (à l’aval d’un seuil en enrochement).

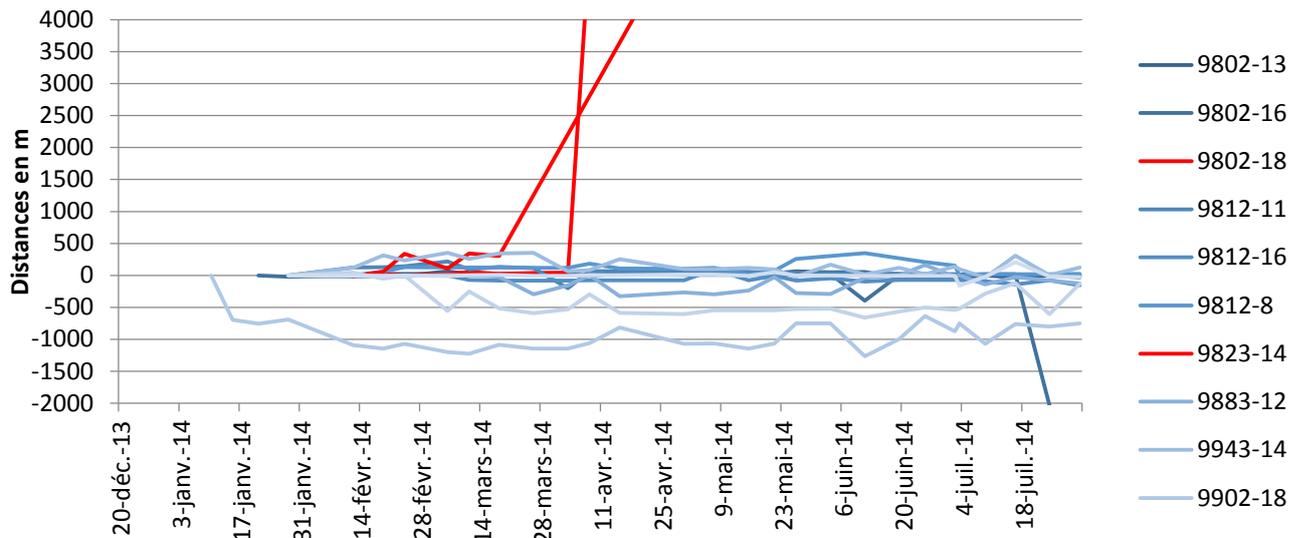


Figure 22 : Graphique des déplacements (en m) des truites dans l’Arve en fonction des semaines

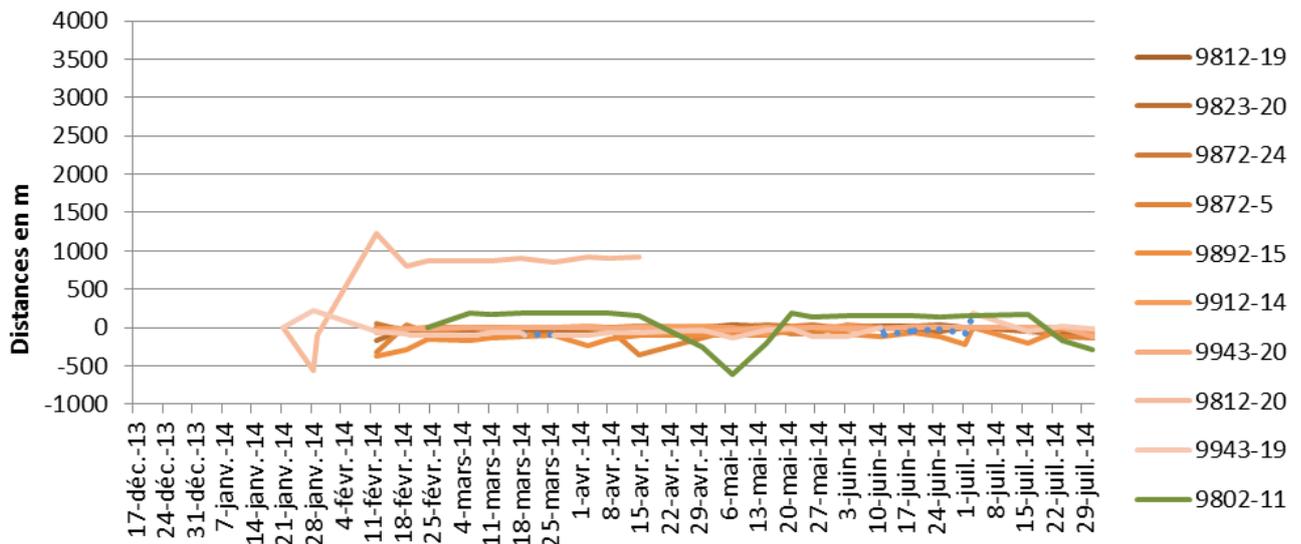


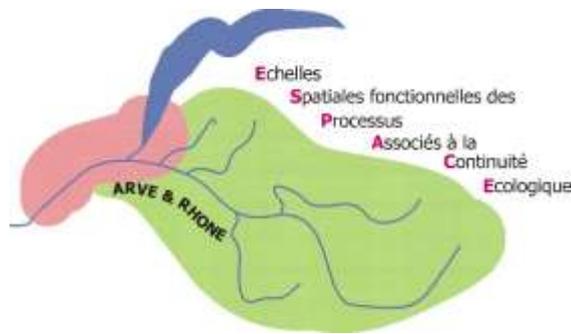
Figure 23 : Graphique des déplacements (en m) des truites dans le Borne (orange) et dans le Giffre (vert) en fonction des semaines.

Les truites ont un taux de déplacement significatif de **36 %** dans l’Arve, **23 %** dans le Borne et **35 %** dans le Giffre.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



On observera également les deux truites représentées en rouge dans le graphique de l'Arve (figure 22) dont le comportement est bien différent. En effet, ces deux individus, pêchés sur deux sites différents, ont rejoint un étang connecté par un bras bien en amont de leur localisation de capture. Ces deux truites ont respectivement parcouru **10 448** et **5 039 m** et franchi un seuil. Elles n'ont pas survécu au réchauffement de l'étang (mortes entre fin juin et début juillet).

▪ *Distances et vitesses de déplacements des Barbeaux fluviatiles*

La figure 24 représente les 5 barbeaux qui ont eu un comportement migrateur : ils sont montés dans la Menoge, visiblement s'y reproduire. La période de fraie pour les barbeaux étant mai-juin (KEITH *et al.*, 2011), on remarque que leur montée dans l'affluent correspond à ces dates (la fraie a débuté en avril d'après les observations terrain, avec cette année un printemps assez précoce suite à un hiver très doux). Par la suite, les barbeaux sont tous redescendus dans l'Arve. Un individu, non représenté sur le graphique, a eu un comportement remarquable : il a parcouru environ 18 km, alternant montaison et dévalaison, et a franchi 3 seuils en enrochement.

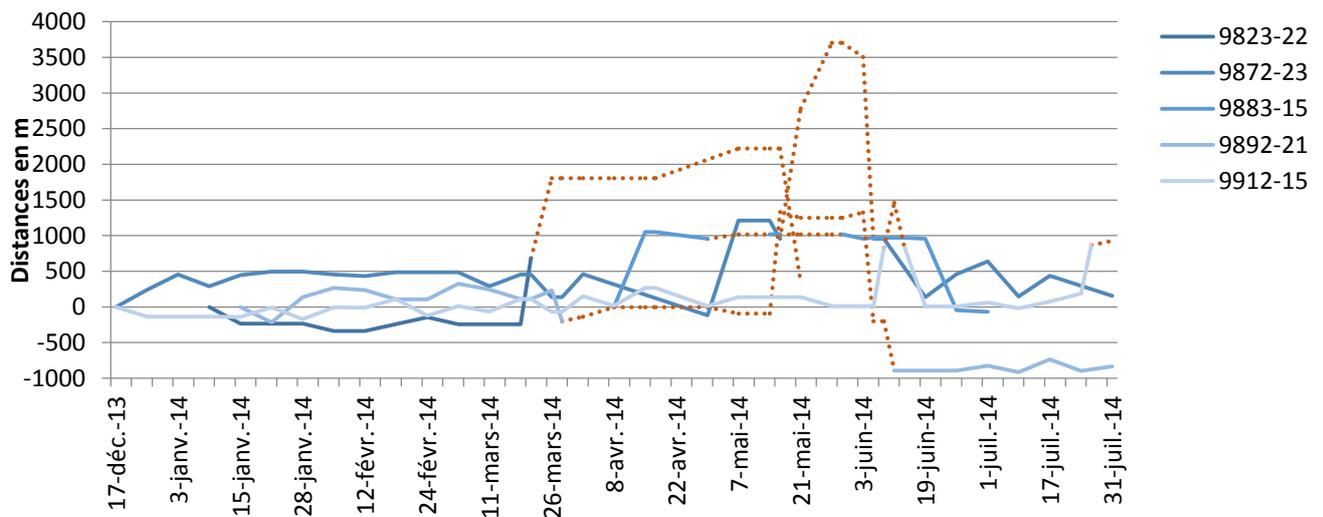


Figure 24 : Graphique des déplacements (en m) des barbeaux migrants de l'Arve (en bleu) vers la Menoge (rouge pointillé)

Les autres barbeaux ont eu un comportement plus sédentaire, mais avec tout de même des déplacements supérieurs à 1 km, notamment dans la période post-marquage (figure 25). Les barbeaux ont un taux de déplacement significatif de **57 %** dans l'Arve, **40 %** dans le Giffre et **43 %** dans la Menoge.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

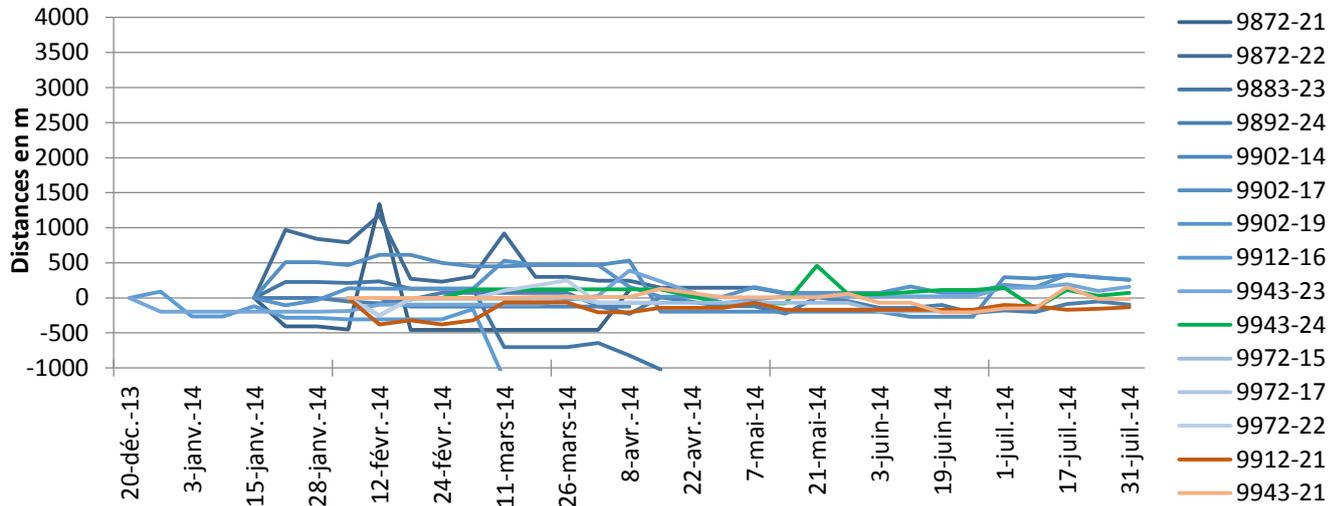
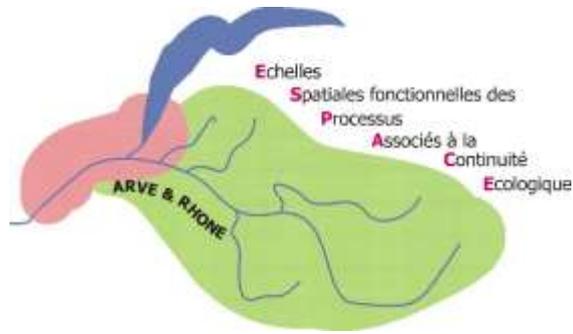


Figure 25 : Graphique des déplacements (en m) des barbeaux « sédentaires » (bleu dans l'Arve, vert dans le Giffre, rouge dans la Menoge)

▪ Distances et vitesses de déplacements des Chevaines

De même que pour les barbeaux, certains chevaines (7 individus) ont quitté l'Arve de mars à juin pour aller dans la Menoge, certainement pour s'y reproduire (figure 26). Ils sont retournés par la suite dans l'Arve.

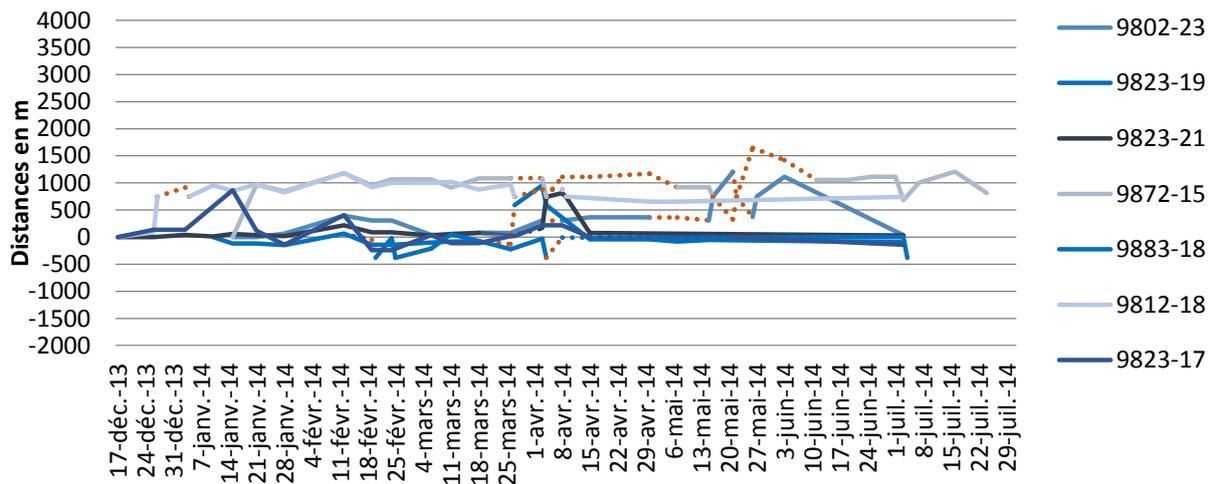


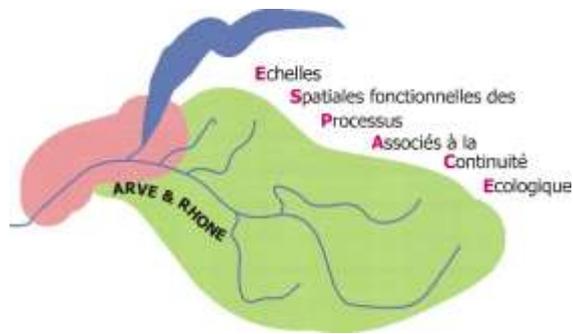
Figure 26 : Graphique des déplacements (en m) des chevaines « migrants » de l'Arve vers la Menoge

Les chevaines apparaissent assez sédentaires par rapport aux barbeaux (figure 27), les plus grands déplacements ayant été constatés dans la Menoge.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Les chevaines ont un taux de déplacement significatif de **52 %** dans l'Arve, **16 %** dans le Giffre et **54 %** dans la Menoge.

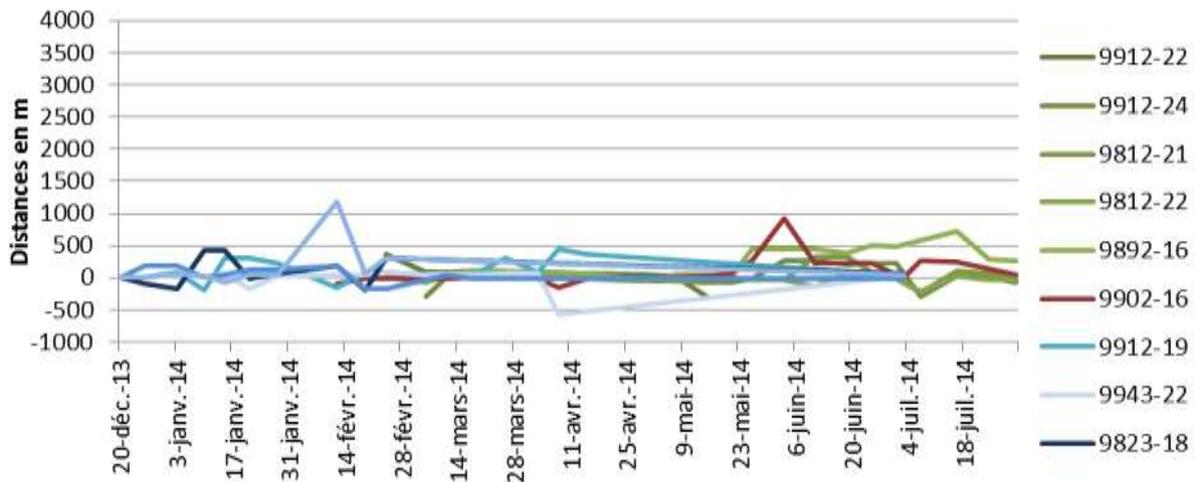


Figure 27 : Graphique des déplacements (en m) des chevesnes « sédentaires » (bleu dans l'Arve, gris dans le Giffre, rouge dans la Menoge)

#### ■ Domaines vitaux

Les domaines vitaux sont définis par les distances maximum de montaison et dévalaison par rapport au point de relâché. Pour chacune des espèces, deux exemples de domaines vitaux caractéristiques sont cartographiés.

#### ■ Domaines vitaux des truites

On peut observer assez rapidement que les truites ont des domaines très restreints (en moyenne **455 m** dans l'Arve ; **187 m** dans le Borne et **812 m** dans le Giffre), sauf bien sûr pour les deux truites qui sont allées dans l'étang (les moyennes n'en tiennent pas compte) (figure 28). Il n'y a pas de différence significative de domaines vitaux entre les cours d'eau (p-value = 0,051) d'après le test de Mann&Whitney (un seul individu dans le Giffre donc pas intégré au test).



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

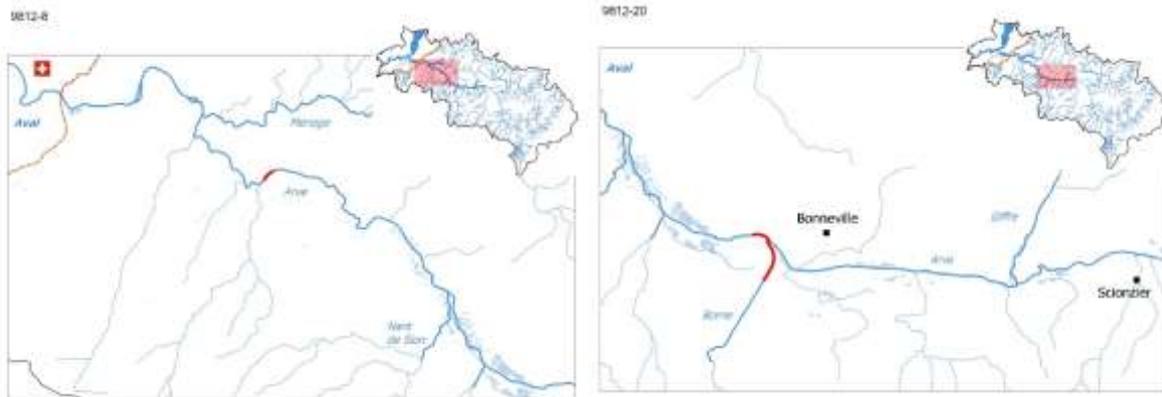
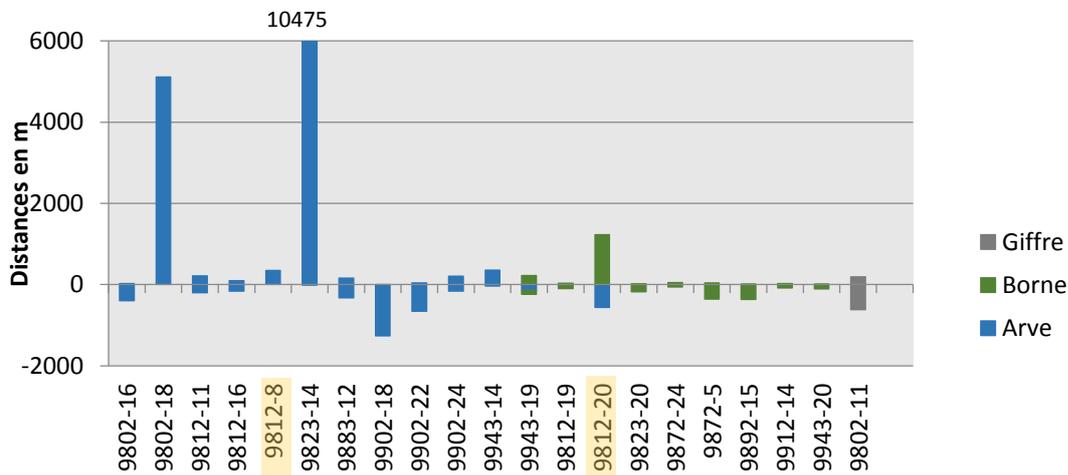
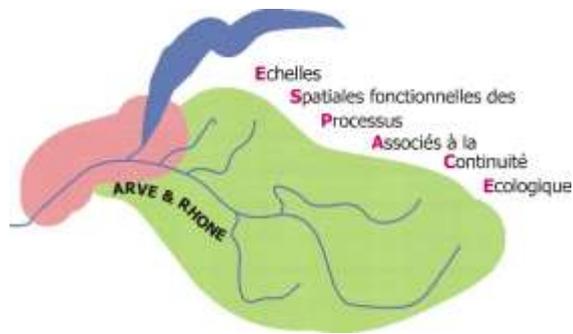


Figure 28 : Histogrammes des domaines vitaux exprimés en m des truites dans les 3 cours d'eau et cartographies des domaines vitaux partiels des individus 9812-8 et 9812-20

▪ Domaines vitaux des *barbeaux fluviatiles*

Les barbeaux ont des domaines vitaux très vastes dans l'Arve (le maximum étant de **18 000 m** et en moyenne **2 929 m**), mais plus restreints dans les affluents : **830 m** en moyenne dans la Menoge et **605 m** dans le Giffre (figure 29). Il y a une différence significative de domaines vitaux entre l'Arve et la Menoge (le Giffre n'a pas été testé puisqu'il n'y a qu'un seul individu), la p-value étant de 0,033.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

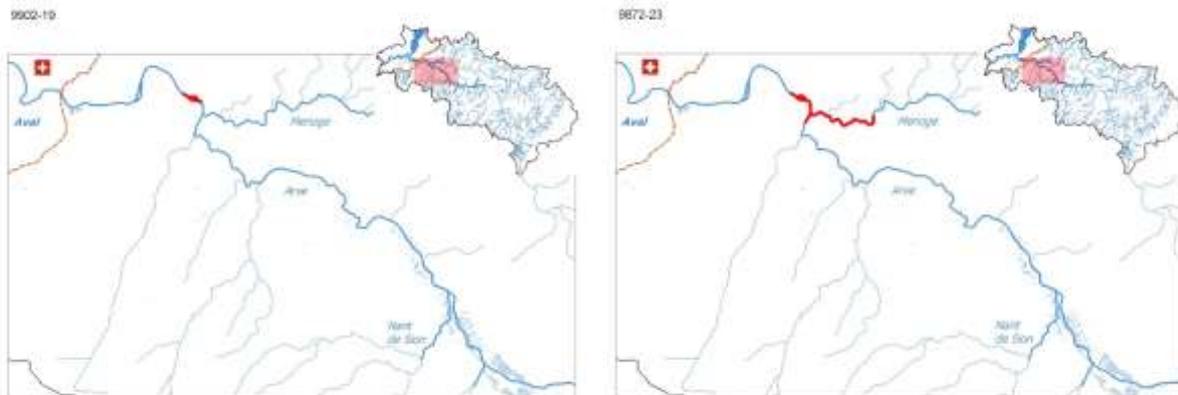
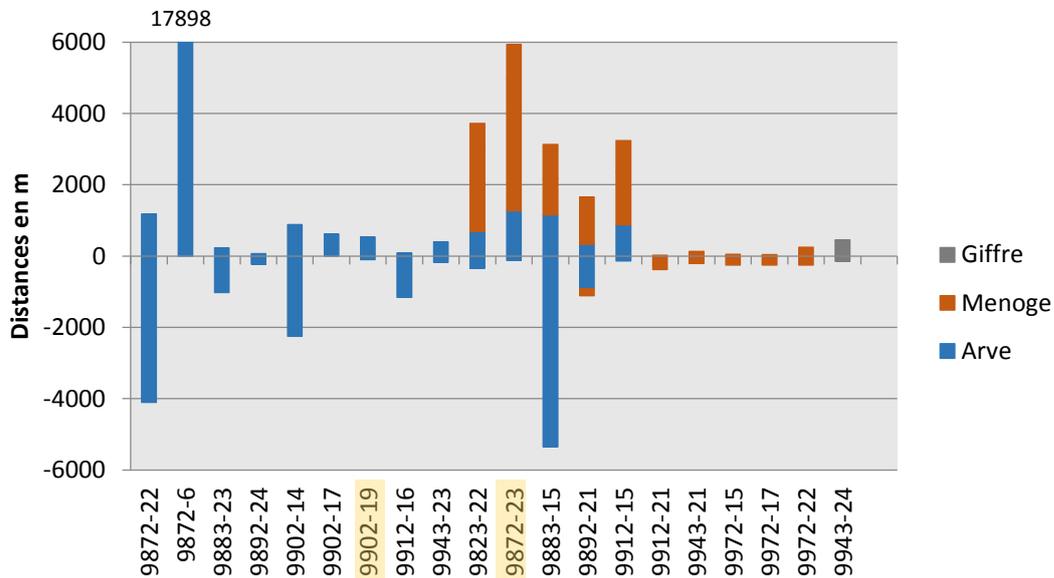
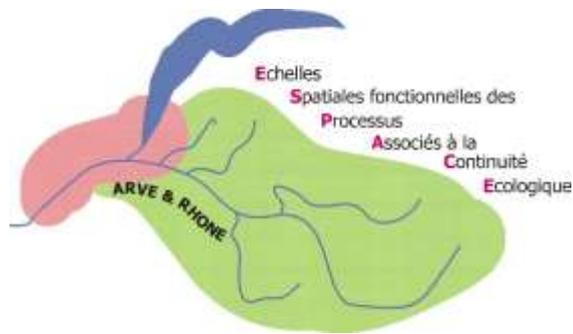


Figure 29 : Histogrammes des domaines vitaux exprimés en m des barbeaux dans les 3 cours d'eau et cartographies des domaines vitaux partiels des individus 9902-19 et 9872-23

▪ Domaines vitaux des chevaines

Les chevaines quant à eux ont des domaines un peu plus grands que les truites, surtout dans l'Arve, d'en moyenne **1 178 m** dans l'Arve, **430 m** dans la Menoge et **513 m** dans le Giffre (figure 30). Il y a une différence significative seulement entre l'Arve et la Menoge (p-value = 0,033), d'après Kruskal-Wallis.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

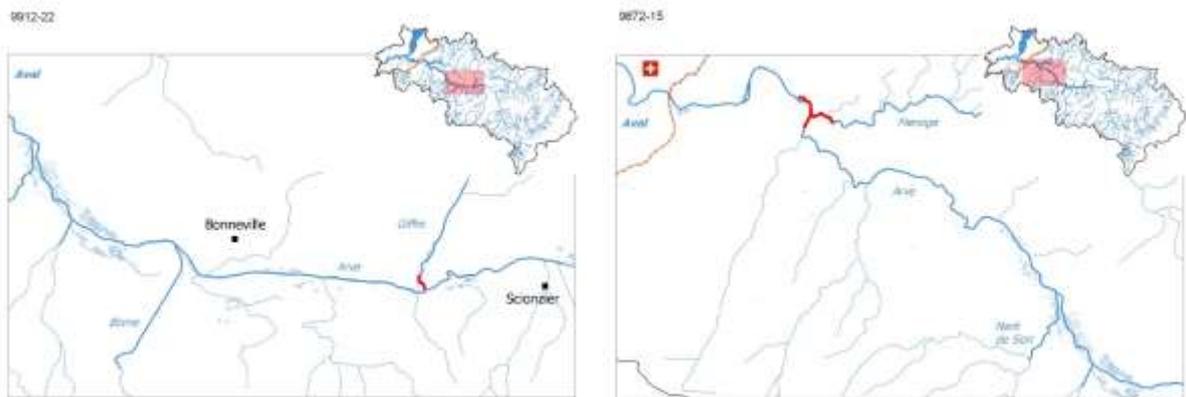
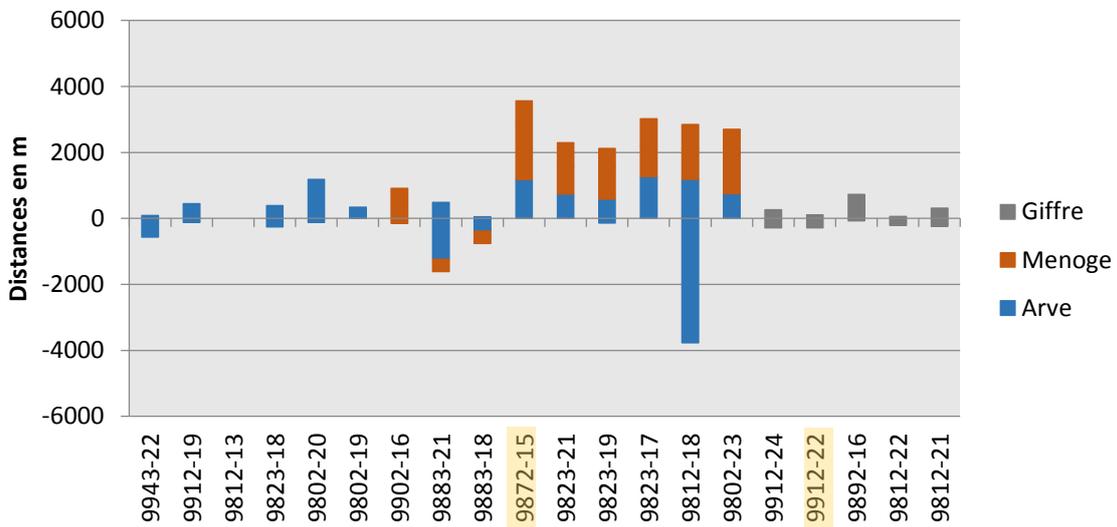
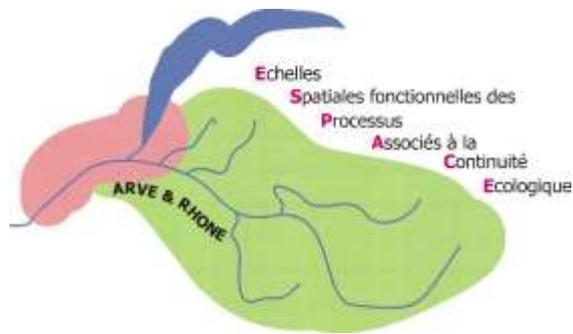


Figure 30 : Histogrammes des domaines vitaux exprimés en m des chevaines dans les 3 cours d'eau et cartographies des domaines vitaux partiels des individus 9912-22 et 9872-15

Indicateur de réalisation : **173** poissons marqués par radiotélémetrie au 30.06.2014  
 Indicateur de résultats : **2 127** recontacts de poissons suivis par radiotracking au 30.06.2014 (+79 347 recontacts par le réseau de stations fixes)

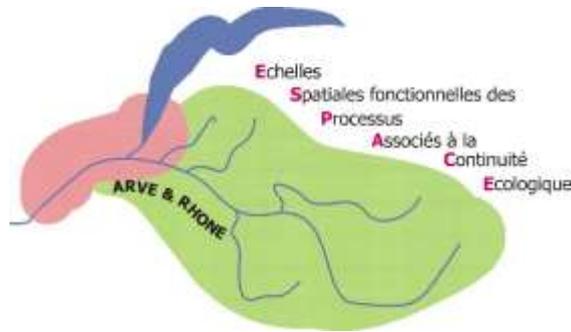
#### 4) Le volet Chabot

Le chabot considéré comme peu mobile (OVIDIO *et al.*, 2007), la télémétrie n'apparaît pas adéquate, donc les relations inter populations et les effets de la fragmentation seront uniquement



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



étudiés par la biologie moléculaire. L'outil moléculaire, basé sur l'analyse du polymorphisme des microsatellites de l'ADN nucléaire, permet une analyse fine de la structuration génétique des populations (JUNKER *et al*, 2012), et se montre suffisamment sensible pour mettre en évidence des divergences récentes (jusqu'à quelques décennies). Les analyses génétiques seront effectuées à l'IMBE (équipe Evolution Génome Environnement).

Les problématiques locales sur cette espèce sont les suivantes :

- Comment se situent les populations de chabots du territoire Arve et Rhône par rapport aux autres populations européennes connues ?
- Des différences génétiques entre les populations du territoire Arve et Rhône témoignent-elles de flux migratoires anciens où récents ?

L'échantillonnage, en cours de réalisation, consiste en une cinquantaine de stations (= « populations »), distribuées le long de l'Arve et de ses affluents. Un atlas exhaustif des ouvrages transversaux existant sur le réseau hydrographique de Haute-Savoie (CHASSERIEAU, 2010), couplé à l'emplacement des confluences, a été utilisé pour délimiter les cours d'eau principaux (Arve + Rhône) en une quinzaine de tronçons. Ce premier découpage a ensuite été croisé avec les données de présence « historique » du Chabot (observations entre 1999 et 2013). Ainsi, pour chaque affluent de l'Arve où le Chabot est présent, ont été déterminés : (i) un point d'échantillonnage à la confluence, (ii) un autre point en amont du premier obstacle, et (iii) un dernier point au niveau du tronçon correspondant sur le cours d'eau principal (figure 31).

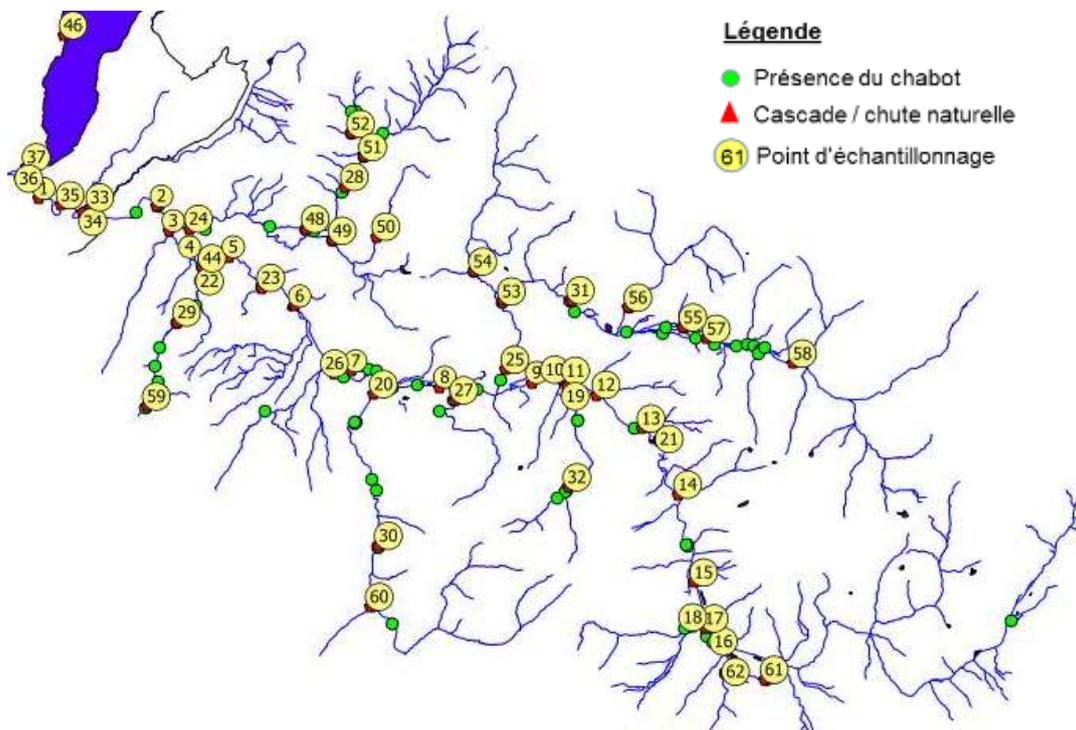


Figure 31 : Plan d'échantillonnage des populations de chabot sur les bassins de l'Arve et du Rhône



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Entre 30 et 50 individus seront prélevés au niveau de chacune de ces stations, le but étant d'atteindre un total de 1 600 chabots échantillonnés (biométrie + prélèvement d'un bout de nageoire caudale pour les analyses génétiques) (figure 32). Chacun de ces individus sera caractérisé par 20 marqueurs microsatellites. Les amorces qui serviront à amplifier ces microsatellites ont été sélectionnées dans la littérature (NOLTE *et al.*, 2005 ; ENGLBRETCH *et al.*, 1999), et certaines seront "re-désignées" afin de pouvoir réaliser des amplifications en 2 kits multiplex. L'idée étant de jouer sur la longueur des fragments (au moins 3 longueurs différentes) et sur leur marquage avec différents fluorochromes (4 "couleurs" différentes). En effet, l'utilisation d'amorces marquées par des fluorochromes absorbant à des longueurs d'ondes différentes permettra, après calibrage du protocole, de réaliser des co-amplifications (10-12 amplifications dans un même tube).



Figure 32 : Etapes du déroulement de l'étude sur les populations de chabots du continuum Arve – Rhône genevois

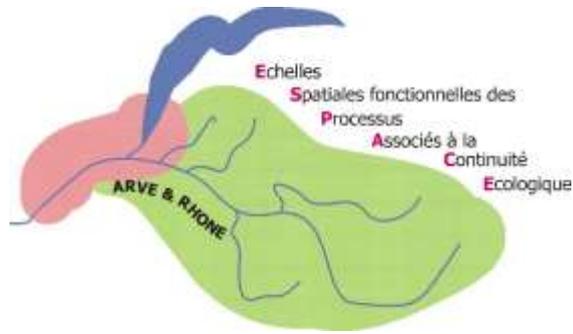
Les résultats de ces analyses doivent permettre une meilleure appréhension de la structure génétique des populations de chabot à l'échelle du bassin versant « Arve-Rhône ». Le Chabot (*Cottus gobio*) représente un modèle biologique particulièrement intéressant pour évaluer les effets de la fragmentation sur les organismes aquatiques. De par ses capacités de dispersion relativement limitées (KNAEPKENS *et al.*, 2004), l'espèce apparaît particulièrement sensible à la présence de barrières affectant, notamment, les déplacements vers l'amont des cours d'eau (montaison). La confrontation des résultats avec les données paysagères (occupation du sol, présence d'ouvrages ou d'obstacles naturels, ...) et environnementales (physico-chimie, température, présence éventuelle de rejets, ...) caractérisant le cours d'eau a ainsi pour objectif de mettre en lumière les éléments représentant des barrières à la dispersion, ou inversement les tronçons connectés entre eux via des flux de gènes. Plus précisément, nous chercherons à évaluer dans quelle mesure le degré de connectivité, intégré à l'échelle de la population en termes de diversité et de structuration génétique, diffère de l'effet lié aux seules distances géographiques.

En effet, le bassin de l'Arve est fortement marqué par l'anthropisation qui se traduit par une artificialisation importante des milieux aquatiques (endiguements, infrastructures hydro-électriques, extractions de matériaux, ...) et une altération de leur dynamique associée à la fragmentation des habitats. Une meilleure compréhension du fonctionnement des populations piscicoles en lien avec les



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



contraintes de l'environnement est une étape indispensable à la conservation de la biodiversité, tout comme au maintien des services rendus par cet écosystème d'eau douce.

A l'issue de la première période d'échantillonnage, 1 125 individus ont été échantillonnés. Parmi cet effectif, un certain nombre subira une caractérisation génétique. La figure 33 indique le nombre d'individus échantillonnés sur chaque affluent prospecté. Certains « gros » affluents accueillent davantage de stations d'échantillonnage, d'où le nombre plus important d'individus prélevés.

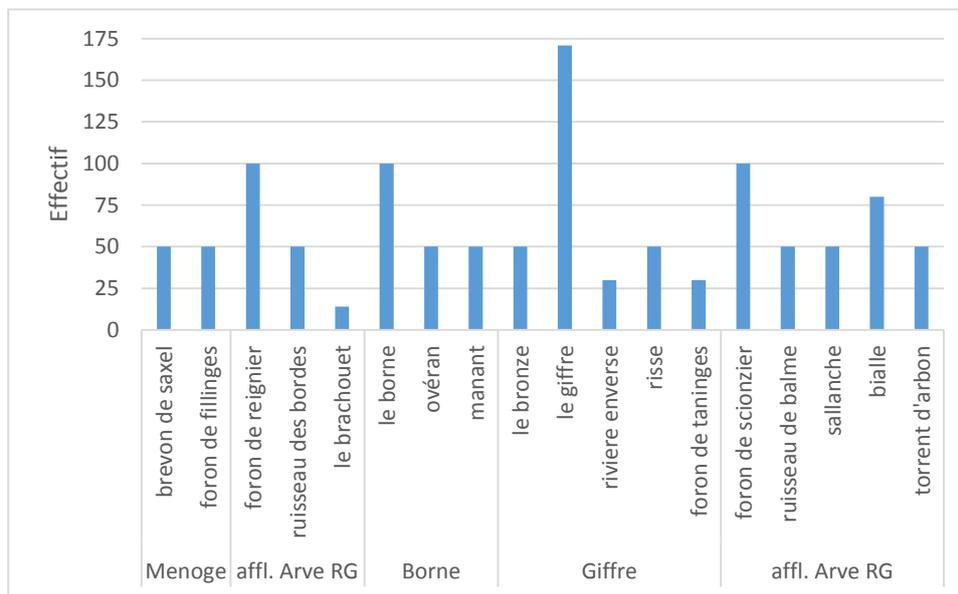
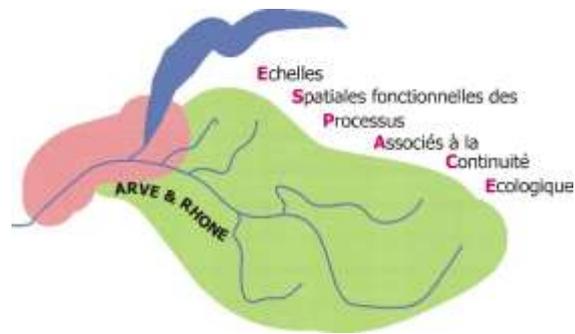


Figure 33 : Histogrammes des effectifs d'individus de chabot échantillonnés présentés par cours d'eau



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Module 2 : Capacité et efficacité de franchissement d'ouvrages

### Objectifs du M2 :

- Evaluer l'efficacité de franchissement des passes à poissons de Chancy-Pougny, Verbois et Vessy afin de répondre d'une part aux exigences définies par la LEau en termes d'assainissement des ouvrages, mais également aux besoins de critères quantitatifs, objectifs pour le processus de certification 'Naturemade Star', notamment pour Chancy-Pougny
- Evaluer l'efficacité de certains ouvrages de franchissement déjà réalisés sur des ouvrages structurant la continuité du cours principal de l'Arve (passe à ombre d'Arthaz, rivière de contournement de Scionzier, ...)
- Evaluer les effets sur la continuité écologique de quelques grands ouvrages fragmentant l'habitat sur le bassin versant (Arve et affluents). Le choix de ces ouvrages se fera en concertation avec les structures gestionnaires locales (contrats de rivière, SAGE, ...)

*Indicateur de réalisation : 10 000 poissons marqués par PITtag*

*Indicateur de résultats : 5 000 recontacts de poissons via les antennes de détection PITtag*

Le choix des obstacles étudiés dans ce module repose à la fois sur une expertise des principaux requérants du projet et sur une concertation avec les différents partenaires. Ce choix inclut des obstacles majeurs, jugés 'prioritaires' de par leur impact potentiel ; certains avaient été ciblés lors du dépôt de projet.

La méthode utilisée ici est celle des transpondeurs ou Pit-tag (Passive Integrated Transponder). Il s'agit d'une marque passive dont l'énergie nécessaire à l'émission du signal et à la lecture du code est fournie par l'antenne lorsqu'il se trouve à proximité (50-60 cm) (figure 34). Ce type de marque permet de cibler un grand nombre d'individus de toutes tailles (taille minimum 55 mm), rapidement (inférieur à 30 secondes) et fourni une information individuelle (code unique) pendant un temps quasi illimité (très longue durée de vie de la marque).

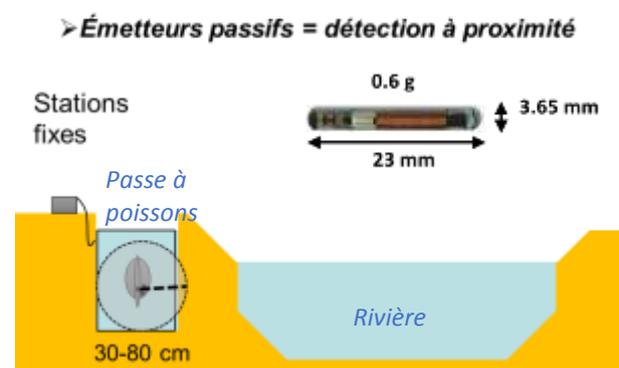


Figure 34 : Schéma du fonctionnement d'un dispositif PITtag installé dans une passe à poissons

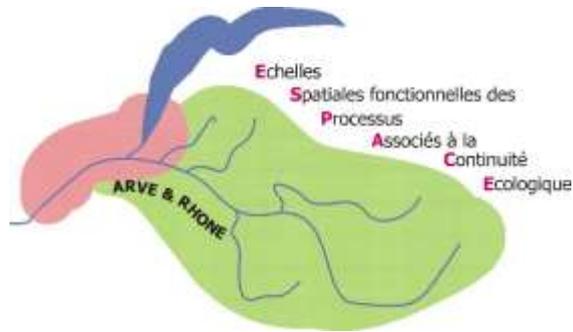
### 1) Mise en place des stations d'enregistrement PITtag

En 2013, les principaux ouvrages du continuum Rhône-Arve étaient déjà équipés de dispositifs PITtag, à savoir les barrages de Chancy-Pougny, de Verbois et de Vessy dans l'ordre aval –amont.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Interreg  
FRANCE-SUISSE

Pour compléter ce réseau déjà en place, le **dernier gros ouvrage, celui du Seujet**, a été muni d'un dispositif de suivi. Celui-ci est un barrage composé d'une hauteur de 2 m, d'une écluse en rive droite et d'une usine hydroélectrique en rive gauche. Cet ouvrage a pour principale fonction de régulariser le niveau du lac Léman et de moduler le débit du Rhône. L'équipement de cet ouvrage permettra ainsi de caractériser les connexions piscicoles entre le Léman et le Rhône.

Il est plus complexe d'intervenir sur cet ouvrage qui se situe en pleine ville de Genève. La vidange de la passe à poissons a nécessité un camion grue pour positionner les cloisons amovibles (figure 35). Les antennes PITtag ont été implantées dans les bassins de la passe à poissons pour couvrir les ouvertures de fond et de surface. La station de suivi est opérationnelle depuis les 20 et 21 mai 2014.



Figure 35 : Mise en place du dispositif PITtag sur le barrage du Seujet – Genève. (a) moyen mis en œuvre pour réaliser la vidange de la passe à poissons ; (b) localisation des différents dispositifs qui équipent le site pour le suivi piscicole ; (c) antennes PITtag dans la passe à poissons

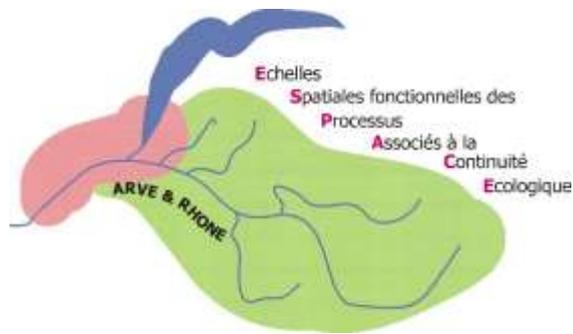
Sur la partie française, **la seule passe à poissons présente sur l'Arve (à Arthaz)** a été équipée de 3 antennes PITtag au début du mois d'avril 2014. L'équipement de ce site s'est révélé plus complexe que prévu. En effet, la source électrique, nécessaire au fonctionnement du lecteur PITtag, se situe côté centrale EDF, en rive droite, et la passe à poissons est implantée en rive gauche. Il a donc fallu faire traverser l'électricité en basse tension au-dessus du cours d'eau qui est large d'environ 50 m à cet endroit. Avant de faire passer le câble de grosse section gainé au-dessus de l'Arve, il a fallu consolider les poteaux déjà en place de part et d'autre de la rivière. Des jambes de force en IPE métallique ont été apposées sur chacun d'eux (figure 36). Une fois cette première étape réalisée, une corde a été tendue entre les 2 points d'attache. Celle-ci a permis par la suite de faire coulisser le câble (pesant environ 80 kg) à l'aide de poulies et d'un Tirfor. L'opération s'est avérée délicate puisqu'il a fallu tirer le câble sans toucher la surface de l'eau pour que le courant n'emporte pas l'ensemble.

Une fois le câble tendu et attaché solidement aux poteaux, il a pu être raccordé au boîtier électrique de la centrale EDF. Cette première étape, conséquente en termes de moyens humains et techniques, a permis l'installation des antennes PITtag au sein de la passe. La figure 37 illustre la mise en place du dispositif qui permet de caractériser les mouvements des poissons au sein de la passe.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Interreg  
FRANCE-SUISSE

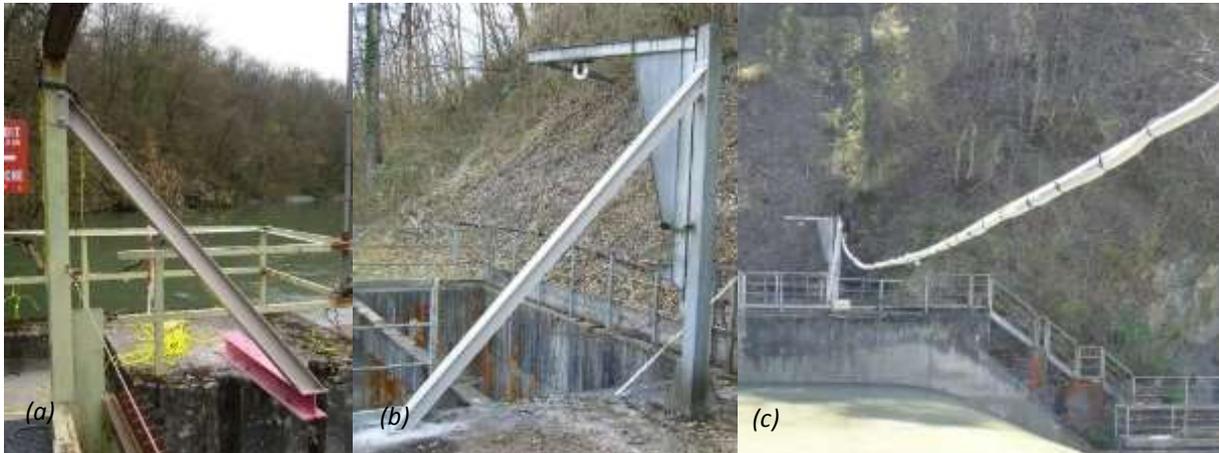


Figure 36 : (a) jambe de force côté centrale rive droite ; (b) jambe de force côté passe à poissons rive gauche ; (c) câble de grosse section, gainé qui traverse l'Arve sur 52 m

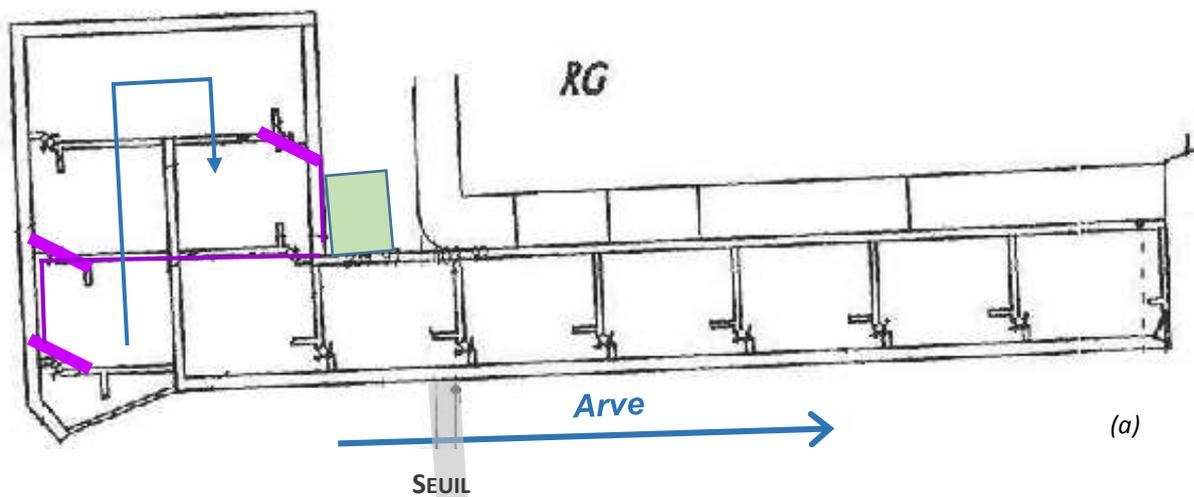
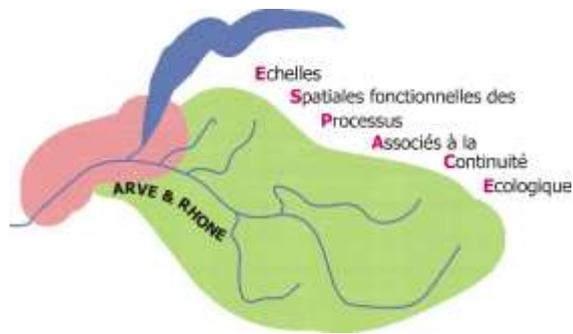


Figure 37 : (a) plan de la passe à poissons avec la localisation des 3 antennes (b) boîtier étanche qui accueille le lecteur PITtag de marque Oregon ; (c) et (d) antennes ( $h = 2\text{ m}$  et  $l = 0.3\text{ m}$ ) fixées au niveau des ouvertures de bassins



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Le second dispositif mis en place côté France est **celui situé sur le Nant de Sion, sur l'ouvrage de franchissement routier de la RD 19 (Arenthon)**. En effet, ce petit affluent en rive gauche de l'Arve est reconnu depuis de longue date comme étant un affluent « frayère » pour l'ombre commun, espèce d'intérêt patrimonial. De plus, l'ouvrage concerné appartient à la liste des ouvrages « Grenelle ». Le suivi de ce site était une priorité pour les gestionnaires locaux.

Après l'étude de faisabilité en fin d'année 2013, la propriétaire riveraine a donné son accord pour accueillir chez elle notre station PITtag et son branchement électrique. Ainsi, le dispositif antennes + lecteur *Oregon* a été mis en place le 18 mars 2014 (figure 38).

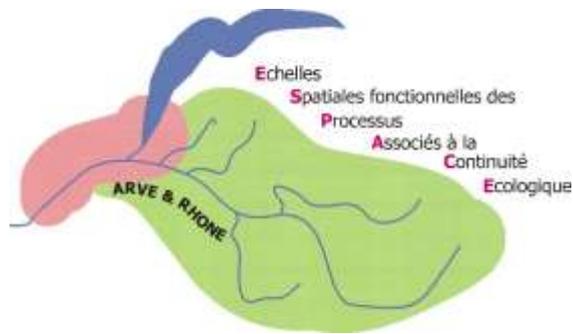


Figure 38 : Mise en place de la station PITtag du Nant de Sion ; (a) vue aérienne du site ; (b) antenne 2 vue depuis l'amont ; (c) schéma explicatif de l'implantation des 2 antennes ; (d) boîtier électrique relié au lecteur Oregon posé chez la propriétaire riveraine ; (e) branchement et réglage de l'antenne 2 ; (f) antenne 1 vue depuis l'aval avec le panneau d'information sur la station en rive gauche



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Pour **les autres stations PITtag**, après une première concertation avec les gestionnaires locaux, il avait été décidé de mettre en place 3 stations sur le cours principal de l'Arve, sur l'amont du bassin versant entre Cluses et Passy. Après sélection de plusieurs points (sur carte) en fonction de leur situation locale spécifique (proximité d'une source électrique, largeur minimale du cours d'eau), une visite du secteur a été réalisée début février 2014 pour étudier la faisabilité de mise en place des antennes. Une dizaine de sites ont été retenus à ce moment (figure 39).



Figure 39 : 1<sup>ère</sup> proposition pour l'implantation de stations PITtag sur l'Arve amont entre Marnaz et Passy : sélection de 9 sites potentiels

A la suite des premiers résultats présentés lors d'une autre réunion d'échanges (mai 2014), l'orientation du réseau PITtag a été modifiée. En effet, la place des affluents sur une rivière glaciaire et industrialisée comme l'Arve est primordiale. Il a donc été fait le choix de concentrer la récolte de données sur l'aval du bassin, soit le linéaire entre Annemasse et Scionzier, et d'étudier les relations cours principal de l'Arve et affluents.

Ainsi, les 3 affluents suivants ont été retenus pour un suivi (listés de l'aval vers l'amont) : la Menoge, le Foron de Reignier et le Foron de la Roche. La phase préparatoire de travail d'implantation des stations a été effectuée au cours de l'été 2014, à savoir la sélection des sites potentiels d'implantation et la recherche des coordonnées des propriétaires riverains à proximité de ces derniers (figure 40). La prochaine phase consistera à aller rencontrer les propriétaires et étudier sur place les possibilités de branchements et d'installation de la station dans son ensemble.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

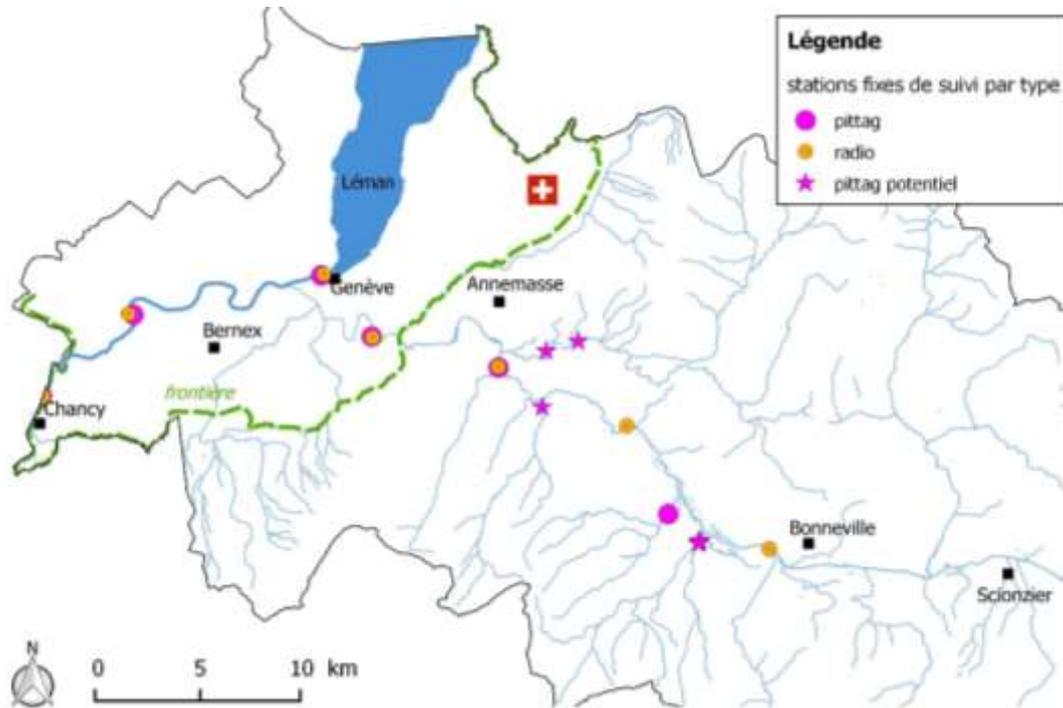
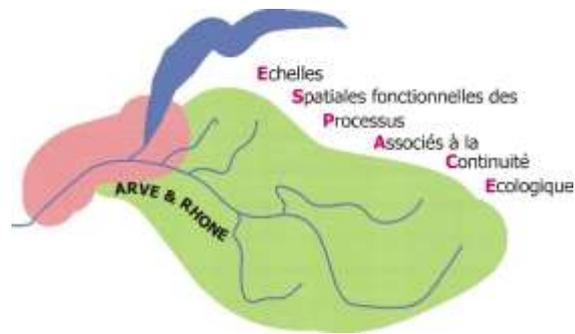


Figure 40 : 2<sup>ème</sup> proposition (en cours de mise en œuvre) de l'implantation de stations PITtag sur les affluents de l'Arve entre Annemasse et Scionzier

## 2) Marquage PITtag des poissons

### La méthode

Cette étape de marquage PITtag a été réalisée de manière conjointe aux marquages radio. En effet, la gamme des poissons marqués avec un PITtag est plus large que celle des poissons marqués avec un émetteur radio. Les tailles minimales requises des poissons pour un tel marquage en fonction des tailles des tags sont les suivantes : 55 mm pour les tags de 12 mm, 120 mm pour ceux de 23 mm et 135 mm pour un tag de 32 mm. Ainsi, lors des pêches de sondage entreprises entre janvier et juin 2014 par les deux porteurs de projet, tous les poissons appartenant aux espèces cibles et dans les gammes de taille décrites précédemment ont été munis d'un tag.

La marque (PITtag de marque *Oregon RFID*, type HDX) est désinfectée dans la Bétadine dermique 10 % ainsi que le scalpel utilisé pour réaliser la petite incision (5 mm). Cette dernière est faite sur le ventre du poisson juste en dessous de la ceinture pectorale ou en dessous de la ceinture pelvienne si l'individu subit un marquage radio et permet l'insertion du tag dans la cavité générale du poisson. Le tag est glissé dans l'ouverture, à la main, avec une orientation penchée dirigée vers la queue ou la tête du poisson respectivement suivant la localisation de l'incision (Figure 41).



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

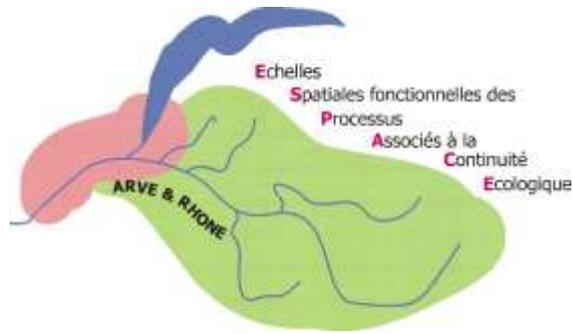


Figure 41 : Marquage interne d'une truitelle avec un PITtag de 12 mm ;  
(a) Incision en position ventrale et centrale réalisée au scalpel juste en dessous de la ceinture pectorale ;  
(b) insertion du PITtag dans la cavité générale du poisson

Il est à noter que les poissons marqués avec un émetteur radio sont également munis d'un PITtag afin qu'ils soient aussi détectés par le réseau de stations d'enregistrement PITtag.

### Résultats

Depuis le début effectif du programme à la date du 30 juin 2014, 1 331 poissons ont été marqués par PITtag sur l'ensemble du territoire (figure 42). La répartition par espèce est la suivante : 118 barbeaux fluviatiles (BAF), 420 chevaines (CHE), 52 ombres communs (OBR) et 741 truites fario (TRF). Les efforts de pêches ont été les mêmes pour les marquages en PITtag qu'en radio puisque les deux types de marques étaient appliquées en fonction de la taille des individus, celle-ci étant discriminante pour le marquage radio.

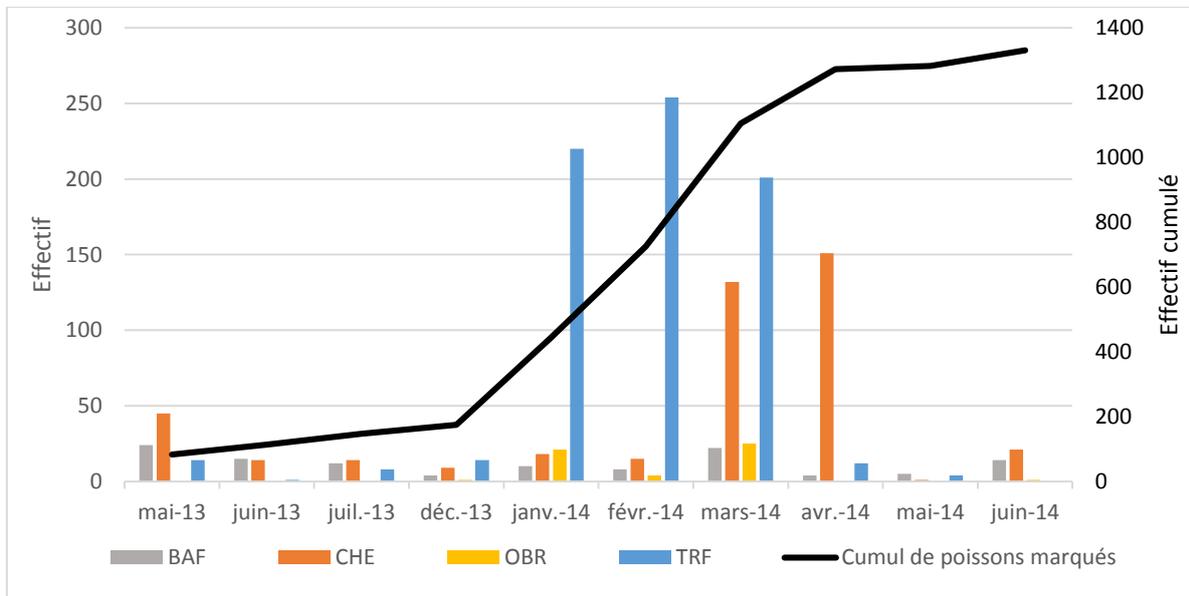
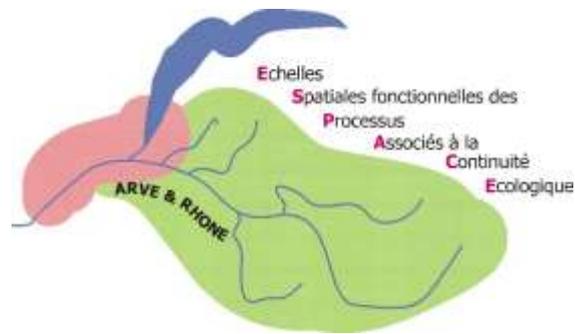


Figure 42 : Effectifs mensuels des poissons marqués avec un PITtag présentés par espèces et l'effectif total en cumulé mensuel



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Les paragraphes suivants sont des analyses partielles et préliminaires des installations suisses et de la station sur le Nant de Sion, affluent de l'Arve.

#### ▪ Franchissement des barrages suisses (PIT-tag + radiotélémetrie)

Sur les 378 individus relâchés en aval des barrages, 28 individus ont été détectés par les antennes PIT-tag des passes-à-poissons. A cela s'ajoute un individu marqué par radio-émetteur qui a bien franchi l'ouvrage de Chancy-Pougny, mais qui n'a pas été détecté par les antennes PIT-tag (perte de marque probable). Donc, au total, ce sont 29 individus qui ont franchi la passe, soit un taux de poissons en montaison et ayant trouvés l'entrée de la passe de 7,67 %. Parmi eux, 5 individus étaient marqués par radio-émetteurs. Le taux de poissons marqués en radio ayant trouvé l'entrée de la passe est similaire à celui de l'ensemble de individus marqués avec 5,68 % ( $\chi^2 : P = 0.7312$ ). Le port d'un émetteur radio ne semble pas induire un comportement différent qu'un transpondeur seul.

Le tableau 7 présente les taux d'entrée et de franchissement par ouvrage.

Tableau 7 : Effectifs et taux d'entrée dans la passe (détection par les antennes aval de la passe) et de franchissement (détection par les antennes amont) pour chacun des ouvrages suisses étudiés

	Nb poissons entrés	Taux poissons entrés	Nombre poissons ayant franchis	Taux de franchissement (ramené au nombre entrés)
Chancy	8	10.67 %	5	6.67 % (62.50 %)
Verbois	11	15.07 %	5	6.84 % (45.45 %)
Seujet	6	2.69 %	5	2.24 % (83.33 %)
Vessy	5	2.24 %	4	2.19 % (80.00 %)

Les taux d'entrée dans la passe sont relativement faibles (inférieur à 15.1 % des poissons relâchés en aval). Les valeurs très basses des ouvrages de Vessy et Seujet sont à prendre avec précaution et nécessitent des investigations plus poussées, du fait que la passe ne soit pas le seul ouvrage de montaison : écluse (voire vannes) pour Seujet, et la passe en rive droite à Vessy (non équipée – pas d'accès à l'électricité, régulièrement ensablée et bientôt détruite).

Enfin, les taux de franchissement des ouvrages sont faibles (inférieur à 7 %). A noter qu'une fois dans la passe, les poissons ont une bonne probabilité de franchir celle-ci sur le Seujet et Vessy. Par contre, les passes de Verbois et Chancy-Pougny présentent un taux de réussite plus faible, pouvant poser des questionnements sur la conception et l'entretien de celles-ci (encombres des échancres, seuils entre bassins, passage dans la pénombre).

#### ▪ Franchissement d'un ouvrage routier sur un affluent rive gauche de l'Arve

La station PITtag du Nant de Sion est en fonctionnement depuis le 18 mars 2014. Entre les mois de janvier et mars, 371 poissons (truite, chevine et ombre commun) ont été marqués dans le secteur



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



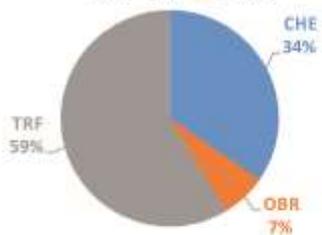
entre Scientrier et Bonneville sur l'Arve et le Nant de Sion. Ces individus dans une aire « proche » du dispositif sont susceptibles d'y être détectés.

Depuis mi-mars (date de mise en route), 27 700 détections ont été enregistrées sur l'ensemble des 2 antennes PITtag du dispositif du pont de la RD19, parmi lesquelles on peut discerner 47 poissons différents (43 chevaines et 4 truites). Certains chevaines, marqués à l'aval proche de la première antenne, stagnent parfois longtemps à proximité de celle-ci : 88 % des détections sont dues à 5 chevaines seulement.

Sur les 47 poissons enregistrés, 11 ont franchi le seuil et le radier de pont : 2 truites et 9 chevaines. La figure 43 illustre le chemin parcouru des poissons détectés au dispositif PITtag entre leur lieu de marquage et le pont de la RD 19 : 5.6 km pour les 2 truites de l'Arve et quelques centaines de mètres pour les autres individus issus du Nant de Sion.

Proportions des espèces marquées  
sur le secteur Bonneville - Scientrier

Total = 371 individus



Localisation du dispositif PITtag

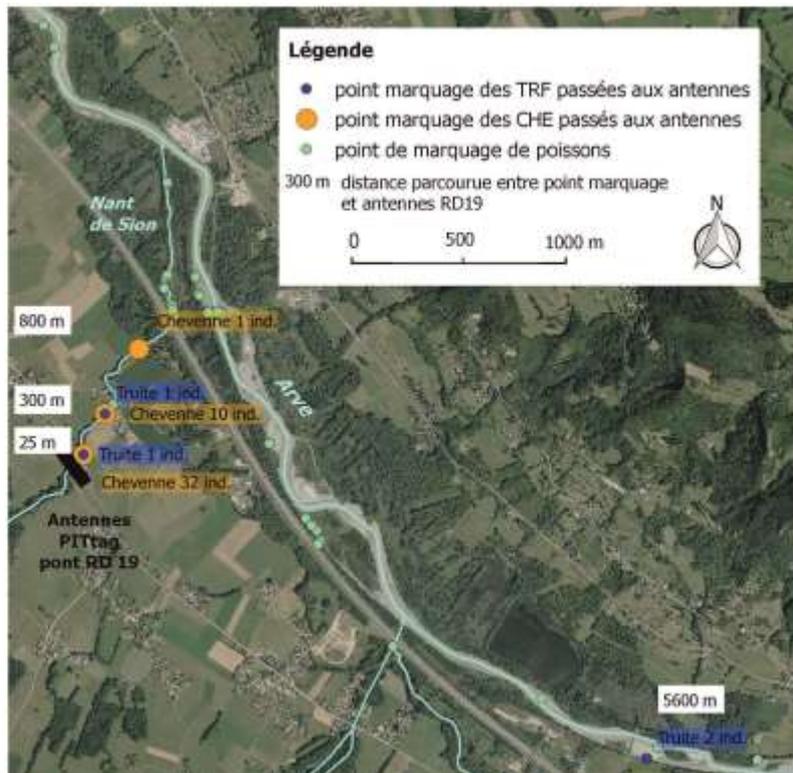


Figure 43 : Cartographie des points de marquage des poissons détectés aux antennes

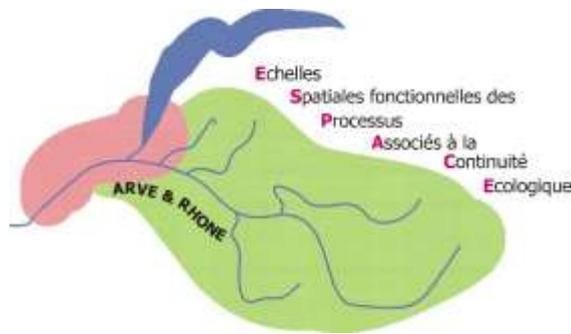
Indicateur de réalisation : **1 331** poissons marqués par PITtag au 30.06.2014.

Indicateur de résultats : **36 743** détections enregistrées par l'ensemble des antennes PITtag au 30.06.2014.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



## Module 3 : Intégrité physique du continuum aquatique

### Objectifs du M3 :

- Identifier les tronçons sur lesquels de graves problèmes se posent (les 'points noirs'), notamment en termes de continuité écologique et de pointer ceux où il serait intéressant et bénéfique pour la vie aquatique de réaliser des aménagements pour diversifier l'habitat
- Coupler ces informations avec les données biologiques acquises afin de montrer d'éventuels liens entre migration et franchissement des espèces piscicoles et altérations du milieu

Ce module propose de compiler un vaste ensemble de données environnementales à l'échelle du bassin Arve - Rhône afin de réaliser une base de données franco-suisse sous forme d'un Système d'Informations Géographiques (SIG).

#### ■ Compilation des données existantes et publiques

La FDPMA 74 compile régulièrement les données environnementales dont elle est destinataire. Une mise à jour des données publiques existantes sur le bassin de l'Arve côté français a été réalisée au cours de ce premier semestre 2014. Les producteurs de données sont nombreux : Conseil Général de Haute-Savoie, Contrats Rivière, communes, communautés de communes, Agence de l'eau, DDT, ONEMA, particuliers. Pour chaque station, une ligne d'informations est remplie en fonction des données existantes. Les paramètres renseignés sont la physico-chimie et l'hydrobiologie, et ce sur un grand nombre de stations.

Le tableau 8 est un exemple pour une station de physico-chimie du genevois français.

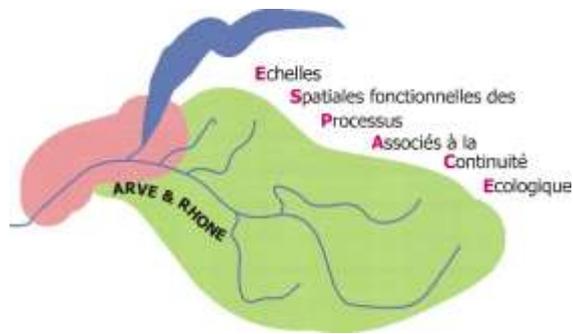
Tableau 8 : Exemple de tableau de données d'une station de physico-chimie

Cours d'eau	Affluent de	Station	CodstaFD	Cod CG74	Cod Agence	Date	Annee	Saison	Operateur	Maitre d'ouvrage	COORD_X	COORD_Y
AIRE	ARVE	Frontière	Air01		06999125	05-juin-06	2006	PRINTEMPS			888650	2134500
AGLB STATIONM	AGLOC PRECISE	AGNOM STATION	AGCD ENTITEHY	AGCOORD XSTAT	AGCOORD YSTAT	AGNOM ENTITEHY	AGX COORD	AGY COORD				
AIRE A ST-JULIEN-EN-GENEVOIS 2	Thérens - amont station d'épuration de St Julien en Genevois	AIRE	V0240560	937010.00	6565389.00	L'Aire	888424.162024	2134256.791456				
Debit	MES	Température	PH	O2_dissous	O2_dissous_satu	Conductivite	DBO5	COD				
0.079	3.2		8.8	10.9	114	606	1.4	2.6				
N_Kjeldahl	NH4	NO2	NO3	NH3	PO4	P_total	Ca	Mg	Ca+_Mg	Trophie		
<1	0.19	0.25	19.1		0.53					Eutrophe		
N° Physico-chimie	Metaux_sur_Bryophytes	Metaux_sur_EAU	Metaux_sur_Sédiments	Pesticides_sur_Eau	Pesticides_sur_Sédiments	Micropoll_sur_Eau	Micropoll_sur_Sédiments	Commentaires				
3244	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	Autres données dans fichiers agence				



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Sur le canton de Genève, il existe déjà une compilation des données dans le domaine de l'eau. Cette dernière est en ligne et actualisée en permanence par le SITG<sup>1</sup> (<http://ge.ch/sitg/>). Le travail étant déjà effectué, il ne semble pas nécessaire de le doubler pour simplement uniformiser la forme des données.

#### ▪ Récolte de données de température

En plus des données existantes sur les paramètres de la qualité physico-chimique, une récolte de données thermiques est prévue dans le cadre du programme ESPACE. En plus du réseau de sondes de température existant à la FDPPMA 74, il a été posé 8 sondes supplémentaires sur l'Arve et l'aval de quelques affluents (figure 44). Chaque thermographe (*Onset HOBO*) enregistre la température de l'eau au pas de temps horaire. Ils resteront sur site jusqu'à la fin du suivi piscicole.

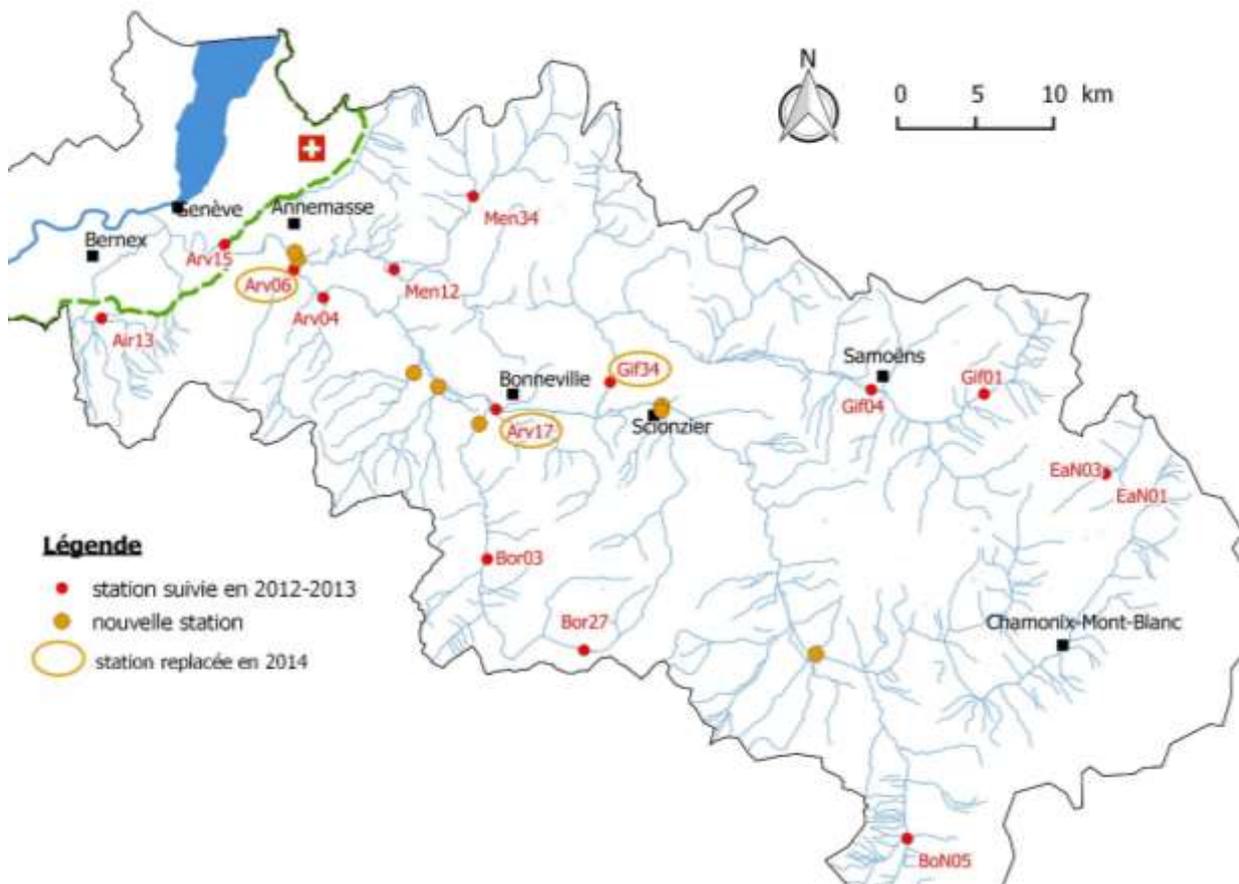


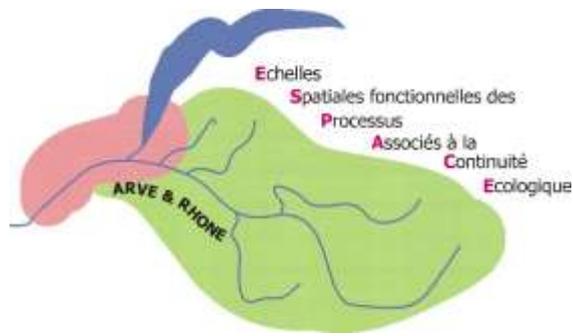
Figure 44 : Stations d'enregistrement de la thermie en 2012-2013 et celles placées pour 2014-2015 sur le bassin de l'Arve

<sup>1</sup> Système d'Information du Territoire à Genève



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



### ▪ Récolte de données de débit

Sur le bassin de l'Arve, il existe quelques stations hydrologiques tenues par la DREAL Rhône-Alpes et l'OFEV qui caractérisent le débit de l'Arve et ses principaux affluents. Cependant, le Nant de Sion n'a pas de station limnimétrique fonctionnelle sur son linéaire. Afin de pouvoir exploiter les futures données de franchissement de l'ouvrage suivi (issues de la station PITtag du pont de la RD 19), il a été mis en place une station de mesure de débit. Celle-ci consiste en l'installation de 2 sondes de pression *Hobo U20-001*, l'une placée dans l'eau et l'autre à l'air. La différence des 2 données à un instant  $t$  permettra de définir le niveau de l'eau (figure 45). En parallèle, de nombreux relevés (à l'heure actuelle hebdomadaire) des couples hauteur/vitesse sont réalisés sur un transect au droit de la station de mesure. Ces derniers servent à définir la courbe de tarage propre à la station qui permettra de définir le débit à partir des hauteurs d'eau enregistrées par la sonde.

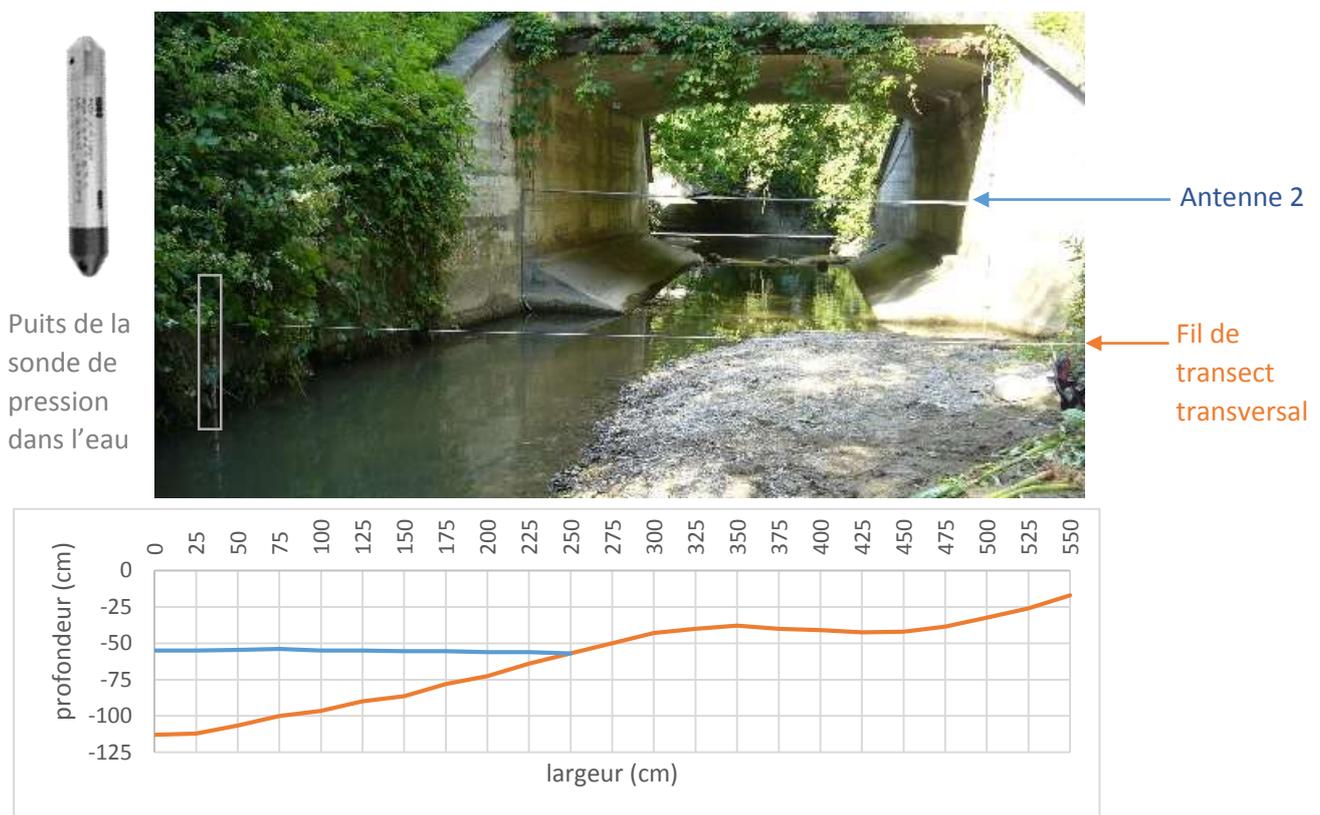
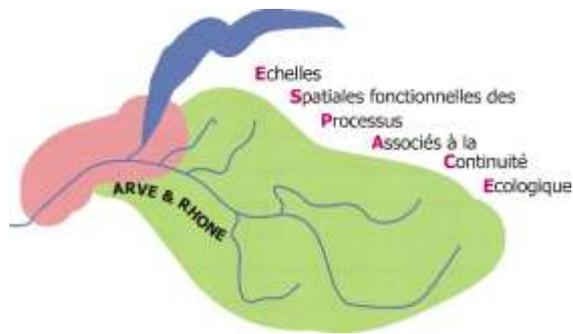


Figure 45 : Transect au droit de la station de mesure du niveau de l'eau du Nant de Sion à proximité de l'installation PITtag du pont de la RD19



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Etat des lieux d'un site pilote : le tronçon aval du Borne

Ce volet prévoit l'étude des différentes possibilités d'aménagements qui pourraient améliorer la qualité globale de la rivière sur ce tronçon et l'état des lieux avant travaux dans l'optique d'évaluer et de quantifier leur efficacité.

Rappel des trois phases proposées avec l'équipe en charge :

- 1) Réalisation d'un diagnostic biologique et géomorphologique de l'état du milieu - *FDPPMA 74*
- 2) Proposition de plusieurs scénarii de restauration écologique et morphologique globale du lit du cours d'eau à l'échelle du linéaire rectifié – *Equipe Hépia « Revitalisation des cours d'eau de montagne »*
- 3) Proposition d'un Avant-Projet détaillé – *Equipe Hépia « Revitalisation des cours d'eau de montagne »*.

Après un premier échange courant mars 2014 avec l'équipe de « Revitalisation des cours d'eau de montagne », les phases de recherche de documentation et bibliographie sur des méthodes alternatives de suivi biologique notamment ont été effectuées au cours de ce premier semestre.

La prochaine étape est la réalisation du relevé topographique qui sera pris en charge par l'équipe d'Hépia. Celui-ci permettra l'élaboration des scénarii de restauration. En fonction des propositions d'aménagement, les stations de suivis biologiques et géomorphologiques pourront être positionnées sur le linéaire concerné par les travaux de restauration.

## Module 4 : Transfert vers une gestion transfrontalière

### Objectifs du M4 :

- Hiérarchiser les obstacles à l'écoulement en termes d'impact pour la continuité écologique  
*Réunions avec l'ensemble des parties prenantes à l'élaboration de l'outil d'aide à la décision : 5*  
*Nombre de participants aux réunions de travail et d'échanges : 8*

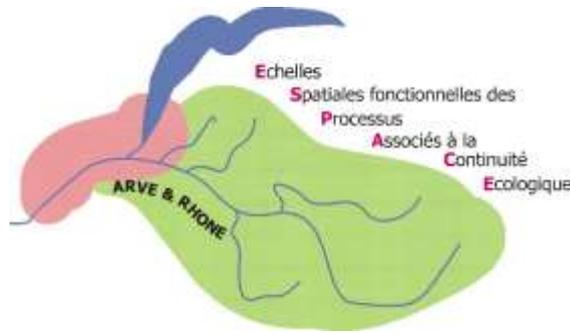
Le Module 4 constitue une synthèse des modules M1, M2, et M3. Il a pour objectif de coupler l'ensemble des informations biologiques recueillies et des résultats obtenus pour développer un outil d'aide à la décision. Ce dernier sera sous la forme d'un modèle spatialisé, simple d'utilisation, adapté aux gestionnaires, permettant de visualiser l'effet d'un effacement d'ouvrage (petit seuil par exemple) ou d'un accroissement des flux migratoires (création d'une passe à poissons par exemple, augmentation de la fonctionnalité d'un ouvrage existant, reconnexion d'un affluent d'un chenal principal, restauration d'un affluent « frayère », ...) sur le risque d'extinction d'une population.

Suite à la modification du budget accordé par le STC au mois d'avril 2014, nous avons engagé un prestataire pour réaliser cette partie du programme. Le bureau d'études retenu pour l'élaboration du modèle mathématique qui servira d'outil d'aide à la décision pour la restauration de la continuité écologique est le bureau SAGE Environnement basé à Annecy-le-Vieux. En effet, il semblait plus



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



pertinent d'engager un prestataire local qui connaisse les problématiques du territoire et les acteurs locaux.

Ainsi une première réunion de concertation et de présentation plus précise du modèle a eu lieu le 21 mai 2014. La figure 46 présente la démarche de l'outil qui sera utilisé ; outil qui s'appuie essentiellement sur les travaux de KEMP & O'HANLEY (2010), O'HANLEY (2011) et O'HANLEY *et al.* (2013).

**Choix des modèles**

Titre de la présentation

**Objectifs : prioriser les mesures de restauration de la continuité piscicole**

- Analyse simple du couple **cout-bénéfice**: le «**scoring-and-ranking**»  
*Evaluation indépendante de chaque ouvrage infranchissable*

**Avantages**

- Facile à mettre en œuvre

**Limites**

- Ne prends pas en compte les gains cumulés dans le cas d'effacements multiples
- Pour un budget déterminé, favorise les projets les moins coûteux
- Pas de cohérence géographique

**Choix des modèles**

Titre de la présentation

**Objectifs : prioriser les mesures de restauration de la continuité piscicole**

- Analyse de scénarios  
*Analyse en détail des gains cumulés de scénarios d'effacements*

**Avantages**

- Facile à mettre en œuvre
- Prends en compte les effets cumulés d'effacements

**Limites**

- Non exhaustif, le nombre de scénarios analysé est nécessairement restreint
- Ne peut être mis en œuvre efficacement sur des grands secteurs géographiques

**Choix des modèles**

Titre de la présentation

**Objectifs : prioriser les mesures de restauration de la continuité piscicole**

- Utilisation de modèles d'optimisation  
*Algorithme de recherche du meilleur compromis «cout-efficacité» basé sur une analyse multicritère prenant en compte les exigences spécifiques, la disponibilité en habitat des tronçons et les linéaires restaurés cumulés*

**Avantages**

- Garanti l'allocation optimale de ressources limitées
- Peut être mis en œuvre sur de vastes aires géographiques et un nombre important d'ouvrages

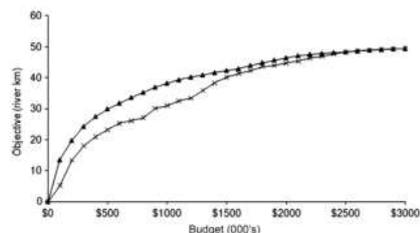
**Limites**

- Complexe de mise en œuvre en absence d'outil

**Choix des modèles**

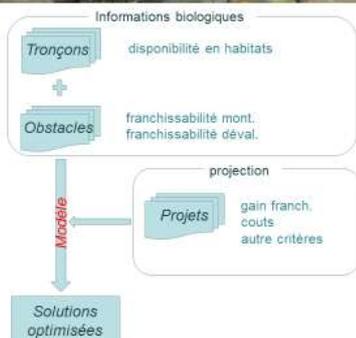
Titre de la présentation

**Objectifs : prioriser les mesures de restauration de la continuité piscicole**



**O'Hanley (2013)**

Titre de la présentation

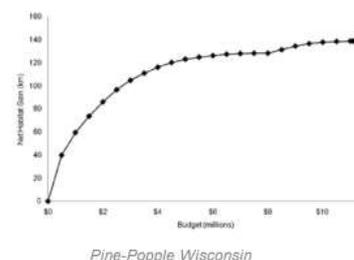


**Caractéristiques**

- Méthode d'optimisation basée sur le gain de connectivité et la disponibilité en habitats des tronçons
- Modèle adapté aux poissons sédentaires (migrations non polarisées)
- Prends en compte les obstacles naturels et artificiels
- Multi BV

**O'Hanley (2013)**

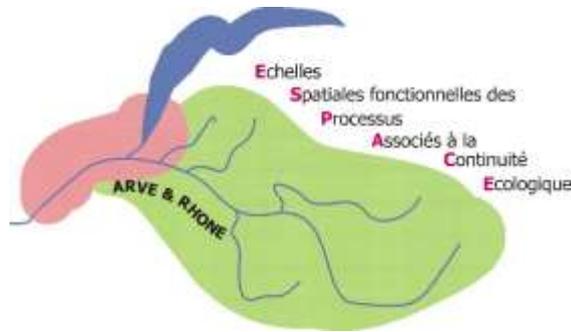
Titre de la présentation





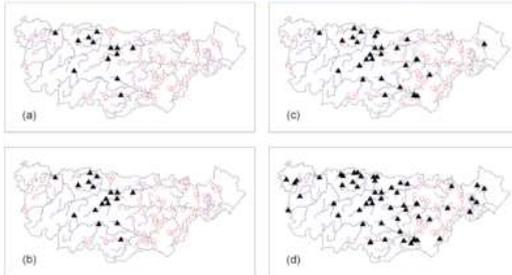
h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



O'Hanley (2013)

O'Hanley (2013)



(a) 500 KS, (b) 1MS, (c) 2MS, (d) 4M(S)

### Adaptation

- Adaptations des données d'entrée aux espèces cibles:
  - ✓ Franchissabilité des ouvrages adaptable à chaque espèce prise en compte,
  - ✓ Distance de dispersion de l'espèce adaptée,
  - ✓ Évaluation de l'habitat disponible spécifique à la problématique (longueur, surface, typologie, qualité d'eau, de l'habitats, etc...)
- Adaptation de l'outil
  - ✓ Utilisation de structures de bases de données sous Excel à alimenter par les gestionnaires,
  - ✓ Programmation sous VBA, utilisable directement sous excel,
  - ✓ Export compatibles SIG,

Comité technique - 21 mai 2014

45

Comité technique - 21 mai 2014

46

Etapes



Comité technique - 21 mai 2014

47

Figure 46 : Diapositives de présentation synthétique du modèle qui sera co-construit avec les acteurs de l'eau locaux

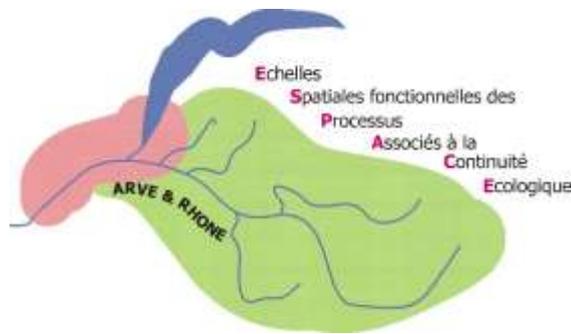
Nombre de réunions pour l'élaboration de l'outil d'aide à la décision au 30.06.2014 : 1

Nombre de participants aux réunions de travail et d'échanges : 9



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Module 5 : Valorisation, communication et échanges

### Objectifs du M5 :

- Favoriser en priorité le partage et le transfert des connaissances acquises entre les différents porteurs d'enjeu du territoire
- Faire connaître notre programme ESPACE Arve et Rhône et le valoriser

*Nombre de personnes concernées par les actions de communication : 250 000 personnes*

Des actions de communication générale destinées à l'ensemble des porteurs d'enjeu et des actions spécifiques plus ciblées sur un ou plusieurs porteurs d'enjeu ont été programmées. Ces actions ciblent en priorité le territoire local (bassins de l'Arve et du genevois) mais des retombées plus larges aux échelles départementale, régionale, nationale, européenne et internationale sont également attendues.

Le tableau 9 et la figure 47 récapitulent les différentes actions réalisées depuis le début effectif du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône et le tableau 10 le nombre de personnes touchées par ces dernières. Certains des supports de communication sont présentés en annexe.

Tableau 9 : Récapitulatif des actions de communication menées pour le programme ESPACE Arve et Rhône

Action de communication		Réalisation 30.06.2014
Open conférences	ouverture du prog.	à venir 1 <sup>er</sup> semestre 2014
	conclusion du prog.	
Interventions pédagogiques	université de Savoie	
	Hépia - bachelor et master	
	Autres...	1 à l'ISETA - Term Bac Pro Poisy
Interventions auprès des collectivités	Contrats Riv., SAGE, asso pêche...	1 présentation au SAGE Arve
	DGNP, OFEV, asso pêche...	affiches de com° auprès des pêcheurs - 2 à large échelle - 1 sur chaque site suivi
	Autres...	1 présentation à la Maison du Salève
Encarts dans la presse locale et spécialisée		4 articles
Présentation en assemblées générales des pêcheurs		2 présentations
Journée d'informations à l'administration		
Salon pêche sportive		le salon de Fillinges n'existe plus ; à voir pour un transfert vers d'autres événements locaux
Fête de la science		
Communications scientifiques		
Supports spécifiques	Site internet	en ligne
	Courts-métrages	fin des prises de vues - <i>montage en cours</i>
	Plaquette	annulée : remplacée par la version anglaise des films



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

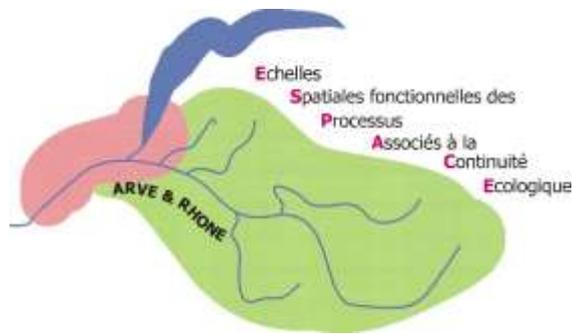


Figure 47 : Quelques actions de communication (a) tournage des interviews pour le premier film ;(b) Assemblée Générale de la FDPMA 74 ; (c) pancarte d'information en bord de rivière – ici le Giffre.

Tableau 10 : Récapitulatif du nombre de personnes touchées par les actions de communication

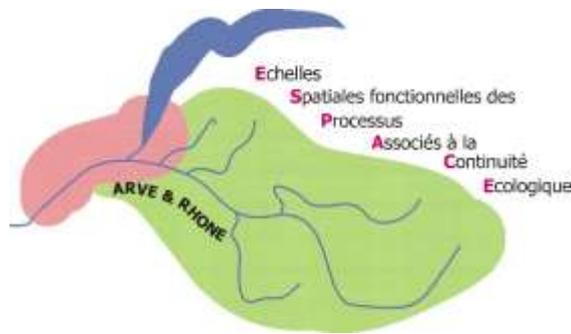
	Support	Nb de personnes touchées / Nb exemplaires
<b>Presse</b>	Le Messager	24800
	La Tribune de Genève	120000
	Info-Pêche	750
	Voix des torrents	2500
	Information auprès des détenteurs du permis de pêche suisse (chiffres 2012)	947
	Site internet ESPACE Arve-Rhône	432
<b>Présentations</b>	Assemblées des pêcheurs France	200
	Interventions auprès des scolaires / Conférences	35
<b>Affichage</b>	Pancartes d'informations sur sites	100
	<b>Total =</b>	<b>149764</b>

Nombre de personnes concernées par les actions de communication au 30.06.2014 : 149 332



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



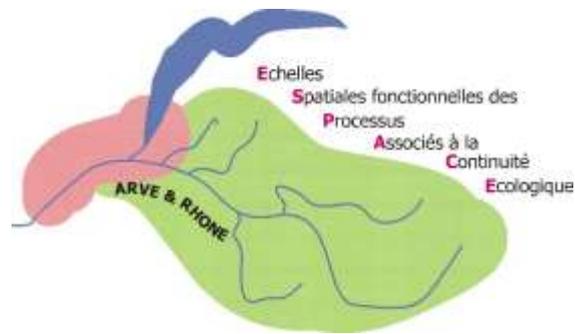
## Bibliographie

- BARAS E., BIRTLES C., WESTERLOPPE L., THOREAU X., OVIDIO M., JEANDRAIN D. & PHILIPPART J-C., 1996. A critical review of surgery techniques for implanting telemetry devices into the body cavity of fish. Laboratory of Fish Demography and Aquaculture, University of Liège. 12 p.
- BARAS E., 1997. Selection of optimal positioning intervals in fish tracking: an experimental study on *Barbus barbus*. *Hydrobiologia*. Vol. 371-372, n° 0, p. 19-28.
- BARAS E., BENECH V., MARMULLA G. & LUCAS M., 2001. Manuel de Biotélémetrie aquatique. Atelier pilote IER – ODRS – IRD - ULg – FAO, *Sélingué, Mali 29 janv. – 10 fév. 2001*, p 160.
- BRIDGET C. J. & BOOTH R.K., 2003. The effects of biotelemetry transmitter presence and attachment procedures on fish physiology and behavior. *Reviews in Fisheries Science*. Vol. 11, n° 1, p. 13–34.
- CHASSERIEAU C., 2010. Recensement des ouvrages transversaux sur le réseau hydrographique de Haute-Savoie et continuité piscicole, Campagne 2010. Rapport FDP74.10/07. 44p + annexes.
- ENGBRETCH C.C., LARGIADÈR C.R., HANFLING B. & TAUTZ D., 1999. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci in the European bullhead *Cottus gobio* L. (Osteichthyes) and their applicability to related taxa. *Molecular Ecology* 8(11), 1966-1969.
- GOSSET C. & RIVES J., 2004. Anesthésie et procédures chirurgicales pour l'implantation de radio émetteurs dans la cavité ventrale de truites communes adultes (*Salmo trutta*). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. N° 374, p. 21–34.
- JUNKER J., PETER A., WAGNER C.E., MWAIKO S., GERMANN B., SEEHAUSEN O. & KELLER I., 2012. River fragmentation increases localized population genetic structure and enhances asymmetry of dispersal in bullhead (*Cottus gobio*). *Conservation Genetics* 13(2), 545-556.
- KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E. & ALLARDI J., 2011. Les poissons d'eau douce de France. Coll. Inventaires & Biodiversité. *Biotope Editions-Muséum national d'histoire naturelle*. 552 p.
- KEMP P.S. & O'HANLEY J.R., 2010. Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers : a synthesis. *Fisheries Management and Ecology*, 17, 297-322.
- KIRCHHOFER A., BREITENSTEIN M. & ZAUGG B. 2007. Liste rouge poissons et cyclostomes - Liste rouge des espèces menacées en Suisse, Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre Suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel.
- KNAEPKENS G., BRUYNDONCX L. & EENS M., 2004. Assessment of residency and movement of the endangered bullhead (*Cottus gobio*) in two Flemish rivers. *Ecology of Freshwater Fish* 13, 317-322.
- NOLTE A.W., STEMSHORN K.C. & TAUTZ D., 2005. Direct cloning of microsatellite loci from *Cottus gobio* through a simplified enrichment procedure. *Molecular Ecology Notes* 5, 628–636.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



OFCOM, 2014. *Swiss National Frequency Allocation Plan and Specific Assignments*.

O'HANLEY J.R. 2011. Open rivers: Barrier removal planning and the restoration of free-flowing rivers. *Journal of Env. Management* 92 3112-3120.

O'HANLEY J.R, WRIGHT J., DIEBEL M., FREDORA M.A. & SOUCY C.L. 2013. Restoring stream habitat connectivity : A proposed method for prioritizing the removal of resident fish passage barriers. *Journal of Environmental Management* 125, 19-27.

OVIDIO M., DETAILLE A., BONTINCK C., NEUS Y., RIMBAUD G. & PHILIPPART J.C., 2007. Élaboration de recommandations pratiques pour la préservation-restauration d'éléments de l'habitat hydraulique du chabot dans les cours d'eau non navigables de Wallonie. Rapport pour le Ministère de la Région Wallone, Division de l'Eau Direction des Cours d'Eau Non Navigables. Université de Liège, LDPH, 116 p+ annexes.

UICN-FRANCE, MNHN, SFI & ONEMA. 2010. La liste rouge des espèces menacées en France. *In* Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine, Paris, France.

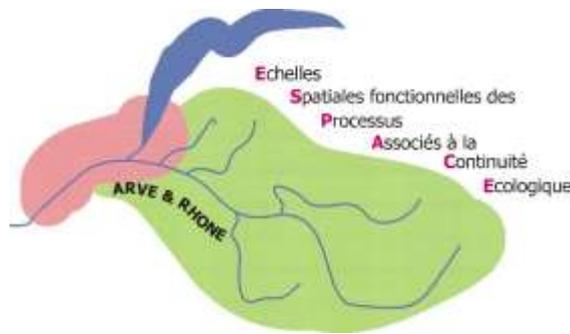
UTZINGER J., ROTH C. & PETER A. 1998. Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *Journal of Applied Ecology* 35(6): 882-892.

WINTER J. D., 1983. Underwater biotelemetry. Pages 371–395 *in* L. A. NIELSEN and D. L. JOHNSON, editors. *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



## Annexes

Affiche d'information auprès des pêcheurs sur la zone d'étude côté France



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



# Amis pêcheurs,

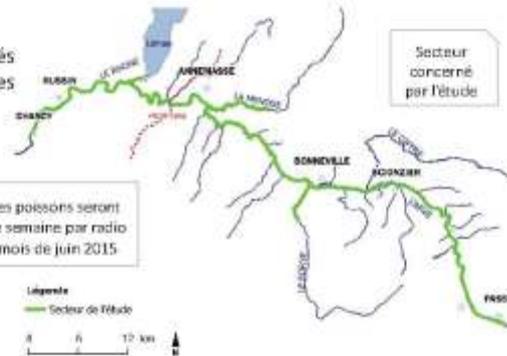
Dans le cadre du programme INTERREG franco-suisse ESPACE Arve et Rhône (<http://www.espace-arve-et-rhone.com>), un suivi sur les populations d'ombre commun, de truite fario, de chevaîne et de barbeau fluviatile du bassin de l'Arve et du Rhône genevois est en cours.

Pour les années 2013-2015, des poissons seront équipés d'émetteurs radio et de PITtag. Ces marques internes permettront de suivre les déplacements des poissons.

### b) Emetteur radio



Les déplacements des poissons seront ensuite suivis chaque semaine par radio télémetrie jusqu'au mois de juin 2015

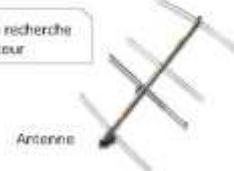


Incision dans la partie ventrale, en arrière de la ceinture pelvienne



Cicatrisation des points de suture

Equipement de radio télémetrie pour la recherche des poissons équipés d'un émetteur



**Ce travail a pour objectif d'acquérir des connaissances sur les aires de vie et le comportement de ces espèces afin d'améliorer la gestion de leurs populations**

**Afin de compléter nos connaissances sur ces espèces, nous sollicitons votre contribution**

- ❖ Au cas où vous capturerez un individu marqué, nous vous remercions de le relâcher vivant.
- ❖ Au cas où vous trouveriez un poisson mort, nous vous remercions de nous retourner émetteur radio et/ou PITtag avec les informations suivantes :
  - Lieu (aussi précis que possible) et date
  - Taille du poisson
  - Poids (si possible)
  - Sexe (si possible)

*Afin de limiter les infections post-opératoires dues aux actes chirurgicaux pratiqués pour le marquage, les poissons reçoivent une injection d'antibiotiques dont les résidus disparaissent après 15 jours*

*Merci de votre collaboration et de votre compréhension*

### Contact:

Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique  
« Le Villaret »

2092 route des Diaquenods  
74370 ST MARTIN BELLEVUE  
Tél: 04 50 46 87 55  
Mail: [info@pechehautesavoie.com](mailto:info@pechehautesavoie.com)



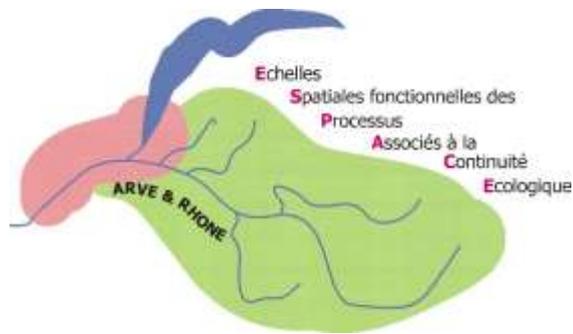
### Partenaires techniques et financiers





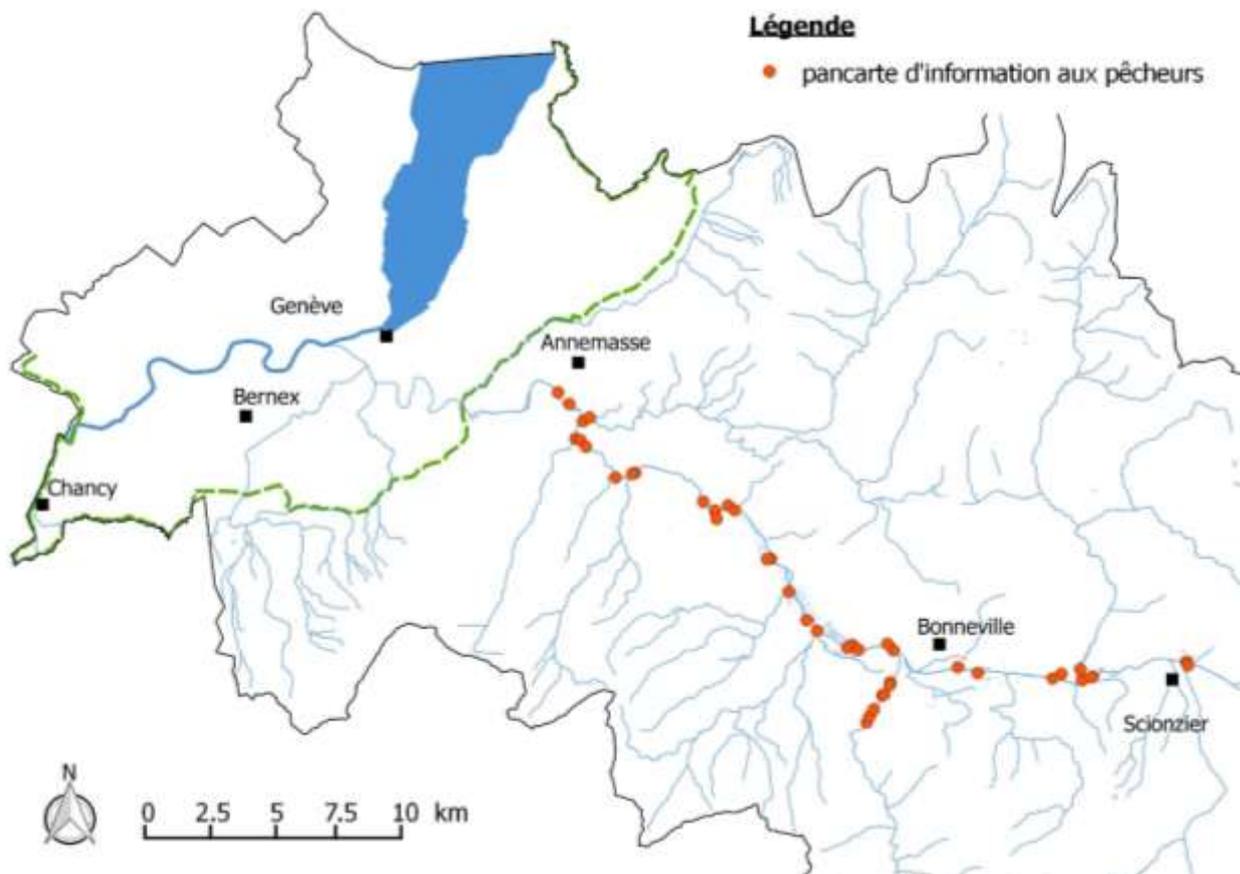
h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Carte de la localisation des pancartes d'information aux pêcheurs sur le bassin de l'Arve

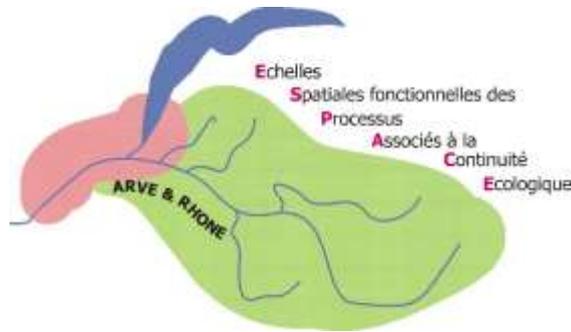
Il a été posé 42 pancartes d'information auprès des pêcheurs sur les 38 km d'Arve étudié et sur l'aval des affluents (Menoge, Nant de Sion, Foron de la Roche, Borne et Giffre). Ces dernières expliquent les objectifs et le principe de l'étude de suivi des déplacements piscicoles





h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



Affiche d'information sur un site de station fixe en radiotélémetrie



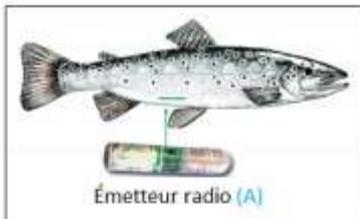
h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



## Station de suivi piscicole Merci de ne pas toucher

Dans le cadre du programme « INTERREG ESPACE » mené par la fédération de pêche de Haute-Savoie, un certain nombre de poissons (truites, ombres, chevesnes, barbeaux) vont être équipés d'émetteurs-radios (A).



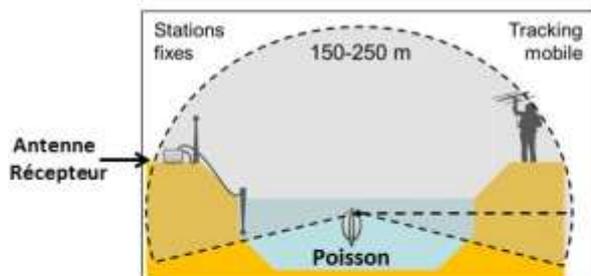
Après avoir été capturés par pêche électrique, les poissons subissent une petite intervention chirurgicale sous anesthésie, au cours de laquelle l'émetteur est introduit dans la cavité générale. Une fois marqués, les poissons sont relâchés sur le lieu de leur capture.

Chaque émetteur possède un numéro d'identification qui lui est propre et permet ainsi de suivre individuellement chaque poisson marqué.

Des antennes fixes (couple: antenne-récepteur) sont placées à divers endroits stratégiques du bassin de l'Arve afin de suivre le déplacement des poissons ainsi équipés. En complément, un suivi mobile hebdomadaire est effectué à pied et en canoë afin de suivre les poissons sur de plus grandes distances.



Insertion d'un émetteur sur un Barbeau



Les émetteur délivrent une force de signal permettant de les capter à environ 150-250 mètres. Une fois détecté le numéro d'identification propre à la marque et donc au poisson est enregistré par le récepteur.

Pour plus de renseignements sur le projet, consultez le site internet <http://www.espace-arve-et-rhone.com>



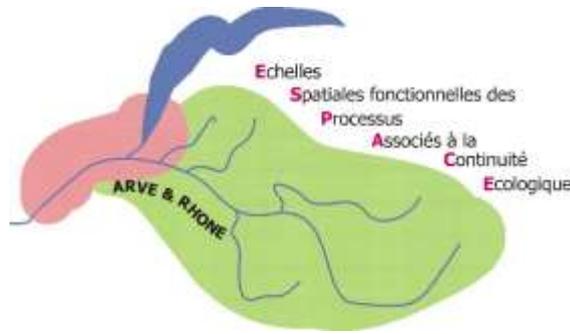
Partenaires techniques et financiers du programme INTERREG ESPACE Arve et Rhône :





h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



Affiche d'information sur le site de la station PITtag du Nant de Sion



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève



# Station de suivi piscicole Merci de ne pas toucher

Le principe consiste à capturer par pêches électriques des poissons sur le Nant de Sion, à les marquer individuellement à l'aide d'un PIT-tag (Figure 1) possédant un numéro unique et à les relâcher sur le lieu de capture.

Figure 1

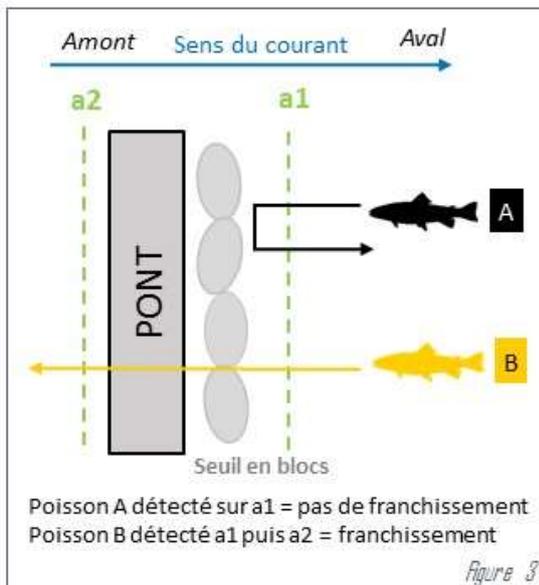


Le pont de la RD 19 est identifié comme un passage pouvant être difficile suivant les conditions de débit. Le dispositif complet (Figure 2) installé ici permet de détecter le passage des poissons préalablement marqués et leur sens de déplacement (Figure 3).



Le dispositif de suivi est constitué de 2 antennes de réception reliées à un boîtier d'enregistrement

Figure 2



Poisson A détecté sur a1 = pas de franchissement  
Poisson B détecté a1 puis a2 = franchissement

Figure 3

Ce suivi entre dans le cadre du programme INTERREG franco-suisse ESPACE Arve et Rhône. Pour plus de renseignements sur le projet, consultez le site internet <http://www.espace-arve-et-rhone.com>



Partenaires techniques et financiers du programme ESPACE Arve et Rhône :

