HAL
open science

Déplacements et utilisation des habitats par les poissons migrateurs sur la Sélune

Emilien Lasne, Théo Chaubet, François Martignac, Julien Tremblay

To cite this version:

Emilien Lasne, Théo Chaubet, François Martignac, Julien Tremblay. Déplacements et utilisation des habitats par les poissons migrateurs sur la Sélune : Étude de faisabilité.. Rapport d'étape_V0. [Rapport de recherche] OFB; INRAE; Institut Agro - Agrocampus Ouest; UPPA. 2020, 26 p. hal-03233525

HAL Id: hal-03233525

https://hal.science/hal-03233525

Submitted on 24 May 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Déplacements et utilisation des habitats par les poissons migrateurs sur la Sélune

Etude de faisabilité

Rapport d'étape_V0

Emilien LASNE[1,2]
Théo CHAUBET[1,2]
François MARTIGNAC[1,2]
Julien TREMBLAY[3,2]

[1] UMR ESE, Agrocampus Ouest-INRAE
[2] OFB, Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique
[3] Pôle Gestion des Migrateurs Amphihalins dans leur Environnement, OFB, INRAE, AGROCAMPUS OUEST, UNIV PAU & PAYS ADOUR/E2S UPPA

Juillet 2020

• AUTEURS

Emilien LASNE, Chargé de recherches, INRAE, emilien.lasne@inrae.fr
Théo CHAUBET, Technicien, INRAE, theo.chaubet@inrae.fr
François MARTIGNAC, Ingénieur de Recherche, francois.martignac@inrae.fr
Julien TREMBLAY, technicien, INRAE, julien.tremblay@inrae.fr

• CONTRIBUTEURS

Thomas TRANCART, chercheur, thomas.trancart@mnhn.fr

Droits d'usage : accès réservé à l'OFB
Niveau géographique : régional
Couverture géographique : Baie du Mont Saint Michel et ses affluents
Niveau de lecture : experts

• DEPLACEMENTS ET UTILISATION DES HABITATS PAR LES POISSONS MIGRATEURS SUR LA SELUNE : ETUDE DE FAISABILITE. EMILIEN LASNE, THEO CHAUBET ET JULIEN TREMBLAY

• RESUME

Un des grands enjeux de la restauration de la continuité écologique dans le bassin de la Sélune est la recolonisation, par les poissons migrateurs, des secteurs situés en amont des barrages qui offrent un important potentiel d'habitat. L'hypothèse d'une recolonisation relativement rapide et massive de ces zones a été un argument fort pour motiver l'arasement étant donnée la problématique de conservation des populations, telles que celles de saumon ou d'anguille. Nous présentons dans ce rapport les résultats d'une étude visant à évaluer la faisabilité et l'intérêt d'étudier, par radio télémétrie, les déplacements et l'utilisation de l'habitat par ces deux espèces.
En ce qui concerne le saumon, la principale difficulté consistait à mettre au point une méthode de capture efficace en estuaire. La combinaison d'engins de pêches (filets barrages et carrelet) et de caméra acoustique a permis de lever ce verrou, au moins pour la capture des castillons. Le suivi radio télémétrique combiné a du data logging mis en place (N=30 individus) a montré son intérêt en apportant des premières informations sur l'utilisation et l'habitat et les déplacements au sein en entre bassins versant de la Baie du Mont Saint Michel, ainsi que sur les conditions thermiques auxquelles les poissons sont potentiellement exposés pendant l'été. Le protocole pourra être reconduit et affiné dans les années suivantes et permettra d'obtenir des informations précieuses sur la réponse de la population à la reconnexion de la partie amont du bassin de la Sélune, mais également pour caractériser les menaces (thermiques, hydrologiques) que le changement climatique fait peser sur les populations.
En ce qui concerne l'anguille jaune, le protocole de télémétrie mis en place a révélé la très faible mobilité estivale des anguilles jaunes (N=10) marquées à l'aval immédiat des barrages. Le marquage d'individus juste avant la reconnexion des zones aval et amont pourrait être envisagée si l'on veut évaluer la capacité de ces individus à coloniser rapidement (en quelques semaines seulement en raison de l'autonomie des batteries utilisées) les secteurs amont.

• MOTS CLES (THEMATIQUES ET GEOGRAPHIQUES)

Saumon atlantique, Anguille européenne, télémétrie, Sélune, habitat

• SOMMAIRE

I. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE 5

II. CAS DU SAUMON EN MIGRATION ANADROME 5

II.1. QUESTIONS ET ENJEUX SPECIFIQUES AU SAUMON 5
II.2. MATERIEL ET METHODE 6
II.2.1. CAPTURE 6
II.2.2. MARQUAGE 8
II.2.3. SUIVI DES INDIVIDUS 11
II.3. RESULTATS 12
II.3.1. INFORMATIONS SUR LES CAPTURES 12
II.3.2. RESULTATS GLOBAUX 13

III. CAS DE L'ANGUILLE JAUNE 19

III.1. QUESTIONS ET ENJEUX SPECIFIQUES A L'ANGUILLE 19
III.2. MATERIEL ET METHODE 19
III.2.1. CAPTURE ET MARQUAGE 19
III.2.2. MARQUAGE 20
III.2.3. SUIVI DES INDIVIDUS ET RESULTATS 20

IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES 21

IV.1. CAS DU SAUMON 21
IV.2. CAS DE L'ANGUILLE 22

V. REMERCIEMENTS 23

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 23

I. Contexte et problématique

Les lois « Grenelle I et II » (2009 et 2010) ont introduit la démarche Trame Verte et Bleue dans le droit français (codes de l'environnement et de l'urbanisme) pour favoriser la continuité écologique et la préservation de la biodiversité. C'est notamment dans ce cadre que le processus d'arasement des barrages de la Sélune a été engagé. Un des grands enjeux de la restauration de la continuité écologique dans le bassin de la Sélune est la recolonisation, par les poissons migrateurs, des secteurs situés en amont des barrages qui offrent un important potentiel d'habitat. L'hypothèse d'une recolonisation relativement rapide et massive de ces zones a été un argument fort pour motiver l'arasement étant donnée la problématique de conservation des populations, telles que celle de saumon ou d'anguille. Ce projet se focalise donc sur le saumon atlantique et l'anguille européenne et a une double ambition : 1. la mise en place de la méthodologie de suivi télémétrique. Les protocoles de télémétrie sont globalement bien maitrisés, qu'il s'agisse de l'installation d'un réseau de détection ou du marquage des poissons, et le principal verrou concerne le protocole de capture du saumon dans l'estuaire de la Sélune qu'il s'agira de mettre au point. Concernant l'anguille jaune, les protocoles de capture sont maitrisés. 2. la production des premiers éléments sur la caractérisation de l'utilisation des habitats aval pré-arasement. Selon les résultats de cette première phase, une deuxième année (2020) de suivi pré arasement pourra être envisagée ainsi que le suivi post-arasement.

D'un point de vue opérationnel, l'enjeu est d'analyser, à différentes échelles spatiales et temporelles, les déplacements individuels des poissons migrateurs dans la Sélune avant et après l'arasement Cette étape incontournable de l'évaluation de l'effet des mesures de gestion, est très fortement attendue par les gestionnaires et les riverains mais également par la communauté scientifique. Il s'agirait notamment de déterminer à quelle vitesse s'effectue la recolonisation, jusqu'où ils remontent, et quels sont les habitats utilisés et les implications sur l'utilisation des secteurs aval. A plus grande échelle, il s'agira d'évaluer l'impact de l'arasement des barrages sur l'attractivité du bassin de la Sélune pour les salmonidés et les flux d'individus entre les autres affluents que sont la Sée, le Couesnon et la Sienne. D'un point de vue scientifique, l'analyse des déplacements et de l'utilisation des habitats constitue une occasion unique de comprendre le processus de colonisation et de valider les modèles prédictifs d'habitat (Forget et al., sous presse) en confrontant les données issues de la modélisation (habitats potentiels) et les données issues d'observation de terrain. En Europe, une telle expérience de restauration de la connectivité dans un écosystème fluvial côtier de cette dimension est unique et les données et connaissances produites seront donc originales. Un des enjeux concernant le saumon est de déterminer les habitats utilisés et les conditions thermiques auxquels ceux-ci sont confrontés, dans le contexte actuel de changement climatique.

II. Cas du Saumon en migration anadrome

II.1. ***Questions et enjeux spécifiques au saumon***

A l'heure actuelle, on connait mal le comportement des saumons lors de leur migration génésique dans les cours d'eau en particulier ceux de la Baie du Mont Saint Michel.

Celui-ci a été étudié sur l'Oir par radio télémétrie mais seulement dans la dernière partie de la migration, c'est-à-dire la montée sur les frayères à l'automne (Baglinière *et al.*, 1991). Les comptages des de géniteurs à l'aide d'une caméra acoustique ont également apporté des éléments sur le passage des poissons sur la Sélune au niveau de Ducey (Martignac, 2016). Ces données sont ponctuelles dans le temps ou dans l'espace mais elles tendent à montrer qu'une part importante des poissons ne montent sur les frayères que tardivement à l'automne, y compris des saumons de plusieurs hivers de mer, arrivés dès le printemps dans le bassin versant. Le temps passé dans les parties basses du cours d'eau est donc très important et les pressions auxquelles ils sont exposés possiblement fortes (pêche, stress thermique, biotique…). On ignore si ce comportement est naturel ou si la colonisation de zones plus amont est empêchée pas les barrages sur le cours principal ou par les faibles débits estivaux offrant peu d'habitat refuges dans les affluents.
Le suivi passif des poissons, grâce au réseau d'antenne installé, dès leur entrée dans le bassin versant permettra de répondre à ces questions en identifiant les compartiments utilisés (amont vs aval Sélune, Sélune vs affluents). L'implantation d'émetteurs enregistrant la température permettra également d'évaluer les conditions thermiques auxquels les poissons sont confrontés dans les zones aval, par définition plus chaudes que les zones amonts, et en déduire des effets potentiels sur la survie et le succès reproducteur (Fenkes *et al.*, 2016).
Enfin, un tracking actif mené lors de la période de reproduction permettra d'identifier les frayères (bien connues sur l'Oir, mais mal ailleurs sur le bassin) et de recapture les poissons sur les frayères après la reproduction afin de récupérer les émetteirs équipés d'enregistreurs de température.
D'un point de vue méthodologique, le principal enjeu consiste donc à parvenir à capturer et marquer des saumons en cours de migration vers l'amont de la Sélune afin de suivre leurs mouvements dès leur entrée dans la Sélune. Des filets barrages seront installées dans l'estuaire au niveau du Gué de l'Epine, de façon à guider les poissons vers des carrelets activés manuellement. A cet endroit, le chenal est relativement étroit et reste peu profond pour des coefficients de marée <80 (figure 1). Une caméra acoustique ARIS sera utilisée pour détecter les poissons sur zone, activer les carrelets. 30 saumons (castillons et saumons de printemps en proportions équivalentes) seront marqués si les captures le permettent. Le marquage se fera selon selon un protocole éprouvé (Baglinière *et al.*, 1991; Tétard *et al.*, 2013; Tentelier *et al.*, 2016).

II.2. Matériel et méthode

II.2.1. Capture

Le site de capture est localisé rive droite dans la partie basse de la Sélune (48°39'04.1"N, 1°23'14.0"W) au Gué de l'Epine, commune du Val-Saint-Père (50) (Figure 1). Le site a été choisi d'une part pour sa position très en aval de la Sélune permettant d'accéder aux individu au début de leur migration anadrome, d'autre part pour ses caractéristiques topographiques et hydrologiques. Le cours de la Sélune y est assez étroit à marée basse en excédant rarement 1m20 de hauteur (en 2018 et 2019 en tous cas) et il est ainsi possible barrer toute ou partie de la rivière à l'aide d'un filet barrage pour contraindre les poissons à se diriger vers le système de capture (Figure 2).

Figure 1 : Localisation du site de capture.

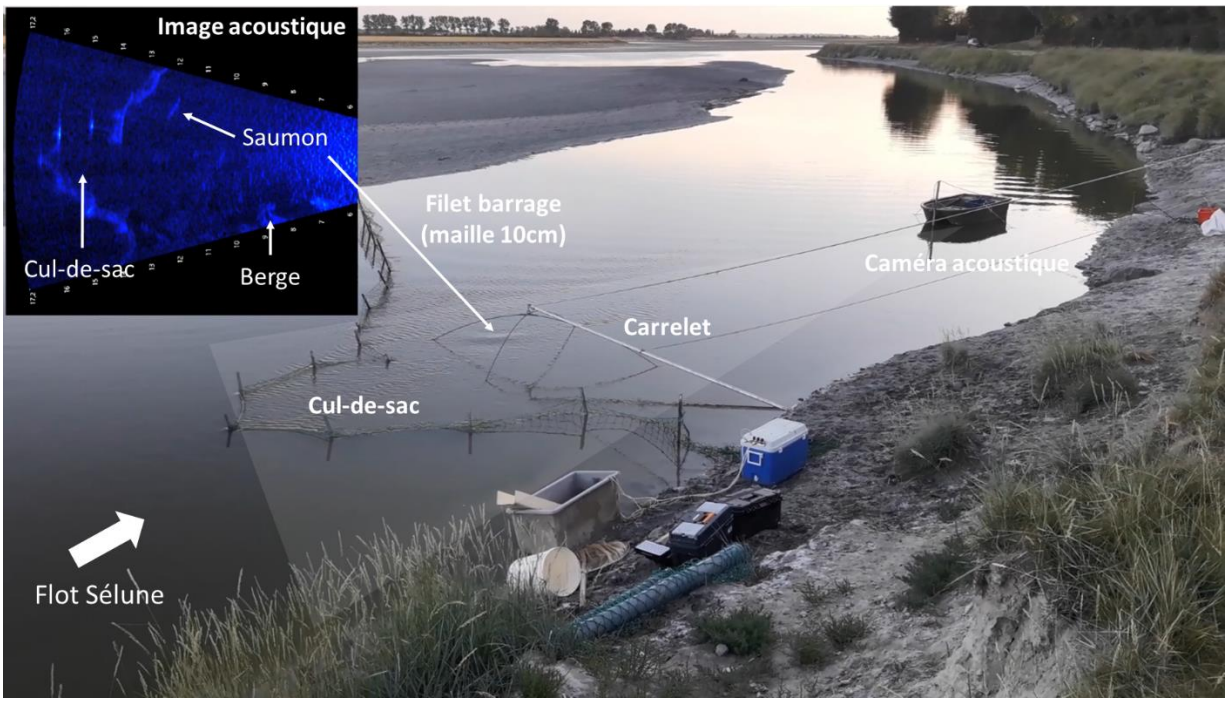


Figure 2 : Dispositif de capture des saumons. NB : Le matériel est monté et démonté et remonté à chaque session de capture. Les captures se font dans le cadre d'un arrêté préfectoral de captures à des fins scientifiques.

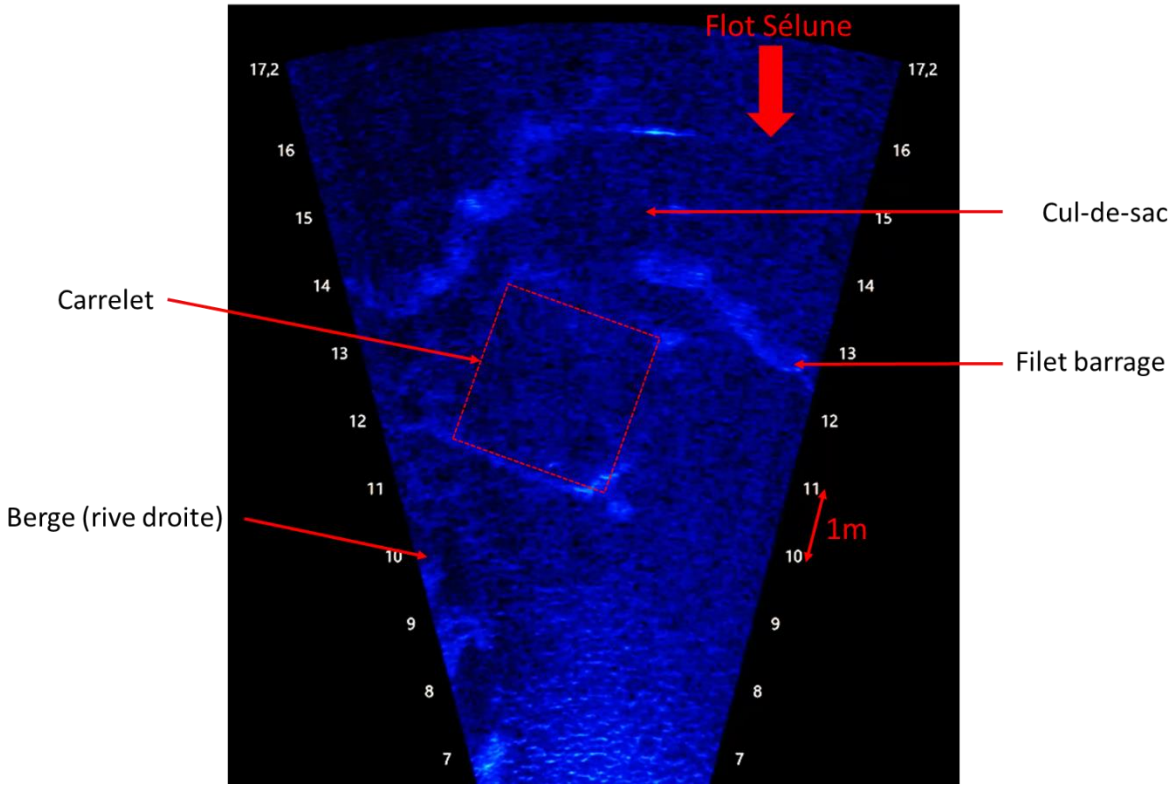


Figure 3 : Image obtenue à l'aide de la caméra acoustique.

II.2.2. Marquage

Radio-émetteurs et enregistreurs de température

Le matériel utilisé est de la marque ATS (Advanced Telemetry Systems). Deux modèles d'émetteurs ont été utilisés : des F1840+ (diamètre = 17 mm, longueur 52mm, durée de vie 411 jours), et des F1845+ (19 x 52 mm, durée de vie 576 jours). Ces émetteurs sont équipés d'une antenne métallique de 30cm de long enduite de téflon. Ces émetteurs disposent d'une fonction 'mortalité' : lorsque l'émetteur est immobile pendant un temps donnée (fixé ici à 8 heures), il change de fréquence d'émission, passant de 85 bips par minute (bpm) à 170. Cependant, si l'émetteur 'bouge' à nouveau, même faiblement, il émet à nouveau à 85 bpm.

Sur les 30 émetteurs utilisés, 21 ont été couplés à un enregistreur de température, modèle DST nano-T (Star-Oddi) conçu pour l'implantation dans les organisme aquatiques. Ces enregistreurs sont réglés pour enregistrer la température toute les heures.

L'assemblage émetteur-enregistreur a été réalisé à l'aide de cire d'abeille, choisie pour ces propriétés biocompatibles et sa malléabilité.

Figure 4 : Emetteurs radio (en haut à gauche), enregistreur de température miniature (en haut à droite) et leur combinaison avec de la cire d'abeille (biocompatible) (en bas). Les émetteurs sont activés en retirant l'aimant.

Biométrie, prélèvements biologiques et marquage des individus

Les poissons capturés sont placés dans un bacs d'eau équipé d'un bulleur. La température est contrôlée de façon à rester proche de celle du milieu de capture. Les individus sont mesurés (longueur à la fourche), des échantillons de nageoire pelvienne sont réalisées dans la perspective d'analyses génétiques (génétique des populations, sexage), des écailles sont prélevées, un PIT Tag est inséré afin de permettre la détection sur les antennes RFID situées sur le bassin versant de l'Oir, et enfin, l'émetteur est inséré dans l'estomac (Figure 5).

L'insertion se fait à l'aide de deux tubes PVC : un premier de diamètre intérieur légèrement supérieur au diamètre de l'émetteur, et un second de diamètre inférieur. La procédure est décrite Figure 6. Le bord du plus gros tube est poli de façon à limiter les lésions lors de l'insertion.

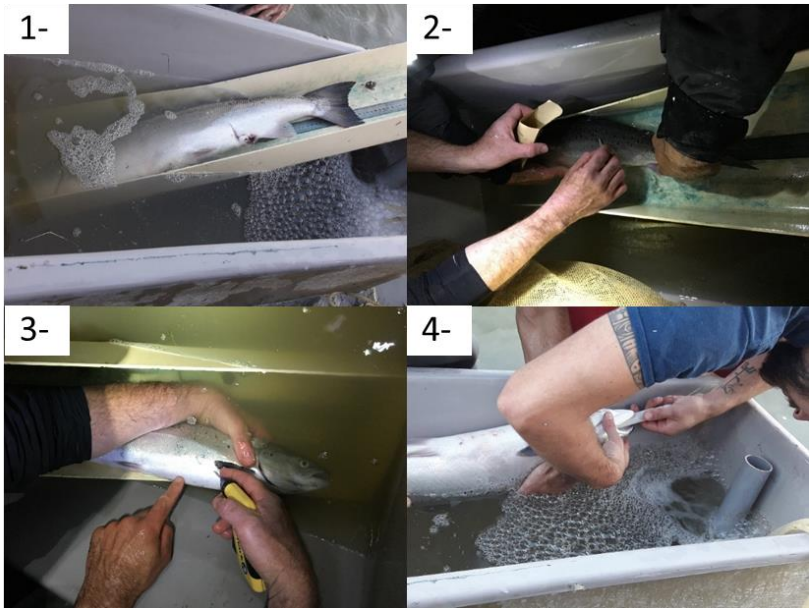
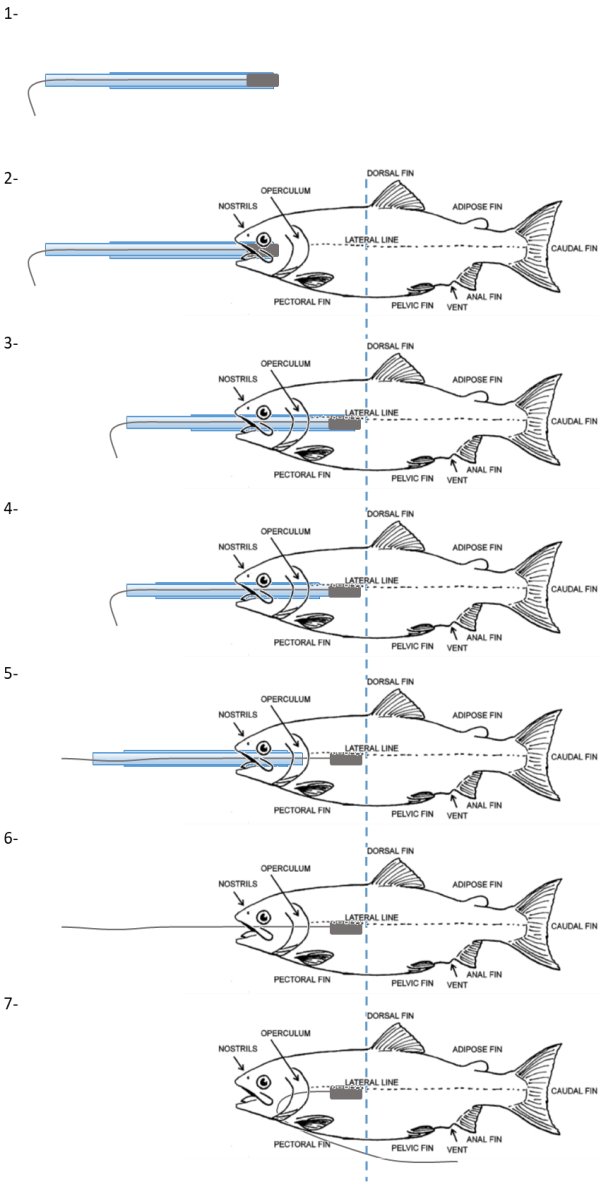


Figure 5 : Biométrie, prélèvements biologiques et marquage des individus. 1- mesure de la longueur à la fourche, 2- prélèvement d'écaille et d'échantillon de nageoire pelvienne, 3- insertion d'un PIT-tag et 4- insertion de l'émetteur.



1- *Placer l'émetteur à l'extrémité du tube fin en faisant passer l'antenne à l'intérieur du tube (l'émetteur n'est pas dans le tube, il est au bout du tube). Insérer cet ensemble dans le gros tube de façon à laisser dépasser l'émetteur d'environ 1 cm de ce gros tube. Maintenir l'émetteur dans cette position en bloquant l'antenne avec la paume de la main. Lubrifier l'émetteur et l'extrémité du gros tube avec de la glycérine ou de la vaseline.*

2- *Introduire l'émetteur par la bouche, en repérant l'entrée du tube digestif. Introduire l'émetteur dans le tube digestif, éventuellement en faisant pivoter l'ensemble tube+émetteur pour faciliter le passage.*

3- *Une fois introduit dans l'œsophage, le tube pénètre plus facilement jusqu'à une butée plus ou moins évidente, correspondant à l'extrémité postérieure de l'estomac (représentée par une ligne pointillée bleue). La limite du fond de l'estomac se situant légèrement en avant de la nageoire dorsale, ne pas enfoncer l'ensemble tube+émetteur au-delà de cette limite qu'on aura pris soin de localiser à l'aide d'un repère sur le gros tube (il existe un risque de déchirement de l'estomac).*

4- *Une fois l'émetteur en bonne position, retirez de quelques centimètres le gros tube en le faisant coulisser autour du tube fin, en veillant à ne pas enfoncer davantage ce dernier. L'émetteur se retrouve expulsé dans l'estomac.*

5- *Retirer les tubes en laissant passer l'antenne en leur centre.*

6- *L'antenne se retrouve alors libre et sort part la bouche du poisson. Vérifier visuellement par la bouche, puis en tirant légèrement sur l'antenne que l'émetteur est bien dans l'estomac et non dans l'œsophage. S'il est en bonne position, il devrait rester en place. Sinon, retirer l'émetteur et recommencer l'ensemble de la procédure décrite ci-dessus.*

7- *Facultatif (mais appliqué en 2019) : faire ensuite passer l'antenne à travers une des deux ouïes indifféremment.*

Figure 6 : Procédure d'implantation de l'émetteur dans l'estomac des poissons.

II.2.3. Suivi des individus

Réseau de récepteurs fixes

Deux types de récepteurs fixes ATS ont été utilisés : des récepteurs/enregistreurs R4500 et des récepteurs R2100 associés à des enregistreurs DCCII. Ils sont alimentés sur batteries elle-même alimentées par des chargeurs reliés au réseau électrique. L'ensemble est protégé dans des cantines métalliques. Le raccordement au réseau se fait chez des particuliers, entreprises ou infrastructures publiques (station de pompage, STEP par exemple).

Les antennes reliées à ces récepteurs sont de deux types : des antennes fouets (omnidirectionelle, sensibles) et des antennes filaires d'une longueur équivalente à 1/4 de la longueur d'onde. Le choix des antennes est effectué en fonction de la configuration des lieux et de tests de détection.

Figure 7 : Récepteur-enregistreur ATS, modèle R4500.

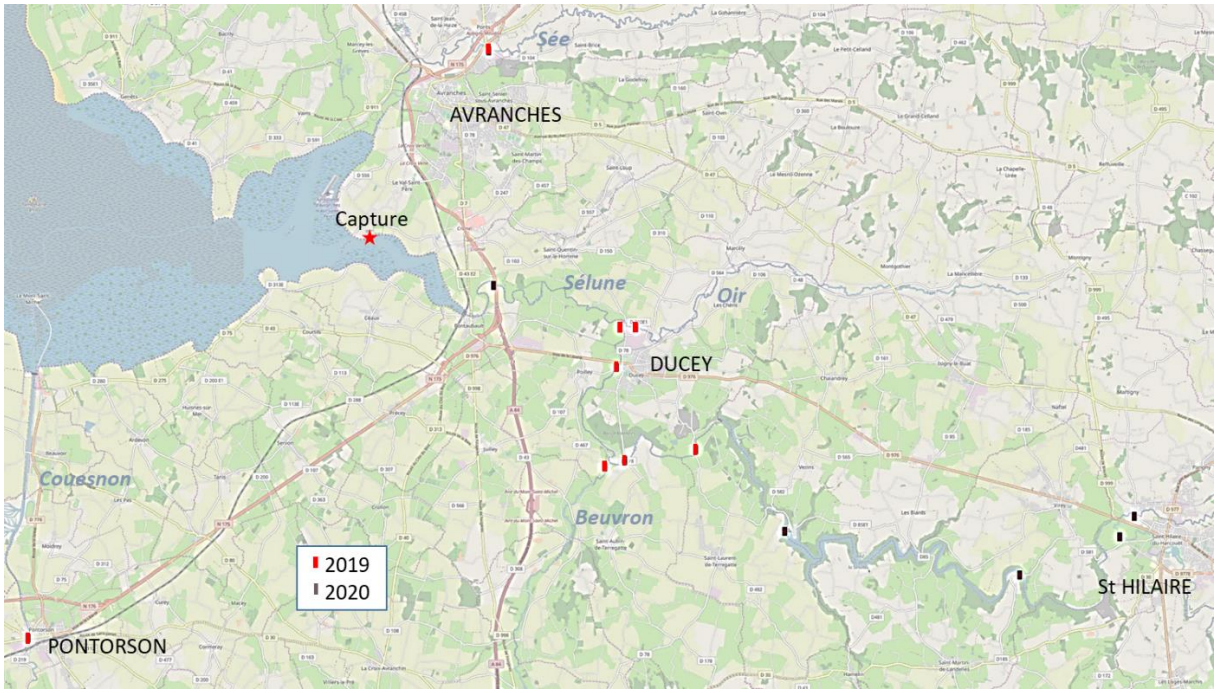


Figure 8 : Localisation des récepteurs en 2019, et localisation des récepteurs supplémentaires envisagée en 2020-2021

Tracking mobile

Deux types de récepteurs sont utilisés pour le pistage : un récepteurs ATS, modèle R2000 et un récepteur portatif Icom IC-R30 (Figure 9) Ce dernier présente différents avantages : légèreté, étanchéité, possibilité de réglage très fin du gain et de la fréquence d'écoute. Il est particulièrement adapté pour la localisation très fine des émetteurs et leur récupération.

Figure 9 : récepteur Icom IC-R30

Les antennes utilisées sont soit omnidirectionnelles (antenne fouet) dans un premier temps lorsque la prospection de fait à partir d'un véhicule, soit directionnelle (antenne boucle ATS) lorsqu'il s'agit de localiser plus précisément à pied les émetteurs. Enfin, lorsqu'il s'agit de récupérer les émetteurs, une antenne filaire très courte (zones dénudée de quelques centimètres) est utilisée afin de diminuer très fortement la sensibilité et localiser les émetteurs à quelques centimètres près.

Un pistage est effectué toute les semaines en fonction des informations obtenues à partir des récepteurs fixes. Les individus sont localisés à l'échelle de quelques dizaines de mètres, l'enjeu n'étant pas une localisation précise mais un positionnement à l'échelle du bassin versant ou du secteur.
Les émetteurs émettant un signal à 170 bpm ('immobile') sont recherchés plus finement et si possible récupérés (en fonction de la profondeur, du courant, de l'encombrement par des embâcles). L'utilisation d'une antenne filaire très courte est nécessaire pour localiser les émetteurs à quelques centimètres près. Une épuisette peut alors être utilisée pour récupérer l'émetteur dans ou à la surface des sédiments).

II.3. ***Résultats***

II.3.1. Informations sur les captures

13 sessions de capture ont eu lieu entre le 1er avril et le 17 juillet (Tableau 1). Les saumons ont été capturés en Juillet uniquement, lors de passages massifs. Il s'agit pour l'essentiel (29/30) de castillons. Un seul saumon de printemps (2 hivers de mer) a été capturé. A noter la taille moyenne assez faible, et un individu de 440mm seulement (Figure 10).

Tableau 1 : Synthèses des captures effectuées au Gué de l'Epine en 2019.

Date	Coefficient de marée	Horaire	Total des captures (hors mulets)	Longueur* SAT	Longueur* ALA	Longueur* TRM
01/04/2019	50	12h00-20h00	-			
02/04/2019	61	11h00-19h30	1 SAT (kelt)	759		
29/04/2019	35	10h00-21h00	-			
30/04/2019	45	8h30-17h00	-			
09/05/2019	77	18h45-1h00	1 ALA		542	
21/05/2019	84	19h00-22h00	-			
23/05/2019	63	20h00-1h00	6 ALA		486; 555; 569; 564; 497; 497	
14/06/2019	70	22h00-7h30	1 ALA		544	
19/06/2019	78	19h40-00h15	-			
01/07/2019	81	22h00-8h00	5 SAT, 2TRM	515; 609; 560; 560; 533		310; 313
09/07/2019	72	19h00-2h30	2 SAT	614; 561		
15/07/2019	71	20h00-6h00	15 SAT	565; 755; 615; 440; 607; 543; 630; 562; 550; 552; 590; 575; 608; 540; 490		
16/07/2019	82	20h00-3h00	8 SAT, 1 TRM			310

SAT = *Salmo salar*

TRM = *Salmo trutta trutta*

ALA = *Alosa alosa*

* longueur à la fourche, en mm.

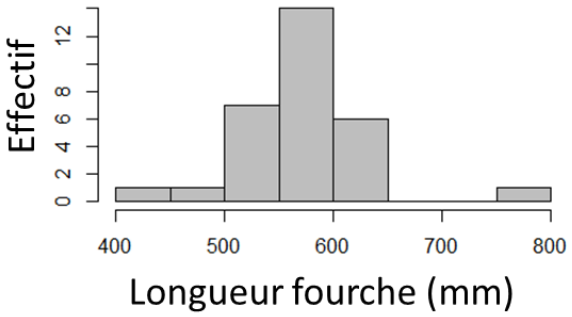


Figure 10 : Distribution des tailles des saumons capturés et équipés.

II.3.2. Résultats globaux

Sur l'ensemble des 30 saumons équipés, trois n'ont jamais été détectés, un a été détecté immobile très rapidement après le marquage et à proximité du site de capture, 18 ont été détectés mobiles à l'amont du site de capture, mais sont morts ou tout au moins détectés immobiles par la suite suggérant la mort de l'individu marqué, ou bien la régurgitation de l'émetteur. Trois poissons ont été capturés et déclarés par des pêcheurs, un individu a été retrouvé mort, flottant en décomposition sur l'eau (Figure 11, Figure 12).

Tous les émetteurs immobiles n'ont pas été pu être recherchés activement. La priorité a été donnée à ceux associés à un enregistreur de température. Mais même dans ce cas, les

recherches n'ont pas toujours pu être menées à bien pour de niveau d'eau trop importants (crues automnales).

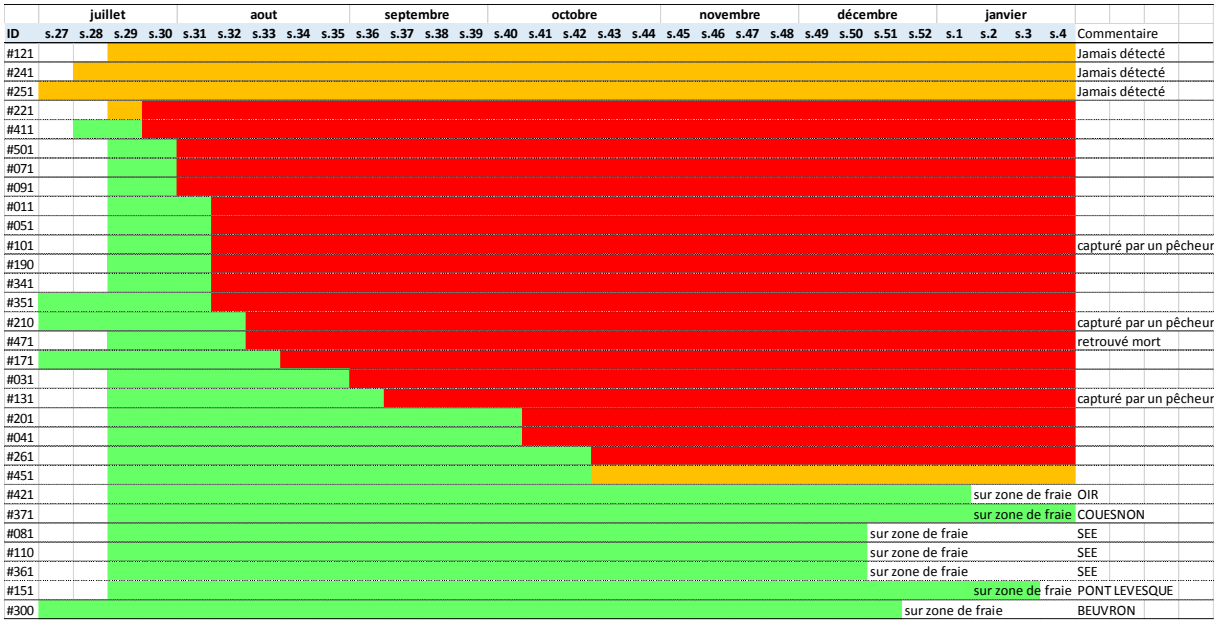


Figure 11 : Suivi des 30 individus marqués. Orange : individu non localisé, rouge : émetteur immobilisé (mortalité ou régurgitation de l'émetteur, vert : individu localisé (vivant)).

Les poissons n'ayant jamais été recontactés sont soit morts et ont disparus en dérivant du site de marquage vers le large, soit ils ont dévalé et colonisé un autre fleuve. Les récepteurs installés à l'entrée du Couesnon et de la Sée étaient défectueux et n'ont malheureusement pas permis de vérifier ou écarter cette hypothèse. Ces fleuves ont été prospectés à l'automne-hiver, en vain. Quelques
émetteurs (3) ont été détectés immobiles assez rapidement et à proximité du site du marquage. Il s'agit soit de poisson morts, soit d'émetteurs régurgités (2 d'entre eux ont été retrouvés sans le cadavre). Certaines études indiquent que de 10% à 15% des émetteurs implantés dans l'œsophage peuvent être ainsi perdus (Smith *et al.*, 1998; Kennedy *et al.*, 2018). Selon Keefer et al. (2004), l'ajout d'un anneau de silicone de quelques millimètres de largeur autour de l'émetteur permet de réduire significativement les taux de régurgitation.
La plupart des poissons a passé la période estivale en aval du seuil de Ducey, seuls quatre sont allé au-delà (Figure 12). Beaucoup sont restés en aval de la confluence avec l'Oir.

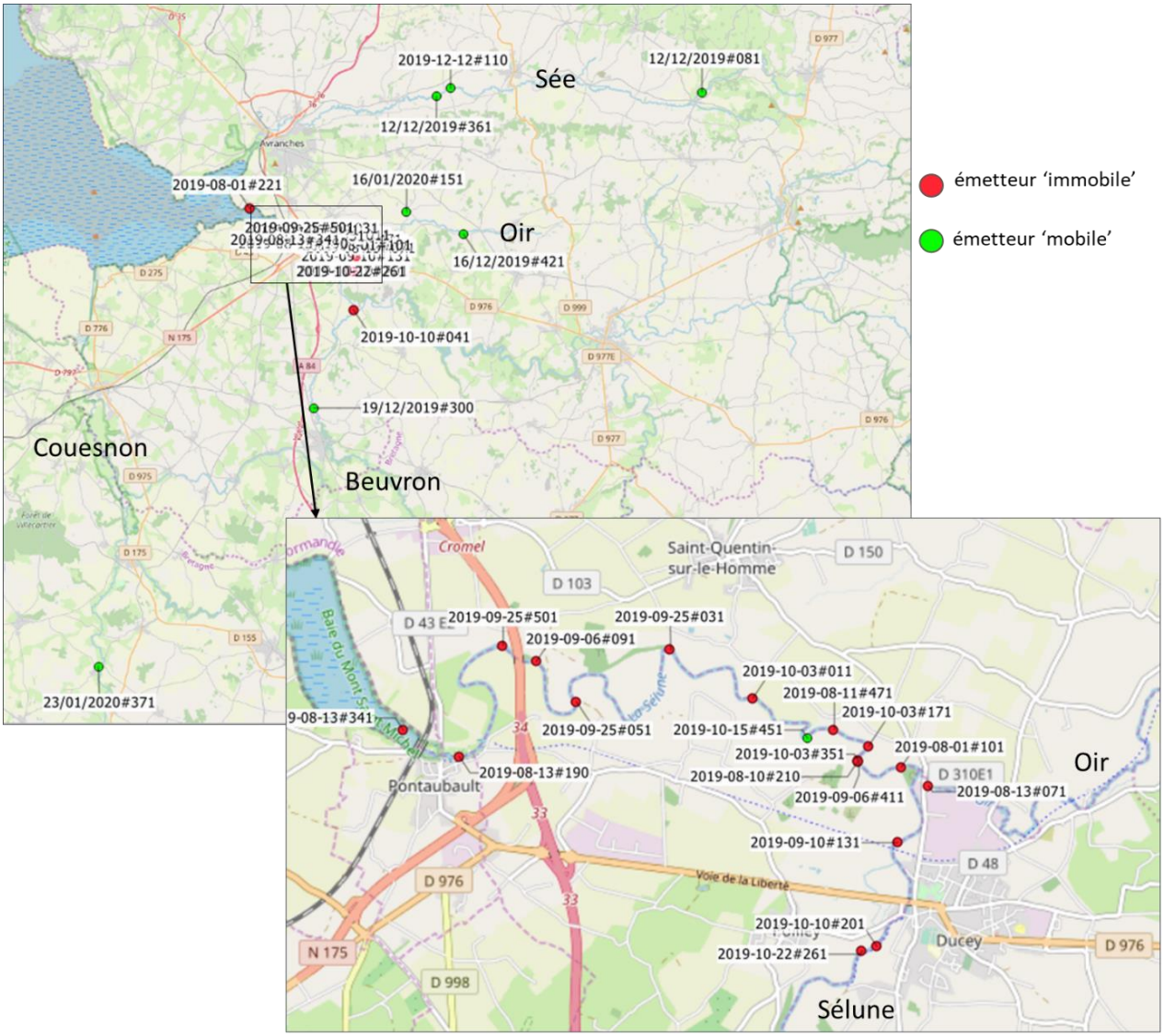


Figure 12 : Localisation des poissons lors de leur dernière détection (date de dernière localisation et identité du poisson).

Quinze poissons ont été détectés immobiles entre mi-juillet et mi-aout, et parmi eux, 3 ont été capturés par des pêcheurs. Huit émetteurs ont pu être récupérés. Ce faible chiffre s'explique par le fait que la fin de la saison de pêche au migrateur soit terminée pour récupérer les émetteurs localisés dans une zone très fréquentée par les pêcheurs (mi-septembre) et qu'ensuite, les niveaux d'eau sont durablement montés. L'été 2019 a été particulièrement chaud et les profils thermiques révélés par les loggers associés aux émetteurs indiquent que ces conditions estivales sont stressantes pour les poissons (longues périodes >20°C avec des passages de quelques jours >22°C, et des pointes à 24/25°C) (

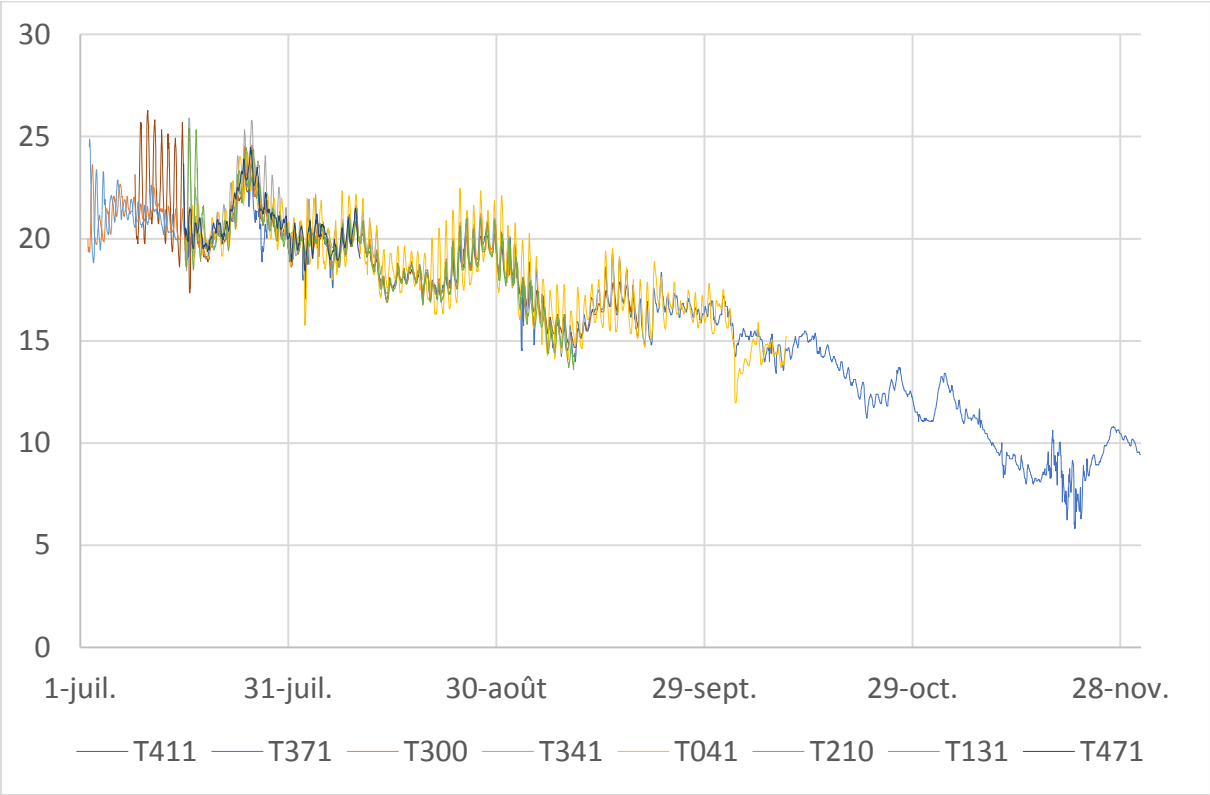


Figure 13, Figure 14, Figure 15). Ces températures sont susceptibles d'être associées à une mortalité accrue (Baisez *et al.*, 2011), à des retards de migration (Baisez *et al.*, 2011) et à des effets sub-létaux (amaigrissement, baisse de la qualité des gamètes…; King *et al.*, 2007). La mortalité apparente forte en été pourrait être liée à ces conditions thermiques. Ces premiers résultats confirment la pertinence de caractériser l'environnement thermique des saumons pendant leur migration afin d'évaluer le risque pour les populations de l'augmentation des températures dans le futur.

Un des résultats marquant de ce travail préliminaire est la forte mobilité des poissons suivis entre les bassins versant de la Baie du Mont Saint Michel (Figure 12, Figure 16, Figure 17). Sur les sept poissons suivis jusqu'à la reproduction, seuls trois sont resté se reproduire dans le bassin de la Sélune. Trois sont allés sur la Sée et un sur le Couesnon, alors qu'ils avaient passé l'été à l'aval de la Sélune qu'ils ont quittée à l'automne à la faveur des augmentations de débits.

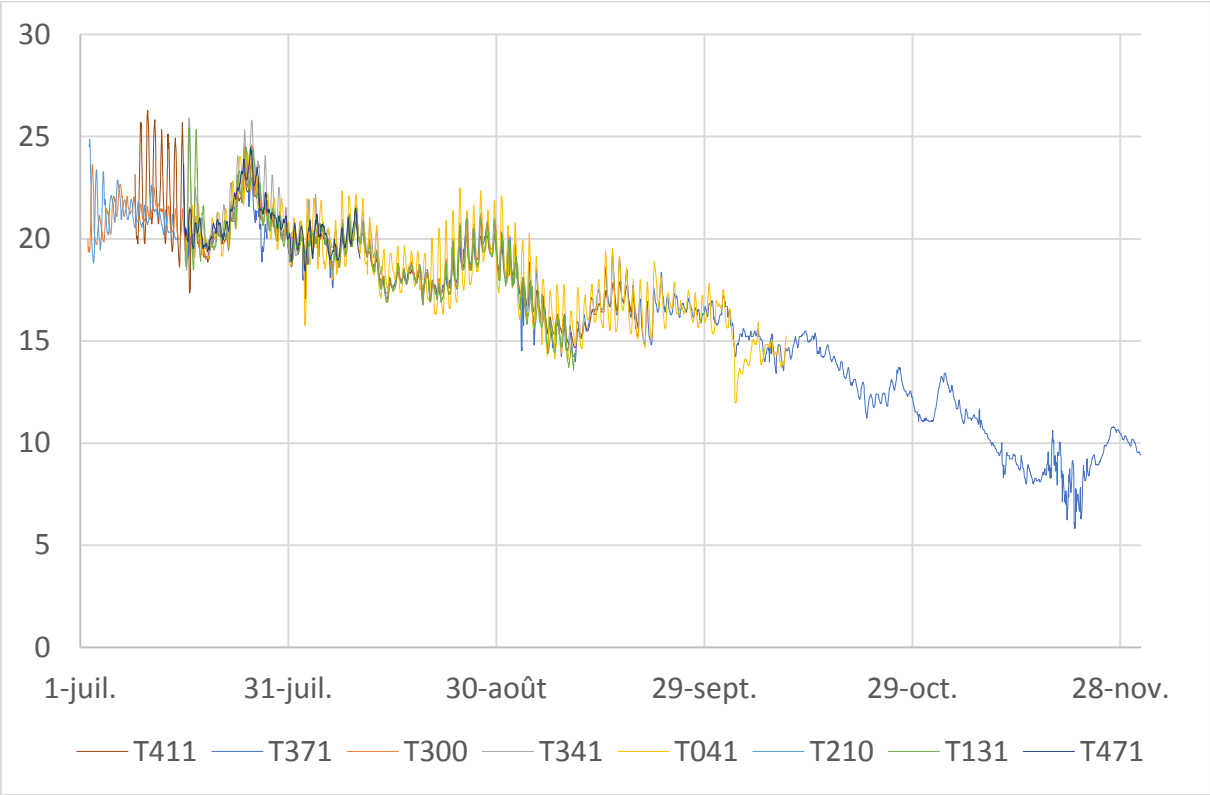


Figure 13 : Températures enregistrées par les thermistors installés dans les estomacs de saumons.

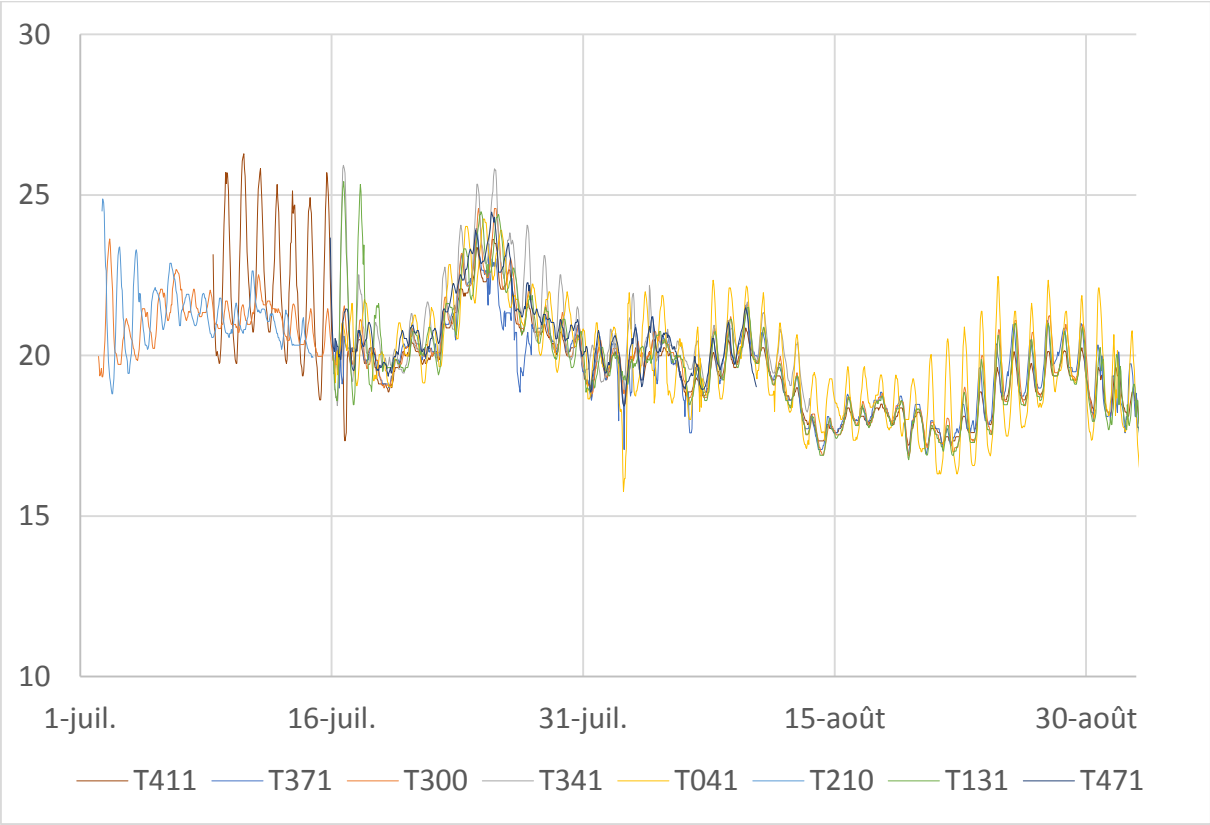


Figure 14 : Températures enregistrées par les thermistors installés dans les estomacs de saumons (zoom sur la période juillet-août).

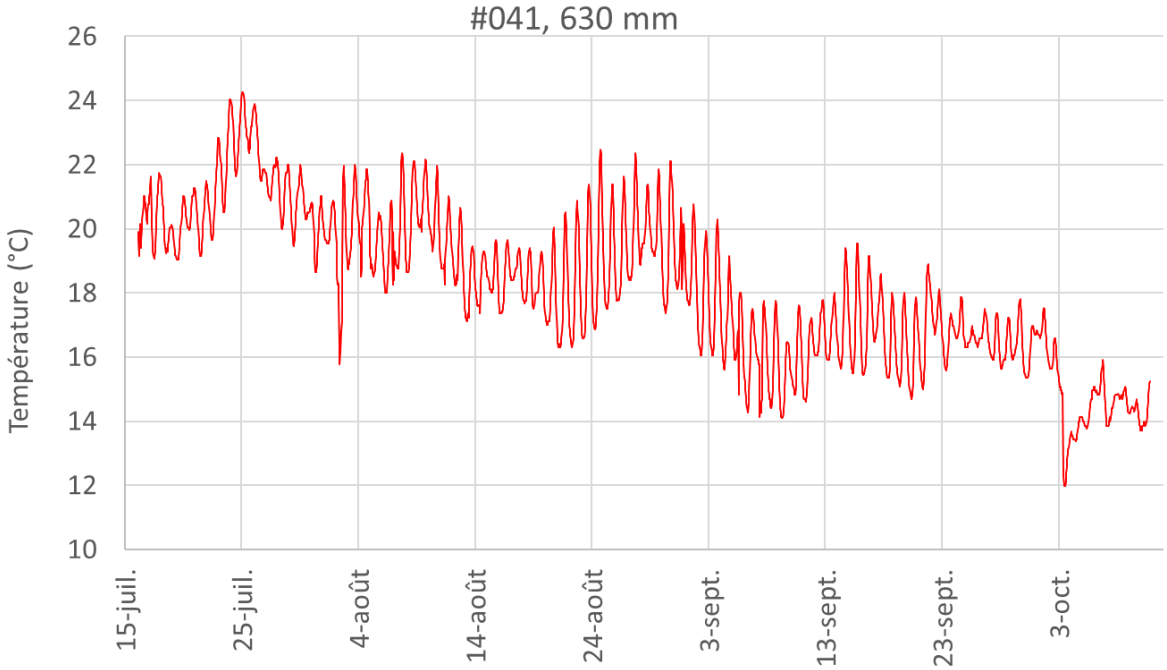


Figure 15 : Températures enregistrées par le thermistor installé dans l'estomac du saumon #.

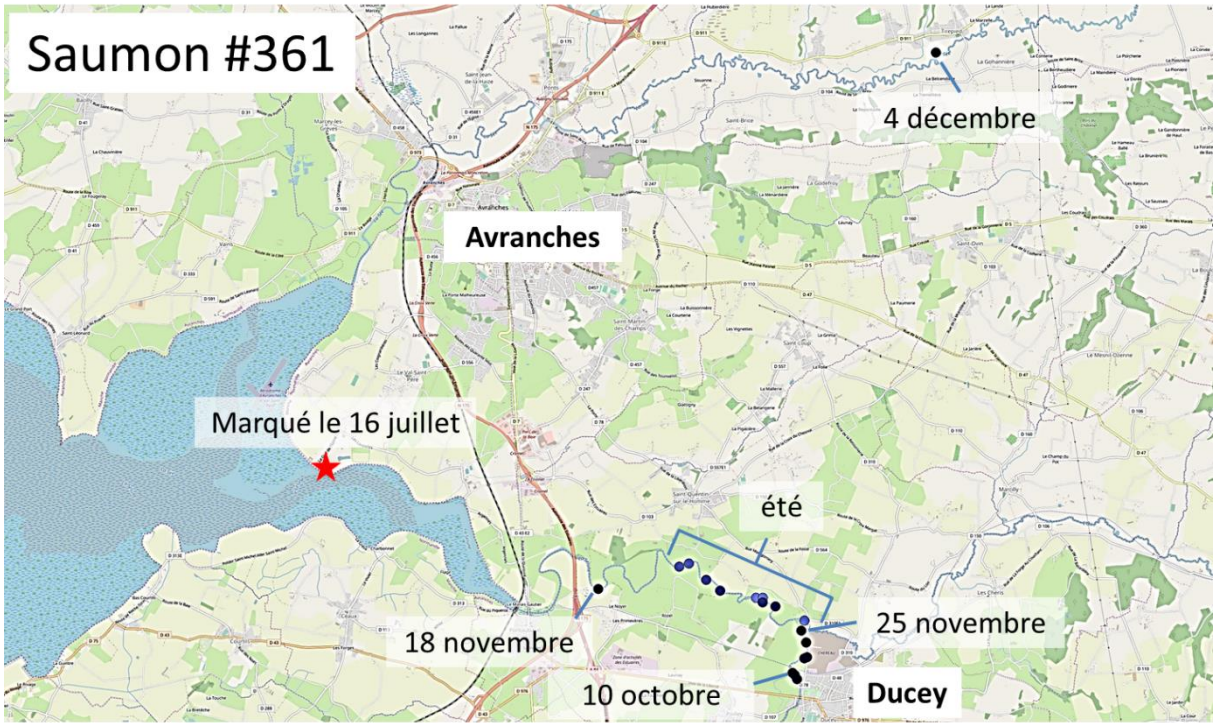


Figure 16 : Historique des positions du saumon #361 relevées par pistage manuel et par stations fixes entre le 16 juillet et le 4 décembre 2019.

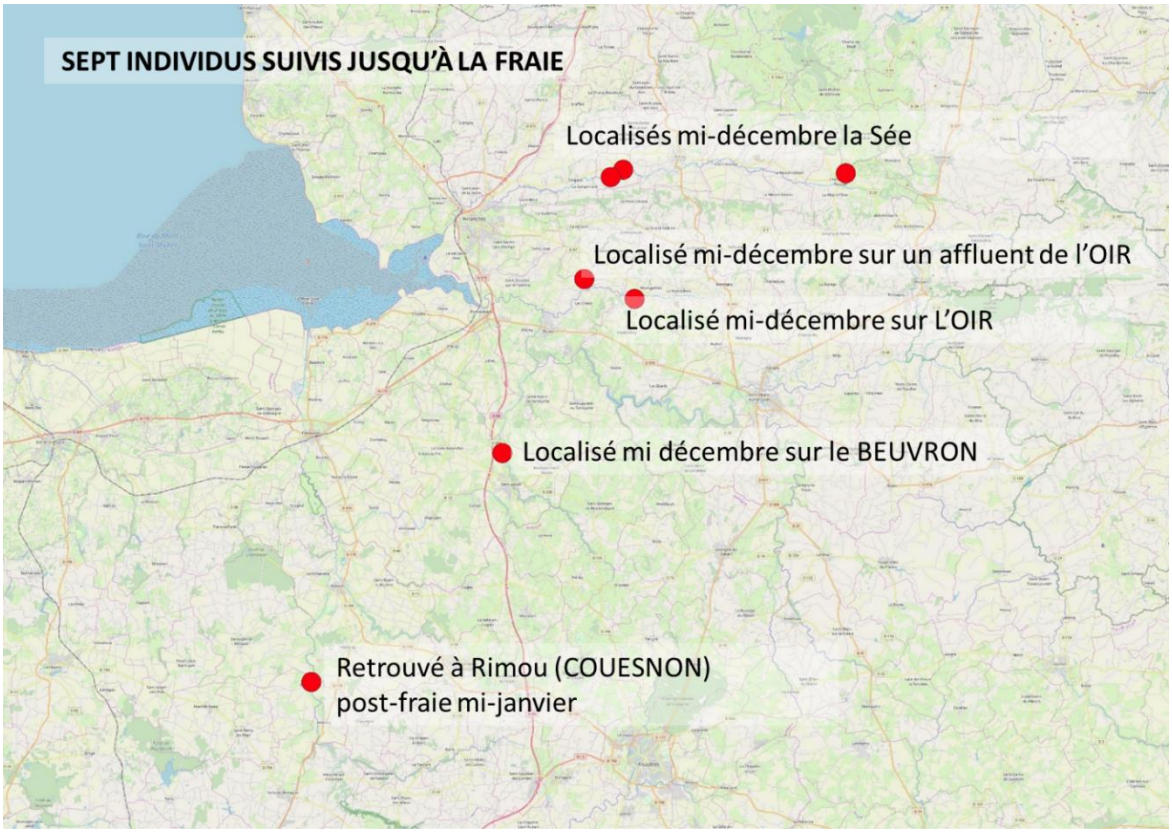


Figure 17 : Dernière position des sept saumons suivis jusqu'à la reproduction.

III. Cas de l'anguille jaune

III.1. ***Questions et enjeux spécifiques à l'anguille***

Dans les cours d'eau dont la continuité écologique est interrompue, les anguilles ont tendance à coloniser jusqu'à l'obstacle en aval duquel elles se concentrent (Feunteun et al. 1998; Costa et al. 2008). Les mouvements des anguilles vers l'amont sont alors stoppés et il existe potentiellement deux comportements, la sédentarisation ou le retour vers l'aval, ce dernier pouvant être déterminé par les condition environnementales, la densité ou des caractéristiques intrinsèques. L'hypothèse posée ici est que l'ouverture du barrage modifiera les patrons de comportements de migration anadrome à l'échelle du bassin versant. S'il est généralement admis que ce sont les petits individus récemment arrivés qui sont les colonisateurs (Feunteun et al. 2003), les fortes densités en aval des barrages constituent une pression qui peut conduire à une colonisation des secteurs amont après arasement par des individus plus âgés.

III.2. ***Matériel et méthode***

III.2.1. Capture et marquage

10 anguilles jaunes ont été capturées par pêche électrique le 11 juillet 2019 entre 350 et 100m en aval du barrage de la Roche-qui-Boit (Figure 18).

Figure 18 : Localisation du site de capture des anguilles jaunes.

III.2.2. Marquage

Les émetteurs radio utilisés sont des modèles F1040 d'ATS (diamètre 10mm, longueur 23mm, masse 2.5g, durée de vie 62 jours). L'antenne est enroulée dans la batterie, ce qui diminue la portée de détection (<200m dans nos conditions ; Figure 19).

Figure 19 : Emetteur radio ATS modèles F1040.

Les émetteurs *ont été* implantés selon une méthode éprouvée (Bultel et al. 2014; Trancart et al. 2018) dans la cavité abdominale par chirurgie sous anesthésie à la benzocaine. L'incision est refermée à l'aide de 2 ou 3 points de sutures.

III.2.3. Suivi des individus et résultats

Les individus ont été recherchés à l'échelle du site de capture/relâcher jusqu'à deux mois après le marquage, soit début septembre, compte tenu de la durée de vie des batteries. Aucune anguille n'a été détectée à l'antenne située quelques centaines de mètres en aval du site de capture/relâcher (Figure 1Figure 18). Elles semblent donc relativement sédentaires. Les non détections peuvent être dues à des déplacements hors du secteur. Aucune prospection en dehors du site d'étude n'a été mené, dans la mesure ou aucun individu ne s'est éloigné au-delà de l'antenne fixe qui bornait la rivière quelques centaines de mètres en aval.

Tableau 2 : Détection des 10 anguilles lors des 4 sessions de tracking manuel. NB : aucune anguille n'a été détectée à l'antenne située quelques centaines de mètres en aval du site de capture/relâcher.

ID individu	18/07/2019	25/07/2019	30/07/2019	10/09/2019
560	NON	NON	OUI	OUI
610	OUI	OUI	OUI	NON
670	NON	OUI	OUI	NON
681	OUI	OUI	OUI	OUI
690	OUI	OUI	OUI	OUI
700	NON	OUI	OUI	OUI
710	OUI	OUI	OUI	OUI
730	OUI	OUI	OUI	OUI
740	OUI	OUI	OUI	OUI

751	OUI	NON	NON	NON

IV. Conclusions et perspectives

IV.1. Cas du Saumon

Contrairement aux secteurs amonts des cours d'eau, où l'on peut capturer les poissons par diverses techniques de pêches (e.g. pêche électrique) et dans certain cas, comme sur l'Oir, grâce à des passe-pièges, l'accès aux individus dans les secteurs les plus aval et en estuaire est plus complexe (milieux fluctuants, de grandes dimensions…). Cela explique en partie pourquoi les connaissances sur les phases biologiques du saumon se déroulant dans ces milieux sont plus lacunaires. La possibilité de mettre en place une étude des déplacements et l'utilisation des habitats d'eau douce par les individus de retours de mer dépendait donc essentiellement de notre capacité à capturer des individus en cours de migration estuarienne et c'était là le principal enjeu de cette première année.

La technique de capture développée, combinant engins de pêches (filet barrage et carrelet) et caméra acoustique s'est avérée très efficace pour capturer les castillons. La technique n'a pas pu être éprouvées pendant le pic de migration des saumons de printemps et il n'est pas possible de conclure sur son efficacité pour capturer ces poissons.

Les principales limites de la méthode de capture sont d'ordre logistique (il faut environ 1h-1h30 pour l'installation, environ 1h pour le démontage, et 4 personnes minimum sont requises) et matériel (dépendance vis-à-vis de l'outils caméra acoustique, matériel spécifique très onéreux). A noter aussi que l'installation dépend également de la configuration du site. La rivière doit être peu profonde (idéalement maximum 1m de profondeur, possiblement 1,20m), le courant doit être modéré, et la largeur de la rivière permettre le déploiement d'un filet barrage barrant l'intégralité du cours d'eau. L'installation en milieu intertidal implique de bien connaitre le site de piégeage. Le niveau d'eau à pleine mer doit rester inférieur à la hauteur du filet barrage pour éviter les submersions qui rendent inopérant le système de capture et peuvent endommager le matériel. Il est toujours possible de démonter l'installation avant la pleine mer, mais compte tenu de l'utilisation possible des courants de marées par les saumons aux alentours de la pleine mer, cette option n'est pas idéale.
Un autre point d'attention concerne la température du cours d'eau lors du marquage (données non présentées ici). De juin à aout, elle peut dépasser les 25°C et cela rend risqué la manipulation des poissons. L'utilisation d'un bulleur lors de la manipulation (anesthésies, marquage) est impératif au-delà de 20°C.

Les données générées par le protocole de radio télémétrie sont de deux types complémentaires :

1- les données issues des récepteurs fixes installés le long du cours d'eau. Ces données permettent de savoir dans quel secteur du bassin versant se situent les poissons marqués.
2- les données issues du pistage manuel. Ces données permettent de localiser précisément les poissons et d'analyser leur déplacement à plus fine échelle. En outre,

elles permettent de déterminer quand et où un émetteur devient immobile (mort du poisson ou régurgitation de l'émetteur). La fréquence de prospection dépend des objectifs de l'étude.

Les résultats issus du suivi des poissons marqués en 2019 ont révélé un fort taux de perte d'émetteur, sans qu'il soit toujours possible d'en identifier les causes. Les températures relevées indiquent que les poissons sont, pendant l'été, exposés à des conditions stressantes (>22°C voire 25°C) pendant plusieurs jours, ce qui peuvent induire une mortalité ou une morbidité compromettant leur capacité à se reproduire.

Quelques perspectives pour 2020 et les années suivantes

En 2019, les effectifs de saumons de printemps étaient très faibles, et en même temps, la technique de pêche n'était pas encore au point au printemps, pendant la période de migration. Ainsi, nous n'avons pas pu capturer cette catégorie de poissons. Les sessions de captures dans les années suivantes apporteront plus d'information sur les possibilités de suivre spécifiquement ce groupe de saumon.

L'utilisation systématique d'émetteurs avec capteurs embarqués (accéléromètre, capteur de pression et de température) et data logger permettra de préciser les conditions de vie des poissons et de retracer à postériori leur histoire (e.g. date d'immobilisation de l'émetteur). L'objectif est d'évaluer comment la température influence l'activité des poissons (mesurée grâce à l'accéléromètre) et leur comportement de thermorégulation (utilisation de fosses révélées par le capteur de pression indiquant la profondeur de stabulation).

L'objectif de faire un état initial pré-arasement de l'utilisation des habitats pré-arasement, puis de décrire le processus de recolonisation des secteurs ré-ouvert est donc bien confirmé par cette première année.

IV.2. Cas de l'Anguille

Le petit échantillons d'anguilles marquées (N=10) suggère que les déplacements estivaux des anguilles occupant l'aval immédiat du barrage (ou les densités sont élevées) sont très limités. La taille des anguille présentes sur le secteur (essentiellement des mâles de taille <50cm) implique l'utilisation de petits émetteurs, de faible portée et de faible autonomie (2 mois maximum). Le marquage d'individus juste avant la reconnexion des zones aval et amont pourrait néanmoins être envisagée si l'on veut évaluer la capacité de ces individus à coloniser rapidement (en quelques semaines) les secteurs amont.

V. Remerciements

Merci à toutes les personnes ayant participé au travail de terrain : Guillaume Forget, Mathieu Anfray, Stéphane Plessis, Franck Cloitre, Richard Delanöé, Gilles Lassalle, Dominique Huteau, Olivier Dezerald, Pablo Rault, Ludivine Lamireau, Guillaume Evanno.

VI. Références bibliographiques

Baglinière, J., Maisse, G. & Nihouarn, A. 1991. Radio-tracking of male adult Atlantic salmon, Salmo salar L., during the last phase of spawning migration in a spawning stream (Brittany, France). *Aquat. Livving Resour.* **4**.

Baisez, A., Bach, J.M., Leon, C., Parouty, T., Terrade, R., Hoffmann, M., *et al.* 2011. Migration delays and mortality of adult atlantic salmon salmo Salar en route to spawning grounds on the River Allier, France. *Endanger. Species Res.*, doi: 10.3354/esr00384.

Fenkes, M., Shiels, H.A., Fitzpatrick, J.L. & Nudds, R.L. 2016. The potential impacts of migratory difficulty, including warmer waters and altered flow conditions, on the reproductive success of salmonid fishes. *Comp. Biochem. Physiol. -Part A Mol. Integr. Physiol.*, doi: 10.1016/j.cbpa.2015.11.012.

Keefer, M.L., Peery, C.A., Ringe, R.R. & Bjornn, T.C. 2004. Regurgitation Rates of Intragastric Radio Transmitters by Adult Chinook Salmon and Steelhead during Upstream Migration in the Columbia and Snake Rivers. *North Am. J. Fish. Manag.* **24**: 47–54.

Kennedy, R.J., Allen, M. & Wilson, R. 2018. Tag retention and mortality of adult Atlantic salmon Salmo salar gastrically tagged with different sized telemetry transmitters. *J. Fish Biol. Anim. Sci. Proced. Act (U.K* **92**: 2016–2021.

King, H.R., Pankhurst, N.W. & Watts, M. 2007. Reproductive sensitivity to elevated water temperatures in female Atlantic salmon is heightened at certain stages of vitellogenesis. *J. Fish Biol.* **70**: 190–205.

Martignac, F. 2016. Utilisation de deux outils hydroacoustiques pour analyser la dynamique migratoire du saumon atlantique (Salmo salar L.) dans deux fleuves de la baie du Mont-Saint-Michel. Université Bretagne Loire.

Smith, G.W., Campbell, R.N.B. & Maclaine, J.S. 1998. Regurgitation rates of intragastric transmitters by adult Atlantic salmon (Salmo salar L .) during riverine migration . 117–121.

Tentelier, C., Larranaga, N., Lepais, O., Manicki, A., Rives, J. & Lange, F. 2016. Space use and its effects on reproductive success of anadromous Atlantic salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **73**: 1461–1471.

Tétard, S., Lasne, E., Gadais, R., Bultel, E. & Feunteun, E. 2013. *Évaluation du stock de saumons entrant en estuaire de Loire et étude du comportement migratoire jusqu'aux secteurs amont - phase 1*.

Avec la participation de :

Avec le soutien financier de :

www.afbiodiversite.fr http://www.inrae.fr/ www.agrocampus-ouest.fr www.univ-pau.fr