

Mise en place d'un protocole de suivi des entrées de civelles (*Anguilla anguilla*) en marais salé de la Seudre



CARRILHO Alexandra
Master 2 Biologie Spécialité Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques

Promotion 2013-2015
Stage du 3 Mars au 28 Aout 2015

Maître de stage : Eric Buard
Centre régional d'expérimentation et d'application aquacole (CREAA)
Prise de Terdoux
17480 Le Château-d'Oléron

Remerciements

Il m'est offert ici, par ces quelques lignes, la possibilité de remercier les personnes qui ont contribué à faire de ce stage une formidable expérience.

Je tiens à remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de l'UFR Sciences et Techniques de la Côte Basque et les intervenants professionnels de la formation du Master Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques.

Je remercie Philippe Blachier, directeur du CREAA, pour son accueil et pour m'avoir accordé toute sa confiance pour ce stage.

Je tiens à remercier mon maître de stage, Eric Buard, pour m'avoir intégré rapidement au sein du CREAA et de la Cellule Migrateurs et de m'avoir encadré et orienté durant toute la période du stage. Je remercie également tous les membres de la Cellule, François Albert, Audrey Postic-Puivif et Sammie Tallerie pour l'expérience enrichissante qu'ils m'ont fait vivre durant ces six mois de stage.

Un grand merci à Christian Rigaud (IRSTEA), Alain Alric (ONEMA), Loïc Anras (Forum des Marais Atlantiques), Brice Sauvaget (IAV) et Gaëlle Kania (CdC Marennes) pour leur aide apportée au cours de ces six mois ainsi qu'à Martial Chagneaud, Yvan Gachinat, Yvonick Belliard, Serge Sautreuil, Jean-pierre Bouchet, Philippe Boyard, Jean marie Gilardeau et à monsieur Véquaud, membres de l'ASA "Réhabilitation des fossés à poissons de Seudre et Oléron" et propriétaires des fossés à poissons suivis cette année ainsi qu'au Conservatoire du littoral et au Conservatoire des Espaces Naturels, notamment pour leurs précieux conseils qui m'ont permis de rédiger ce rapport. Je remercie les membres de la Fédération de pêche de Charente Maritime avec qui j'ai pu participer à des pêches électriques sur la Charente et la Seudre.

Enfin, je remercie tous les membres du CREAA pour m'avoir réservé un si bon accueil et m'avoir fait participer à leurs actions.

Sommaire

I/ Présentation du contexte de l'étude	2
I.1/ La Seudre.....	2
I.2/ Le marais salé de la Seudre	2
I.3/ L'anguille européenne - Stade civelle	4
I.4/ Monitoring anguille sur le bassin versant de la Seudre	4
II/ Matériels et Méthodes	5
II.1/ Protocole d'échantillonnage	5
II.2/ Présentation des fossés échantillonnés et des unités représentatives	5
II.2.1/ Unité distance à la Seudre	6
II.2.2/ Unité structure de l'ouvrage de prise d'eau	6
II.3/ Les suivis.....	7
II.3.1/ Suivi biologique des entrées de civelles en fossés à poissons	7
II.3.2/ Suivi hydraulique des fossés à poissons échantillonnés	9
III/ Résultats et analyses des différents suivis effectués en fossés à poissons	10
III.1/ Bilan des opérations par fossés à poissons	10
III.2/ Conclusion sur les fossés à poissons suivis.....	16
IV/ Colonisation des civelles sur le marais salé de la Seudre	17
IV.1/ Représentation des captures de civelles sur l'ensemble des suivis effectués	17
IV.2/ Répartition relative des entrées de civelles sur une marée.....	17
IV.3/ Analyse en Composantes Principales (ACP)	18
IV.4/ Analyses statistiques.....	18
IV.5/ Analyse des stades pigmentaires sur trois suivis	19
V/ Estimation du nombre de civelles sur l'ensemble du marais en 2015	20
V.1/ Estimation du nombre de prises d'eau sur l'ensemble du marais salé	20
V.2/ Conclusion sur les données de colonisation de la civelle en 2014-2015	20
VI/ Proposition d'un protocole de suivi "colonisation des civelles en fossés"	21
VII/ Discussion générale.....	23

Table des illustrations

Figure 1 : Cartographie du bassin versant de la Seudre ®SAGE Seudre	2
Figure 2 : Schéma récapitulatif du réseau hydraulique du marais de la Seudre ®CREAA 2003	2
Figure 3 : Cartographie de la répartition des fossés à poissons sur le marais de la Seudre ®CREAA 2003.....	3
Figure 4 : Photographie d'un moine (vue du dessus) ® Buard E.	4
Figure 5 : Cartographie des sites échantillonnés en 2015.....	5
Figure 6 : Photographie du matériel de capture (chaussette).....	7
Figure 7 : Photographie du matériel de capture (filet)	7
Figure 8 : Schéma d'un déversoir rectangulaire ®ONEMA	8
Figure 9 : Schéma d'un orifice noyé.....	9
Figure 10 : Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étale sur site sur l'ensemble des suivis réalisés en 2015	11
Figure 11 : Box plot des tailles des civelles capturées sur chaque suivi au Moulin des Loges.....	11
Figure 12 : Graphique des densités de civelles/m ³ capturées lors des suivis sur les F20 et F21	12
Figure 13 : Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étale sur site sur les suivis réalisés en 2015 sur le F20 et F21	13
Figure 14 : Box plot des tailles des civelles capturées sur chaque suivi sur le F20 et F21.....	13
Figure 15 : Représentation graphique de l'évolution des niveaux d'eau et de l'entrée des civelles dans le fossé.....	14
Figure 16 : Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étale sur site sur l'ensemble des suivis réalisés en 2015	15
Figure 17 : Box plot de répartition des tailles des civelles capturées sur les deux suivis réalisés.....	15
Figure 18 : Cartographie du chenal de Recoulaine et de ses ruissons	16
Figure 19 : Histogramme des données de captures des suivis civelles sur la saison 2015.....	17
Figure 20 : Evolution relative des captures de civelles en fossés à poissons en fonction de la marée	17
Figure 21 : Résultats de l'ACP (cercle de corrélation et étude des individus) sans les données du Moulin des Loges.....	18
Figure 22 : Box plot des tailles des civelles capturées par fossés échantillonnés.....	19
Figure 23 : Histogramme cumulé des distributions des stades pigmentaires sur trois suivis.....	19
Figure 25 : Cartographie des futurs fossés à poissons à échantillonner pour la saison 2015-2016.....	22
Tableau 1 : Récapitulatif des fossés suivis en 2014-2015 pour le suivi civelles	6
Tableau 2 : Typologie des différents ouvrages présents sur le marais salé de la Seudre.....	6
Tableau 3 : Récapitulatif des dimensions des cadres filet utilisés pour chaque fossé à poissons	7
Tableau 4 : Récapitulatif des données recueillies lors des suivis civelles	9
Tableau 5 : Données hydrauliques et densités de civelles/m ³	10
Tableau 6 : Données hydrauliques et densités de civelles/m ³	12
Tableau 7 : Données hydrauliques et densités de civelles/m ³	12
Tableau 8 : Données hydrauliques et densités de civelles/m ³	14
Tableau 9 : Données hydrauliques et densités de civelles/m ³	14

Lexique

Flot : Le flot, qui porte dans le sens de propagation de l'onde incidente, est le courant qui commence entre la basse mer et le mi-montant et est maximum entre le mi-montant et la pleine mer.

GEMAC : Glass Eel Model to Assess Compliance to reference point. C'est un modèle mathématique qui simule la dynamique des captures d'un lot de civelles recrutée un jour donné et leur devenir au travers de leur mortalité naturelle (M), de la mortalité par pêche (F), et de la sédentarisation (S) journalières et de la migration (T). Son but est d'évaluer l'impact de la pêche sur la population de civelles afin de savoir comment les pêcheries affectent le pourcentage de civelles sédentarisées avec différents niveaux de recrutement et suivant plusieurs scénarios de gestions (Briand C., 2009).

Jusant : Le jusant, qui porte en sens inverse, est celui qui commence entre la pleine-mer et le mi-perdant et est maximum entre le mi-perdant et la basse mer.

Marrée dynamique : Elle correspond à la propagation de l'onde de marée dans la vallée fluviale jusqu'au point où le courant du fleuve vers l'aval n'est plus inversé par les marées.

Mortes eaux : Lorsque le marnage passe par un minimum, la marée est dite de morte-eau. Elle correspond aux phases de premier et de derniers quartiers de la lune.

Prises de marais : Groupe de claires disposant d'un même réservoir d'alimentation.

SHOM : Le SHOM est l'opérateur public pour l'information géographique maritime et littorale de référence.

Vives eaux : Lorsque le marnage (dénivellation entre la pleine mer et la basse mer) passe par un maximum, la marée est dite de vive-eau. Elle correspond aux phases de nouvelle lune et de pleine lune.

Introduction

Les premiers signes de déclin des populations d'anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) ont été observés dès 1960 en Scandinavie et dans les années 1980 en Europe de l'Ouest. Moriarty (1996), a observé une diminution flagrante des populations d'anguilles entre 1980 et 1992 et notamment une très forte diminution des civelles entrant dans les estuaires français. Dans les années 2000, plusieurs auteurs ont rapporté une baisse des effectifs d'anguilles de près de 90% par rapport aux effectifs de 1960 (Dekker, 2003).

Les causes de disparition sont multiples (diminution des habitats, obstacles à la circulation, pollution, pêche non maîtrisée, parasitisme, réchauffement climatique). En 2007, l'anguille européenne a été inscrite à l'annexe II de la convention sur le commerce international (CITES). Elle a été classée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature en danger critique d'extinction en 2009.

Face à cette diminution, la commission européenne a réalisé un règlement européen (N° 1100/2007) pour la reconstitution du stock d'anguilles européennes. Chaque Etat membre doit soumettre un plan de gestion et de sauvegarde de l'espèce. En France, le plan de gestion Anguille a été validé par la commission en février 2010, pour 6 ans. La gestion des poissons migrateurs au sein des bassins fluviaux en France est assurée par les Comités de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) regroupant l'ensemble des acteurs concernés. Ils mettent en place le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) qui fixe sur 5 ans des mesures de protection et de conservation des espèces migratrices.

Le PLAGEPOMI 2008-2012 Garonne-Dordogne-Charente-Seudre-Leyre précise qu'il est nécessaire d'élaborer des bilans de l'exploitation halieutique notamment de la pêche professionnelle. La Cellule Migrateurs Charente Seudre (CMCS) est le regroupement de trois organismes (CREAA, EPTB Charente et le Groupement régional des Fédérations du Poitou Charente) qui œuvrent pour la restauration et la sauvegarde des poissons migrateurs sur les bassins de la Charente et de la Seudre. Afin de répondre à cette mesure, depuis 2009, la CMCS a mis en place un suivi de la pêche professionnelle maritime sur la population de civelles de l'estuaire de la Seudre et de la Charente.

Sur le bassin de la Seudre, depuis 2010, la CMCS dispose du suivi des remontées de civelles à la passe à civelles de Saujon en amont de la zone de pêche maritime. Un suivi par pêche électrique sur la partie fluviale est également réalisé sur les jeunes individus tous les deux ans, par la CMCS.

Sur les rives de l'estuaire de la Seudre, se trouve un ensemble de milieux particuliers, les marais salés de la Seudre. Un suivi des anguilles jaunes (>25cm) est effectué mais aucune étude n'a encore été opérée sur la colonisation des marais salés par la civelle. Pour estimer correctement l'exploitation halieutique et le devenir des civelles ayant échappé à la pêche, il est nécessaire de connaître la répartition des individus en amont de la zone de pêche et dans les marais.

L'objectif de ce travail est de mettre en place un protocole permettant, à terme, d'estimer les proportions de civelles entrant dans les fossés à poissons du marais. Pour cela, un premier suivi adapté aux ouvrages des fossés à poissons a été mis en place en fonction de la localisation du fossé par rapport à l'estuaire et des coefficients de marée.

La première partie de ce rapport présente l'espèce et la zone d'étude. La seconde présente les tests et la méthodologie de suivi appliqués aux sites échantillonnés. Les résultats discutés acquis lors des suivis ainsi que l'élaboration d'un protocole définitif à mettre en place pour une prochaine saison sont présentés dans la troisième partie.

I/ Présentation du contexte de l'étude

I.1/ La Seudre



Figure 1 : Cartographie du bassin versant de la Seudre ©SAGE Seudre

La Seudre est un fleuve, long de 80 km, qui draine un bassin versant de 780 km². Son estuaire, soumis au balancement des marées, est long de 27 km (Verger, 2005).

La limite de marée dynamique se situe au niveau du barrage de Ribérou à Saujon (Giraud, 1999). Cet ouvrage est le premier sur la Seudre et permet d'éviter les entrées d'eau salée de l'estuaire vers l'amont du bassin.

I.2/ Le marais salé de la Seudre

Avant le XVII^e siècle, les marais de la Seudre étaient constitués de schorres et de marais salants établis en arrière d'une digue. En plus de l'exploitation du sel, des fossés à poissons étaient aménagés pour l'alevinage et la pêche extensive. Au XVIII^e siècle, les schorres ont été aménagés pour le développement de claires ostréicoles (Verger, 2005 ; Lepareur et Noël, 2009).

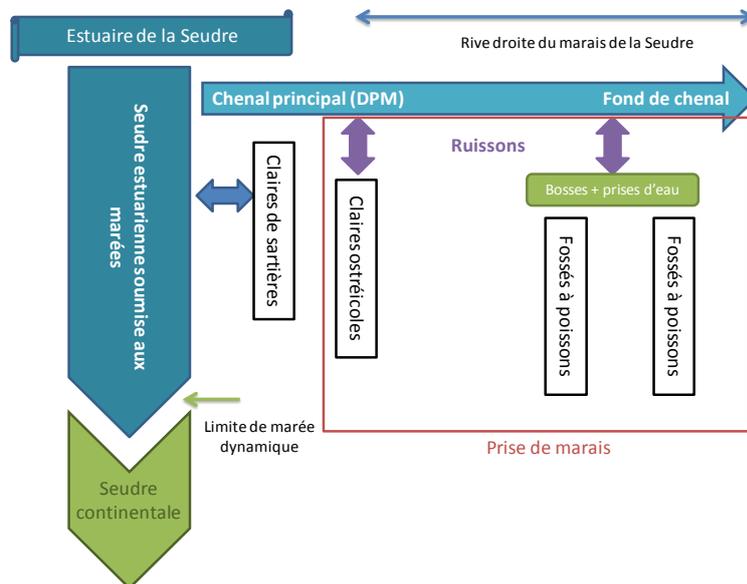


Figure 2 : Schéma récapitulatif du réseau hydraulique du marais de la Seudre ©CREAA 2003

Le réseau hydraulique du marais salé de la Seudre est très diversifié (fig. 2). On distingue le réseau primaire, constitué de l'ensemble des chenaux principaux perpendiculaires à la Seudre ainsi que le réseau secondaire formé par les nombreux ruissons émanant des chenaux. Ces deux réseaux sont gérés par le Domaine Public Maritime (DPM). Enfin, le réseau tertiaire, composé de l'ensemble des fossés à poissons est géré essentiellement par des propriétaires privés (www.bassin-de-mareennes.com).

Le marais salé de la Seudre est constitué de claires ostréicoles, de fossés à poissons et de tonnes de chasse. La superficie totale du marais salé est d'environ 9 100 hectares. Ce marais endigué est composé de 464 prises de marais. Le marais est le reflet de plusieurs activités socio-économiques dont la saliculture, l'ostréiculture, l'agriculture, la chasse, la pisciculture extensive (fossés à poissons), le loisir et le tourisme (CREAA, 2003). Des marais doux sont présents sur le bassin de la Seudre (environ 5 500 ha) et sont localisés après les marais salés, en rive gauche.

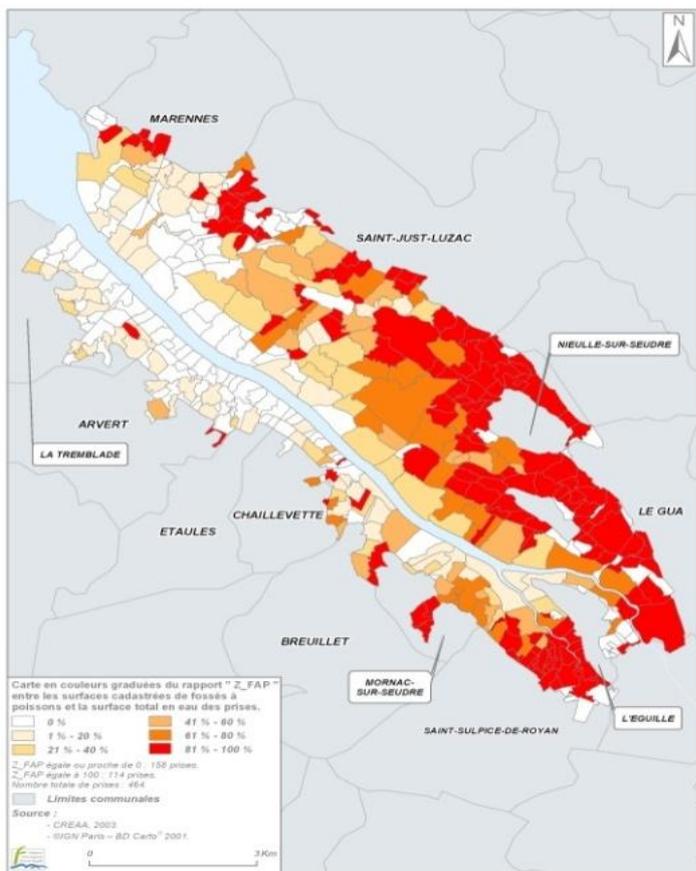


Figure 3 : Cartographie de la répartition des fossés à poissons sur le marais de la Seudre © CREA et FMA, 2003

La figure 3 montre la répartition des fossés à poissons sur le marais. On constate qu'ils sont localisés essentiellement en fond de marais en amont de l'estuaire, dans les zones où le renouvellement en eau par les marées est le plus faible donc peu propice à l'ostréiculture et la saliculture. Entre Saint-Just-Luzac et L'Eguille sur Seudre, la surface en fossés à poisson est très importante (60 à 100% de recouvrement).

En l'absence d'entretien des fossés, le système hydraulique s'altère et cause de nombreux dysfonctionnements tels que l'envasement des fossés, le comblement des claires, la dégradation des digues et la dégradation de la qualité des eaux. (www.sageseudre.fr).

Ces fossés à poissons sont utilisés pour **l'accroissement des poissons marins** (rôle de nurserie, production de biomasse, refuge pour l'anguille (Mann, 1982 ; Marchand et Elie, 1983 ; Laffaille *et al.*, 1998 ; Lefeuvre *et al.*, 2003). Ils sont souvent rectilignes, d'un kilomètre de long et de cinq mètres de large environ. L'alimentation en eau de chaque fossé se réalise par une prise d'eau. Ces fossés à poissons sont, depuis les années 1980, abandonnés à 50 % du fait du morcellement des parcelles et du déclin du stock d'anguilles européennes (Kummer, 1983).

Le marais salé a été reconnu et classé en Zone Spéciale de Conservation (Directive Habitats) : « Marais de la Seudre » (Kania, 2012). D'après la fiche INPN FR5400432 - Marais de la Seudre (inpn.mnhn.fr), la superficie totale du marais est de 13 976 ha. 22% de cette superficie est classé en surface marine (soit 3 074 Ha) dont 1 027 ha classés en fossés à poissons (surface en eau) et dont 2 047 Ha classés en chenal et ruisson, parties en eau gérées par le domaine public maritime.

Actuellement, le marais salé de la Seudre est constitué de 1 668 ha de claires ostréicoles et 1 027 ha en fossés à poissons (annexe 1). Ces fossés représentent 33,4% de la surface en eau salée.

Les prises d'eau en marais salé de la Seudre

En zone de marais, le renouvellement d'eau des fossés et l'entrée des poissons se produit par les marées. La communication entre le fossé et le chenal se fait grâce à une prise d'eau. En vives eaux (coefficients de marée supérieurs à 70), le fossé boit tandis qu'en mortes eaux, le fossé se vide en partie. Différentes prises d'eau existent en marais et sont classées en deux grands types : **les canalisations enterrées** sous la bosse et **les canalisations à ciel ouvert** (annexe 2), peu fréquentes sur le marais salé de la Seudre (Goutx Van Maële, 1986). Ces canalisations sont rencontrées majoritairement sur le bassin d'Arcachon où les entrées d'eau sont plus importantes qu'en marais salé de la Seudre.

Dès que la marée atteint le plafond de la canalisation enterrée, celle-ci fonctionne comme un orifice noyé. Tandis que les canalisations à ciel ouvert fonctionnent comme un déversoir rectangulaire. Un fossé peut posséder une à plusieurs prises d'eau en fonction de sa superficie (Goutx Van Maële, 1986).



Figure 4 : Photographie d'un moine (vue du dessus)
© Buard E.

Afin de faciliter la gestion des marais, des aménagements en béton, appelés moine (fig.4), ont été mis en place. On différencie le **simple moine** lorsque l'aménagement est situé côté fossé ou chenal et le **double moine** lorsqu'il y a deux aménagements situés de chaque côté de la canalisation. Le moine est un ouvrage en forme de U, placé sur un socle et muni de feuilures (glissières) dans lesquelles un ou plusieurs seuils submersibles, fixes ou amovibles (dérase) sont installés (annexe 2). La dérase permet de maintenir un niveau d'eau dans le fossé favorable pour la faune piscicole.

I.3/ L'anguille européenne - Stade civelle

Le cycle biologique complet de l'anguille européenne est présenté en annexe 3. La colonisation des civelles se déroule en deux phases : la phase estuarienne (octobre à mai d'après Elie, 1979) et la phase fluviale (Feunteun *et al.*, 2003). Lors de la phase estuarienne, la civelle est transparente et ne s'alimente pas. Elle est portée par l'onde de marée (Gascuel, 1987). La température, la marée, le débit et la luminosité sont les principaux facteurs influençant la migration des civelles dans l'estuaire. Au fur et à mesure de sa migration, elle va se pigmenter, reprendre son alimentation et sera capable de nager afin d'atteindre la limite marine-fluviale. D'après Daverat *et al.*, (2006), toutes les civelles ne migrent pas vers l'amont du fleuve. Certaines vont se sédentariser dans les parties basses de l'estuaire (lagunes, baies, marais salés).

Le marais salé : un habitat favorable pour l'anguille

Les fossés à poissons représentent les premiers espaces colonisables par la civelle depuis son arrivée dans l'estuaire de la Seudre. La croissance moyenne d'une anguille dans ces milieux est estimée entre 6 et 8 cm/an, due principalement à une importante richesse trophique (température élevée et augmentation de la biomasse). De plus, la végétation hydrophyte en fossés à poissons est diversifiée et crée des zones de refuge pour l'anguille. La prise d'argenture (transformation en anguille de dévalaison) est précoce en zone de marais (30 à 60 cm) contrairement aux individus des zones fluviales amont qui s'argentent à des tailles plus importantes (45 cm à 1 m). Une hétérogénéité de la répartition des individus dans les fossés à poissons a été mise en évidence par Baisez en 2001 avec une forte relation taille-habitat.

I.4/ Monitoring anguille sur le bassin versant de la Seudre

Le bassin versant de la Seudre peut être découpé en trois compartiments : l'estuaire, le marais salé et la partie fluviale. Sur chaque compartiment, des suivis biologiques sur la colonisation de l'anguille sont réalisés. Ces suivis répondent aux exigences du plan de gestion de l'anguille.

Compartiment estuaire : Depuis 2009, la CMCS suit la pêche professionnelle maritime sur la population de civelles de l'estuaire de la Seudre (données du Comité Régional de Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Poitou-Charentes). Dans ce, un calcul du taux d'échappement a été réalisé grâce au modèle GEMAC. Ce modèle permet d'estimer le taux de civelles qui a échappé à la pêche et qui peut aller coloniser le bassin amont ou les marais.

Compartiment marais salé : Sur les rives de l'estuaire, en marais salé de la Seudre, un suivi de la colonisation des anguilles jaunes (> 25 cm) est réalisé depuis 2010. Cependant, il n'existe pas d'études concernant la migration et la colonisation des civelles dans ce compartiment. L'hypothèse, à partir des données du modèle GEMAC et de la passe à civelles de Saujon est qu'une partie des civelles ayant échappé à la pêche a pu potentiellement coloniser le marais salé et l'autre partie est remontée vers l'amont.

Compartiment fluvial : Depuis 2010, grâce une passe à anguilles construite en 2009, un suivi des migrations des civelles est réalisé et géré par la Fédération de pêche de Charente-Maritime. Cette passe se situe à Saujon, à la limite entre le domaine maritime et le domaine fluvial. De plus, sur la partie fluviale, plusieurs ouvrages posent un véritable problème de franchissement. Afin de connaître le front de migration sur ce compartiment, un suivi par pêche électrique est également réalisé. Il permet d'identifier les ouvrages bloquant la migration des civelles. Seulement 40% de l'axe Seudre est accessible aux anguilles sans difficultés apparentes (Cellule migrants, 2014).

II/ Matériels et Méthodes

II.1/ Protocole d'échantillonnage

Le marais salé de la Seudre est très hétérogène en termes de types de milieux et de type de prises d'eau. Les claires ostréicoles et les tonnes de chasse ne semblent pas être des milieux favorables à la croissance des anguilles contrairement aux fossés à poissons. C'est pourquoi le protocole d'échantillonnage s'est porté sur ces fossés. Les fossés fortement envasés et eutrophisés semblent peu propices au développement de la faune aquatique, ils n'ont donc pas été pris en compte dans cette étude. L'échantillonnage des fossés a été réalisé en **rive droite de la Seudre** car 77% des fossés à poissons sont situés sur cette rive (contre 23 % en rive gauche).

Le but de cet échantillonnage est d'avoir une bonne représentativité des entrées de civelles dans le marais via les prises d'eau. Le choix des fossés échantillonnés n'a pas été fait aléatoirement. Etant donné la diversification du fonctionnement hydraulique des fossés à poissons, un échantillonnage par unités représentatives a été mis en place prenant en compte la structure de la prise d'eau et la distance du fossé à l'axe Seudre.

II.2/ Présentation des fossés échantillonnés et des unités représentatives

Dans le but de respecter ces deux unités représentatives, plusieurs fossés à poissons ont été prospectés afin de déterminer les plus propices pour effectuer un échantillonnage. Au total, 6 fossés ont été choisis pour leurs caractéristiques et répondant aux critères (fig.5). Tous les sites ont été cartographiés et sont présentés en annexe 4.

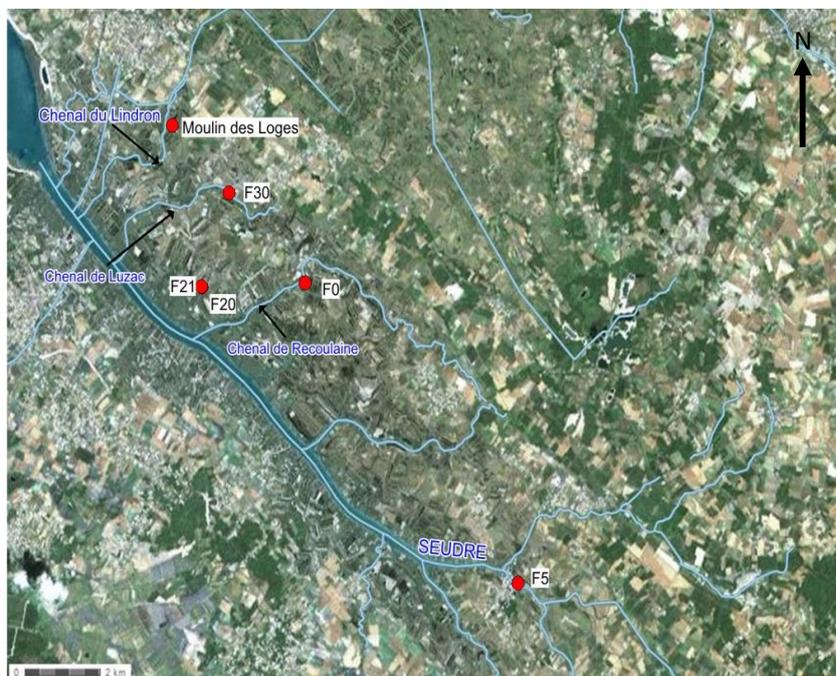


Figure 5 : Cartographie des sites échantillonnés en 2015

Le site du **Moulin des Loges** est alimenté par le chenal du Lindron, en aval de l'estuaire de la Seudre. Le site est positionné à 4,6 km de l'estuaire. Le bras qui alimente le fossé du Moulin mesure 260 m de long. De plus, sa prise d'eau est particulière. En tant que canalisation à ciel ouvert, l'écoulement de l'eau se fait toujours à l'air libre. On parle alors d'**écoulement à surface libre**. Il a donc semblé intéressant de l'échantillonner.

Le **fossé F30** est alimenté en eau par le chenal de Luzac. Entre l'embouchure du chenal (à l'estuaire) et le fossé, on note la présence d'une seule dérivation (ruisson secondaire). Tout comme le moulin des Loges, il se situe à 4,9 km de l'estuaire de la Seudre.

Les **fossés F20 et F21** ont la particularité d'être en bout de ruisson. Le ruisson de Tord est alimenté directement par la Seudre et mesure environ 1,7 km de long.

Le **fossé F0** est alimenté en eau par le ruisson des Barres, ce dernier est alimenté par le chenal principal de Recoulaine. Pour atteindre le fossé, la civelle doit parcourir, à partir de l'estuaire, 3,4 km sur le chenal de Recoulaine et 1,5 km puis sur le ruisson des Barres soit une distance totale de 4,9 km afin d'atteindre ce fossé.

Enfin, le **fossé F5**, situé sur la partie amont de la Seudre soumise à marée (avant la limite de marée dynamique à Saujon), est directement alimenté par la Seudre (à 80 m).

Pour chaque fossé suivi, le mode de fonctionnement d'entrée d'eau est de type **surverse**. C'est à dire que l'eau, à marée haute, passe par dessus une déraser (annexe 2) afin d'alimenter le fossé. L'annexe 6 présente le **fonctionnement hydraulique** de chaque fossé suivi.

Le moulin des Loges fonctionne comme un **déversoir rectangulaire** (écoulement à surface libre), car c'est une **canalisation à ciel ouvert**. **Les fossés à poissons F30, F20 et F21, sont des canalisations enterrées**, de type buse. **Les fossés F0 et F5 sont des canalisations enterrées** de type chambre intérieure en béton. **Ces canalisations** fonctionnent comme un **orifice noyé**. On parle alors d'écoulement en charge.

II.2.1/ Unité distance à la Seudre

Plusieurs auteurs ont montré que la distribution des anguilles, notamment des civelles, serait liée à la distance à la mer (Elie et Rigaud, 1984). Dans cette étude, l'unité de distance s'est choisie en fonction de l'estuaire de la Seudre. Une étude cadastrale réalisée en 2003 par le CREEA a permis d'identifier trois classes de distance à la Seudre (tableau 1). Afin d'obtenir une représentativité des entrées de civelles sur l'ensemble du marais, les fossés choisis pour l'étude sont localisés sur les chenaux principaux et différemment éloignés de l'axe Seudre. Ce paramètre permet d'obtenir une information sur les distances de migration des civelles dans le réseau hydraulique du marais.

Tableau 1 : Récapitulatif des fossés suivis en 2014-2015 pour le suivi civelles

Nom Propriétaire / gestionnaire	N° Fossé échantillonné	Nom du Chenal principal	Distance à la Seudre (m)		
			0-999	1000-2999	3000 et +
Conservatoire du littoral	Moulin des Loges (MDL)	Chenal du Lindron			4600
Boyard	F30	Chenal de Luzac			4900
Chagneaud	F20	Chenal de Tord		1700	
Bouchet	F21	Chenal de Tord		1700	
Sautreuil	F0	Chenal de Recoulaine			4900
Vequaud	F5	Seudre	80		

II.2.2/ Unité structure de l'ouvrage de prise d'eau

La structure de l'ouvrage est un paramètre à prendre en compte car, d'une part, il permet l'entrée des civelles dans le fossé et d'autre part, il en existe plusieurs types sur le marais (annexe 5). En 1992, Larinier a démontré que certains aménagements bloquaient le passage des poissons migrateurs, notamment les buses. Afin de caractériser les différents types d'ouvrages présents sur le marais, une typologie générale des prises d'eau rencontrées a été établie (tableau 2).

Tableau 2 : Typologie des différents ouvrages présents sur le marais salé de la Seudre

N° Fossé	0-Aucun moine	Moine simple côté fossé				5-Double moine
		Avec aménagement côté chenal		Sans aménagement côté chenal		
		1-Buse au fond du chenal	2-Buse surélevée côté chenal	3-Buse au fond du chenal	4-Buse surélevée côté chenal	
MDL	X (pêcherie)					
F30					X	
F20		X				
F21			X			
F0						X (chambre intérieure)
F5						X (chambre intérieure)
F30					X	

II.3/ Les suivis

II.3.1/ Suivi biologique des entrées de civelles en fossés à poissons

L'objectif est de suivre les entrées de civelles en fonction de la saison et des coefficients de marée. De plus, ce suivi permet de comparer les entrées de civelles sur plusieurs fossés à poissons en fonction de leur distance à la Seudre. Le but est d'estimer le nombre de civelles pouvant entrer dans les fossés à poissons de la Seudre.

Mise en place du protocole de suivis des entrées de civelles - saison 2015

Premiers tests au Moulin des Loges :



Une chaussette (maille de 1 mm) de 4 m de long a été utilisée pour commencer à tester un protocole de pêche au Moulin des Loges (fig. 6). L'eau provenant du chenal du Lindron passe par une pêcherie avant d'alimenter le réseau de fossés du moulin. A l'origine, la pêcherie ne possède pas de déraser mais des clapets anti-retour (Filloux, 2004 ; annexe 6). En janvier, une première opération de nuit a été réalisée pour tester cette chaussette, sans déraser en bois, en mode traditionnel. Puis, en février, deux sorties de nuit ont été faites avec cette fois une déraser en bois pour rehausser la chaussette.

Figure 6 : Photographie du matériel de capture (chaussette)



Expérimentation des filets au Moulin des Loges et en fossés à poissons :

Chaque prise d'eau échantillonnée a été mesurée afin de concevoir un cadre filet adapté aux dimensions de l'ouvrage (fig. 7). La maille du filet est de 0,8 mm et la longueur est d'environ 1,40 m pour chaque épaisseur. Les dimensions des cadres sont présentées dans le tableau 3. Ces tests se sont déroulés de mars jusqu'au mois de mai 2015.

Figure 7 : Photographie du matériel de capture (filet)

Tableau 3 : récapitulatif des dimensions des cadres filet utilisés pour chaque fossé à poissons

N° Fossé échantillonné	Largeur interne du cadre (cm)	Hauteur interne du cadre (cm)
Moulin des Loges	46	120
F30*	33*	76,5*
F20	33	76,5
F21	37	33
F0	46	37,5
F5	15	30

* Le cadre utilisé sur le suivi du F30 est celui du F20. Le moine étant très large (95 cm), le filet n'a pas couvert toute la largeur, seulement 1/3.

Protocole d'échantillonnage du flux de civelles en fossés à poissons :

Pour chaque suivi, deux personnes sont nécessaires. Au cours des tests, il est apparu nécessaire de se rendre sur site 2 heures avant la pleine mer à La Rochelle afin de commencer le suivi dès le début de la surverse. Il a été démontré dans d'autres études (Lamarque et Baran, 2010 ; Baran *et al.*, 2015), qu'en moyenne, l'heure d'arrivée des civelles se faisait légèrement avant l'inversion du courant soit environ 2h ½ avant la pleine mer (heure du site d'échantillonnage) (<http://colloque-zoneshumides-hydraulique.oieau.fr>).

L'utilisation du filet est essentielle ainsi que les mires graduées placées en chenal et en fossé afin de voir l'évolution de la marée et de calculer un débit moyen et un volume d'eau. Dès que la surverse a lieu (apparition d'un courant vers l'amont), le filet est placé dans les feuillures du moine côté fossé. Il barre entièrement l'ouvrage ce qui permet de piéger tout ce qui se déplace dans la veine d'eau. Les mesures physico-chimiques sont prises avec un oxymètre OxyGuard® (Oxygène) et un conductimètre WTW® (Température, Salinité) en chenal et en fossé tout au long du suivi.

Une méthode de pêche est alors appliquée sur les suivis :

Avant l'étalement sur site : 1 trait de pêche de 5 minutes toutes les 10 minutes. Le filet pêche pendant 5 minutes puis durant les 5 minutes suivantes, le filet ne pêche pas.

Après l'étalement sur site : 1 trait de pêche de 10 minutes toutes les 20 minutes. Le filet pêche pendant 10 minutes puis durant les 10 minutes suivantes, le filet ne pêche pas. Le changement du temps de pêche a été opéré dès la fin du mois de mars en raison des captures de civelles observées *in situ*.

A chaque relève du cadre, plusieurs paramètres étaient mesurés et renseignés :

- Les hauteurs d'eau en fossé et chenal
- Les vitesses de courant (Courantomètre)
- La mesure de la hauteur d'eau déversante (par dessus la déraser)
- Le dénombrement des civelles capturées
- L'identification des autres espèces présentes dans le filet (Présence/Absence)

Le suivi prend fin lorsque l'inversion du courant est constatée, ce qui traduit la fin de la surverse.

Traitement des données acquises lors des suivis civelles

Paramètres environnementaux

Pour chaque suivi, une représentation graphique des paramètres abiotiques (hauteurs d'eau en chenal et en fossé, température, salinité) et des effectifs de civelles capturées a été réalisée. Une étude sur la dynamique de franchissement de la prise d'eau a également été réalisée avec les données de capture des suivis civelles.

Caractéristiques biologiques des individus

Le nombre total d'individus est la somme du nombre de civelles capturées dans le filet et du nombre estimé lorsque le filet ne pêchait pas. Cette estimation résulte de la moyenne des captures des civelles entre deux relèves de filet.

Pour les suivis où les effectifs de capture sont supérieurs à 30 individus, un lot de 30 civelles est tiré aléatoirement. Pour chacune des 30 civelles, la mesure de leur longueur totale et la détermination de leur stade pigmentaire ont été réalisées. Une solution d'eugénol dilué (1 ml pour 10 L d'eau) a été utilisée afin de faciliter la manipulation des individus. Le stade pigmentaire a été déterminé à l'aide des clés d'identification de Elie *et al.*, 1982 et de Grellier *et al.*, 1991. Le recueil des données sur le stade pigmentaire des civelles s'est opéré tard dans la saison de migration et uniquement sur trois suivis civelles. Cette étude permet de voir l'évolution de la proportion des stades pigmentaires dans les fossés échantillonnés en fonction de la saison de migration.

Paramètres calculés

Depuis le 17 avril 2015, un courantomètre mécanique a été utilisé. L'utilisation des équations d'étalonnage fournies par le constructeur a permis d'obtenir des vitesses d'écoulement calibrées. Cependant, les valeurs du courantomètre se sont révélées être erronées (mauvais positionnement de l'appareil). Par conséquent, deux formules ont été utilisées pour calculer un débit, fournies par le pôle Eco Hydraulique IMFT-ONEMA-IRSTEA (Com. pers. Alain Alric).

Sur chaque suivi, à chaque relève du cadre, les hauteurs d'eau en chenal ont été prises. Pour chacune de ces valeurs, un débit a été calculé à partir des formules hydrauliques afin d'obtenir un débit moyen sur l'ensemble de la marée. Cette valeur a été multipliée au temps de surverse (temps durant lequel le fossé buvait) afin d'obtenir un volume d'eau moyen entrant.

Formule appliquée au Moulin des Loges (canalisation à ciel ouvert) (fig.8) :

Calcul de débit au niveau d'un déversoir rectangulaire (écoulement à surface libre) :

$$Q = K_N * C_d * L * (2g)^{1/2} * H_s^{3/2} \text{ (Kindsvater et Carter, 1957)}$$

K_N = coefficient d'ennoyement (Il vaut 1 tant que le déversement est dénoyé)

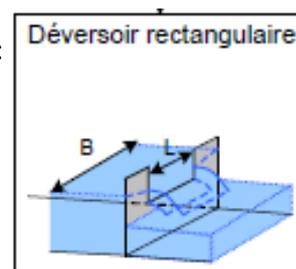
C_d = coefficient de débit. (La valeur choisie est de 0,4 (Com. pers. Christian Rigaud))

L = largeur du déversoir (m)

g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s²)

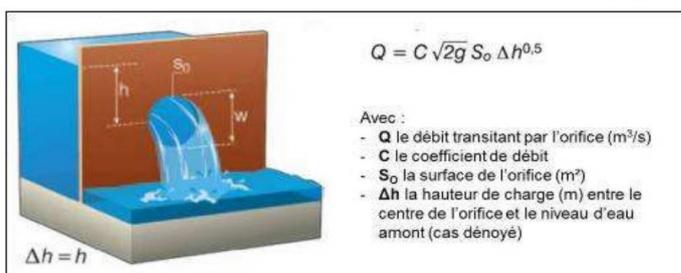
H_s = hauteur d'eau déversante (m)

Figure 8 : Schéma d'un déversoir rectangulaire
©ONEMA



Formule appliquée aux fossés à poissons (canalisation enterrée) (fig. 9) :

Calcul de débit à travers un orifice noyé : $Q = C \cdot \sqrt{2g} \cdot S_o \cdot \Delta h^{0,5}$ (Baril, Courret et Faure, 2014)



Le coefficient de débit choisi pour chaque calcul est **Cd = 0,40** (Com. pers. Christian Rigaud))

Figure 9 : Schéma d'un orifice noyé

Calcul de la densité de civelles/m³ : **D = Nombre de civelles passées estimées / Volume total**

Tableau 4 : Récapitulatif des données recueillies lors des suivis civelles

Paramètres environnementaux lors des suivis nocturnes	Température de l'eau (°C) Salinité (‰) Coefficient de marée Hauteurs d'eau (cm)
Caractéristique des individus capturés	Nombre total de civelles Longueur totale (mm) Stade pigmentaire
Paramètres calculés	Débit (m ³ /s) et volume d'eau entrant (m ³) Densité civelles/m ³

Traitement des données

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée afin de permettre d'explorer les liaisons entre variables relevées lors des suivis et les ressemblances entre les sites. Dans le but d'expliquer quel paramètre influence le nombre de civelles capturées sur les 23 suivis de nuit et sur les 6 fossés échantillonnés, un test de Kruskal Wallis a été réalisé. Les tests réalisés ont porté sur la taille des civelles en fonction du site, et du nombre de civelles en fonction de divers critères tels que le site, la distance à la Seudre, la date, le coefficient de marée, la salinité moyenne et le débit moyen.

II.3.2/ Suivi hydraulique des fossés à poissons échantillonnés

Les fossés sélectionnés en 2015 ont été suivis chaque mois afin de connaître les entrées de civelles dans ces fossés à un instant donné. En parallèle de ce suivi, un suivi hydraulique a été réalisé.

Ce suivi hydraulique a permis :

- ❖ de connaître à quel coefficient de marée le fossé commence à boire,
- ❖ de connaître le temps de remplissage du fossé en fonction du coefficient et pour chaque marée,
- ❖ de connaître le nombre de nuits où le fossé boit durant la période de montaison des civelles,
- ❖ de calculer des débits et volumes d'eau entrant en fossé.

Pour cela, des sondes enregistreuses Nke Tps, paramétrées par le logiciel WinMemo II, ont été placées en chenal (mortes eaux), en bas de chaque prise d'eau, afin d'enregistrer les variations de hauteurs d'eau au cours d'une marée. Les données des sondes ont été extraites par le logiciel WinMemo II et converties en fichier Excel. Connaissant les hauteurs des dérives pour chaque fossé, cette valeur est ajoutée au fichier Excel afin d'obtenir les temps de remplissage pour chaque marée.

De plus, il a été possible de calculer un débit moyen et un volume d'eau entrant dans le fossé (pour chaque marée) à l'aide des formules hydrauliques fournies par le pôle Eco Hydraulique IMFT-ONEMA-IRSTEA.

Période de mise en place des sondes :

Hormis le fossé F30, chacun des autres fossés échantillonnés pour les suivis civelles ont été suivis avec les sondes Nke Tps (annexe 7).

III/ Résultats et analyses des différents suivis effectués en fossés à poissons

L'annexe 8 présente le tableau récapitulatif des données obtenues sur chaque suivi et chaque fossé. Les dimensions des cadres utilisés sont présentées dans le tableau 3.

III.1/ Bilan des opérations par fossés à poissons

Le Moulin des Loges

Sur le site du Moulin des Loges, 10 suivis ont été effectués. La typologie de cet ouvrage (tableau 2) correspond aux fossés sans aucun moine, de type pêcherie. Les trois premiers suivis correspondent aux tests effectués avec la chaussette. Les autres suivis ont permis de tester le filet. Grâce aux formules hydrauliques, il a été possible de calculer les densités, débit et volume par marée présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Données hydrauliques et de densités de civelles/m³

Site	Date	Nombre civelles total capturées et estimées	Débit moyen (m ³ /s)	Volume total (m ³)	Densité civelles capturées et estimées par m ³
MDL	22-janv	279,5	0,14	2238,92	0,125
	05-févr	40	0,028	189,5	0,211
	19-févr	667	0,09	1159,71	0,575
	06-mars	163,5	0,05	357,18	0,458
	20-mars	357,5	0,51	6159,16	0,058
	03-avr	79,5	0,08	638,4	0,125
	04-mai	12	0,2	1710,09	0,007
	19-mai	9,5	0,37	3716,01	0,003

Les lignes en vertes correspondent aux suivis avec la chaussette et en bleu aux suivis avec le filet

Analyse des résultats

La période de la migration des civelles en marais salé se situe entre novembre et mars (Kummer, 1983) avec de forts pics d'entrée de civelles en février et mars. Le 5 février, la température de l'eau était à 3°C. Lorsque la température est inférieure à 5°C, les individus se déplacent peu et s'enfouissent dans le sol (Lauronce et Susperregui, 2006). Pour les suivis du 22 janvier et du 19 février, la température moyenne de l'eau était de 7°C et pourtant nous avons pu constater une différence de densités de civelles (0,125 et 0,575 respectivement). Cependant, le protocole de capture n'était pas le même entre ces deux suivis. Le 22 janvier, la chaussette était placée en bas de la porte de la pêcherie tandis que le 19 février, la chaussette a été placée sur une déraser de 92 cm.

Deux hypothèses peuvent expliquer cette différence de densité, la position de la chaussette et probablement un faible arrivage de civelles en estuaire à la fin du mois de janvier. Les densités de civelles au Moulin des Loges sont plus importantes à partir du 19 février jusqu'au début du mois de mars. A partir de la deuxième quinzaine du mois de mars, les densités de civelles diminuent fortement.

Des études similaires ont été menées sur la Gironde (Lauronce *et al.*, 2013) et la Charente (Rigaud *et al.*, 2014) et démontrent que le niveau d'abondance des civelles en aval des ouvrages soumis à marée n'est pas forcément corrélé avec les coefficients de marée. Suite à cette constatation, les résultats d'abondance des suivis du 20 mars et du 3 avril peuvent être expliqués. En effet, le 20 mars le coefficient de marée était de 110 pour un débit moyen de 0,51 m³/s pour une densité de 0,058 civelle/m³. A contrario, le 3 avril le coefficient était de 79 pour un débit moyen de 0,08 m³/s pour une densité de 0,125 civelle/m³.

Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étalement sur site

La première opération de nuit au mois de janvier s'est effectuée sans la déraser. La pêcherie du moulin fonctionnait traditionnellement, avec le clapet. Ce suivi unique ainsi que les suivis de jours n'ont pas été pris en compte dans le graphique suivant.

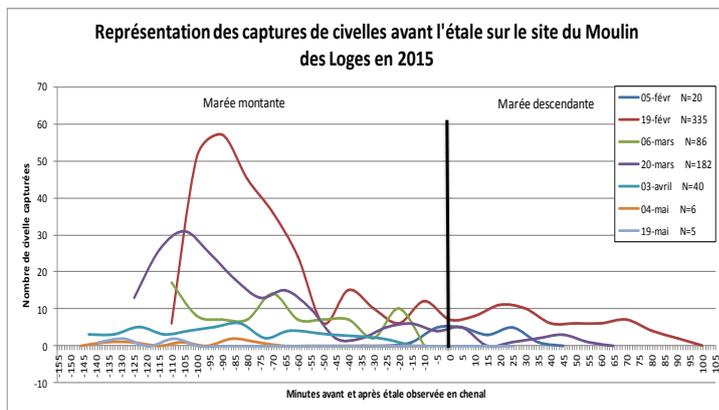


Figure 10 : Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étalement sur site sur l'ensemble des suivis réalisés en 2015

Distribution des tailles des lots de civelles

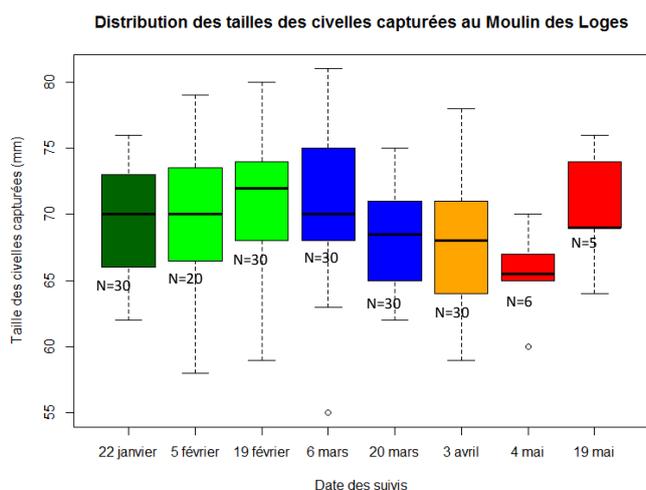


Figure 11 : Box plot des tailles des civelles capturées sur chaque suivi au Moulin des Loges

Le fossé F30

Sur le fossé F30, un seul suivi de nuit a été effectué. La typologie de cet ouvrage (tableau 2) correspond aux fossés avec un moine simple côté fossé, sans aménagement quelconque de la buse côté chenal et dont la buse est surélevée par rapport au fond du chenal. Le moine étant très large (95 cm), le filet n'a pas couvert toute la largeur, seulement 1/3.

Le **volume calculé** à partir de la formule hydraulique "orifice noyé" est de **827 m³** soit un débit moyen de **0,11 m³/s**. Aucune civelle n'a été capturée durant ce suivi malgré les bonnes conditions abiotiques. Le fossé F30 est relié au chenal par une buse surélevée par rapport au lit du chenal et sans moine côté chenal. L'ouverture semble difficilement perceptible par les poissons lors de la marée montante.

Analyse des résultats

La civelle est susceptible d'être bloquée par des obstacles. Les chutes, même de faible hauteur sont infranchissables, le passage dans des buses ou sur des déversoirs est limité par des vitesses de courant modérées en l'absence d'hétérogénéité de l'écoulement qui exclut toute zone de repos. La civelle doit donc franchir la buse d'un seul trait.

La forme et le diamètre de la buse déterminent dans une certaine mesure les paramètres hydrauliques (hauteur d'eau, vitesse) qui conditionnent le passage du poisson. Les ouvrages à large fond (buses-arches, buses carrées, ponts-cadres) permettent de conserver une section de passage importante contrairement aux buses de 30 cm de diamètre (Larinier, 1992).

La figure 10 présente toutes les entrées de civelles par rapport à l'étalement sur site lors des différents suivis réalisés. Nous constatons que les civelles entrent majoritairement durant la marée montante, environ 2h-2h25 avant l'étalement sur site, dès la surverse, avant que le débit soit maximal. De plus, quelques civelles entrent encore sur la période de marée descendante en forte saison de montaison.

La figure 11 présente la distribution des tailles des lots de civelles capturées sur le site du Moulin des Loges. La taille moyenne des civelles capturées se situe aux alentours de **69 mm** (observée sur 10 suivis). Par ailleurs, nous observons également que les longueurs totales des civelles échantillonnées sont globalement homogènes sur l'ensemble de la période de suivi. Nous pouvons constater que les effectifs du mois de mai sont relativement faibles.

Les fossés F20 et F21

Les fossés F20 et F21 sont deux fossés alimentés par le ruisseau de Tord et ont la particularité de se situer en bout de ruisseau. Par conséquent, nous avons supposé que les civelles pénétrant dans ces deux fossés provenaient d'une même population et qu'elles pouvaient être mélangées.

Cinq suivis de nuit ont été effectués entre mars et mai 2015. La typologie de l'ouvrage F20 (tableau 2) correspond aux fossés avec un moine simple côté fossé, avec un aménagement de la buse côté chenal et dont cette buse est située au fond du chenal. La typologie de l'ouvrage F21 correspond aux fossés avec un moine simple côté fossé, avec un aménagement de la buse côté chenal et dont cette buse est surélevée par rapport au fond du chenal (annexe 5).

Grâce à la formule hydraulique "orifice noyé", il a été possible de calculer les densités, débit et volume présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 6 : Données hydrauliques et de densités de civelles/m³

Site	Date	Nombre civelles total capturées et estimées	Débit moyen (m ³ /s)	Volume total (m ³)	Densité civelles capturées et estimées /m ³
F20	19-mars	77,5	0,06	939	0,083
	23-mars	61	0,06	772	0,079
	03-avr	30	0,07	754	0,050
	20-avr	44,5	0,07	1108	0,040
	18-mai	2,5	0,06	978	0,003

Tableau 7 : Données hydrauliques et de densités de civelles/m³

Site	Date	Nombre civelles total capturées et estimées	Débit moyen (m ³ /s)	Volume total (m ³)	Densité civelles capturées et estimées par m ³
F21	23-mars	14	0,05	688	0,020
	03-avril	44	0,06	505	0,087
	20-avril	13,5	0,04	642	0,021
	18-mai	2	0,04	562	0,004

Ainsi, les densités de civelles par m³ ont pu être calculées pour chaque suivi de nuit. Les débits moyens calculés sur chaque fossé sont homogènes. En moyenne, sur le F20, le débit est de 0,065 m³/s tandis que sur le F21, il est de 0,05 m³/s.

Analyse des résultats

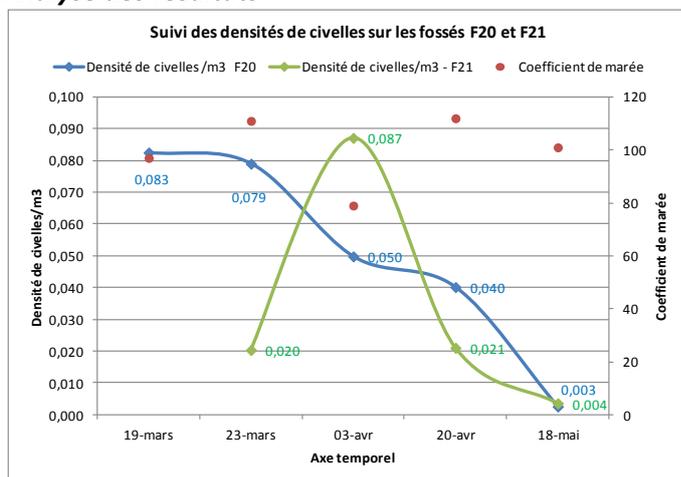


Figure 12 : Graphique des densités de civelles/m³ capturées lors des suivis sur les F20 et F21

La figure 12, montre l'évolution des densités de civelles sur les suivis réalisés sur le F20 et F21.

Les densités de civelles sur le fossé F20 sont maximales au mois de mars et diminuent fortement sur la période avril-mai. La courbe du fossé F21 (verte) montre une forme de cloche. La densité maximale observée est au début du mois d'avril. A la fin du mois de mai, sur les deux fossés, les densités sont extrêmement faibles dues à la fin de la saison de migration.

Sur ces deux fossés suivis en même temps, les densités de civelles sont différentes. Par conséquent, le coefficient de marée seul n'explique pas le phénomène de migration. Le fossé F21 boit en moyenne 10 minutes après le F20, car la buse alimentant le F21 est surélevée par rapport au fond du chenal. Le temps de surverse du F21 est donc plus court que celui du F20.

Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étalement sur site

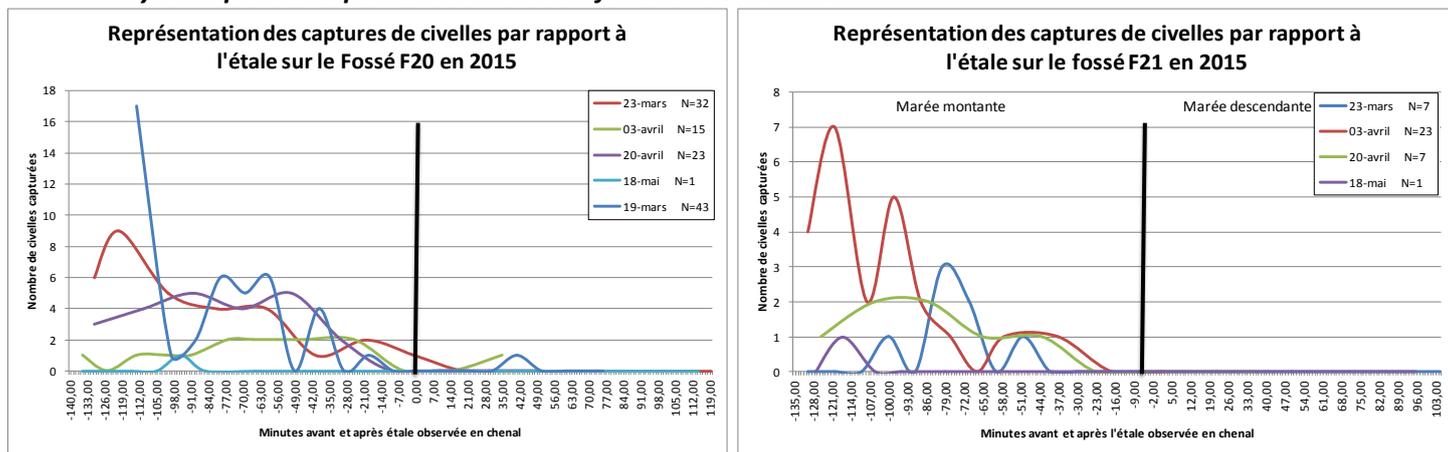


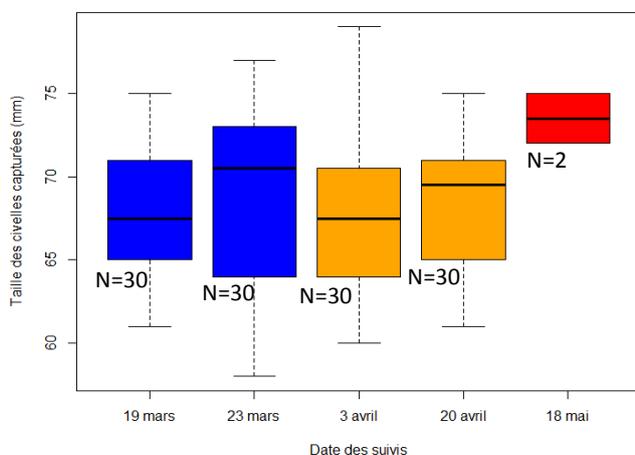
Figure 13 : Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étalement sur site sur les suivis réalisés en 2015 sur le F20 et F21

La figure 13 présente toutes les entrées de civelles par rapport à l'étalement sur site lors des différents suivis réalisés sur les fossés F20 et F21 et permettent de constater que les civelles entrent majoritairement en marée montante, dès la surverse, environ 2h15 avant l'étalement sur site, avant que le débit soit maximal.

De plus, sur le F20, quelques civelles entrent encore en marée descendante seulement en forte saison de migration. Ces entrées s'observent sur les 50 premières minutes après l'étalement. Au delà de cette période, plus aucune civelle ne rentre. Cette constatation a été remarquée sur le Moulin des Loges mais pas sur les autres fossés à poissons suivis.

Distribution des tailles des lots de civelles du F20 et F21

Distribution des tailles des civelles capturées sur les fossés F20 et F21



Rappel : les civelles capturées sur le F20 et F21 ont été ajoutées pour pouvoir faire un lot. Etant donné que les deux fossés sont alimentés par le même ruisseau, nous avons supposé que les civelles y pénétrant provenaient d'une même population qu'elles pouvaient être mélangées.

Figure 14 : Box plot des tailles des civelles capturées sur chaque suivi sur le F20 et F21

La figure 14 présente les résultats biométriques des civelles mesurées aux cours des suivis sur les fossés F20 et F21. La taille moyenne des civelles capturées sur les F20 et F21 se situe aux alentours de **68 mm** (observée sur 9 suivis). Nous pouvons observer que les tailles de civelles sont homogènes sur la période de mars à avril. Le nombre de civelles capturées au cours du mois de mai (N=2) est très faible par rapport aux autres suivis. Cela est probablement dû à la fin de la saison de migration.

Le fossé F0

Le fossé F0 est alimenté en eau par le ruisseau des Barres, ce dernier provenant du chenal de Recoulaine. Ce fossé est situé en fond de ruisseau. Sur ce fossé, trois suivis de nuits ont été effectués.

La typologie de cet ouvrage (tableau 2) correspond aux fossés avec un double moine. Le 17 avril, nous sommes arrivés sur site après le début de surverse, des civelles ont pu rentrer au début.

Concernant le suivi du 18 mai, aucune civelle n'est entrée dans le fossé certainement en raison de la fin de la saison de migration. Grâce à la formule hydraulique "orifice noyé", il a été possible de calculer les densités, débit et volume présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 8 : Données hydrauliques et de densités de civelles/m³

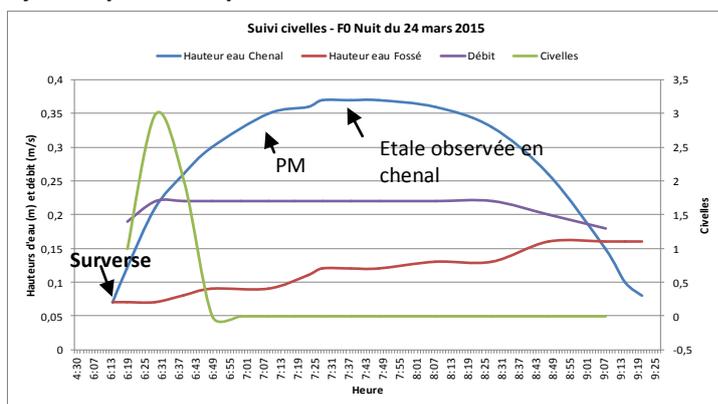
Site	Date	Nombre civelles total capturées et estimées	Débit moyen (m ³ /s)	Volume total (m ³)	Densité civelles capturées et estimées par m ³
F0	24-mars	11,5	0,07	728	0,016
	17-avril	0 (retard)	0,09	1116	0,000
	18-mai	0	0,09	1067	0,000

Analyse des résultats

La densité de civelles par m³ filtré est très faible sur le suivi du 24 mars. Le volume moyen admis sur ces trois suivis est de 970 m³ avec un débit moyen situé autour de 80L/s. En regardant uniquement les résultats hydrauliques, le fossé le plus ressemblant au F0 est le F20. En effet, le débit moyen du F20 est de 60L/s pour un volume moyen de 910 m³.

Cependant, les densités de civelles entre ces deux fossés sont très différentes sur une même période d'échantillonnage. La densité sur le F20, le 23 mars est de 0,079 civelles par m³ tandis que sur le F0, le 24 mars, la densité est de 0,016 civelles par m³. Ceci peut s'expliquer par la distance à la Seudre (F20 : 1,7 km et F0 : 4,9 km).

Dynamique des captures de civelles sur le suivi du 24 mars 2015



Avant la surverse, quelques civelles ont été aperçues nageant à contre courant côté ruisson afin de pénétrer dans le fossé. Les captures des civelles se sont réalisées dès la surverse, soit 51 minutes avant la Pleine Mer à La Rochelle (PM LR) et 1h14 avant l'étala observée en chenal pour ce suivi.

Figure 15 : Représentation graphique de l'évolution des niveaux d'eau et de l'entrée des civelles dans le fossé

Distribution des tailles des lots de civelles

La taille moyenne des civelles capturées sur le F0 se situe aux alentours de **65 mm** (observée sur 1 unique suivi, le 24 mars).

Le fossé F5

Le fossé F5 est alimenté directement par la Seudre. Deux suivis de nuits ont été effectués. La typologie de cet ouvrage (tableau 2) correspond aux fossés avec un double moine. La **salinité est relativement plus faible** sur ce fossé que sur les autres (en moyenne 25 ‰) car il se situe en **amont de l'estuaire** de la Seudre et à 5 km de la limite de marée dynamique.

Grâce à la formule hydraulique "orifice noyé", il a été possible de calculer les densités, débit et volume présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 9 : Données hydrauliques et de densités de civelles/m³

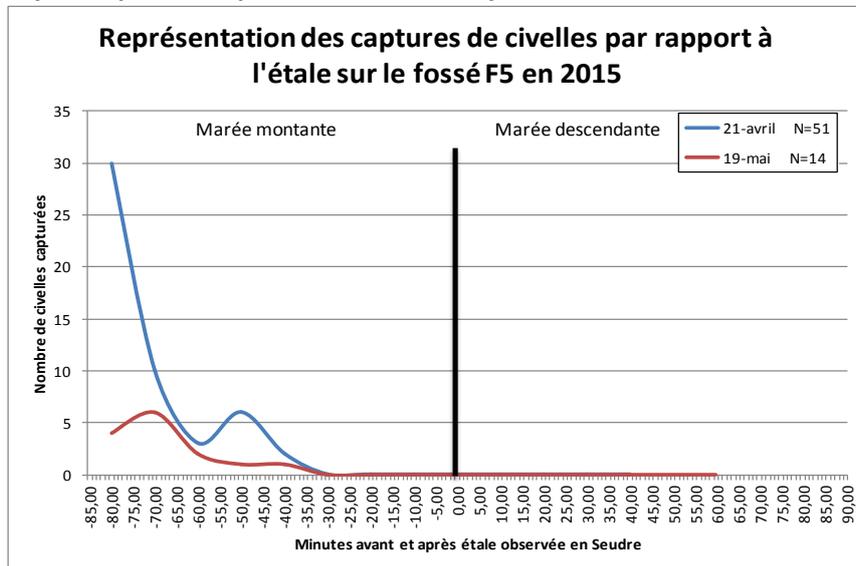
Site	Date	Nombre civelles total capturées et estimées	Débit moyen (m ³ /s)	Volume total (m ³)	Densité civelles capturées et estimées par m ³
F5	21-avril	87	0,03	416	0,209
F5	19-mai	26	0,03	425	0,061

Le tableau 9 montre une grande différence de densité en un mois d'intervalle. Pour des paramètres abiotiques quasiment identiques, les densités de civelles varient entre 0,21 et 0,06 civelles/m³.

Au mois de mai, nous avons donc observé 3,5 fois moins de passage de civelles sur ce fossé malgré un débit d'eau entrant constant.

Lamarque et Baran (2010) ont réalisé une étude sur la gestion de l'ouvrage de Charras (premier ouvrage à la mer sur le canal de Charras en marais doux de Rochefort) et l'impact de cet ouvrage sur la migration des anguilles. Les résultats de cette étude ont montré que les passages de civelles ne sont pas proportionnels aux débits d'eau entrants.

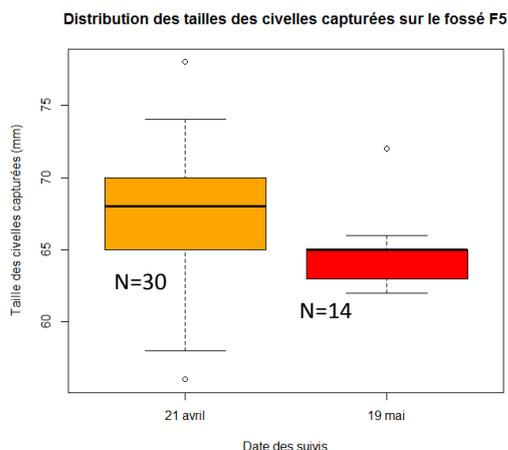
Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étalement sur site



La figure 16 présente les entrées de civelles par rapport à l'étalement sur site lors des deux suivis réalisés sur le fossé F5. Nous pouvons constater que les civelles entrent dès le moment de la surverse, soit avant que le débit soit maximal. Après l'étalement sur site, plus aucune civelle ne rentre en raison, notamment de la fin de la saison de migration. Cette constatation a été observée sur le F21 et le F0.

Figure 16 : Dynamique des captures de civelles en fonction de l'étalement sur site sur l'ensemble des suivis réalisés en 2015

Distribution des tailles des lots de civelles et analyse des stades pigmentaires



La figure 17 présente la distribution des tailles des lots de civelles capturées sur le F5 en fonction de la date d'échantillonnage. La taille moyenne des civelles capturées se situe aux alentours de 66 mm (observée sur 2 suivis).

Figure 17 : Box plot de répartition des tailles des civelles capturées sur les deux suivis réalisés

III.2/ Conclusion sur les fossés à poissons suivis

Le Moulin des Loges

Le fossé du moulin des Loges boit à un coefficient de 72 (annexe 9), sur le chenal du Lindron. Il est situé à 4 900 m de la Seudre. La pêche du moulin des Loges est à ciel ouvert et fonctionne donc comme un déversoir rectangulaire. Les effectifs de captures sont plus importants sur ce site en raison du type d'ouvrage (volume d'eau entrant important). Ce genre de prise d'eau est unique sur le marais et donc peu représentatif de la réalité.

Le fossé F30

Ce fossé boit à un coefficient de 70 d'après son propriétaire, sur le chenal de Luzac à 4 500 m de la Seudre. C'est une canalisation enterrée de type buse circulaire fonctionnant comme un orifice noyé lorsque la marée monte en chenal. Ce type de canalisation est assez fréquent sur le marais. Cependant, il semblerait que ce type d'ouvrage, lorsque la buse ressort de la bosse, soit difficilement franchissable par les civelles.

Les fossés F20 et F21

Tout comme le F30, ces deux fossés ont des canalisations enterrées de type buse circulaire fonctionnant comme un orifice noyé. Ils ont la particularité d'être situés en bout du même ruisson, à 1 700 m de la Seudre. Contrairement au F30, ces deux fossés sont aménagés côté chenal (soutien de la bosse). Cependant, la différence d'ouvrage de prise d'eau joue sur le coefficient de remplissage du fossé et la durée de surverse. Le F20 boit à partir d'un coefficient 40 tandis que le F21 boit à partir d'un coefficient 60 (annexe 9). Le fossé F21 boit après le F20, dont le temps de surverse et le volume d'eau entrant, du F21 est moins important que celui du F20.

Le fossé F0

Il est alimenté par le ruisson des Barres lui même alimenté par le chenal de Recoulaine. Une distance totale de 4 900 mètres doit être parcourue par la civelle avant de pénétrer dans le fossé. La prise d'eau est de type chambre intérieure en béton avec un double moine. Ce type de canalisation fonctionne également comme un orifice noyé. Le F0 boit à partir d'un coefficient 80 (annexe 9). Les faibles quantités de civelles capturées au cours des suivis sont peut être dues, d'une part à la distance à parcourir car il est localisé en fond de ruisson et d'autre part, au nombre de ramifications diverses présentes sur le chenal de Recoulaine et sur le ruisson des Barres (fig. 18).

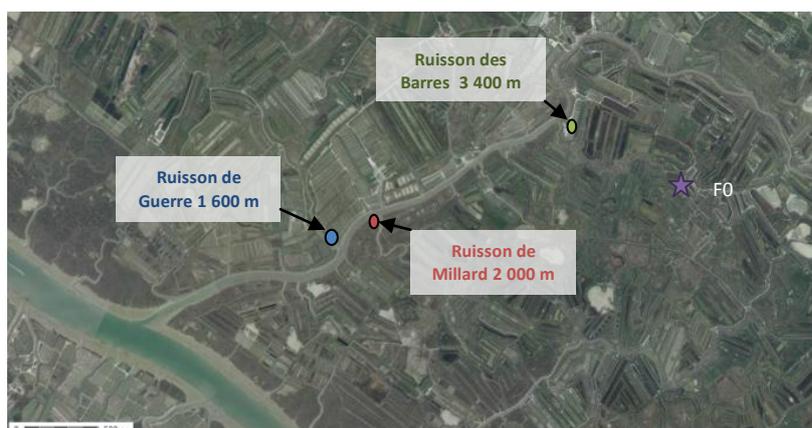


Figure 18 : Cartographie du chenal de Recoulaine et de ses ruisseaux

Le fossé F5

Il est alimenté directement par la Seudre et il est situé en amont de l'estuaire. La prise d'eau est de type chambre intérieure en béton avec un double moine. Ce type de canalisation fonctionne également comme un orifice noyé. Il boit à partir d'un coefficient 65 (annexe 9). La salinité est relativement plus faible sur ce fossé que sur les autres (en moyenne 25 ‰) car il se situe à 5 km de la limite de marée dynamique.

IV/ Colonisation des civelles sur le marais salé de la Seudre

Les résultats du suivi hydraulique sont présentés en annexe 9. Ils ont permis d'estimer le nombre de marées de nuit durant lesquelles les fossés buvaient, permettant par la suite, d'estimer la proportion de civelles entrant dans le marais salé de la Seudre sur la période de montaison.

IV.1/ Représentation des captures de civelles sur l'ensemble des suivis effectués

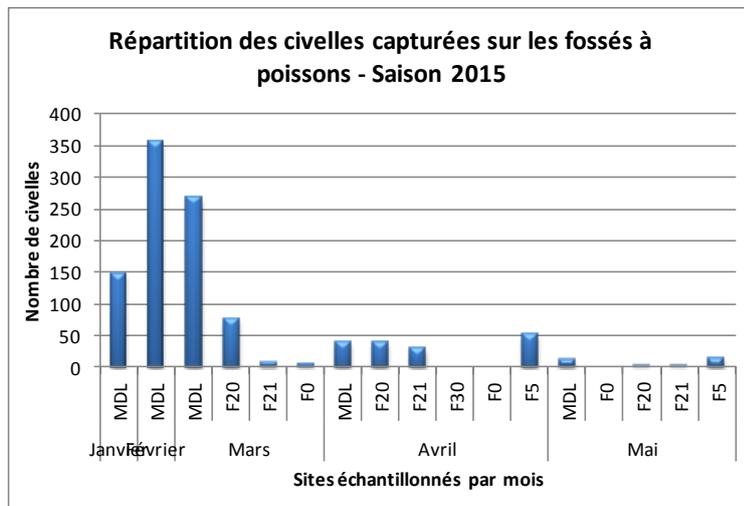


Figure 19 : Histogramme des données de captures des suivis civelles sur la saison 2015

Sur 23 suivis de nuit et sur 6 fossés échantillonnés, 1 042 civelles ont été capturées. Nous estimons 980 civelles non capturées (moyenne des captures entre deux relèves de filet) lors des suivis soit un total de 2 022 civelles.

Nous constatons, sur la période de janvier à mars, un pic d'entrée de civelles en fossés à poissons. En avril et en mai, les effectifs capturés sont très faibles et s'expliquent par la fin de la saison de montaison des civelles.

IV.2/ Répartition relative des entrées de civelles sur une marée

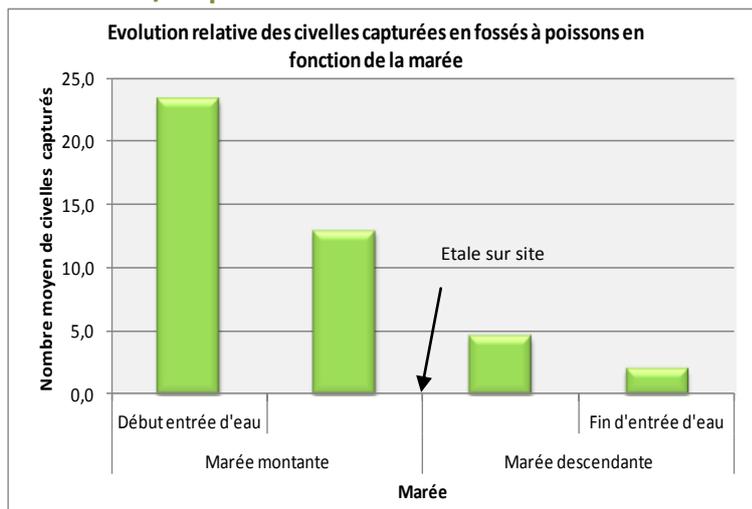


Figure 20 : Evolution relative des captures de civelles en fossés à poissons en fonction de la marée

La figure 20 présente l'évolution des captures de civelles en fossés à poisson en fonction de la pleine mer sur site (Etale).

Nous avons constaté sur les suivis de nuit, que les civelles entraient dès le début de la surverse. Nous observons une abondance d'entrée de civelles majoritairement avant l'étale en chenal et en période de marée montante.

En forte saison de migration (janvier à mars), nous pouvons remarquer que l'entrée des civelles se produisait tout au long du suivi. A contrario, en faible saison de migration (avril-mai), nous remarquons que les entrées de civelles se produisaient dès la surverse et jusqu'à l'étale en chenal.

Laffaille et *al.*, (2007) a montré que le maximum d'abondance des civelles en aval d'un ouvrage à la mer intervient avant l'étale de pleine mer (80% des passages). Cette observation a été constatée sur d'autres suivis dont ceux sur l'Yser, la Gironde et la Charente. Baran et *al.*, (2015) montre aussi qu'un pic d'abondance de civelles est souvent observé entre 1h30 et 3h00 avant la pleine mer.

Nous pouvons en conclure que la cinétique des entrées de civelles en fossés à poissons du marais de la Seudre est similaire aux entrées de civelles en aval de premier barrage à la mer. Le maximum de civelles entrant en fossés est observé dès le moment de la surverse et jusqu'à l'étale sur site.

IV.3/ Analyse en Composantes Principales (ACP)

Une ACP a été réalisée sans les données de capture du Moulin des Loges en raison de son type d'ouvrage. Ces données ne peuvent pas être pris en compte dans les analyses car son hydraulique est différente (volume d'eau entrant très important) du reste des prises d'eau sur le marais.

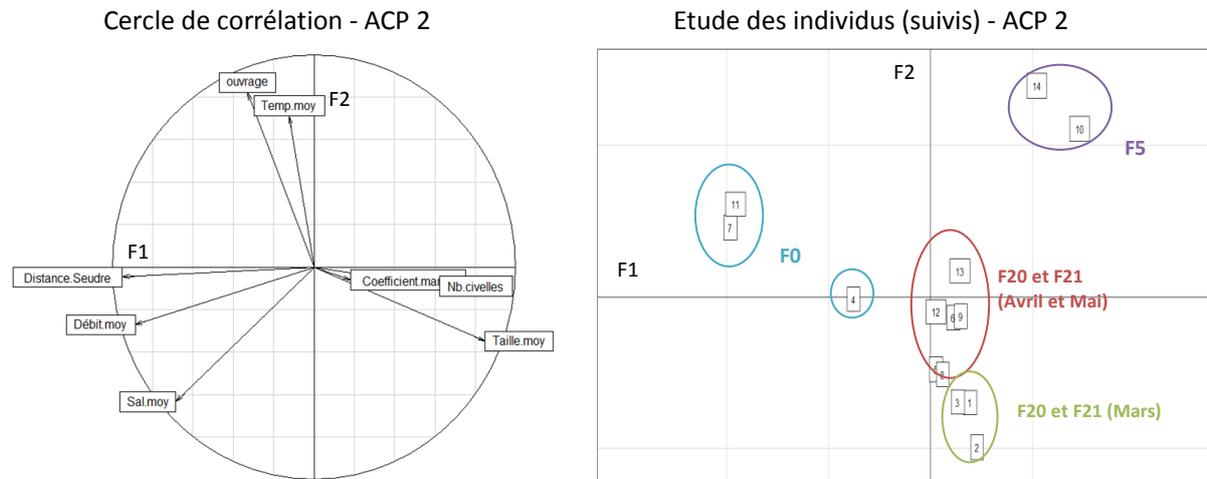


Figure 21 : Résultats de l'ACP (cercle de corrélation et étude des individus) sans les données du Moulin des Loges

Interprétation des résultats des ACP

65% de l'information est expliquée par les deux premiers axes de l'ACP (annexe 10). Le cercle de corrélation ci-dessus représente les axes F1*F2. Le coefficient de marée étant proche de l'origine, cette variable est peu expliquée car elle n'explique pas entièrement les variations d'abondance de civelles. L'axe F1 de cette analyse représente la distance à la Seudre et l'axe F2 représente les effectifs de captures.

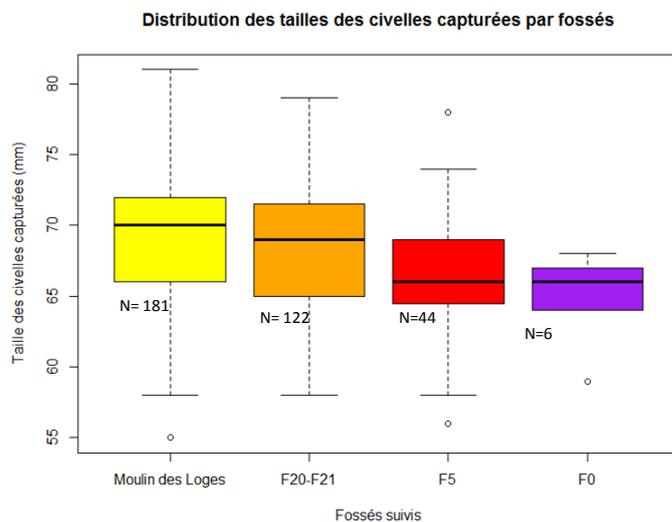
Nous constatons, sur le cercle de corrélation, que le groupe "Distance Seudre, Débit et Salinité" est anti corrélé au groupe "nombre de civelles et taille moyenne". Dans la partie III.1/, les effectifs de captures sont plus importants sur les fossés F20, F21 et F5 (moins de 2 km de la Seudre) contrairement au fossé F0, situé à 4,9 km de l'estuaire. De plus, nous avons remarqué que les tailles moyennes de civelles échantillonnées pouvaient être différentes selon le fossé. En effet, en moyenne, les civelles capturées sur les F20 et F21 mesuraient 68 mm tandis que celles capturées sur le F0 mesuraient 65 mm. Une analyse de ce paramètre a été effectuée et est présentée dans le chapitre suivant.

Les groupes " Distance Seudre, Débit et Salinité" et " Nombre de civelles et taille moyenne" ne sont pas corrélés avec le groupe "Ouvrage et température moyenne". Donc, le type d'ouvrage n'explique pas autant que la distance à la Seudre, l'abondance des civelles entrant en fossés à poissons. Le cercle violet (F5) de l'étude des individus correspond au fossé le plus proche de la Seudre (80 m) tandis que le cercle bleu clair (F0) correspond au fossé le plus éloigné de la Seudre (4 900 m). Nous remarquons également que le nombre de civelles varie en fonction de la distance à la Seudre. Le débit varie également en fonction du type d'ouvrage, mais reste du même ordre de grandeur en fonction des marées et des coefficients.

IV.4/ Analyses statistiques

Afin d'approfondir les résultats de l'ACP concernant les tailles des civelles capturées. Une analyse statistique a été réalisée à l'aide d'un test non paramétrique de Kruskal Wallis. Ce test a été utilisé car les résidus du modèle testé (annexe 10) ne respectaient pas l'hypothèse de normalité.

La figure 22 présente la distribution des tailles des lots de civelles capturées sur chaque fossé suivi entre janvier et mai 2015.

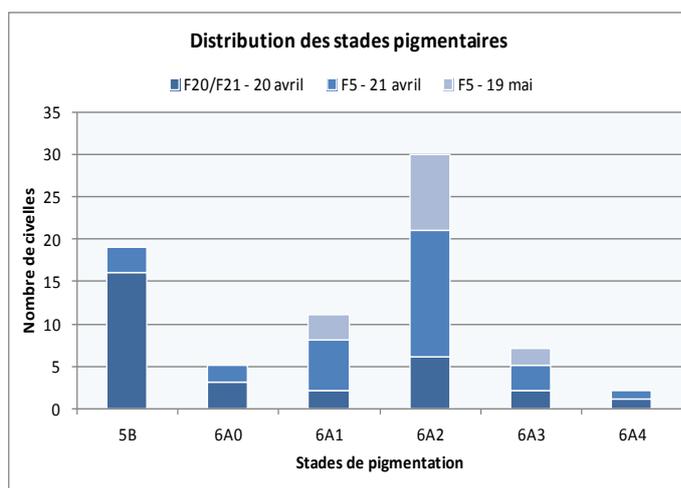


Nous constatons que les tailles des civelles sont globalement du même ordre entre les fossés MDL (69 mm) et F20/F21 (68 mm) puis sur le F5 (66 mm) et F0 (65 mm) sur toute la période des suivis effectués en 2015. Cependant, l'analyse statistique montre que la taille moyenne des civelles varie en fonction du fossé échantillonné (p-value = 0,02 ; annexe 10).

Figure 22 : Box plot des tailles des civelles capturées par fossés échantillonnés

Plusieurs modèles ont été testés (Kruskal Wallis : annexe 10). Les résultats des tests montrent que le modèle $Nb.civelles \sim Distance.Seudre$ est significatif (p-value = 0,04). **Le nombre de civelles capturées est significativement différent selon la distance à la Seudre.** De plus, la taille moyenne est significativement différente en fonction des sites échantillonnés.

IV.5/ Analyse des stades pigmentaires sur trois suivis



Cette étude s'est réalisée sur trois suivis en fin de saison de migration.

D'après la figure 23, nous constatons que chaque stade est représenté sur les trois suivis mais qu'il y a une prédominance des stades 5B et 6A2 sur les trois fossés.

Les F20 et F21 se situent à 7,5 km du pont de la Tremblade tandis que le F5 se situe à 17 km de ce pont. Sur les F20 et F21, le stade prédominant est le 5B tandis que sur le F5, le stade prédominant est le 6A2.

Figure 23 : Histogramme cumulé des distributions des stades pigmentaires sur trois suivis

D'après Elie *et al.*, (1982), les stades 5B à 6A1 correspondent aux civelles faiblement pigmentées voire transparentes (« Glass eel »). Ce stade correspond donc au recrutement estuarien (Adam *et al.*, 2008). Ces civelles n'ont pas de capacité de nage, par conséquent, elles sont dépendantes de l'onde de marée pour progresser vers l'amont (Gascuel, 1987). La figure 23 permet de constater que ce stade est majoritairement présent dans les fossés proches de l'aval de l'estuaire, principalement au mois d'avril.

Les stades 6A2 à 6A4 correspondent aux civelles (« Elver ») dont le stade pigmentaire est avancé. Ce stade correspond aux civelles ayant repris leur croissance et leur alimentation. Leur nage devient active et leur mode de vie pélagique devient benthique (Sorensen et Bianchini, 1986 ; Belpaire *et al.*, 1992). Ils sont observés en fin de saison de migration dans des proportions importantes (cumulées sur plusieurs suivis). En revanche, le stade 6A4 est très faiblement représenté. Peu d'individus de ce stade ont été capturés au cours des suivis. Sur le fossé F5, le stade 6A2 est majoritairement présent. Ce fossé se situe à 17 km du pont de la Tremblade. Nous supposons que les civelles capturées lors des deux suivis sur le F5 sont restées au moins six semaines dans l'estuaire avant de pénétrer dans le fossé.

V/ Estimation du nombre de civelles sur l'ensemble du marais en 2015

La colonisation des civelles dans les différents compartiments du bassin versant de la Seudre est étudiée, depuis 2009 par la CMCS, excepté les marais salés. Les captures par les pêcheurs professionnels apportent une donnée sur les compartiments estuaire, la passe à civelle située Saujon renseigne sur la colonisation en amont du fleuve, cependant aucune étude n'avait encore été réalisée sur le compartiment marais salé. Afin d'estimer le nombre de civelles entrant dans ce compartiment, nous avons tout d'abord estimé le nombre de prises d'eau puis calculé, d'après nos résultats de suivis effectué de mars à mai, une estimation du nombre de civelles potentiellement rentrées sur cette période.

V.1/ Estimation du nombre de prises d'eau sur l'ensemble du marais salé

Les fossés à poissons représentent 1 027 ha sur l'ensemble du marais. En 2003, des études sur la réhabilitation des fossés à poissons ont été menées (Chalmel *et al.*, 2005). Des enquêtes sur des zones témoins ont été conduites. A partir de ces résultats, il a été estimé un nombre total de prises d'eau sur l'ensemble du marais soit en moyenne **878 ouvrages**.

Grâce au suivi hydraulique sur les fossés à poissons (annexe 8), une estimation du nombre de **marées** de nuit, de janvier à mai 2015, a pu être réalisée soit au minimum **12 marées** et maximum **22 marées** de nuit durant lesquels les fossés se remplissent. L'estimation du nombre de civelles entrant dans le marais ne prend pas en compte les données du Moulin des Loges en raison de sa particularité. Pour réaliser cette estimation, nous avons établi une moyenne de capture par mois, de mars à mai 2015.

Deux simulations ont été réalisées (annexe 11), la première avec l'hypothèse que les ouvrages de prises d'eau sont tous en bon état, la seconde en faisant l'hypothèse que 50% des prises d'eau sont abandonnées (Kummer, 1983).

<u>Résultats de la 1° estimation</u>		<u>Résultats de la 2° estimation</u>	
	En kg		En kg
12 marées par mois sur 3 mois :	150	12 marées par mois sur 3 mois :	75
22 marées par mois sur 3 mois :	274	22 marées par mois sur 3 mois :	137

L'hypothèse la plus vraisemblable est la n°2. Donc sur une période de trois mois (**mars à mai**), Nous pouvons estimer, **au minima, 75 kg de civelles entrant en fossés à poissons et au maxima, 137 kg**. D'après Christian Rigaud (Com. pers.), la densité moyenne de civelles dans les fossés à poissons est de 1 civelle/m² de fossé, soit pour 1 ha en eau, 3 kg de civelles. La surface en eau des fossés à poissons est de 1 027 ha dont 50% de cette surface est abandonnée. La **capacité d'accueil** de ces fossés (en état) serait de plus de 5 millions d'individus soit près de **1 500 Kg** (poids moyen de 0,3 g).

Les suivis en fossés à poissons réalisés sur trois mois ont permis d'estimer les entrées de civelles sur cette période soit 75 à 137 kg sur l'ensemble du marais, soit **5 à 9,13%** de la biomasse maximale que peut contenir les fossés à poissons du marais salé de la Seudre. Afin d'affiner cette estimation, il serait donc nécessaire de connaître l'état des fossés et des prises d'eau pour quantifier le nombre précis de fossés abandonnés de nos jours. Le suivi des entrées de civelles est à débiter dès le mois de novembre pour obtenir des données quantitatives sur toute la période de montaison des civelles.

V.2/ Conclusion sur les données de colonisation de la civelle en 2014-2015

Le détail des résultats de la pêche professionnelle en estuaire de la Seudre et de la passe à civelles à Saujon sont présentés en annexe 12. Au niveau de la pêche, 1784,6 kg de civelles sur 125 marées de nuit ont été capturés. A Saujon, seulement 10 kg de civelles ont été capturés sur 68 jours de suivis (annexe 10). Enfin, grâce aux données des suivis en fossés à poissons, nous avons pu estimer 75 à 137 kg de civelles entrant dans le marais salé de la Seudre de mars à mai (annexe 11).

Comme le démontre certaines études, la partie estuarienne (estuaire, baies, lagunes et marais salé) constituent des milieux favorable à la colonisation des civelles et à la croissance des anguilles.

VI/ Proposition d'un protocole de suivi "colonisation des civelles en fossés"

Les chenaux principaux du marais (Cayenne, Lindron, Luzac, Recoulaine, Bugée, Pelard) sont des axes permettant l'alimentation de multiples ruissons qui mènent aux fossés à poissons. Ce protocole débutera en novembre afin de pouvoir comparer les résultats de la pêche professionnelle et les résultats en marais salé afin de suivre toute la période de montaison des civelles.

Les sorties devront se faire de nuit (comportement lucifuge de la civelle) et en période de nouvelle lune (effectif de capture plus important). En fonction de la localisation du fossé par rapport à l'estuaire de la Seudre, il est conseillé d'effectuer les suivis à partir d'un coefficient 70-80, dès que les fossés commencent à se remplir.

Ce protocole mettra en place **deux types de suivis**, le but étant d'échantillonner deux sites (un fossé à poissons et le chenal/ruisson qui l'alimente). L'échantillonnage en chenal/ruisson permettra d'obtenir un indice d'abondance et de calculer des densités de civelles/m³ dans le réseau hydraulique en aval du fossé. L'échantillonnage en fossé permettra de connaître les proportions des civelles de chenal/ruisson entrant dans le fossé échantillonné.

➤ Premier suivi - Capture de civelles en fossés à poissons

L'échantillonnage sera en continu, c'est à dire que le matériel pêchera sur toute la durée du suivi, en fossé à poisson. Pendant ce temps, les agents pourront échantillonner le second site, en chenal ou ruisson en marée montante.

Pour ce suivi, il sera nécessaire de se rendre sur site **3 heures avant** la pleine mer à La Rochelle (SHOM) afin de mettre en place le matériel. Un filet de type nasse, pourra être mis en place dans les feuillures du moine côté fossé et **laisser ainsi sur toute la marée montante**.

La démarche sur ce suivi, avant la surverse, sera :

- ✓ Prendre les paramètres physico-chimiques en fossés
- ✓ Poser une sonde enregistreuse, côté chenal, au niveau de la prise d'eau, afin d'obtenir les variations de température, salinité et hauteur d'eau.
- ✓ En marée descendante, le suivi en chenal sera terminer, les agents reviendront sur le fossé afin de retirer le filet et de compter le nombre de civelles (mesure de la longueur totale, pigmentation, pathologie) ainsi que les autres espèces.

➤ Second suivi - Capture de civelles en chenal ou ruisson

L'échantillonnage du chenal ou ruisson se fera après la mise en place du filet sur le fossé.

Pour ce suivi, il sera nécessaire de se rendre sur site **2h30 avant** la pleine mer à La Rochelle (SHOM).

Une fois sur site, avant de commencer l'échantillonnage :

- ✓ Prendre une mesure de la turbidité en chenal devra être prise avec un disque de Secchi afin d'analyser l'influence de la turbidité sur le comportement migratoire des civelles (De Casamajor *et al.*, 1999 ; Adam *et al.*, 2008).
- ✓ Utiliser un bongo ou un tamis (annexe 13) avec un courantomètre mécanique afin d'obtenir un volume filtré.
- ✓ Réaliser des traits chronométrés sur une longueur de 30 mètres, en surface, toutes les 5-10 minutes
- ✓ A chaque relève : Dénombrement des civelles et des espèces accompagnatrices
Mesure de la longueur totale, pigmentation, pathologie
- ✓ Réaliser des traits de bongo sur toute la marée montante, jusqu'à l'étalement en chenal. Arrêter lorsque la marée descend sur site.
- ✓ Se rendre sur le fossé pour terminer le suivi.

Un devis a été demandé en 2015 à la société SDEC France pour un courantomètre mécanique. Le prix TTC du matériel est de 902,10 €. Le bongo peut être prêté par un organisme scientifique ou acheter.

Suivi civelles sur les fossés à poissons pour la saison 2015-2016 :



En fonction des données disponibles (carte de réhabilitation des fossés à poissons et étude cadastrale du marais salé), de nouveaux fossés à poissons à échantillonner ont été choisis. Les cercles en noirs représentent les sites échantillonnés en 2015. Le reste des points en orange représentent des sites potentiels à échantillonner (fig. 25).

Figure 24 : Cartographie des futurs fossés à poissons à échantillonner pour la saison 2015-2016

Le F20 et F21 ont la particularité d'être situés en fond de ruisson. Le suivi bongo permettrait de connaître l'abondance des civelles dans ce ruisson alimenté directement par la Seudre. Le F5 est intéressant car il est alimenté directement par la Seudre et se situe en amont de l'estuaire. Le F30 est à **re-tester une fois** en utilisant le bongo dans le chenal de Luzac afin de démontrer que les civelles y sont présentes mais ne peuvent accéder au fossé en raison du type d'ouvrage. Il serait préférable de ne plus suivre le F0 en raison de sa disposition dans le réseau hydrographique du marais et de trouver un site plus proche de l'aval du chenal de Recoulaine et un autre plus à l'amont qui boit directement sur Recoulaine.

Dès le mois de septembre/octobre, il sera nécessaire d'aller voir les prises d'eau choisies afin de prendre les mesures pour concevoir un cadre filet utilisable pour la prochaine saison. Au total, 12 fossés à poissons sont potentiels pour le suivi de la colonisation des civelles dans le marais salé. Le site du Moulin des Loges sera échantillonné deux fois entre décembre et février afin de comparer les résultats acquis à ceux de la pêche professionnelle.

Planning Prévisionnel des sorties "suivi civelles" sur la prochaine saison :

Trois versions de planning ont été réalisées avec un effort d'échantillonnage différent pour permettre au décideur de choisir selon ses disponibilités. Le premier planning prévoit deux suivis par mois. Chaque fossé sera suivi une seule fois durant toute la saison de montaison.

Le second planning prévoit, au minimum, quatre suivis par mois et est présenté dans le tableau ci-dessous. Chaque fossé sera suivi deux fois durant la saison de montaison de la civelle. Ce planning est le plus envisageable par rapport aux moyens financiers et techniques de la CMCS.

Date	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Site	F20 + F21 F3 + F50	MDL + F30 Guerre/Millard + F58 + F10 + F5	F1 + F37 F51 + F57	MDL F20 + F21 F3 + F50	Guerre/Millard + F58 + F10 + F5	F1 + F37 F51 + F57

Le troisième planning prévoit six suivis par mois permettant de suivre chaque fossé trois fois durant la saison de montaison.

VII/ Discussion générale

Cette étude a permis d'obtenir une première information quantitative sur les entrées de civelles dans le compartiment marais salé, de janvier à mai 2015. Cette première année de suivi a également permis d'étudier la dynamique des entrées de civelles en fossés à poissons et d'acquérir des premières données de densités.

De plus, les différents tests réalisés ont permis de déterminer les périodes d'échantillonnage les plus propices. En effet, l'abondance de captures, liée aux cycles lunaires, sont plus importantes en nouvelle lune qu'en pleine lune. Des études ont montré que l'intensité des coefficients n'explique pas les variations de capture en aval d'ouvrages soumis à marée, ce que nous avons également remarqué au niveau des prises d'eau en fossés à poissons. Cette année, nous n'avons pas pris en compte la turbidité de l'eau en chenal. Cependant, pour les saisons prochaines, il est prévu de mesurer ce paramètre afin de le mettre en correspondance avec les densités de civelles capturées.

Au cours de nos suivis, nous avons constaté que les civelles entrent majoritairement durant la marée montante (nage portée), environ 2h-2h25 avant l'étales sur site, soit dès la surverse, avant que le débit soit maximal. Sur chaque fossé échantillonné, la dynamique de capture des civelles était globalement similaire. Au moins 80% des passages de civelles se faisait avant l'Étales sur site. En forte saison de montaison (janvier à début mars), nous avons pu observer une faible quantité de civelles pénétrant dans le fossé après l'étales, à marée descendante. Ces résultats seront à confirmer lors de prochaines saisons.

Lors des deux suivis sur le fossé F5, le débit moyen est constant. Cependant, lors du second suivi, nous avons observé 3,5 fois moins de passage de civelle. Lamarque et Baran (2010) ont montré que les passages de civelles ne sont pas proportionnels aux débits d'eau entrants. Cette observation a été constatée en marais car le débit moyen et le temps de surverse ne varie pas énormément au cours de l'année, pour un fossé donné. L'étude hydraulique des fossés échantillonnés a permis de définir un débit minimum et maximum sur une maline.

Les résultats des analyses statistiques ont montré que le nombre moyen de civelles capturées est significativement différent selon l'éloignement du fossé par rapport à la Seudre et la taille moyenne des individus est significativement différente en fonction des sites échantillonnés. Afin d'améliorer le protocole de suivi, il est donc nécessaire de conserver l'unité "Distance à la Seudre". En revanche, nous avons montré que les canalisations à ciel ouvert (Moulin des Loges) permettent un passage de civelles plus important qu'en canalisation enterrée.

Les analyses ont tout de même montré que la structure des ouvrages de prise d'eau n'a pas d'influence directe sur les entrées des civelles en fossés. Cependant, lorsque les buses ressortent côté chenal tel que le fossé F30, cela bloque le franchissement des civelles. Afin de confirmer cette hypothèse, ce fossé sera de nouveau testé. Il sera suivi au niveau de la prise d'eau et dans le chenal qui alimente le fossé.

La pigmentation des civelles indique le temps de résidence dans l'estuaire. Sur certains suivis, le stade 5B prédominait signifiant une arrivée très récente de la civelle dans le fossé (exemple F20 et F21 situé à 5,5 km du pont de la Tremblade). Les stades 6A2 à 6A4, rencontrés principalement sur le F5 (17 km du pont de la Tremblade), signifient que les civelles résidaient depuis au moins six semaines dans l'estuaire.

Le protocole de suivi de la colonisation des civelles en fossés à poissons établi pour les prochaines saisons prévoit deux types de suivi. Un premier suivi, en pêche continue, en fossés à poissons qui permettra d'acquérir des données quantitatives sur les passages des civelles et de les comparer avec ceux de cette saison. Puis un second suivi, en chenal, en aval du fossé pêché en continu. Ce suivi en chenal permettra d'obtenir une information sur l'abondance des civelles dans le réseau hydraulique alimentant les fossés à poissons. Ces deux données (fossé et chenal) seront étudiées afin de définir plus précisément les quantités de civelles qui entrent dans le marais salé de la Seudre.

Conclusion

Plus d'un tiers de la superficie du marais salé de la Seudre est caractérisé par les fossés à poissons. Dans les années 1980, 50 % des fossés étaient abandonnés principalement à cause du déclin du stock d'anguilles européennes. Il ressort de cette étude que les civelles rentrent dans l'estuaire de la Seudre dès le mois de novembre, avec de fortes densités entre décembre et février.

Afin de répondre à la problématique de départ, à savoir estimer la quantité de civelles entrant dans le marais salé de la Seudre, plusieurs facteurs ont été pris en compte (distance à la Seudre et type d'ouvrage). Les suivis des entrées de civelles se sont réalisés en fonction des coefficients de marée et des ouvrages de prise d'eau. Les tests de captures ont débuté dès le mois de janvier 2015 et se sont terminés en mai.

Pour quantifier le nombre de civelles entrant dans les fossés, un filet à maille très fine a été utilisé sur 23 suivis de nuit (50 hommes/jours ont été nécessaires). Sur l'ensemble des tests réalisés, 1 042 civelles ont été capturées. L'analyse des résultats a également permis de constater que plus de 80% des civelles entrent dans le fossé, en période de marée montante, 2 heures avant l'étalement sur site. En avril et mai, les captures de civelles en fossés étaient, en moyenne, de 17 civelles par suivi contre 89 au mois de mars. Il s'est avéré que le matériel utilisé pour capturer les civelles aux ouvrages est efficace et adapté pour les suivis.

Le nombre de civelles capturées est significativement différent selon l'éloignement du fossé par rapport à la Seudre. La taille moyenne est significativement différente en fonction des sites échantillonnés. La structure des prises d'eau n'est pas un paramètre influençant sur le nombre de civelles entrant dans les fossés. Cependant, lorsque les buses ne sont pas aménagées côté chenal, cela bloque le franchissement des civelles.

Les pêcheurs professionnels ont pêchés, de novembre 2014 à février 2015, 1 787 kg de civelles dans l'estuaire de la Seudre. A Saujon, 10 kg de civelles ont franchi le barrage, de mars à juillet, afin de migrer dans la zone fluviale. En analysant les informations sur les ouvrages fonctionnels du marais, le nombre de jours de marées et les données quantitatives des suivis civelles de 2015, nous pouvons estimer, au minima, 75 kg de civelles entrant en fossés à poissons et au maxima, 137 kg, entre mars et mai 2015.

Le protocole, pour les prochaines saisons, prévoit de mettre en place un suivi de nouveaux fossés, en moyenne 4 suivis par mois pendant 6 mois. De plus, ce nouveau protocole permettra d'obtenir une information sur l'abondance des civelles en chenal grâce à l'utilisation d'un bongo. A chaque opération, il est prévu de suivre deux sites en simultané : un fossé grâce au cadre filet et le chenal qui alimente ce fossé grâce au bongo. Le suivi prendra fin au moment de l'étalement sur site car les proportions de civelles entrant à marée descendante sont minimales. Afin d'obtenir des résultats fiables et comparables avec les données des pêcheurs professionnels et de la passe à civelles, le suivi des entrées de civelles doit commencer dès le mois de novembre.

Bibliographie

- ADAM G., FEUNTEUN E., PROUZET P., RIGAUD C., 2008.** L'anguille européenne, Indicateurs d'abondance et de colonisation, éditions Quae, 393 p.
- BAISEZ A., 2001.** Optimisation des suivis des indices d'abondance et des structures de taille de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans un marais endigué de la côte atlantique : relations espèces-habitats. Thèse, Université de Toulouse III et Cemagref de Bordeaux. 396 p.
- BARAN P., BESSE T., RIGAUD C., 2015.** Continuité biologique et ouvrages soumis à marée - Le cas de l'anguille européenne - Les éléments importants pour évaluer et agir. Synthèse de l'atelier thématique du GRISAM, 65p.
- BARIL D., COURRET D., FAURE B., 2014.** Note technique sur la conception de dispositifs de restitution de débit minimal, 23 p.
- BELPAIRE et al., 1992.** Food and feeding activity of glass-eel *A. anguilla* stocked in earthen ponds. Irish Fish. Invest. Ser A (Freshwater), 36 : 43-54.
- BRIAND C., 2009.** Dynamique de population et de migration des civelles en estuaire de Vilaine. Thèse, Agro Campus Ouest et Institution d'Aménagement de la Vilaine, 208 p.
- CHALMEL R., FILLOUX D., BLANCHIER P., 2005.** Réhabilitation des fossés à poissons des marais de Seudre. Mise en place du suivi. Partie 1 : Proposition d'une méthode de suivi de la réhabilitation et de l'évolution de ce territoire. CREAA, 76 p.
- CREAA, 2003.** Etude préliminaire des Fossés à poissons de Seudre". Partie 1 : Etude cadastrale. Distribution des surfaces en eau présentes sur les différentes communes du marais de Seudre. 157 p.
- DAVERAT et al., 2006.** Phenotypic and plasticity of habitat use by three temperate species, *A. anguilla*, *A. japonica* *A. rostra*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 308 : 231-241.
- DE CASAMAJOR M.-N., BRU N., PROUZET P., 1999.** Influence de la luminosité nocturne et de la turbidité sur le comportement vertical de migration de la civelle d'anguille (*Anguilla anguilla* L.) dans l'estuaire de l'Adour, Bull. Fr. Piscic., 355 : 327-347.
- DEKKER W., 2003.** A conceptual management framework for the restoration of the declining European eel stock. In : Eels at the Edge-Casselmann J. M., Cairns D., eds. American Fisheries Society Symposium, 58 p.
- ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE I. & CHARLON N., 1982.** Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle (*Anguilla anguilla* L.). Vie Milieu, 32: 149-157.
- ELIE P., RIGAUD C., 1984.** Etude de la population d'anguilles de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine : examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome (civelles), proposition d'amélioration du franchissement de cet obstacle. Cemagref/Université de Rennes, Rennes.
- FEUNTEUN E. et al., 2003.** A review of Upstream migration and movements in Inland water by Anguillid Eels : Toward a General Theory. In Eel biology (eds K. Aida, K. Tsukamoto et K. Yamauchi), pp. 181-190. Springer, Tokyo.
- FILLOUX D., 2004.** Projet de réalisation d'une station de piégeage sur les marais de Seudre. CREAA, 18p.
- GASCUEL D., 1987.** La civelle d'anguille dans l'estuaire de la Sèvre Niortaise. Biologie, écologie, exploitation. Rapport général. Public. Dépt. Halieutique de l'ENSA de Rennes, 330 pp.
- GIRAUD S., 1999.** La rivière Seudre : Intégration des données relatives à la qualité des eaux dans un système d'information géographique. Rapport de stage, Université de Montpellier et IFREMER, 37 p + annexes.
- GOUTX-VAN DE MAELE E., 1986.** Les marais à poissons de la Côte Atlantique. Rapport d'étude, CEMAGREF Bordeaux, Division "Aménagements littoraux et aquaculture", 224 p.
- GRELLIER P., HUET J., DESAUNAY Y., 1991.** Stades pigmentaires de la civelle *Anguilla anguilla* (L.) dans les estuaires de la Loire et de la Vilaine. Rap IFREMER, DRV, 91.14- RH/Nantes, 18p.
- KANIA G., 2012.** Document d'objectifs Natura 2000 des sites ZPS FR 5412020 « Marais et estuaire de la Seudre – Ile d'Oléron » et ZSC FR 5400432 « Marais de la Seudre » - Communauté de Communes du Bassin de Marennes, 215 p.
- KINDSVATER C.E., CARTER R.W.C., 1957.** Discharge Characteristics of Rectangular Thin Plate Weirs. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, Vol. 83, No. HY6, December 1957, pp. 1453/1-1453/36.
- KUMMER A., 1983.** Etude préliminaire d'un marais à poissons à Nieulle-sur-Seudre (Charente-Maritime) - Approche écologique et socio-économique. Rapport de fin d'études, CEMAGREF Bordeaux, Division "Aménagements littoraux et aquaculture", 134 p.
- LAFFAILLE P. et al., 1998.** Role of fish communities in particulate organic matter fluxes between salt marshes and coastal marine waters in the Mont Saint-Michel Bay. Hydrobiologia, 373-374, pp 121-133.
- LAFFAILLE P. et al., 2007.** Temporal patterns in the upstream migration of European glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. Coastal and Shelf Sci., 73 : 81-90.
- LAMARQUE E., BARAN P., 2010.** Etude de la gestion de l'ouvrage du Canal de Charras sur la migration de l'anguille - Compte rendu des expériences réalisées. Pôle Eco hydraulique - ONEMA - Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, 12 p.
- LARINIER M., 1992.** Le franchissement des buses, des seuils en enrochements et des ouvrages estuariens. Bull. Fr. Pêche Pisc., 326-327 : pp 111-124.
- LAURONCE V., SUSPERREGUI N., 2006.** Rapport d'étape N°2 INDICANG Bassin Gironde Garonne Dordogne. MI.GA.DO., AADPPEDG, 29 p.
- LAURONCE V. et al., 2013.** Actions pour la sauvegarde de l'anguille européenne sur le Bassin Gironde-Garonne-Dordogne et mis en place de rivières pilotes. Actions 2012. Rapport MIGADO 20GD-13-RT, 273 p.
- LEFEUVRE J.C. et al., 2003.** Biodiversity in salt marshes: from the patrimonial value to the ecosystem functioning: the case study of the Mont Saint-Michel Bay. Compte-rendu Biologie, 326, 125-131.
- LEPAREUR F., NOËL P., 2009.** Evaluation de la qualité écologique des marais atlantiques à usage aquacole en Charente-Maritime. Rapport SPN 2010/ 2, MNHN, Paris, 113 pages.

MANN K. H., 1982. Ecology of coastal waters. University of California press, Los Angeles, 322 p.

MARCHAND J., ELIE P., 1983. Contribution à l'étude des ressources benthodémersales de l'estuaire de la Loire. Rapport du CSEEL, 160p.

MORIARTY C., 1996. The decline in catches of European elver 1980-1992. Arch. Pol. Fish. 4 : 245-248.

RIGAUD C. et al., 2014. Les civelles face à deux ouvrages latéraux de l'estuaire de la Charente. Tests de modalités de gestion ou d'aménagement visant à améliorer la franchissabilité de ces ouvrages. Bilan des suivis 2010-2013. Rapport du Pôle Eco-hydraulique de Toulouse (Onema-Irstea-Imft), 92 p.

SÖRENSEN P. W., BIANCHINI M., 1986. Environmental correlates of the freshwater migration of elvers of the American eel in a Rhode Island brook. Transactions of the American Fisheries Society 115(4): 256-268.

VERGER F., 2005. Marais maritimes et estuaires du littoral français. Paris, 335 p.

Webographie

<http://colloque-zoneshumides-hydraulique.oieau.fr>

<http://inpn.mnhn.fr>

http://www.bassin-de-mareennes.com/uploads/tx_sqlipublications/PAT_Brouage-Seudre.pdf

<http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/Fleuves-et-rivieres-soumis-a-maree.html>

www.eau-mer-fleuves.cerema.fr

<http://www.sageseudre.fr/>

<http://www.migrateurs-loire.fr/>

Liste des annexes

Annexe 1 : Données cadastrales du marais salé de la Seudre	28
Annexe 2 : Photographies des canalisations rencontrées sur les marais	28
Annexe 3 : Présentation de l'anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i>)	29
Annexe 4 : Cartographie des sites échantillonnés sur le marais.....	31
Annexe 5 : Modélisation des types de prises d'eau principales rencontrées sur le marais.....	34
Annexe 6 : Coupes transversales du mode surverse des fossés suivis en 2015.....	36
Annexe 7 : Période d'utilisation des sondes enregistreuses.....	39
Annexe 8 : Données des suivis civelles.....	40
Annexe 9 : Fonctionnement hydraulique des fossés à poissons.....	43
Annexe 10 : Résultats des ACP et des tests non paramétriques réalisés	48
Annexe 11 : Résultats des estimations des entrées de civelles sur l'ensemble du marais salé de la Seudre en 2015	49
Annexe 12 : Résultats de la pêche professionnelle et de la passe à civelles à Saujon sur la saison 2014/2015	50
Annexe 13 : Photographie d'un bongo muni d'un courantomètre mécanique ® IAV et d'un tamis ® INDICANG	52

Annexe 1 : Données cadastrales du marais salé de la Seudre

Communes	Nb Prises de marais	Superficie totale en eau du marais (Ha)	Clares	Fossés à poissons	Tonnes
			Superficie en eau (Ha)	Superficie en eau (Ha)	Superficie en eau (Ha)
Marennes	45	253,4	223,11	30,32	0
Saint Just Luzac	92	508,8	291,03	170,67	47,13
Nieulle sur Seudre	57	559	168,04	345,94	45,18
Le Gua	64	336	95,69	240,79	0
Total Rive droite	258	1 657,2	777,87	787,72	92,31
L'Eguille	30	82,8	49,72	33,11	0
St Sulpice de Royan	24	46,7	3,51	43,23	0
Mornac sur Seudre	27	279,6	143,86	111,82	23,95
Breuillet	10	86,4	67,79	18,57	0
Chaillevette	29	92	74,79	17,29	0
Etaules	8	71,4	70,63	0,8	0
Arvert	39	224	218,42	5,43	0,09
La Tremblade	39	271,2	262,13	9,09	0
Total Rive Gauche	206	1 154,1	890,85	239,33	24,04

Annexe 2 : Photographies des canalisations rencontrées sur les marais



Les canalisations à ciel ouvert (type pêcherie), sont peu fréquentes sur le marais salé de la Seudre (Goutx Van Maële, 1986). Ces canalisations sont rencontrées majoritairement sur le bassin d'Arcachon où les entrées d'eau sont plus importantes qu'en marais.



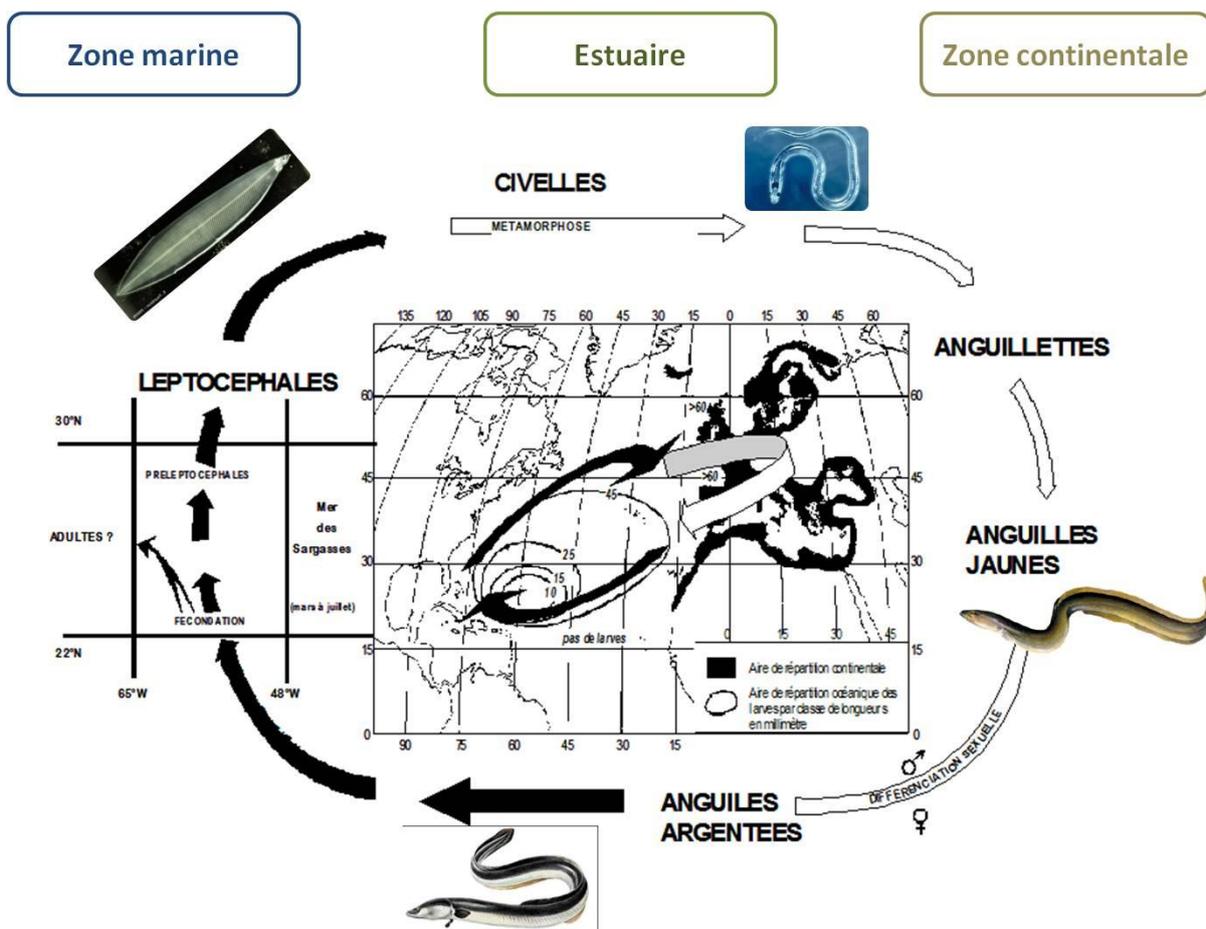
Photographie d'un moine en béton côté fossé et d'une déraser en bois, glissée dans les feuillures du moine et permettant de maintenir un niveau d'eau adéquat dans le fossé.

La prise d'eau de cet ouvrage est de type canalisation entérée (buse PVC). Ces types de canalisations et matériaux (PVC) est régulièrement rencontré sur l'ensemble du marais.



La déraser (souvent en bois) permet de maintenir un niveau d'eau dans le fossé favorable pour la faune piscicole. A marée basse et en période de mortes eaux, le fossé se vide en partie (excédent d'eau accumulé lors de la maline). Un mince filet d'eau s'échappe du fossé créant ainsi un faible attrait. Cet attrait permet de concentrer les poissons aux abords de la prise d'eau et ainsi favoriser leur entrée dans le fossé lors du retour de la marée (Chalmel *et al.*, 2005).

Annexe 3 : Présentation de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*)



Cycle biologique de l'anguille européenne © Migrateurs Loire

❖ Ponte en mer

La zone de ponte des anguilles est très vaste et supposée se trouver entre 23 et 30°N et 47 et 48°W. D'après Schmidt (1925), la reproduction s'effectuerait à des profondeurs comprises entre 400 et 700 mètres mais en 1979, Robins *et al.*, (in Briand C., 2009) ont observé une anguille à 2 000 mètres de profondeur au large des Bahamas. Une femelle peut pondre entre 0,7 et 2,6 millions d'œufs en fonction de sa taille (en moyenne 1 million d'œufs par kg de femelle).

Il existe un isolement reproducteur entre les deux espèces (*anguilla anguilla* et *Anguilla rostra* qui se reproduisent sur cette aire, à l'exception de l'occurrence inexplicquée d'hybrides des deux espèces en Islande (Avisé, 2003 ; Albert, 2006 ; Albert *et al.*, 2006 in Briand C., 2009).

❖ Phase Leptocéphales

Il existe peu d'informations sur le développement embryonnaire des anguilles et aucun œuf n'a été récolté sur l'aire de reproduction jusqu'à présent. La larve, appelée leptocéphale, naît au niveau de la zone frontale subtropicale dans la mer des Sargasses. Les petites larves ont été trouvées sur la zone de ponte entre février et avril. Sur cette même période, des larves de leptocéphale plus grandes sont trouvées dans l'ensemble de l'Atlantique Nord (Tesch, 2003). Elles ont une forme en "feuilles de saule", possèdent des dents (3 à 20 dents d'après Bertin (1951)). Elles s'alimenteraient sur la matière organique en suspension provenant de plancton gélatineux (cnidaires et tuniciers pélagiques) (Mochioka et Iwamizu, 1990 ; Westerberg 1990 ; Suzuki *et al.*, 2001 in Briand C., 2009) et des pelotes fécales de zooplancton (Mochioka et Iwamizu, 1990 ; Otake *et al.*, 1993 in Briand C., 2009).

Afin d'arriver sur les côtes européennes, les larves sont portées de façon passive par les courants océaniques, elles effectuent des migrations verticales pouvant aller jusqu'à 600 mètres de profondeur (Tesch, 1982). Une fois proche du talus continental, après une période de vie en mer d'un an environ, les larves de leptocéphales vont se transformer en civelles (Lecomte, 1991 in Adam et al., 2008).

❖ **Stade civelle**

La métamorphose des larves leptocéphales en civelles provoque des changements comportementaux. Les larves cessent de s'alimenter et diminuent en taille et poids humide (Pfeiler, 1999 in Briand C., 2009). Elles perdent également la compression latérale typique (Hulet et Robins, 1989 in Briand C., 2009), catabolisent leur matrice gélatineuse stockée tout au long de leur migration en mer et modifient leur équilibre osmotique en calcium, chlorure et sodium (Pfeiler, 1986 et 1999 in Briand C., 2009). Le système visuel diminue également (Tomoda et Uematsu, 1996 in Briand C., 2009). La transition entre le milieu marin et le milieu continental provoque des changements morphologiques (taille, poids, coefficient de condition, pigmentation) et physiologiques (hormonal, reprise de l'alimentation, croissance, osmorégulation) (Elie et Rochard, 1994).

Le stade civelle prend en compte tous les stades de développement depuis la fin de la métamorphose des leptocéphales à la métamorphose en anguille jaune (pigmentation complète de l'individu).

❖ **Le recrutement estuarien des civelles**

L'arrivée des civelles se déroule en deux phases : la phase estuarienne (pleine saison d'octobre à mai d'après Elie, 1979 et Cantrelle, 1981) et la phase fluviale (Feunteun *et al.*, 2003). Lors de la phase estuarienne, la civelle est transparente, peu pigmentée et ne s'alimente pas, et est portée par l'onde de marée (migration portée, Gascuel, 1987). Au fur et à mesure de sa migration dans l'estuaire, elle va se pigmenter, reprendre son alimentation et sera capable de nager (migration active, Gascuel, 1987) afin d'atteindre la limite marine-fluviale.

❖ **Stade d'anguille jaune**

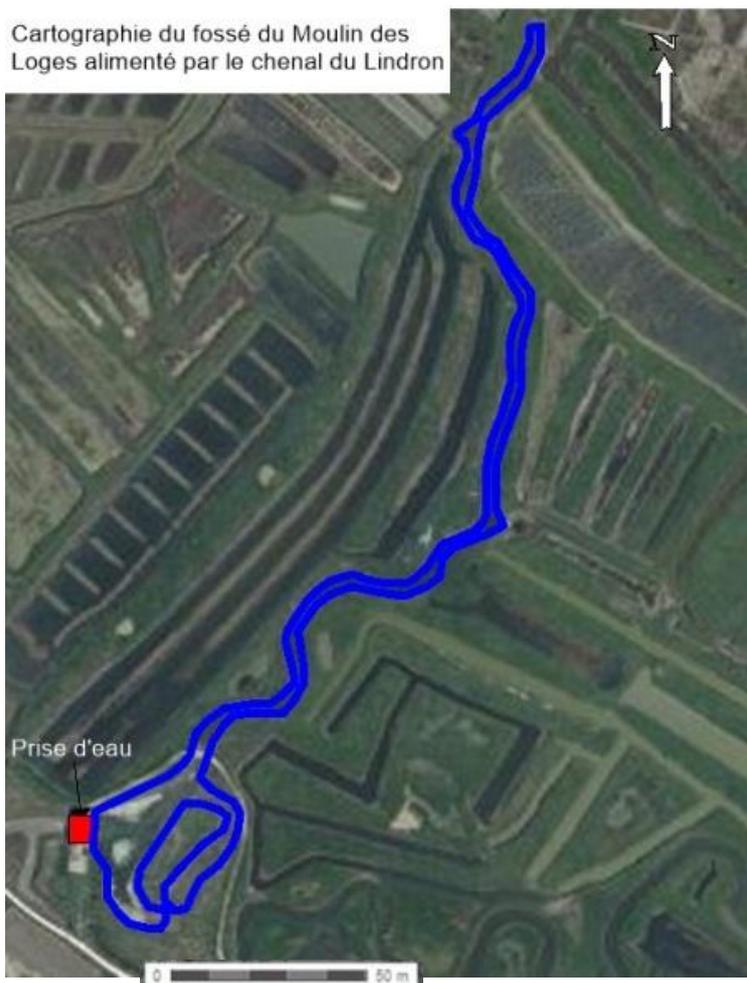
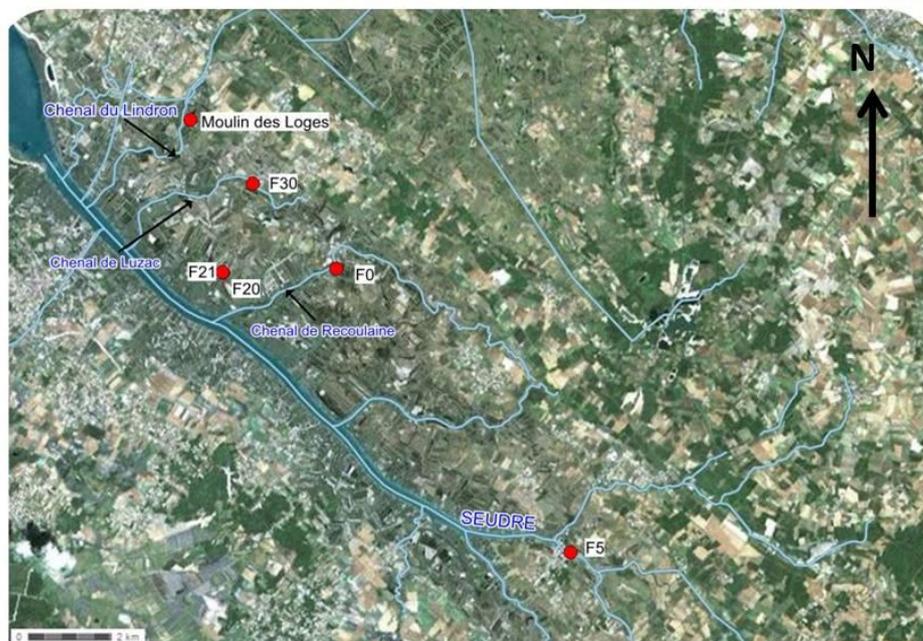
Le stade anguille jaune intervient après la migration de colonisation. Tous les milieux aquatiques continentaux et côtiers (marais, fleuves, rivières, lacs, étangs) peuvent être colonisés par les anguilles jaunes. Cette phase, plus ou moins longue (de 3 à 20 ans), est entièrement orientée vers la croissance. Les anguilles jaunes sont sédentaires et se déplacent de façon ponctuelle, pour l'alimentation en association avec la ségrégation de l'habitat. La croissance, très variable, est de 10 à 100 mm par an selon les individus, leur âge, la densité et les habitats dans lesquels ils vivent. (www.migrateurs-loire.fr)

❖ **Stade d'anguille argentée**

Au terme de cette phase de croissance, les anguilles jaunes subissent une seconde métamorphose, afin de se transformer en anguille argentée. De nombreuses modifications morphologiques et physiologiques interviennent : la ligne latérale devient très contrastée, coloration sombre sur la partie supérieure et claire sur la partie abdominale, l'œil augmente de diamètre, les nageoires pectorales se développent en même temps que l'épaisseur de la peau, il y a une accumulation de graisse et un arrêt de la nutrition (www.migrateurs-loire.fr).

Cette dernière transformation intervient au bout d'une durée très variable selon le site et les individus : 3 à 14 ans pour les mâles et 6 à 20 ans pour les femelles. La longueur de l'individu caractériserait son sexe. Les anguilles argentées entament en automne leur migration catadrome pour aller se reproduire par fécondation externe dans la mer des Sargasses (www.migrateurs-loire.fr).

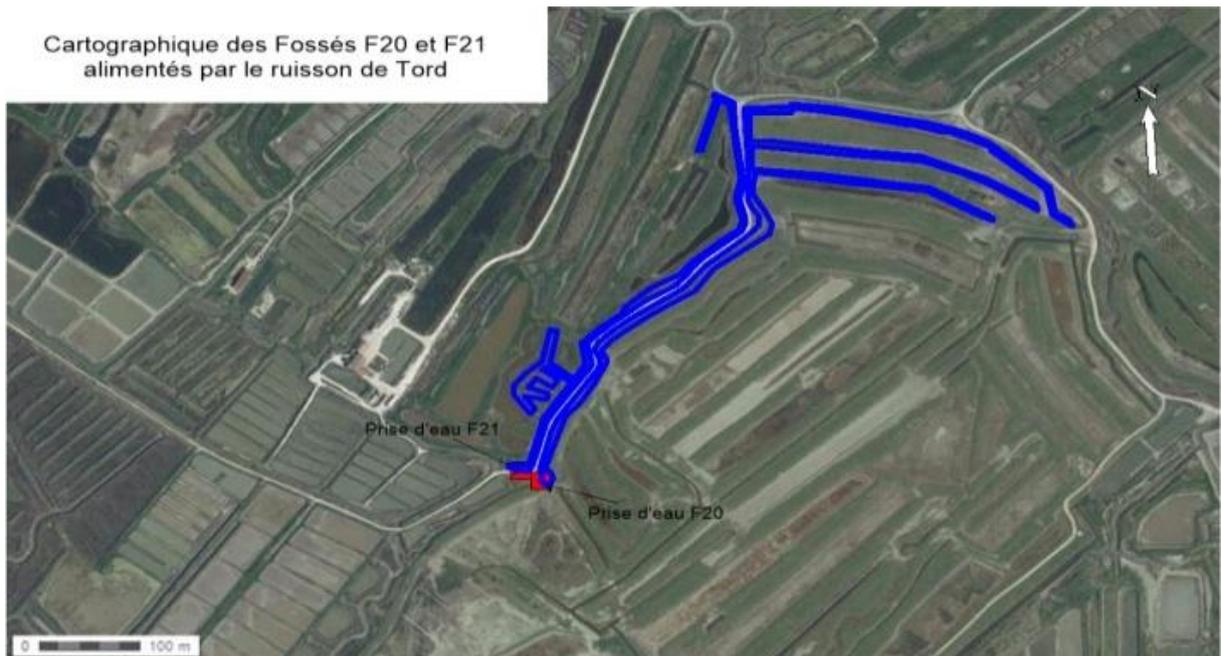
Annexe 4 : Cartographie des sites échantillonnés sur le marais



Cartographie du fossé F30 alimenté par le chenal de Luzac



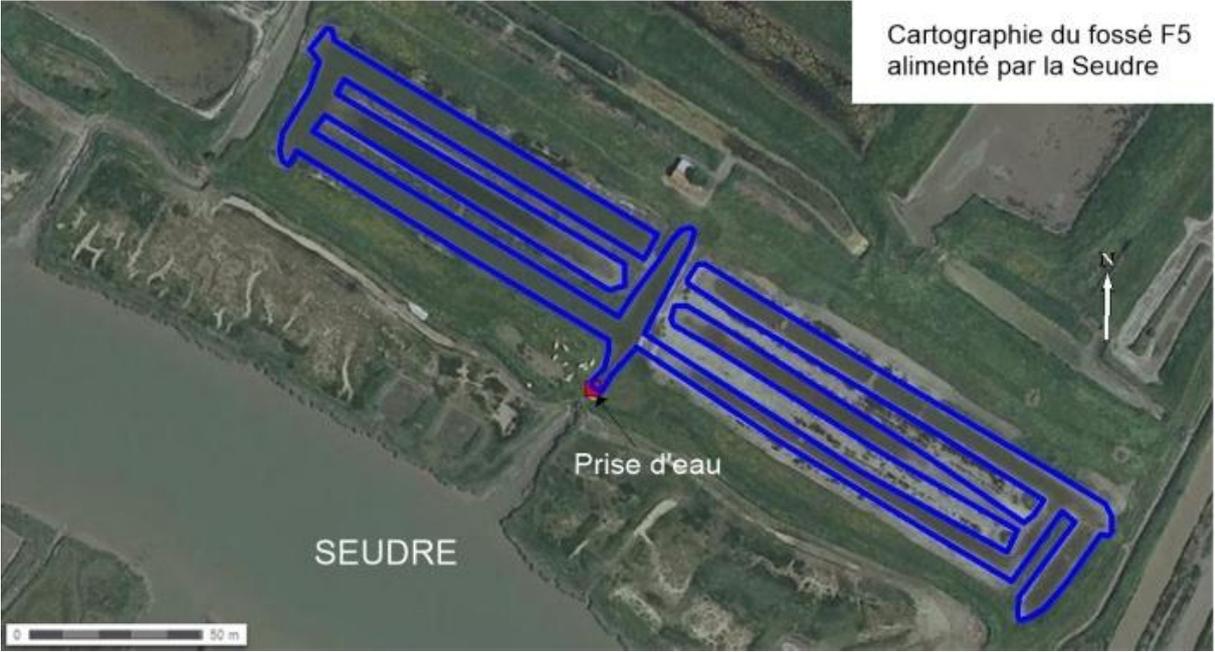
Cartographie des Fossés F20 et F21 alimentés par le ruisson de Tord



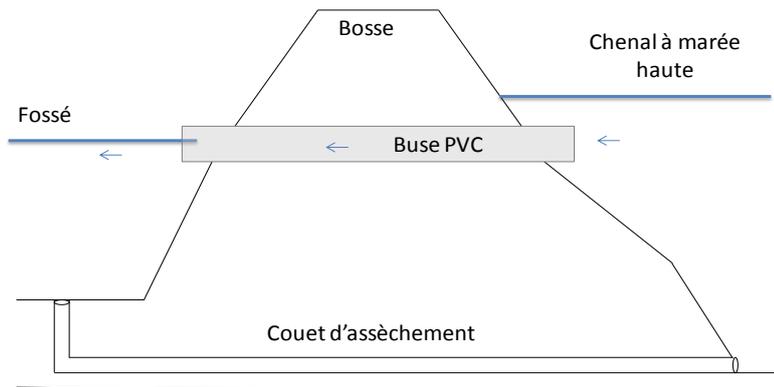
Cartographie du Fossé F0 alimenté par le Chenal de Recoulaine



Cartographie du fossé F5 alimenté par la Seudre

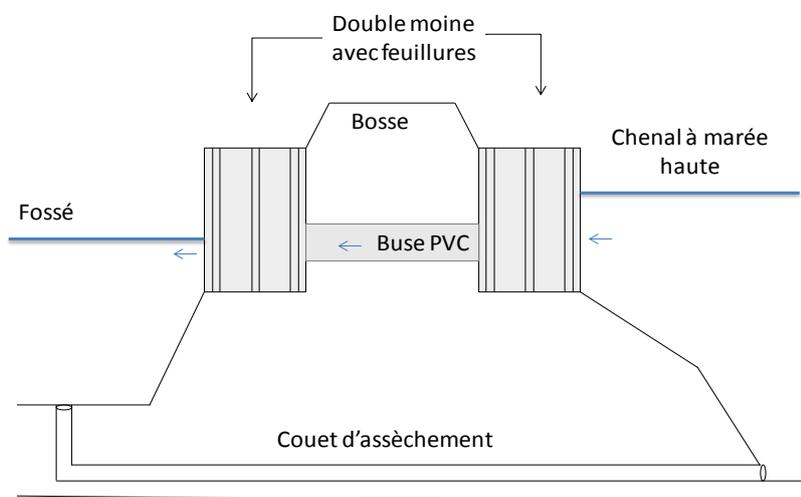


Annexe 5 : Modélisation des types de prises d'eau principales rencontrées sur le marais



Fossé sans ouvrage de prise d'eau.

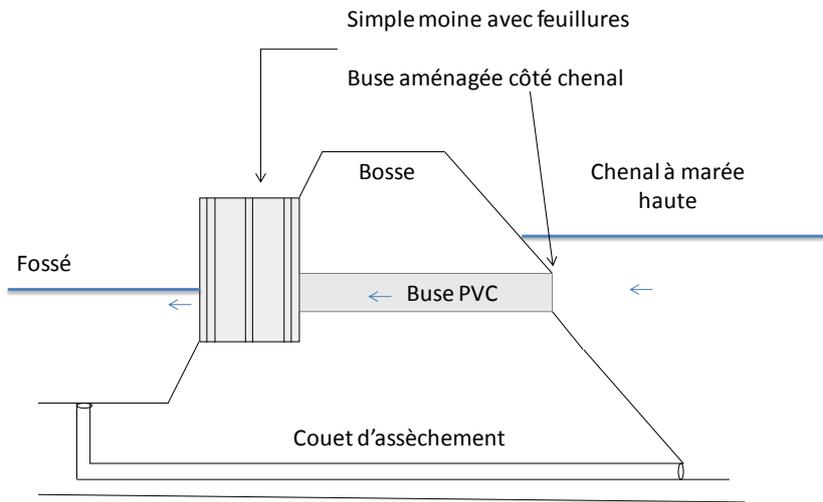
Alimentation en eau uniquement par une buse en PVC. Ce type de prise d'eau sert à gérer les niveaux d'eau.



Présence d'un double moine avec feuillures côté chenal et fossé.

Alimentation par une buse en PVC ou par une chambre intérieure en béton ou ancienne pierre de taille.

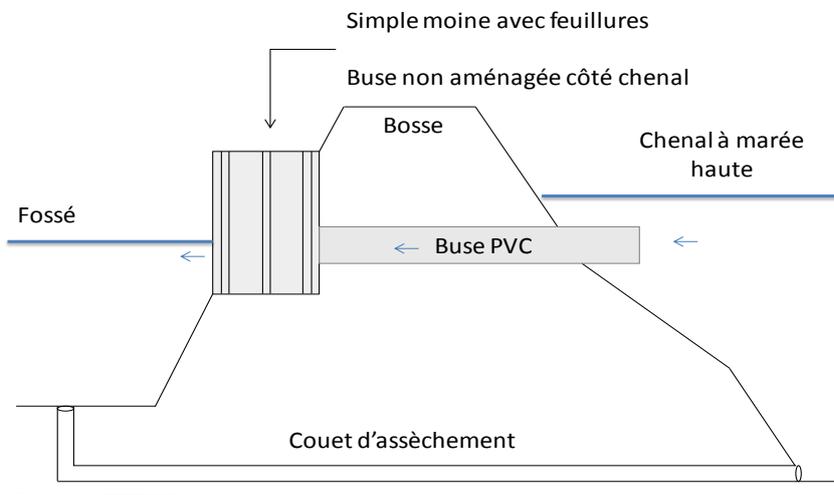
Une ou plusieurs dérases en bois peuvent être mises côté chenal et/ou côté fossé afin de maintenir un niveau d'eau optimal dans le fossé.



Présence d'un moine côté fossé.

Alimentation par une buse en PVC aménagée côté chenal. Elle peut être surélevée par rapport au fond du chenal ou au contraire posée sur le fond. L'entrée de la buse est encerclée par un matériau afin de favoriser l'entrée des poissons dans le fossé.

Un aménagement était souvent requis afin de maintenir de façon pérenne la bosse.



Présence d'un moine côté fossé.

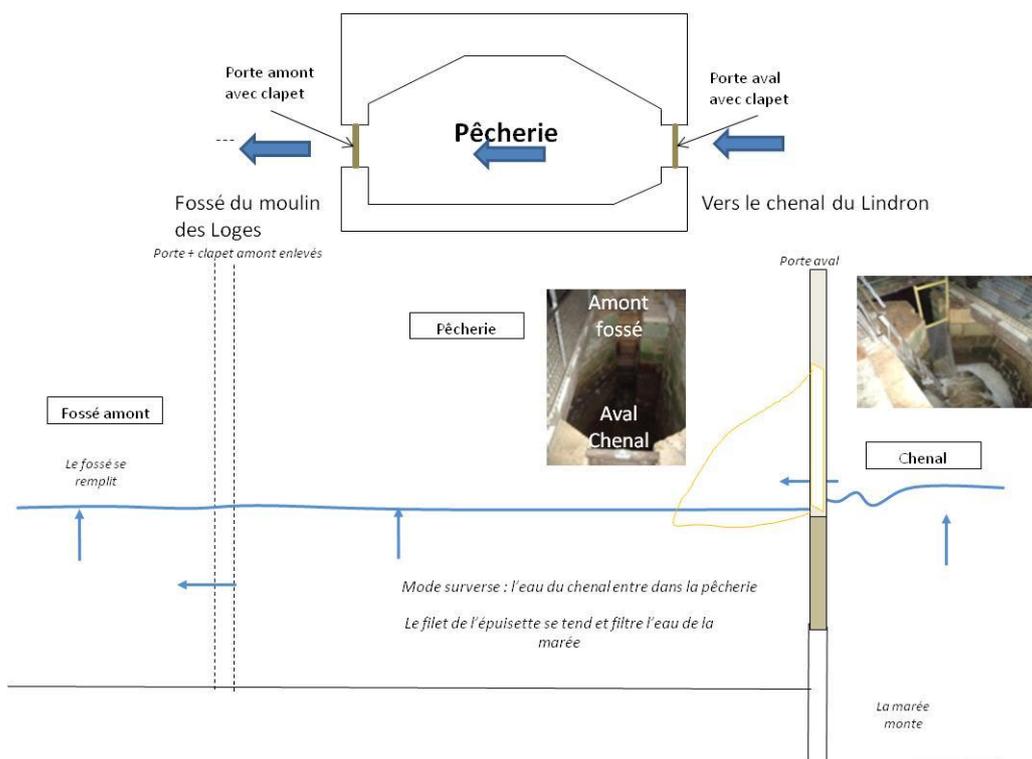
Alimentation par une buse en PVC non aménagée côté chenal.

La buse ressort de la bosse.



Annexe 6 : Coupes transversales du mode surverse des fossés suivis en 2015

Moulin des Loges



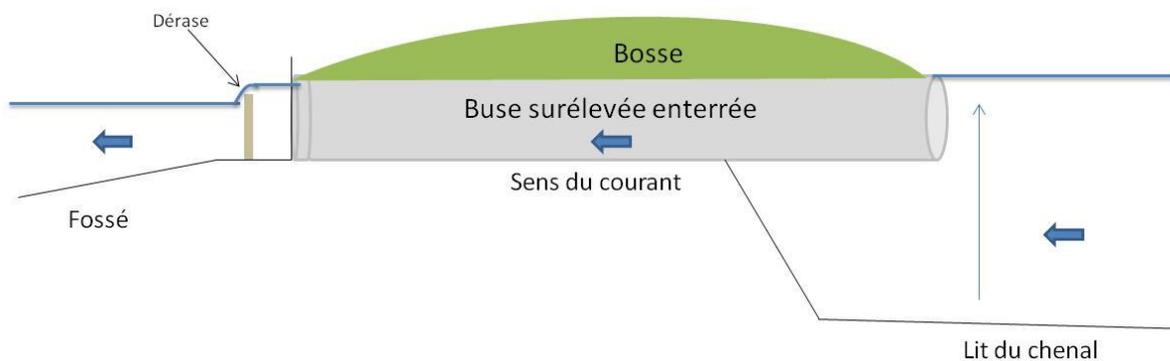
F30



Fossé



Chenal de Luzac



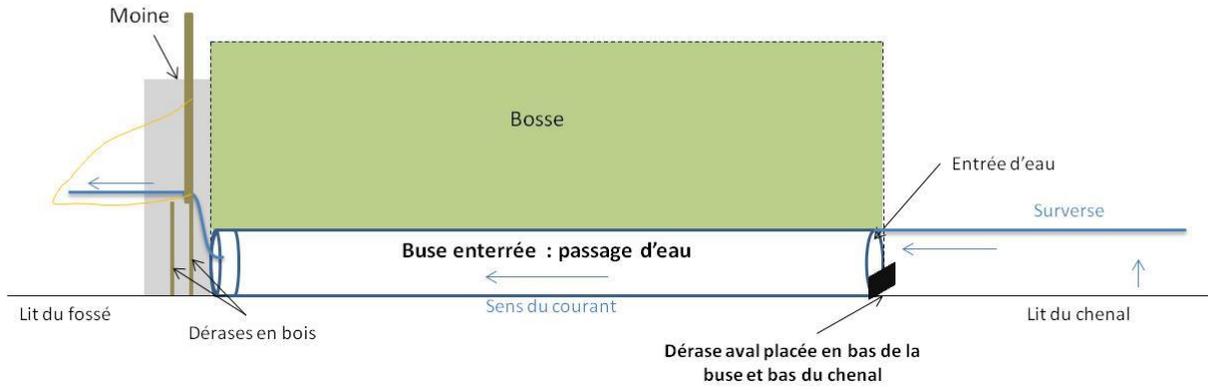
F20



Fossé



Ruisson de Tord



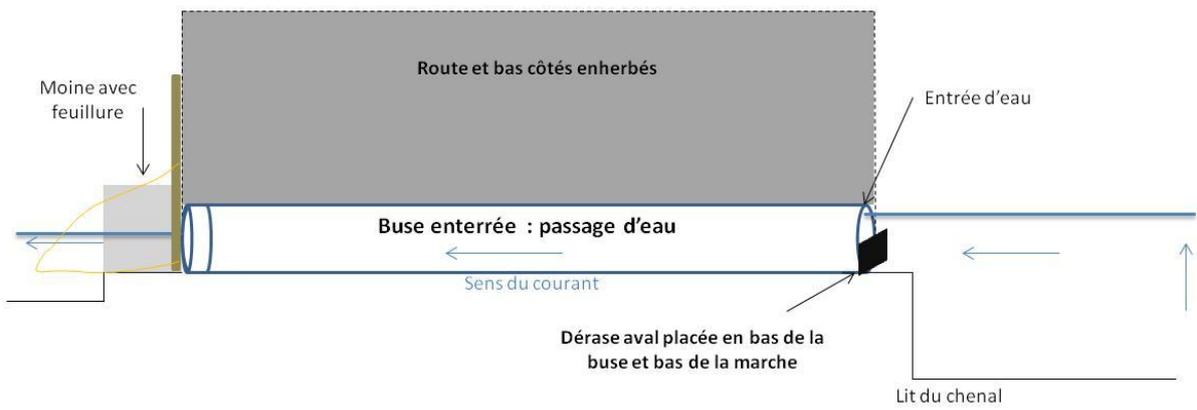
F21



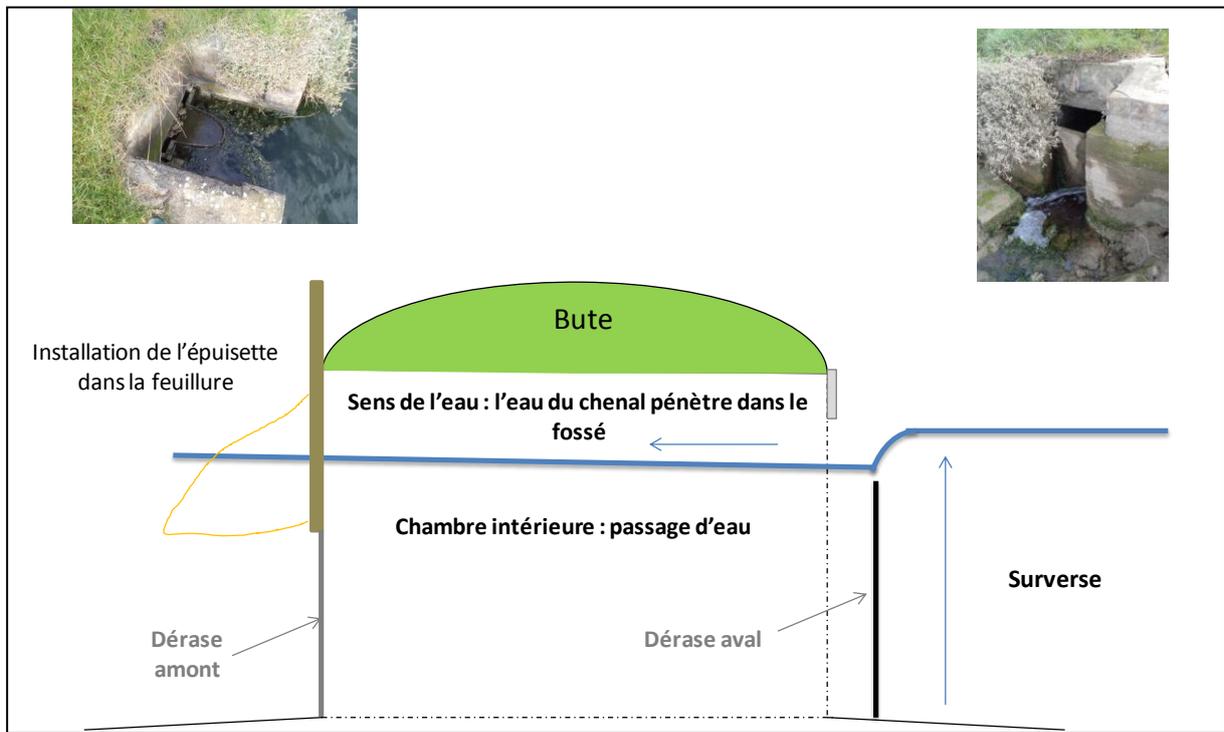
Fossé



Ruisson de Tord



F0



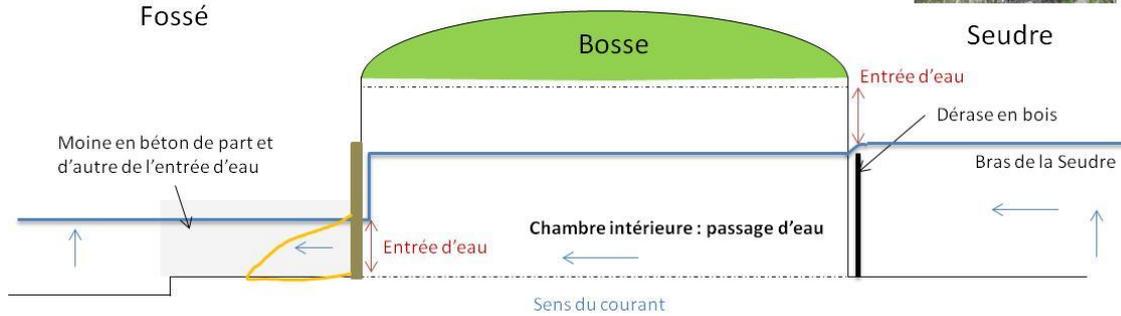
F5



Fossé



Seudre



Annexe 7 : Période d'utilisation des sondes enregistreuses

Sites	Période pose sonde	Phase lunaire
Moulin des Loges	Maline du 15 au 23 avril 2015	Nouvelle lune
F20	Maline du 2 au 9 avril 2015 Début de maline du 26 juin au 2 juillet 2015	Pleine lune Pleine lune
F21	Maline du 11 au 26 mai 2015	Nouvelle lune
F0	Maline du 17 au 23 avril 2015 Début maline du 26 juin au 2 juillet 2015	Nouvelle lune Pleine lune
F5	Maline du 13 au 26 mai 2015	Nouvelle lune

Annexe 8 : Données des suivis civelles

Site	Date	Amont/Aval	Distance à la Seudre (m)	Type d'ouvrage	Paramètres abiotiques			
					Coefficient de marée	Lune	Température moyenne chenal	Salinité moyenne chenal
MDL	22-janv	Aval	4600	0	109	Nouvelle	6,9	27
MDL	05-févr	Aval	4600	0	86	Pleine	3,3	16,6
MDL	19-févr	Aval	4600	0	109	Nouvelle	7,6	25,4
MDL	05-mars	Aval	4600	0	82	Pleine	13,25	12,42
MDL	06-mars	Aval	4600	0	86	Pleine	8,7	15
MDL	18-mars	Aval	4600	0	89	Nouvelle	12,8	20,7
F20	19-mars	Aval	1700	5	97	Nouvelle	12,03	26,2
MDL	20-mars	Aval	4600	0	110	Nouvelle	9,9	26,14
F20	23-mars	Aval	1700	5	111	Nouvelle	7,4	24,6
F21	23-mars	Aval	1700	6	111	Nouvelle	7,6	24,6
F0	24-mars	Aval	4900	9	98	Premier quartier	9,8	23,3
MDL	03-avr	Aval	4600	0	79	Pleine	12,46	22,68
F20	03-avr	Aval	1700	5	79	Pleine	11,3	22
F21	03-avr	Aval	1700	6	79	Pleine	12,6	21,6
F30	07-avr	Aval	4900	8	87	Dernier quartier	9,96	26,4
F0	17-avr	Aval	4900	9	95	Nouvelle	15,5	27,85
F20	20-avr	Aval	1700	5	112	Nouvelle	14,5	25,6
F21	20-avr	Aval	1700	6	112	Nouvelle	14,5	25,4
F5	21-avr	Amont	80	9	105	Nouvelle	15,3	13,7
MDL	04-mai	Aval	4600	0	85	Pleine	16,7	21,8
F0	18-mai	Aval	4900	9	101	Nouvelle	/	/
F20	18-mai	Aval	1700	5	101	Nouvelle	17	23,7
F21	18-mai	Aval	1700	6	101	Nouvelle	17	23,7
MDL	19-mai	Aval	4600	0	101	Nouvelle	17,5	/
F5	19-mai	Amont	80	9	101	Nouvelle	17	12,85

Les lignes en vert correspondent aux suivis avec la chaussette, les lignes en jaunes correspondent aux deux suivis de jour au Moulin des Loges.

Site	Date	Données biologiques				Données hydrologiques	
		Nombre civelles capturées sur le suivi	Taille (mm) moyenne lot civelles	Estimation du nombre de civelles échappées sur le suivi	Densité civelles capturées et estimées/m ³	Débit moyen marée (m ³ /s)	Volume total (m ³)
MDL	22-janv	145	69,7	134,5	0,125	0,14	2238,92
MDL	05-févr	20	69,5	20	0,211	0,028	189,5
MDL	19-févr	335	71,2	332	0,575	0,09	1159,71
MDL	05-mars	2	69	/	/	/	/
MDL	06-mars	86	70,3	77,5	0,458	0,05	357,18
MDL	18-mars	1	63	/	/	/	/
F20	19-mars	43	68,3	34,5	0,083	0,06	939
MDL	20-mars	182	68,2	175,5	0,058	0,51	6159,16
F20	23-mars	32	68,8	29	0,079	0,06	772
F21	23-mars	7	68,8	7	0,020	0,05	688
F0	24-mars	6	65	5,5	0,016	0,07	728
MDL	03-avr	40	68,1	39,5	0,125	0,08	638,4
F20	03-avr	15	67,6	15	0,050	0,05	602
F21	03-avr	23	67,6	21	0,087	0,06	505
F30	07-avr	0	/	0	0,000	0,11	857
F0	17-avr	0	/	0	0,000	0,09	1116
F20	20-avr	23	68,6	21,5	0,040	0,07	1108
F21	20-avr	7	68,6	6,5	0,021	0,04	642
F5	21-avr	51	67,4	36	0,209	0,03	416
MDL	04-mai	6	65,5	6	0,007	0,2	1710,09
F0	18-mai	0	/	0	0,000	0,09	1067
F20	18-mai	1	72	1,5	0,003	0,06	978
F21	18-mai	1	75	1	0,004	0,04	562
MDL	19-mai	5	70,4	4,5	0,003	0,37	3716,01
F5	19-mai	14	64,7	12	0,061	0,03	425

Les lignes en vert correspondent aux suivis avec la chaussette, les lignes en jaunes correspondent aux deux suivis de jour au Moulin des Loges.

Site	Date	Temps de remplissage	Heure PM La Rochelle	Heure surverse (arrivée front salé)	Heure réelle PM sur site (Etal)	Décalage entre surverse et Etal
MDL	22-janv	4h25	5h50	4h00	6h45	2h45
MDL	05-févr	1h52	5h19	4h48	5h40	52 min
MDL	19-févr	3h40	4h52	3h30	3h50	58 min
MDL	05-mars	1h24	16h30	16h22	17h46	1h24
MDL	06-mars	1h49	4h55	4h19	5h10	51 min
MDL	18-mars	2h33	15h32	14h23	15h39	1h16
F20	19-mars	4h19	3h49	2h03	4h05	2h02
MDL	20-mars	3h22	4h33	2h58	5h10	2h12
F20	23-mars	3h20	6h30	4h40	7h00	2h20
F21	23-mars	4h08	6h30	4h50	7h05	2h15
F0	24-mars	3h01	7h05	6h14	7h28	1h14
MDL	03-avr	2h13	5h03	4h12	5h12	1h00
F20	03-avr	3h13	5h03	3h33	5h18	1h45
F21	03-avr	2h26	5h03	3h47	5h15	1h28
F30	07-avr	2h04	6h51	6h16	7h11	55 min
F0	17-avr	3h25	4h28	3h14	5h20	2h06
F20	20-avr	4h40	6h32	4h35	7h05	2h30
F21	20-avr	4h00	6h32	4h48	7h00	2h12
F5	21-avr	3h23	7h07	5h55	7h20	1h25
MDL	04-mai	2h22	5h32	4h27	5h57	1h30
F0	18-mai	3h16	5h36	4h34	6h34	2h00
F20	18-mai	4h20	5h36	3h45	6h00	2h15
F21	18-mai	3h50	5h36	3h55	6h00	2h05
MDL	19-mai	2h49	6h15	5h01	7h01	2h00
F5	19-mai	3h25	6h15	4h55	6h35	1h40

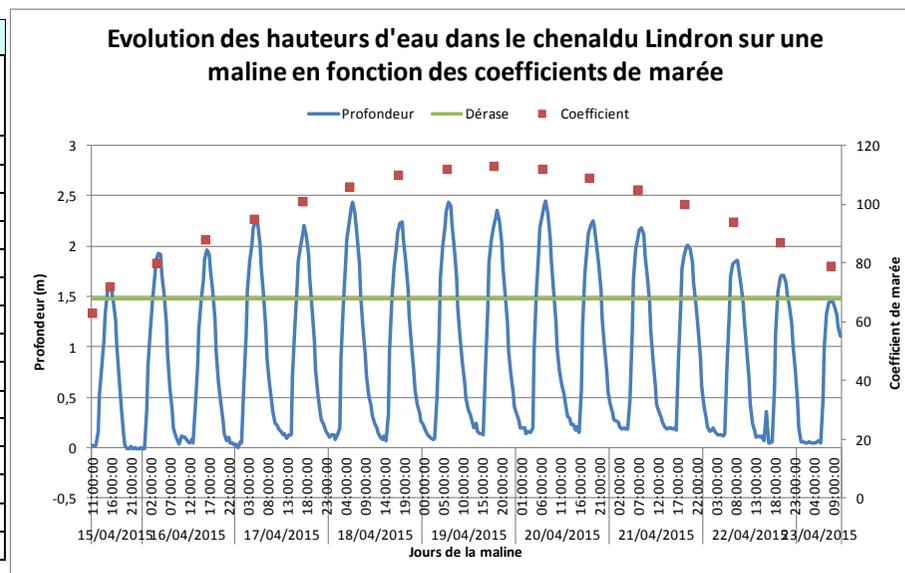
Les lignes en vert correspondent aux suivis avec la chaussette, les lignes en jaunes correspondent aux deux suivis de jour au Moulin des Loges.

Annexe 9 : Fonctionnement hydraulique des fossés à poissons

Le moulin des Loges

La pêche commence à boire à partir d'un coefficient de 72. Les valeurs de débit et de volume pour chaque marée sont présentées dans le tableau ci dessous. Ce suivi a permis de connaître le temps de remplissage du fossé en fonction du coefficient et pour chaque marée et de connaître le nombre de jours où le fossé boit pour pouvoir estimer un taux d'échappement des civelles dans le marais.

Moulin des Loges						
Date	Coefficient de marée	Temps remplissage (heure) marée	Temps remplissage (seconde) marée	Heure de PM LR	Débit moyen par marée	Volume moyen par marée
15-avr	72	1h30	5 400	15h23	0,04	198,00
16-avr	80	3H00	10 800	3h40	0,15	1656,00
	88	3h05	11 100	16h11	0,16	1794,50
17-avr	95	4h15	15 300	4h28	0,30	4624,00
	101	4h00	14 400	16h55	0,28	4068,00
18-avr	106	4h25	15 900	5h13	0,44	7049,00
	110	4h10	15 000	17h34	0,34	5043,75
19-avr	112	4h35	16 500	5h54	0,46	7663,33
	113	4h30	16 200	18h11	0,40	6408,00
20-avr	112	4h40	16 800	6h32	0,32	7358,40
	109	3h55	14 100	18h44	0,44	4825,33
21-avr	105	4h05	14 700	7h07	0,34	4704,00
	100	3h50	13 800	19h15	0,23	3114,86
22-avr	94	3H05	11 100	7h41	0,14	1517,00
	87	2H55	10 500	19h44	0,06	630,00



Estimation du nombre de marée "de nuit" où le fossé a bu :

Janvier 2015	Février 2015	Mars 2015	Avril 2015	Mai 2015
13	14	15	14	13

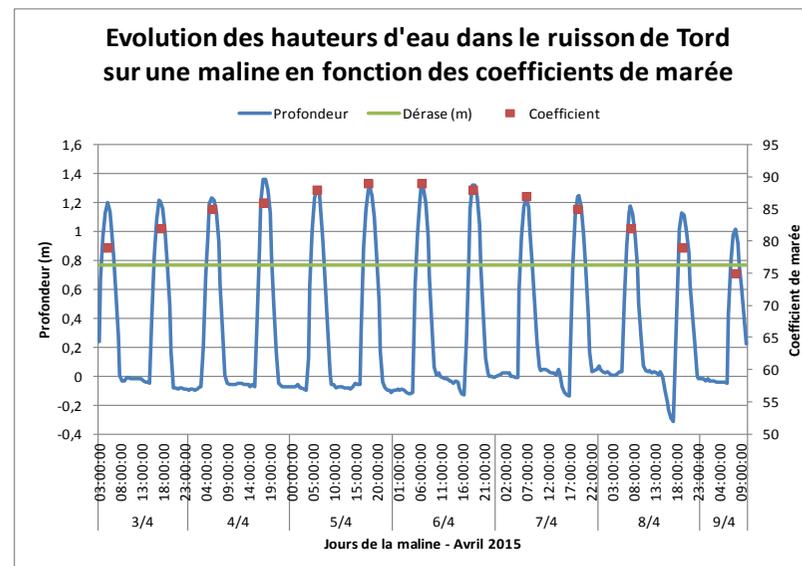
Le fossé F30

Sur ce fossé, le suivi hydraulique n'a pas été réalisé.

Le fossé F20

Le fossé F20 commence à boire à partir d'un coefficient de 40. Les valeurs de débit et de volume pour chaque marée sont présentées dans le tableau ci dessous. Ce suivi a permis de connaître le temps de remplissage du fossé en fonction du coefficient et pour chaque marée et de connaître le nombre de jours où le fossé boit pour pouvoir estimer un taux d'échappement des civelles dans le marais.

F20						
Date	Coefficient de marée	Temps remplissage (heure) marée	Temps remplissage (seconde) marée	Après Midi LR	Débit moyen par marée estimé / suivis nuits	Volume moyen par marée
03-avr	79	4h00	14400	5h03	0,05	690
	82	4h05	14 700	17h14	0,05	715
04-avr	85	4h00	14 400	5h29	0,05	718
	86	3h55	14 100	17h40	0,05	726
05-avr	88	4h00	14 400	5h56	0,05	724
	89	3h55	14 100	18h08	0,05	717
06-avr	89	4h00	14 400	6h23	0,05	729
	88	3h45	13 500	18h37	0,05	711
07-avr	87	3h50	13 800	6h51	0,05	652
	85	3h40	13 200	19h07	0,05	673
08-avr	82	3h45	13 500	7h22	0,05	619
	79	3h40	13 200	19h41	0,05	629
09-avr	75	3h20	12 000	7h57	0,05	543



Estimation du nombre de marée "de nuit" où le fossé F20 a bu :

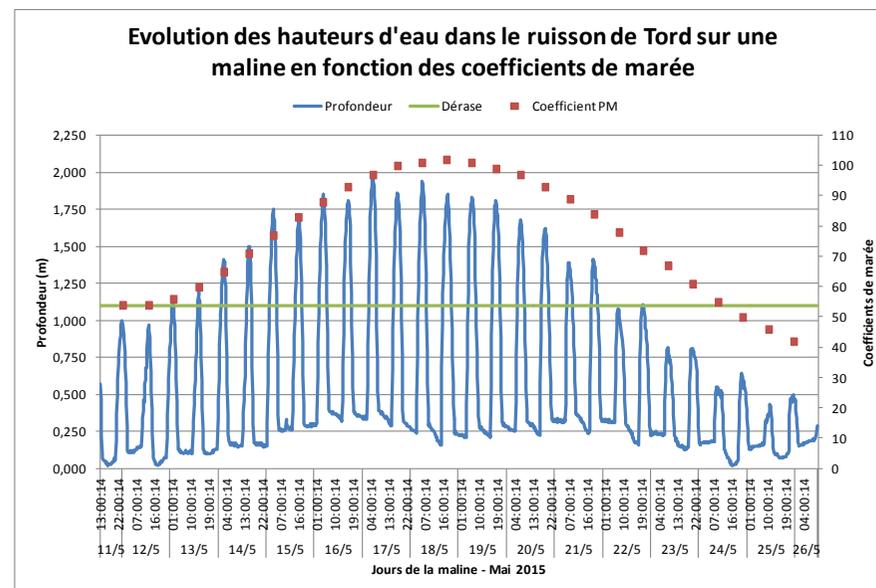
Janvier 15	Février 15	Mars 15	Avril 15	Mai 15
23	21	22	22	22

Le débit moyen sur l'ensemble de cette maline est de 50 L/s pour une ouverture d'environ 377 cm² côté chenal.

Le fossé F21

Le fossé F21 commence à boire à partir d'un coefficient de 60. Les valeurs de débit et de volume pour chaque marée sont présentées dans le tableau ci dessous. Ce suivi a permis de connaître le temps de remplissage du fossé en fonction du coefficient et pour chaque marée et de connaître le nombre de jours où le fossé boit pour pouvoir estimer un taux d'échappement des civelles dans le marais.

F21						
Date	Coefficient de marée	Temps remplissage (heure) marée	Temps remplissage (seconde) marée	PM LR	Débit moyen par marée	Volume moyen par marée
	60	1h10	4200	14:04	0,01	54
14-mai	65	2h15	8 100	02:22	0,02	193
	71	2h15	8 100	15:01	0,03	222
15-mai	77	3h30	12 600	03:19	0,04	443
	83	3h15	11 700	15:50	0,03	393
16-mai	88	4h00	14 400	04:09	0,04	545
	93	3h50	13 800	16:34	0,04	495
17-mai	97	4h00	14 400	04:54	0,04	601
	100	4h00	14 400	17:14	0,04	563
18-mai	101	3h50	13 800	05:36	0,04	572
	102	4h20	15 600	17:52	0,04	571
19-mai	101	4h10	15 000	06:15	0,04	555
	99	4h00	14 400	18:25	0,04	544
20-mai	97	3h35	12 900	06:50	0,03	449
	93	3h45	13 500	18:57	0,03	422
21-mai	89	2h50	10200	07:24	0,02	223
	84	3h10	11400	19:29	0,03	286



Estimation du nombre de marée "de nuit" où le fossé a bu :

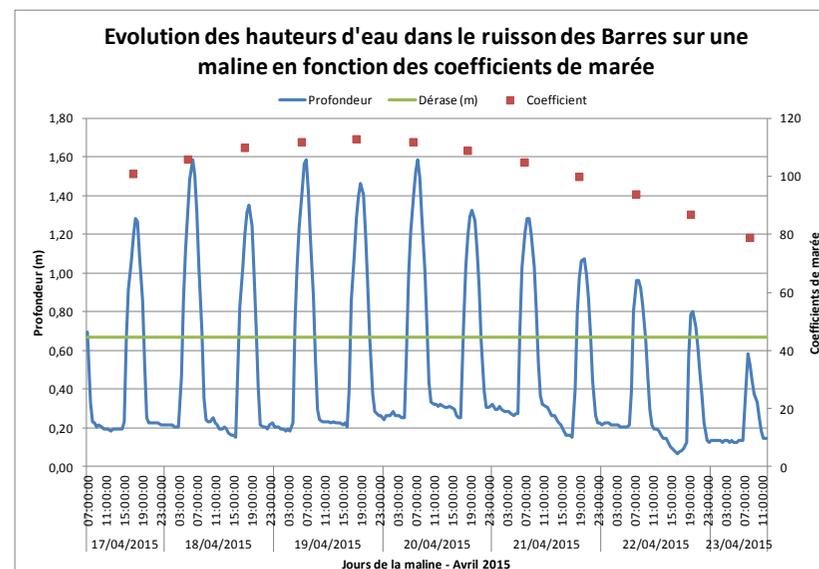
Janvier 15	Février 15	Mars 15	Avril 15	Mai 15
16	16	16	17	16

Le débit moyen sur l'ensemble de cette maline est d'environ 30 L/s pour une ouverture d'environ 377 cm² côté chenal.

Le fossé F0

Le fossé F0 commence à boire à partir d'un coefficient de 80. Le F0 boit entre 4 à 5 marées de nuit lorsque la lune est pleine et entre 6 à 8 marées lorsque la lune est nouvelle. Les valeurs de débit et de volume pour chaque marée sont présentées dans le tableau ci dessous. Ce suivi a permis de connaître le temps de remplissage du fossé en fonction du coefficient et pour chaque marée et de connaître le nombre de jours où le fossé boit pour pouvoir estimer un taux d'échappement des civelles dans le marais.

F0						
Date	Coefficient de marée	Temps remplissage (heure) marée	Temps remplissage (seconde) marée	PM LR	Débit moyen par marée	Volume moyen par marée
17-avr	101	3h35	12 900	16h55	0,08	1077
18-avr	106	4h20	15 600	5h13	0,09	1417
	110	3h55	14 100	17h34	0,08	1132
19-avr	112	3h55	14 100	5h54	0,09	1320
	113	4h15	15 300	18h11	0,08	1286
20-avr	112	4h30	16 200	6h32	0,10	1543
	109	4h05	14 700	18h44	0,08	1244
21-avr	105	3h50	13 800	7h07	0,08	1092
	100	3h15	11 700	19h15	0,06	722
22-avr	94	2h35	9 300	7h41	0,06	574
	87	1h50	6 600	19h44	0,04	269



Estimation du nombre de marée "de nuit" où le fossé a bu en 2015 :

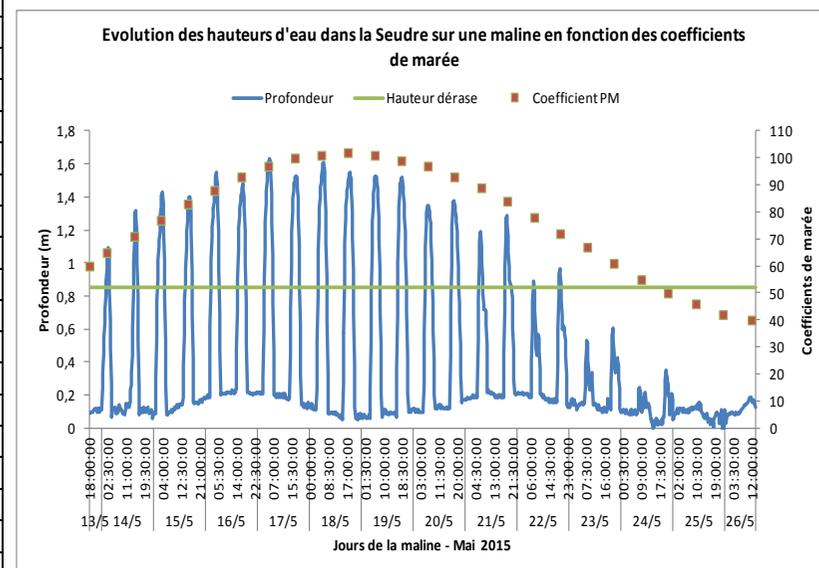
Janvier 15	Février 15	Mars 15	Avril 15	Mai 15
11	12	13	12	11

Le débit moyen sur l'ensemble de cette maline est d'environ 75 L/s pour une ouverture d'environ 360 cm² côté chenal.

Le fossé F5

Le fossé F5 commence à boire à partir d'un coefficient de 65. Les valeurs de débit et de volume pour chaque marée sont présentées dans le tableau ci dessous. Ce suivi a permis de connaître le temps de remplissage du fossé en fonction du coefficient et pour chaque marée et de connaître le nombre de jours où le fossé boit pour pouvoir estimer un taux d'échappement des civelles dans le marais.

F5						
Date	Coefficient de marée	Temps remplissage marée	Temps remplissage (seconde) marée	PM LR	Débit moyen par marée	Volume moyen par marée
14-mai	65	1h45	6 300	02:22	0,03	186
	71	2h00	7 200	15:01	0,04	252
15-mai	77	3h30	12 600	03:19	0,04	452
	83	3h05	11 100	15:50	0,04	394
16-mai	88	3h50	13 800	04:09	0,04	535
	93	3h45	13 500	16:34	0,04	511
17-mai	97	3h50	13 800	04:54	0,04	575
	100	3h55	14 100	17:14	0,04	554
18-mai	101	4h00	14 400	05:36	0,04	584
	102	4h10	15 000	17:52	0,04	591
19-mai	101	3h45	13 500	06:15	0,04	537
	99	4h00	14 400	18:25	0,04	557
20-mai	97	3h25	12 300	06:50	0,04	433
	93	3h25	12 300	18:57	0,04	439
21-mai	89	1h45	6300	07:24	0,03	199
	84	2h55	10500	19:29	0,03	320
22-mai	78	35 minutes	2100	07:59	0,02	51
	72	55 minutes	3300	20:03	0,03	87



Estimation du nombre de marée "de nuit" où le fossé a bu :

Janvier 15	Février 15	Mars 15	Avril 15	Mai 15
18	15	16	16	18

Le débit moyen sur l'ensemble de cette maline est d'environ 35 L/s pour une ouverture d'environ 200 cm² côté chenal.

Annexe 10 : Résultats de l'ACP et des tests non paramétriques réalisés

Résultats ACP sur les données de suivis sans les résultats du moulin des Loges

(Valeurs expliquant l'information des axes)

inertia	cum	ratio
3.417789953	3.417790	0.4272237
1.790893394	5.208683	0.6510854
1.079580181	6.288264	0.7860329
0.884579880	7.172843	0.8966054
0.572752158	7.745596	0.9681994
0.148209234	7.893805	0.9867256
0.101731327	7.995536	0.9994420
0.004463875	8.000000	1.0000000

Tableau récapitulatif des résultats des tests de Shapiro Wilk et de Kruskal Wallis

Analyse des critères	Test Shapiro-Wilk (Normalité)	Test Kruskal Wallis (non paramétrique)
Taille.moy~Site	W = 0.6228, p-value = 2.361e-06*	KW = 10.7994, p-value = 0.02891*
Taille.moy~Date	W = 0.524, p-value = 2.225e-07*	KW = 11.5716, p-value = 0.6407
Nb.civelles~Site	W = 0.7946, p-value = 0.0004117*	KW = 8.725, p-value = 0.06835
Nb.civelles~Distance.Seudre	W = 0.7782, p-value = 0.0002329*	KW = 8.0776, p-value = 0.04444*
Nb.civelles~Date	W = 0.8611, p-value = 0.005369*	KW = 19.5423, p-value = 0.1452
Nb.civelles~Coefficient.marée	W = 0.7496, p-value = 8.992e-05*	KW = 18.2906, p-value = 0.07508
Nb.civelles~Sal.moy	W = 0.6922, p-value = 1.562e-05*	KW = 13.8325, p-value = 0.6112
Nb.civelles~Débit.moy	W = 0.6799, p-value = 1.099e-05*	KW = 14.66, p-value = 0.3291

* représente la significativité de la valeur de référence p-value<0.05

Annexe 11 : Résultats des estimations des entrées de civelles sur l'ensemble du marais salé de la Seudre en 2015

Deux simulations ont été réalisées , la première avec l'hypothèse que les ouvrages de prises d'eau sont tous en bon état, la seconde en faisant l'hypothèse que 50% des prises d'eau ne sont pas en bon état et donc ne permettent pas ou très peu le passage des civelles.

1° estimation : Tous les ouvrages de prises d'eau sont considérés en état soit 878 ouvrages laissant passer les civelles.

	Moyenne nb civelles capturées / mois	Nb prises d'eau estimées	Nb marées	Nb total individus sur marais/mois	Poids (g)	Poids (KG)
Mars	22	878	12	231792	76491	76
	22	878	22	424952	140234	140
Avril	17	878	12	179112	59107	59
	17	878	22	328372	108363	108
Mai	4	878	12	42144	13908	14
	4	878	22	77264	25497	25

2° estimation : La moitié des ouvrages de prises d'eau sont considérés en état soit 439 ouvrages laissant passer les civelles (d'après Kummer, 1983).

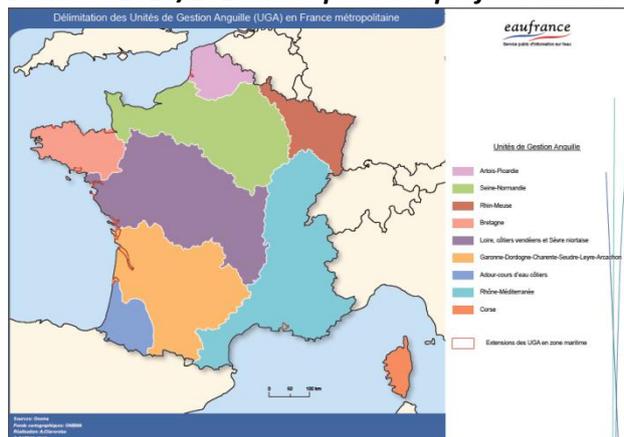
	Moyenne nb civelles capturées / mois	Nb prises d'eau estimées	Nb marées	Nb total individus sur marais/mois	Poids (g)	Poids (KG)
Mars	22	439	12	115896	38245,68	38
	22	439	22	212476	70117,08	70
Avril	17	439	12	89556	29553,48	30
	17	439	22	164186	54181,38	54
Mai	4	439	12	21072	6953,76	7
	4	439	22	38632	12748,56	13

Annexe 12 : Résultats de la pêche professionnelle et de la passe à civelles à Saujon sur la saison 2014/2015

La pêche professionnelle en estuaire de la Seudre

Ce suivi est réalisé pour répondre aux mesures du PLAGEPOMI qui demande de connaître la pression de la pêche maritime civellière et de l'évaluer avec un calcul du taux d'exploitation. Depuis 2009, le suivi des captures de civelles sur la Charente, la Seudre et Brouage, de l'effort de pêche et de captures par unité d'effort (CPUE) sont réalisés chaque année (Cellule migrants, 2014). Ces analyses sont réalisées grâce aux données du Comité Régional de Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Poitou-Charentes (CRPMEPM PC). Ce comité dispose de deux antennes à La Rochelle et à Bourcefranc le Chapus.

Données 2014/2015 de la pêche professionnelle (CRPMEPM)



Le plan de gestion Anguille est constitué d'une partie principale reprenant le travail réalisé à l'échelle nationale, et de neuf annexes couvrant chacune une des neuf unités de gestion de l'anguille (UGA) du plan de gestion.

Les quotas nationaux (maritime et fluvial) de pêche de l'anguille de moins de 12 cm sont, pour le repeuplement de 45 T et pour la consommation de 30 T sur 2014/2015 (Arrêté du 23 octobre 2014, articles 4 et 5). Sur l'unité de gestion Anguilles Garonne, Dordogne, Charente, Seudre, Leyre (UGA GDC), le quota repeuplement est de 9,9 T tandis que le quota consommation est de 6,6 T sur la période du 15 novembre 2014 au 15 avril 2015.

Le quota attribué pour le CRPMEPM PC pour le repeuplement est de 60% du quota global GDC repeuplement soit 5 940 kg. Sur la Seudre, 417,65 kg ont été pêchés sur ce quota (entre décembre 2014 et février 2015) soit 7 % du quota attribué. Sur ces trois mois de pêche, 20 pêcheurs sont sortis sur 47 marées de nuit. Le maximum des captures s'est fait au mois de février avec près de 300 kg de civelles pêchés pour 19 pêcheurs sortis sur 25 marées de nuit.

Le quota attribué pour le CRPMEPM PC pour la consommation est de 60% du quota global GDC consommation soit 3 960 kg. Sur la Seudre, 1 367 kg de civelles ont été pêchés sur ce quota (entre novembre 2014 et mars 2015) soit 34,5% du quota attribué. Sur ces quatre mois et demi de pêche à la civelle, 31 pêcheurs sont sortis sur 100 marées de nuit. Les mois de décembre (446 kg), janvier (499 kg) et février (344 kg) comptent le plus de pêcheurs sortis sur la Seudre.

Résultats des calculs de CPUE sur les données des pêcheurs professionnels en 2014/2015

Mois/Seudre	Capture totale (Kg)	Nb de pêcheurs	Nb de sorties	CPUE Capture/sorties
Novembre 2014	10,405	2	2	5,20
Décembre 2014	460,815	20	158	2,92
Janvier 2015	603,81	31	246	2,45
Février 2015	642,716	42	315	2,04
Mars 2015	67,085	17	71	0,94

La passe à civelle - Compartiment fluvial



La passe à civelles est située sur le barrage de Ribérou (premier ouvrage à la mer sur l'axe Seudre) à Saujon, soit à 27 km du Pont de la Seudre (La Tremblade). Ce barrage permet d'éviter l'entrée de l'eau salée de l'estuaire vers l'amont du bassin.

La passe a été construite en 2009 et elle gérée depuis 2010 par la Fédération de Pêche de la Charente Maritime. La passe permet la montaison des civelles par le biais d'une rampe en pente douce couplée avec un substrat de type "brosse" maintenu humide et un écoulement pour créer un attrait et favoriser ainsi la reptation des civelles, anguillettes et anguilles jaunes. L'amont de la passe dispose d'un piège permettant d'évaluer et de caractériser les stocks d'anguilles d'avalaison (Cellule migrants, 2014).

Durant une période variant de janvier à juillet, les anguilles sont récoltées dans le piège et sont triées en trois classes de tailles. Après la pesée de l'ensemble des anguilles de chaque classe de taille, un lot de 30 individus est échantillonné et anesthésié afin de les mesurer, peser et vérifier leur état sanitaire. De plus, des paramètres abiotiques sont relevés chaque jour. Le reste de l'année, les civelles peuvent monter librement par la passe sans être piégées.

En 2015, le suivi a débuté le 23 mars et s'est terminé le 24 juillet. Durant trois semaines au mois de mai, la pompe de la passe était hors service. Cette panne n'a pas permis d'effectuer le suivi sur l'ensemble du mois et donc des données sont manquantes. Nous constatons tout de même que 10 kg de civelles sont passés sur 68 jours de suivis.

Malheureusement, la période la plus probable de montaison des civelles (janvier à mars) n'a pas été suivie. Les civelles ont pu migrer vers l'amont du fleuve en passant par la passe de Saujon mais n'ont pas été comptabilisées.

Mois de suivi	Nb de jours de suivi	Nb de Kg capturés	Nb estimatif d'individus
mars-15	7	0,0224	71
avr-15	21	4,147	12824
mai-15	5	1,0955	3076
juin-15	20	0,26117	863
juil-15	15	4,5349	14800
Total civelles passées :		10,05567	31 635

Passe de Saujon	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Période suivie	15/04 au 15/07	8/03 au 5/08	15/02 au 9/08	23/01 au 24/07	9/04 au 23/06	23/03 au 24/07
Nb de jours de suivis	85	130	177	182	75	68
Biomasse totale (Kg) (civelle - anguilette - anguille)	24	27	83	174	17	23,6
Taille moyenne civelles (mm)	68,4	67,6	66,7	70,1	68	68,2
Biomasse totale (Kg) sur même période (15/04 - 30/06)	18	17	47	39	13	14,8

Sur une même période (du 15 avril au 30 juin), pour chaque année, la biomasse a été calculée afin de pouvoir comparer les résultats. Nous pouvons voir qu'elle varie peu entre 2010 et 2011 contrairement entre 2011 et 2012 (augmentation doublée). En revanche, entre 2012 et 2014, nous observons une biomasse totale qui diminue de plus de la moitié. L'année 2014 est difficilement comparable aux autres années en raison de la courte période de suivi. Au cours de l'année 2015, des problèmes techniques ont eu lieu et la passe était hors service durant 3 semaines. Du fait de l'absence des suivis chaque année entre janvier et mars, les informations ne sont pas comparables.

Annexe 13 : Photographie d'un bongo muni d'un courantomètre mécanique ® IAV et d'un tamis ® INDICANG



Résumé

L'anguille européenne est un poisson migrateur amphihaline thalassophile. Le marais salé de la Seudre, localisé de part et d'autre de l'estuaire est composé essentiellement de claires ostréicoles et de fossés à poissons. Ces fossés représentent près d'un tiers de la superficie totale du marais (1 027 ha) et représentent les premiers espaces potentiellement colonisables par la civelle (*Anguilla anguilla*) dès son arrivée dans l'estuaire.

Cette première étude a été réalisée pour mettre en place un protocole de suivi afin d'estimer les proportions de civelles entrant dans les fossés à poissons. Pour cela, vingt trois opérations de nuit (de janvier à mai 2015) ont été réalisées afin de capturer les civelles au niveau de six ouvrages de prise d'eau en fossés à poissons. Le paramètre qui semble le plus influencer les entrées de civelles est la distance du fossé à la Seudre. Les premiers résultats montrent que les civelles entrent en moyenne deux heures avant l'étalement sur site (80% des passages). Une première estimation des entrées de civelles a été effectuée de mars à mai 2015. Sur ces trois mois, il a été estimé une biomasse de 75 à 137 kg de civelles ayant pénétré sur l'ensemble des prises d'eau en état du marais salé.

Le protocole proposé de suivi de la colonisation des civelles en fossés à poissons va permettre de quantifier un nombre de civelles entrant dans les fossés à poissons sur toute la saison de montaison de la civelle (de novembre à avril) mais également d'établir un indice d'abondance dans les chenaux alimentant les fossés.

Mots clé : Marais salé, fossés à poissons, estuaire de la Seudre, civelles

Abstract

The European eel is a migratory amphihaline fish. The Seudre salt marshes are localized on each bank of Seudre estuary and is composed mainly of oyster clear and fishponds. These fishponds represent almost one third of total area of marsh (1 027 ha) and represent the first spaces potentially colonized by elver (*Anguilla anguilla*) as soon as arrival in estuary.

This first study has been realized to set up a monitoring protocol to estimate elver proportions incoming in fishponds. For that, twenty three nights operations (from January to May 2015) have been realized to catch elvers at the level of six of fishponds. The parameter which seems influence elvers incoming is the distance fishponds to Seudre. The first results show elver incoming, as average, 2 hours before slack water on site (80 % passages). A first estimation of elver incoming has been made from March to May 2015. On this three months, we have been estimated a biomass including between 75 and 137 kg of elver incoming on the whole of operational hydraulic structures of salt marsh.

The monitoring protocol proposed of colonization elver in fishponds will allow quantifying a number of elver incoming in fishponds on all run season (from November to April) of elver but also to establish an abundance indication in channels which supply the fishponds.

Keywords: Salt marsh, fishponds, Seudre estuary's, elver