

**Rapport de Stage de Master professionnel**  
**Suivi de la colonisation 2019 des anguilles**  
**sur la Charente et la Seudre**  
**18 Mars 2019 – 30 Août 2019**



Maître de Stage :  
ALBERT François

Tuteur Enseignant :  
CAVALLI Laurent

## Résumé

Les quantités d'anguilles ne cessent de chuter depuis les années 1980. Dans le cadre des missions qui lui sont confiées la Cellule Migrateurs Charente Seudre a mis en place un suivi des populations d'anguilles sur le bassin de la Charente et de la Seudre depuis 2009. Ce suivi consiste à suivre l'évolution des populations d'anguilles sur l'ensemble des bassins versants, le nombre, la taille ainsi que leurs limites de répartition sont relevées. L'année 2019 est une année particulière car en plus d'effectuer une campagne de pêches électriques qui a lieu tous les 2 ans, c'est la dixième année de suivi des anguilles sur le bassin Charente et Seudre. Le bilan des 10 dernières années nous permettra de mettre en évidence les évolutions de la population d'anguilles sur les bassins Charente et Seudre. Comme pour la campagne de pêche 2017, des « collecteurs » de type flottangs seront posés sur les stations à forts enjeux afin d'augmenter la robustesse de nos résultats notamment sur les petites anguilles.

## Abstract

The quantities of eels have been falling since the 1980s. As part of the missions entrusted to it the Migratory Cell Charente Seudre has implemented a monitoring of eel populations in the Charente and Seudre Basin since 2009. This monitoring consists in following the evolution of the eel populations on the whole of the watersheds, the number, the size as well as their limits of distribution are noted. The year 2019 is a special year because in addition to carrying out an electric fishing campaign that takes place every 2 years, it is the tenth year of monitoring eels in the Charente and Seudre Basin. The assessment of the last 10 years will allow us to highlight the evolutions of the eel population in the Charente and Seudre basins. As for the 2017 fishing season, flottangs will be placed on stations with high stakes in order to increase the robustness of our results, especially on small eels.

### Le présent document est un rapport de stage.

Il doit être utilisé avec les précautions d'usages. Les résultats et analyses présentés constituent une première approche dans le cadre d'un projet pédagogique. Le stagiaire a été accueilli par l'Association MIGADO Garonne Dordogne Charente Seudre. Son travail s'est inscrit dans le cadre du programme d'actions pour la sauvegarde et la restauration des poissons migrateurs amphihalins des bassins Charente et Seudre mené par dans le cadre partenarial de la Cellule Migrateurs Charente Seudre.

### Cellule Migrateurs Charente Seudre



### Référence à citer :

**PERRAULT Alexandre, 2019. Suivi de la colonisation 2019 des anguilles sur la Charente et la Seudre. Rapport de stage Master 2 Gestion de l'environnement et des milieux aquatiques – Université d'Aix Marseille. MIGADO - Cellule Migrateurs Charente Seudre. 51p.**

## Remerciements

Les 6 mois de stage au sein de MIGADO m'ont permis d'en apprendre beaucoup sur les poissons migrateurs et leurs gestions au sein du territoire charentais. Cet apprentissage n'aurait pas été possible sans l'expertise et le soutien d'un grand nombre de personnes.

Je tiens tout d'abord à remercier mon maitre de stage François ALBERT pour son soutien et son suivi irréprochable au cours des derniers mois. Sa contribution dans la préservation de l'environnement m'a permis de découvrir tous les aspects de la protection de l'environnement. Je le remercie pour sa bonne humeur au quotidien, sa pédagogie et sa patience.

Je remercie toute la Cellule Migrateurs, pour leurs aides et leurs soutiens durant la campagne de pêche. Merci à Éric BUARD (alias le poissonnier) du CREAA qui malgré son lumbago était présent durant la campagne. Merci à Audrey POSTIC-PUIVIF (alias la reine de l'alose) de l'EPTB Charente, qui a été présente durant toute la campagne de pêche. Son suivi sur les aloses m'a permis de découvrir un autre poisson migrateur très intéressant. Je remercie également Alicia DRAGOTTA, stagiaire M1 d'Audrey, pour sa bonne humeur ; la nuit aloses sous la pluie aurait été bien longue sans ça, et sa découverte d'une nouvelle espèce de bernache : « la Berchnaque ».

Je tiens aussi à remercier très chaleureusement l'équipe de la fédération de pêche de Charente pour leur accueil au sein de leurs locaux. Je me suis senti à l'aise immédiatement. Merci à Sébastien, Valentin, Sandrine, Patrice, Emmanuel, Ludovic, Laeticia, Emilie et Jérémy.

Je remercie également l'équipe de la fédération de pêche de Charente Maritime, l'organisation du repas du midi est irréprochable. Les batailles de boues durant la canicule étaient définitivement une bonne idée. Merci à David à qui je dois un bain de boue, merci à Patrick à qui je dois un remplissage de waders et Richard le plus sage de l'équipe.

Merci à Yann DAVITOGLU pour son aide durant la campagne et pour sa connaissance des bonnes adresses de restaurant.

## Sommaire

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction.....                                                                                              | 1  |
| L'Anguille européenne .....                                                                                    | 2  |
| 1- Morphologie .....                                                                                           | 2  |
| 2- Cycle de vie.....                                                                                           | 2  |
| 3- Population .....                                                                                            | 5  |
| 3.1- Les causes de la diminution des populations.....                                                          | 6  |
| 4- Les moyens de protection .....                                                                              | 7  |
| 4.1- En Europe .....                                                                                           | 7  |
| 4.2- En France.....                                                                                            | 7  |
| Matériel et méthode .....                                                                                      | 9  |
| 1- Travail sur les résultats antérieurs : .....                                                                | 9  |
| 1.1 Synthèse des données de 2009 à 2019 .....                                                                  | 9  |
| 2- Pêche électrique.....                                                                                       | 9  |
| 2.1 Technique de la pêche électrique .....                                                                     | 9  |
| 2.2 Charente : Recherche du front de colonisation .....                                                        | 10 |
| 2.3 Seudre : Regard de la colonisation des anguilles en fonction de la présence d'ouvrages<br>successifs ..... | 10 |
| 2.4 Le flottang : autre outil de suivi des petites anguilles.....                                              | 11 |
| Résultat.....                                                                                                  | 13 |
| 1- Les conditions environnementales.....                                                                       | 13 |
| 1.1 Les débits de la Charente et de la Seudre .....                                                            | 13 |
| 1.2 Les températures de la Charente .....                                                                      | 15 |
| 1- Analyse de l'évolution de la colonisation de la Charente (2009-2019).....                                   | 16 |
| 1.1 Les captures 2019.....                                                                                     | 16 |
| 1.2 Limite de répartition.....                                                                                 | 20 |
| 1.3 Bilan : Evolution du front de colonisation de l'axe Charente.....                                          | 21 |
| 2- Analyse de l'évolution de la colonisation de la Seudre et impact des ouvrages (2009-2019)..                 | 22 |
| 2.1 Les captures 2019.....                                                                                     | 22 |
| 2.2 Les limites de répartition.....                                                                            | 25 |
| 2.3 Bilan : Evolution du front de colonisation de l'axe Seudre .....                                           | 25 |
| 3- Les flottangs .....                                                                                         | 27 |
| 3.1 Bilan des captures flottangs 2019 .....                                                                    | 27 |
| 3.2 L'indice d'accumulation.....                                                                               | 28 |
| Discussion .....                                                                                               | 29 |
| 1- Le protocole et les méthodes d'échantillonnages .....                                                       | 29 |

|     |                                                                        |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | La pêche électrique .....                                              | 29 |
| 1.2 | Les flottangs .....                                                    | 29 |
| 1.3 | Optimisation des méthodes d'échantillonnage .....                      | 30 |
| 2-  | L'état de la colonisation 2019 : une recrudescence de l'anguille ..... | 30 |
| 2.1 | Limite de répartition sur l'axe Charente .....                         | 30 |
| 2.2 | Limite de répartition sur l'axe Seudre .....                           | 30 |
| 2.3 | Les densités sur les deux axes .....                                   | 30 |
| 3-  | Les facteurs pouvant expliquer cette situation .....                   | 31 |
| 3.1 | Les débits.....                                                        | 31 |
| 3.2 | Les températures.....                                                  | 31 |
| 3.3 | Le matériel.....                                                       | 31 |
| 3.4 | Les obstacles à la migration.....                                      | 31 |
| 4-  | Pour une gestion intégrée de l'anguille : le tableau de bord .....     | 32 |
|     | Conclusion .....                                                       | 33 |

## Avant-Propos :

### Présentation de la structure d'accueil, MIGADO, membre de la Cellule Migrateurs Charente Seudre

L'association MIGADO (Migrateurs Garonne Dordogne Charente Seudre) est une association créée en 1989 à la demande du Ministère de l'Environnement, pour donner suite aux regroupements associatifs des fédérations de pêche et des pêcheurs professionnels des bassins de la Garonne et de la Dordogne. Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2018, MIGADO a intégré la Cellule Migrateurs Charente Seudre en remplacement du Groupement des fédérations de pêche du Poitou-Charentes dans le cadre de la réforme territoriale des régions. Ainsi, le territoire d'actions de MIGADO est étendu aux départements de la Charente, la Charente Maritime, les Deux Sèvres et la Vienne permettant d'avoir un découpage correspondant à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine.

Les objectifs principaux de MIGADO sont la gestion, la restauration et le soutien des populations de poissons migrateurs par le biais de réintroduction. Le bassin Gironde Garonne Dordogne Charente Seudre est le dernier bassin comportant encore les 8 espèces de poissons migrateurs historiques à savoir : l'esturgeon européen, la grande alose, l'aloise feinte, la truite de mer, la lamproie marine, la lamproie fluviatile, le saumon atlantique et l'anguille européenne.

L'association MIGADO a été déclarée d'intérêt général et agréée association de protection de la nature. Aujourd'hui MIGADO est la plus grande association migrateurs de France. Ses principaux domaines d'action sont le suivi et la gestion des populations de poissons migrateurs, la protection et la réintroduction d'espèces grâce aux piscicultures de l'association, le suivi des milieux aquatiques et l'animation de programme de sensibilisation auprès de jeune public.

La Cellule Migrateurs Charente Seudre permet une collaboration autour d'un programme commun d'actions entre l'association MIGADO, l'Etablissement Public Territorial du Bassin Charente (EPTB Charente) et le Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole (CREAA). Depuis 2009, la Cellule Migrateurs Charente Seudre a pour vocation de préserver les espèces migratrices présentes sur le bassin Charente et Seudre : l'Anguille Européenne, les lamproies Marine et Fluviatile, le Saumon Atlantique, la Truite de Mer, la grande Alose et l'aloise Feinte.

Suivant les années, la Cellule Migrateurs Charente Seudre est financée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, par l'Union Européenne via des fonds FEDER (Fond Européen de Développement Régional) ou la Région. Son budget annuel est d'environ 350 000€. La Cellule Migrateurs Charente Seudre concentre ses moyens sur le suivi annuel des populations de migrateurs et sur les actions de restauration de la continuité écologique favorables au retour de ces espèces sur le territoire Charentais.

#### Cellule Migrateurs Charente Seudre



# Introduction

Le bassin versant de la Charente recouvre près de 10 550 Km<sup>2</sup> et comporte environ 6 650 Km de cours d'eau. Il s'étend sur 6 départements (Charente, Charente Maritime, Deux Sèvres, Vienne, Haute-Vienne et Dordogne). D'une longueur de 381 Km le fleuve Charente prend sa source en Haute-Vienne et se jette dans l'océan atlantique à proximité de Port-des-Barques.

L'anguille a subi un déclin important sur le fleuve Charente et ses affluents depuis les années 1980. L'augmentation du nombre d'obstacle sur l'axe a rendu difficile la migration des civelles et des jeunes anguilles (<15 cm) sur la partie amont du cours d'eau. Cette difficulté de migration entraîne une accumulation en aval des bassins et une désertification des parties amont des cours d'eau.

La Cellule Migrateur Charente Seudre est impliquée depuis 2009 dans le suivi de la limite amont de répartition des anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm. Cet indicateur est utilisé pour surveiller localement l'état de la colonisation du bassin par les jeunes stades d'anguille et pour adapter ou mettre en place des mesures de gestion de l'espèce.

Le suivi 2019 est l'occasion également de suivre sur les 10 dernières années l'évolution de la colonisation sur le bassin Charente et Seudre des recrutements des jeunes anguilles. Ce bilan consiste à recueillir, analyser et synthétiser les données issues des campagnes de pêche précédentes. La synthèse de ces données se présentera sous forme d'atlas comportant l'historique des 10 dernières années par station de pêche.

Les prospections sont réalisées par pêche électrique en pied d'ouvrages lorsque la profondeur n'est pas trop importante. La pêche électrique est la méthode la plus utilisée pour échantillonner des populations piscicoles. Or, cette méthode a ses limites quant à l'efficacité sur les petites anguilles (<15 cm) et lorsque la profondeur est trop importante. C'est pourquoi depuis 2017 un couplage pêche électrique / piège est employé pour avoir des résultats plus solides.

Les pièges utilisés sont des flottants conçus par la Cellule Migrateurs en 2013, ces pièges passifs flottant ciblent tout particulièrement les petites anguilles (<15 cm). De plus, ils peuvent être employés en zone profonde comme dans les fosses de pied d'ouvrage où la pêche électrique est inefficace. La mise en place de ces pièges est simple et nécessite moins de moyens humains et financiers que pour une pêche électrique.

# L'Anguille européenne

## 1- Morphologie

L'anguille européenne est une représentante de l'ordre des anguilliformes appartenant à la famille des Anguillidae et à l'infra-classe des téléostéens. Elles étaient déjà présentes sur notre planète il y a 100 millions d'années (Keith, 2011). Les anguilles ont un corps serpentiforme, elles ont une nageoire unique formée par l'union de la dorsale, de la caudale et de l'anal. Cette famille possède un seul genre (*Anguilla*) et une vingtaine d'espèces. La spéciation serait apparue au fur et à mesure de la dérive des continents à partir d'un ancêtre commun apparu au début de cette dérive. La vingtaine d'espèces du genre *anguilla* sont tous des poissons amphihalins thalassotoques qui se différencient grâce à leur disposition géographique, la couleur de peau, le nombre de leurs vertèbres et enfin la disposition de leurs dents.

Chez les anguilles le corps de l'adulte est entièrement recouvert d'écailles, celles-ci se développent très tardivement et ont une petite taille (3mm pour une anguille de 80 cm, selon Jellyman, 1979). Contrairement à la plupart des poissons, l'opercule branchial ne comporte qu'un trou unique, de même leur respiration est assurée aux trois quarts de façon percutanée et un quart par les branchies (Berg et Steen, 1965). Le corps d'une anguille est recouvert d'un épais mucus qui lui permet de se déplacer ponctuellement hors de l'eau sur des milieux humides, des propriétés hydrodynamiques et pour finir des propriétés antiseptiques.

## 2- Cycle de vie

Le cycle de vie de l'anguille est complexe et encore très méconnu notamment en milieu marin. Comme nous l'avons vu précédemment *A. anguilla* est un migrateur amphihalin thalassotoque, de ce fait elle se reproduit en mer après avoir passé la majeure partie de sa vie en eau douce. A quelques exceptions faites car certains individus passent leurs phases de croissance en milieu côtier ou estuarien (Boivin, 2013).

Parmi la vingtaine d'espèces et sous-espèces d'anguilles, seules deux fréquentent les eaux de l'atlantique, *Anguilla anguilla* et *Anguilla rostrata* (Tesch, 1977). Les zones de reproduction de ces deux espèces se chevauchent très probablement en mer des Sargasses bien que la zone exacte soit inconnue. On suppose que la profondeur de reproduction est comprise entre 400 et 700 m (Schmidt, 1925), mais plus récemment Robin et al. (1979) ont observé, aux larges des Bahamas une anguille mature par 2000 mètres de fond. Ce qui paraît plausible au vu des caractères physiologiques et morphologiques de l'anguille argentée. De plus, Kleckner et al. (1983) ont mis en évidence qu'il était nécessaire d'exercer de fortes pressions sur les flancs de l'anguille pour provoquer expérimentalement l'émission de gamètes. Toutes ces modalités de reproduction sont encore soumises à discussion car aucun œuf ou adulte n'a jamais été directement repéré dans l'une des aires de frai supposée (Adam et al., 2008). Ci-dessous le schéma du cycle de vie de l'anguille européenne.



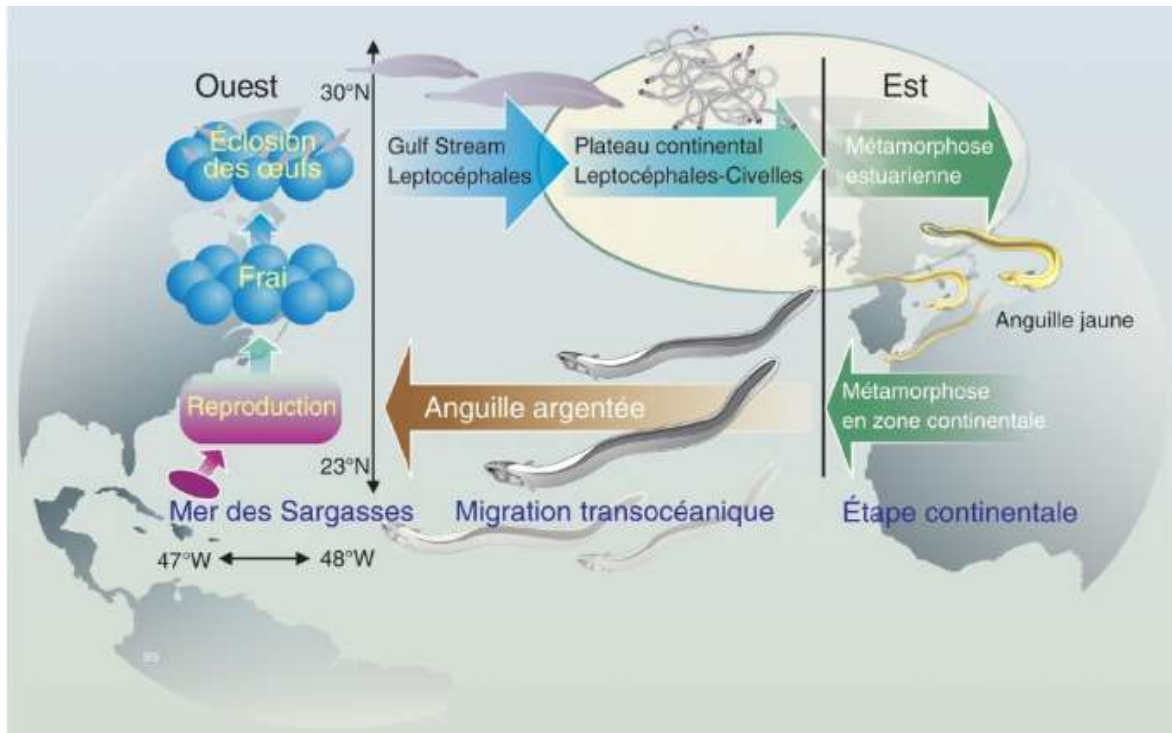


Figure 1: Cycle de vie de l'anguille (Source : P.Prouzet, 2007)

Le stade embryonnaire est méconnu car aucun œuf n'a été récolté dans le milieu naturel. Le premier stade connu est le stade larvaire leptocéphale, qui signifie étymologiquement « à tête mince », ils sont carnivores et se nourrissent de zooplancton. Les plus petites larves ont été capturées sur l'aire présumée de reproduction par 200 et 300 mètres de profondeur, pour une taille de 5 millimètres (Schoth et Tesch., 1982).

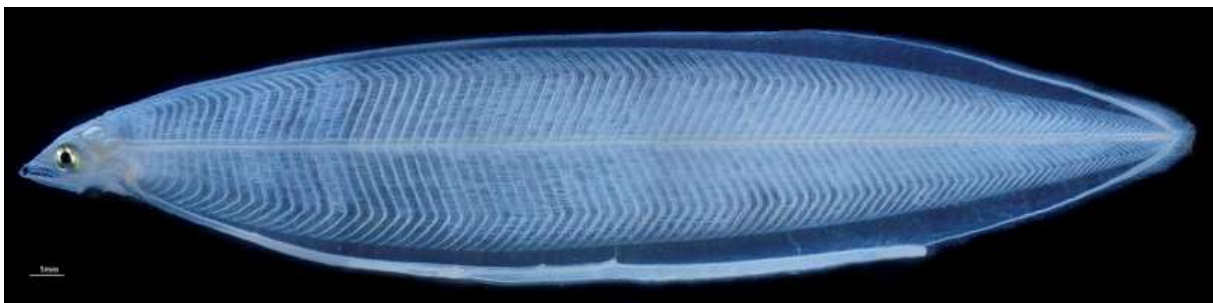


Figure 2: Larve de leptocéphale

Les leptocéphales sont ensuite transportés de manière passive par le courant du Gulf Stream, cependant ils peuvent effectuer des migrations verticales sur plusieurs centaines de mètres (Tesch. ; 1982). La durée du voyage est sujette à discussion, d'après l'observation des otolithes le voyage dure environ 1 an (Lecompte-Finiger, 1992, 1994 ; Baisez 2007). Or les modèles physiques de transport larvaire indiquent que des particules inertes mettent 3 ans pour être transportées par le Gulf Stream (Kettle et Haines, 2006). Une fois le talus continental atteint les leptocéphales vont entamer l'une des premières métamorphoses qui caractérisent l'anguille, la civelle.



Figure 3: Civelle



Figure 4: Anguillette (source personnelle)



Figure 5: Anguille argentée au-dessus, anguille jaune en dessous

Les civelles conservent leurs aspects translucides des leptocéphales, mais elles vont s'affiner pour obtenir un aspect serpentiforme caractéristique des anguillidae. Mesurant entre 65 et 90 mm, elles interrompent leur alimentation et migrent vers les estuaires. Les civelles s'aident des marées pour remonter les fleuves (De Casamajor et al., 1999), en même temps celles-ci vont commencer à se pigmenter à mesure qu'elles remontent le fleuve.

La pigmentation peut durer plusieurs mois et se décompose en plusieurs stades pigmentaires. Une fois la civelle pigmentée celle-ci va reprendre son alimentation et adopter un comportement benthique jusqu'à être entièrement pigmentée, à ce moment-là elle prendra le nom d'anguillette.

L'anguillette va entamer une phase de colonisation, puis de croissance pendant laquelle on la nommera anguille jaune. La durée de la phase de croissance comporte une forte variabilité entre le sexe de l'individu et les caractéristiques physico-chimiques du milieu dans laquelle l'individu vit. Le stade anguille jaune peut donc durer entre 3 et 9 ans pour les mâles et 5 à 18 ans pour les femelles voire une trentaine d'années dans des milieux très oligotrophes (Keith, 2011).

L'argenture apparaît à une taille déterminée et le temps nécessaire pour atteindre cette taille dépend des conditions de croissance comme vu précédemment. Durant cette période, l'anguille va subir d'importantes transformations morphologiques, physiologiques et comportementales (Van Ginneken et al, 2007), certaines ne semblent jamais s'argenter et restent sédentaires. Cette transformation implique les changements suivants : pupille dilatée, transformation rétinienne, épaissement de la peau, ligne latérale marquée, allongement des nageoires pectorales (Durif et al, 2000), épaissement de la paroi de la vessie gazeuse (Robin et al, 2000), sans oublier l'argenture qui est une adaptation à l'osmorégulation (Fontaine, 1994). Les anguilles argentées vont entamer la dévalaison de leurs milieux jusqu'à atteindre le milieu marin.

Là elles vont entamer une migration d'environ 6 mois pour rejoindre la mer des Sargasses (Van Ginneken et al., 2007). Les changements physiologiques liés à l'argenture permettraient à l'anguille d'utiliser les contre-courants profonds du Gulf Stream pour atteindre l'aire de frai (Tucker, 1959). Concernant les modalités de reproduction, celles-ci ne sont pas connues et restent un des plus grands mystères du cycle de vie de l'anguille. En revanche des tests en laboratoire ont montré que la dépense des ressources énergétiques liée à la maturation était mortelle pour des individus en captivité (Dufour, 1994). Cela nous laisse penser que la migration additionnée au frai entraînerait la mort des individus dans le milieu naturel. Il n'existe toutefois aucune preuve formelle pour appuyer cette théorie.

### 3- Population

L'état des populations d'anguilles est préoccupant, aujourd'hui cette espèce est en danger critique d'extinction. La population arrivant sur la côte européenne ne cesse de diminuer depuis les années 1980, bien que les premiers signes de déclin observés en Scandinavie datent de 1960. En France, les prémices de cette diminution ont été mis en avant en 1984 par un groupe d'experts qui ont montré la diminution flagrante du nombre de civelles remontant les estuaires (Moriarty C., 1996). Au début des années 2000, certains auteurs ont mis en avant la diminution de près de 95 % de la population d'anguilles à travers le monde (Dekker et al., 2003), comme en témoigne la Figure 6.

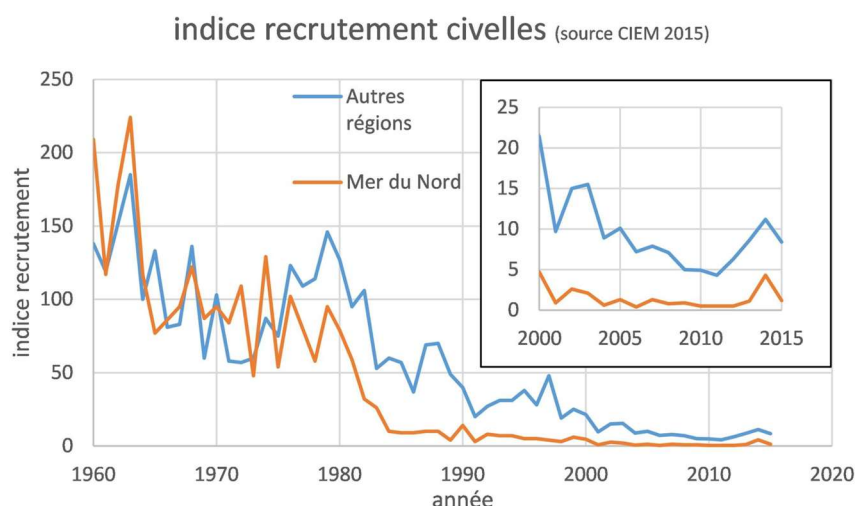


Figure 6: Evolution de la population d'anguilles en Europe

L'axe Charente et l'axe Seudre ne sont pas épargnés par cette diminution du recrutement des civelles, comme le démontre la figure 7, les résultats sont représentatifs du constat européen.

| Espèces           | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Anguille Charente | Mauvais ? | Mauvais ↗ | Mauvais → | Mauvais ↘ | Mauvais → | Mauvais ↘ | Mauvais → |
| Anguille Seudre   | Mauvais ? | Mauvais ↗ | Mauvais → | Mauvais ↘ | Mauvais ↘ | Mauvais ↘ | Mauvais → |

Figure 7: Tableau de bord de la cellule migrateur

Malgré les premiers signes de déclin, les mesures de protection et de gestion ont tardé à être mises en place. Aujourd'hui les populations d'anguilles sont au plus bas.

### 3.1- Les causes de la diminution des populations

#### 3.1.1- Les barrages

Les barrages sont les premiers obstacles que rencontrent les civelles et anguillettes en phase de montaison, ceux-ci bloquent l'accès au secteur amont et entraînent une accumulation des individus en pied d'ouvrage. La continuité écologique n'est pas respectée car le milieu en amont de l'ouvrage ne peut être colonisé par les civelles arrivant de la mer. L'anguille étant sensible à l'atteinte de la continuité écologique (Cotten, 1996), il ne fait aucun doute que les barrages jouent un rôle important dans la diminution du stock d'anguilles. La multiplication des barrages a cloisonné l'écosystème et influencé les paramètres physico chimiques du milieu (Ellie, 1997), ces modifications sont susceptibles de perturber le comportement de l'anguille (Briand et al., 2004).

La phase de dévalaison de l'anguille argentée est également impactée par les ouvrages qui constituent une barrière physique, ou par la présence de turbines sur certains ouvrages qui engendrent une grande mortalité (Phillipart et al., 2013).

#### 3.1.2- La pêche

L'anguille est une des rares espèces où la pêche s'effectue à ces différents stades de développement (civelle, anguille jaune, anguille argentée), ce qui engendre un impact non négligeable sur les stocks d'anguilles. Dès leurs arrivées en estuaire, les civelles sont pêchées par les pêcheurs professionnels maritimes et fluviaux, celles-ci représentent le stade de vie de l'anguille qui a la plus forte valeur marchande.

La pêche des anguilles jaunes présente dans l'estuaire et sur le bassin versant est réalisée par les pêcheurs professionnels fluviaux, les pêcheurs amateurs aux engins et les pêcheurs de loisir à la ligne. Lors de la phase de dévalaison les anguilles argentées sont protégées car sa pêche est interdite sur la façade atlantique française.

#### 3.1.3- Le braconnage

Le braconnage est présent durant tout le long de la vie de l'anguille. Lors du stade civelle, c'est là qu'elle connaît son plus fort taux de braconnage, étant donné sa valeur marchande. Mais le stade anguille jaune et anguille argentée n'est pas épargné par les pêcheries illégales dans les moulins ou alors par les pêcheurs amateurs.

#### 3.1.4- La pollution et le parasitisme

La contamination au xénobiotique et autre perturbateur endocrinien dans nos cours d'eau joue un rôle dans la disparition de l'anguille. Bien que l'on observe une amélioration de la qualité de l'eau ceux-ci restent toujours présents. L'accumulation des PCB serait très néfaste pour l'anguille car ils altéreraient la capacité de migration de l'individu et par conséquent sa reproduction (Tapie et al., 2006).

Le parasitisme a également son rôle dans cette disparition. Un nématode *Anguillicola crassus* importé du Japon, parasite la vessie natatoire de l'anguille affectant leur capacité de migration, fécondité et de survie (De Charleroy et al., 1990).

#### 3.1.5- Les changements climatiques

Le changement climatique a un impact certain sur les courants océaniques, ces mêmes courants sont indispensables à la migration des leptocéphales et des anguilles argentées. Si les courants sont amenés à changer de manière significative cela aura un fort impact sur la migration des leptocéphales et des anguilles (Indicang, 2008). La quantité d'eau joue également un rôle. En effet avec le réchauffement climatique les quantités d'eau dans les rivières diminuent et entraînent parfois des assèchements, ce qui diminue le nombre d'habitat et peut entraîner la mort des individus présents.

## 4- Les moyens de protection

### 4.1- En Europe

La prise de conscience collective de l'Union Européenne quant à la préservation de l'anguille date de 2004. La population d'anguilles étant panmictique, des mesures de gestion à l'échelle européenne étaient nécessaires. Le 18 septembre 2007, le règlement CE n° 1100/2007 est approuvé et est paru au journal officiel de l'Union Européenne le 22 septembre 2007. Ce règlement impose aux états membres de mettre en place un plan de gestion national visant à atteindre un objectif commun. Le règlement met en avant le principe que 40 % des anguilles argentées de la population pristine, (non soumises à l'impact anthropique) doivent effectuer leurs dévalaisons de reproduction. Si l'un des pays ne met pas en place un tel plan de gestion, il doit à titre de compensation réduire de moitié sa pêche d'anguilles.

La valeur de 40% doit permettre à la population d'anguilles de se renouveler tout en augmentant ses effectifs. La méconnaissance des paramètres qui influencent la transformation et la dévalaison des anguilles argentées ne nous permettent pas d'estimer la population d'anguilles argentées pristine, ni le nombre d'anguilles argentées qui dévalent (Aalto et al., 2016)

En parallèle de la publication du règlement européen, l'anguille s'est vue inscrite à la liste rouge de l'UICN, ainsi que sur l'annexe II de la convention CITES. Cela permet de ne plus exporter et commercialiser cette espèce en dehors de l'Europe, et encadre strictement son commerce au sein des frontières de celle-ci.

### 4.2- En France

#### 4.2.1 *Le Plan de Gestion Anguille*

Pour s'accorder avec la nouvelle réglementation européenne, la France a mis en place un plan de gestion anguille national qui a été approuvé le 15 février 2010. Ce plan prévoit d'améliorer la continuité écologique dans les cours d'eaux, de diminuer l'impact des pêcheries sur l'anguille et de réserver une partie des captures au repeuplement. Depuis la parution du décret n°2010-1110 du 22/09/2010, la pêche de l'anguille argentée est interdite ainsi que la pêche de la civelle par les pêcheurs amateurs. Seuls les pêcheurs professionnels ont encore le droit de pêcher les civelles sur la façade atlantique (soumis à quotas). La restauration et la libre circulation dans les cours d'eau font partie des axes majeurs du plan de gestion. Les ouvrages qui sont incompatibles avec la phase de migration des anguilles sont soumis à travaux soit par effacement ou grâce à des dispositifs de franchissement fonctionnel.



#### 4.2.2 Les UGA

Le plan national de gestion est décliné à l'échelle régionale par des Unités de gestion anguille (UGA) afin de faciliter son application. La France est donc divisée en 8 unités de gestion anguille comme nous le montre la figure 8.

Chaque UGA est composée d'un Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI), qui suit comme schéma directeur un Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI). Le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs reprend les mesures du plan de gestion sur le périmètre de l'UGA concernée.

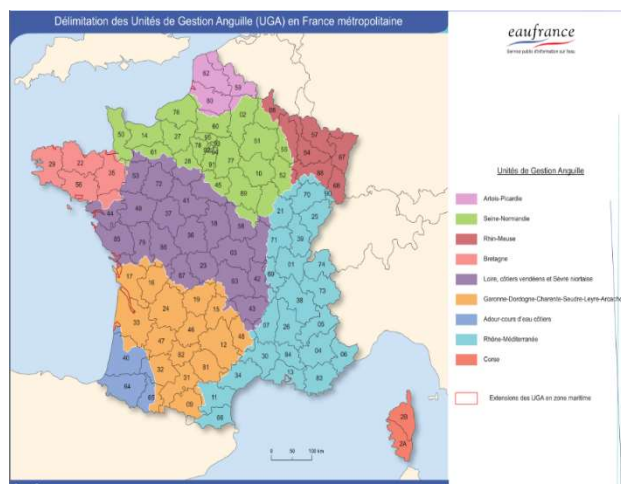


Figure 8: Les différentes UGA en France

#### 4.2.3 Au niveau local : la Cellule Migrateurs Charente Seudre

C'est dans ce contexte que en 2009 la Cellule Migrateurs Charente Seudre a vu le jour. La cellule regroupe plusieurs partenaires du bassin pour qu'ils s'engagent dans une action commune. Elle est composée de l'association pour la protection des poissons migrateurs MIGADO, l'EPTB Charente et le CREAA. Les trois grandes actions de la cellule sont la restauration de la continuité écologique, le suivi de la population des poissons migrateurs, la communication et de la sensibilisation auprès du grand public. Le suivi de la population locale d'anguilles est assuré par la cellule, il a pour but de mettre en évidence l'efficacité des mesures de gestion pour l'espèce sur le bassin Charente et Seudre, grâce notamment au suivi de la colonisation des jeunes anguilles.

# Matériel et méthode

## 1- Travail sur les résultats antérieurs :

### 1.1 Synthèse des données de 2009 à 2019

Le suivi de la population d'anguilles sur le bassin Charente a débuté en 2009 et sur le bassin de la Seudre en 2010. Il est réalisé tous les 2 ans, 2019 est la 6<sup>ième</sup> campagne de suivis. Les données récoltées sont saisies sous format Excel. Afin de faciliter la compréhension de ces résultats, des fiches « recueils » ont été mises en place sous forme d'atlas, (Voir **Annexe 1 : Fiche recueil**). Chaque station échantillonnée au cours des différentes campagnes possède son historique de données sur une page recto verso. Cela permettra une lecture rapide des 10 dernières années de suivi pour chaque station d'échantillonnage.

## 2- Pêche électrique

### 2.1 Technique de la pêche électrique

La technique utilisée pour chaque station d'échantillonnage est la pêche électrique. Cette technique consiste à faire circuler de l'électricité entre une anode et une cathode, ce qui a pour effet de tétaniser les poissons qui sont particulièrement sensibles à l'électricité. Un agent équipé d'une épuisette carrée de maille 1.5mm récupère alors les individus. L'électricité ne ciblant pas que les anguilles, un tri est effectué par les agents. Les dispositifs de pêches électriques utilisés au cours des différentes pêches sont : le MARTIN PECHEUR de la marque DREAM ELECTRONIQUE, le VOLTAT de la marque IMEO et pour finir l'AIGRETTE de la marque DREAM ELECTRONIQUE. L'utilisation de trois appareils différents a été nécessaire afin de palier à des problèmes techniques rencontrés sur le terrain.

Le protocole de prospection mis en place est le suivant, les stations sont découpées en fonction du type de faciès rencontré. Elles sont prospectées de l'aval vers l'amont. Dans le cadre de cette étude, 21 pêches électriques ont été programmées, 14 sur l'axe Charente et 7 sur l'axe Seudre. Pour chaque station deux passages sont effectués pour calculer une efficacité de pêche et estimer la densité de la population présente. Le calcul de la densité Carl et Strub est réalisé via le logiciel Aquafauna. Les échantillonnages ont eu lieu du 3 juin au 3 juillet 2019 (Voir **Annexe 2 : Planning des pêches**).

Les anguilles pêchées par les agents sont isolées en fonction du faciès et pré-triées en quatre classes de taille : <100 cm / 100-150 cm / 150-250 cm / >250 cm. Puis elles sont soumises à une biométrie. Elles sont anesthésiées à l'aide de benzocaïne pour faciliter la manipulation. Afin d'avoir une anesthésie suffisante et sans danger pour l'anguille une dilution au ½ a été employée, soit 2.5ml de benzocaïne pour 5l d'eau. La taille de chaque individu est relevée ainsi que les pathologies présentes, pour les individus de 25 cm et plus, le diamètre oculaire horizontal et vertical ainsi que la longueur de la nageoire pectorale est relevée. Cela permet d'évaluer son état d'argenture selon Durif, 2000. Si l'effectif de l'une des classes de taille dépasse les 30 individus, alors on choisit au hasard 30 individus d'une même classe de taille que l'on mesure afin d'effectuer un lot. Les individus restants sont comptés, et la taille de ceux mesurés est appliquée aux individus seulement dénombrés.

## 2.2 Charente : Recherche du front de colonisation

Le front de colonisation est déterminé par la méthode en pied d'ouvrage. Les stations d'échantillonnage se situent sur des affluents du fleuve Charente. On choisit le premier ouvrage difficilement franchissable présent sur l'affluent. L'ouvrage étant bloquant, les anguilles qui remontent les cours d'eau sont censées représenter la population de l'axe principal. Une surface de 100m<sup>2</sup> en aval du premier ouvrage hydraulique difficilement franchissable est alors échantillonnée.

Le front de colonisation se traduit par la présence ou non d'anguilles d'une certaine taille. Cette limite de colonisation est définie par la distance par rapport à l'océan exprimée en kilomètre. Les civelles colonisant tout le fleuve en commençant par l'estuaire, remontent le fleuve tout en grossissant. Les anguilles de moins de 10 cm sont donc les plus importantes car elles traduisent une arrivée récente dans le milieu. Plus on retrouve d'anguilles de moins de 10 cm haut dans le fleuve, mieux la population se porte et meilleure est la continuité sur ce cours d'eau. Le front de colonisation concerne les anguilles inférieures ou égales à 10 cm et les anguilles inférieures ou égales à 15 cm, bien que cette dernière classe de taille soit moins représentative d'une arrivée récente dans le milieu.

Deux facteurs caractérisent le front de colonisation, d'abord la distance de disparition. Elle se traduit par une occurrence d'une classe de taille qui est nulle. La distance de disparition correspondra donc à la station la plus en amont qui a une occurrence non nulle. Le deuxième facteur est la D50, celui-ci correspond à la distance à laquelle on a une occurrence d'un individu de la classe de taille sélectionnée égale à 50%.

Les 14 stations d'échantillonnages s'étalent entre 38 km de la mer pour la station la plus en aval (La Voine) et 358km de la mer pour la station la plus en amont (la Charente à Sansac). Grâce à cet intervalle on peut suivre le front de colonisation de l'anguille sur l'ensemble du bassin versant.

Les ouvrages difficilement franchissables appartiennent à des particuliers ou alors se trouvent dans leurs propriétés. Pour avoir accès à ces ouvrages il est nécessaire d'obtenir l'accord des propriétaires.

## 2.3 Seudre : Regard de la colonisation des anguilles en fonction de la présence d'ouvrages successifs

La technique utilisée sur l'axe Seudre est sensiblement la même que celle de l'axe Charente. La différence résulte du fait que les ouvrages difficilement franchissables sont présents directement sur le cours principal du fleuve et non sur des affluents. La largeur et la profondeur sont assez faibles pour pouvoir effectuer les pêches électriques.

Le fait que les stations soient présentes directement sur le cours principal, nous permet de mettre en évidence l'impact des ouvrages sur la colonisation des anguilles.



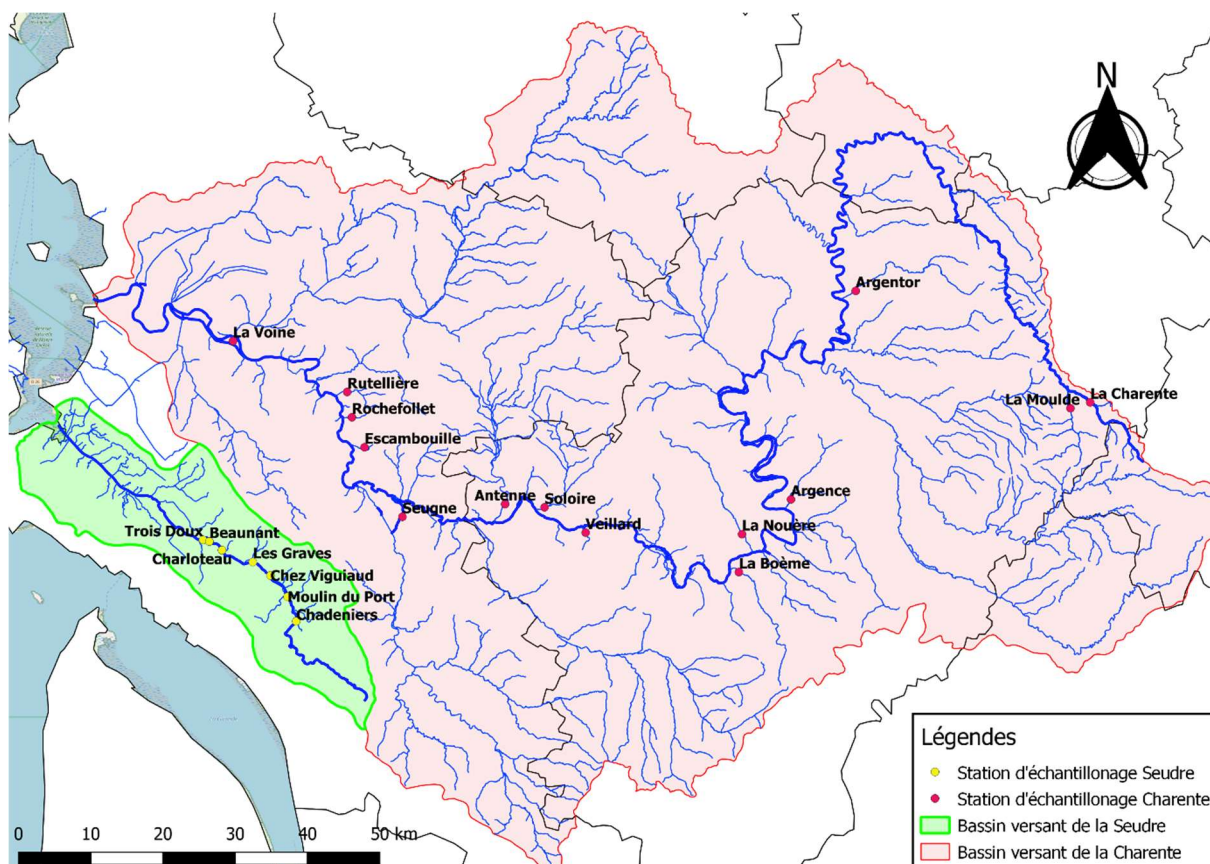


Figure 9: Positionnement des stations de pêches de l'étude

## 2.4 Le flottang : autre outil de suivi des petites anguilles

Afin de densifier le réseau d'échantillonnage par pêche électrique, des « collecteurs » de type flottangs ont été posés sur 5 stations d'échantillonnage de la Charente. Cela a permis d'augmenter la récolte d'informations sur la répartition des jeunes anguilles jaunes en phase de montaison (<15 cm).

Le flottang se présente sous la forme d'un carré de géogrille synthétique de la marque MACMAT, d'une dimension de 40 X 40 cm, il est composé de 6 couches de MACMAT maintenue par un système de crochet. Le maillage d'une couche et les interstices créés par la superposition des 6 couches de MACMAT en font un habitat idéal pour les anguilles de moins de 15 cm qui viennent s'y réfugier.



Figure 10: Flottang en pêche à gauche, à droite gamme de taille ciblée par les flottangs (<15 cm)

### 3.4.1 Comparaison de la densité pêche / Piège

Comme introduit plus haut, les données récoltées par pêche électrique dans le cadre du front de colonisation ont aussi été utilisées pour déterminer s'il existe un lien avec les effectifs capturés dans les flottangs.

Le nombre de flottangs utilisé par station est de dix, 5 en aval de l'ouvrage pour avoir un « signal bief » et 5 en pied d'ouvrage pour avoir un « signal pied d'ouvrage » comme on peut le voir sur la figure 11. Le signal bief se situant à environ 10 largeurs en eau de l'ouvrage pour pallier au phénomène d'accumulation qui se situe au pied d'ouvrage. L'aire de piégeage correspond ainsi à la zone échantillonnée par pêche électrique. Pour chaque piège, différents paramètres ont été relevés (profondeur, type de substrat, courant, présence de cache, ombrage, etc.) afin de vérifier s'il existe une relation entre l'efficacité du piège et l'environnement de pose. Les flottangs sont attachés à l'aide de cordes à tous supports permettant sa tenue. Malgré l'utilisation de support robuste, deux flottangs ont été perdus durant cette campagne.

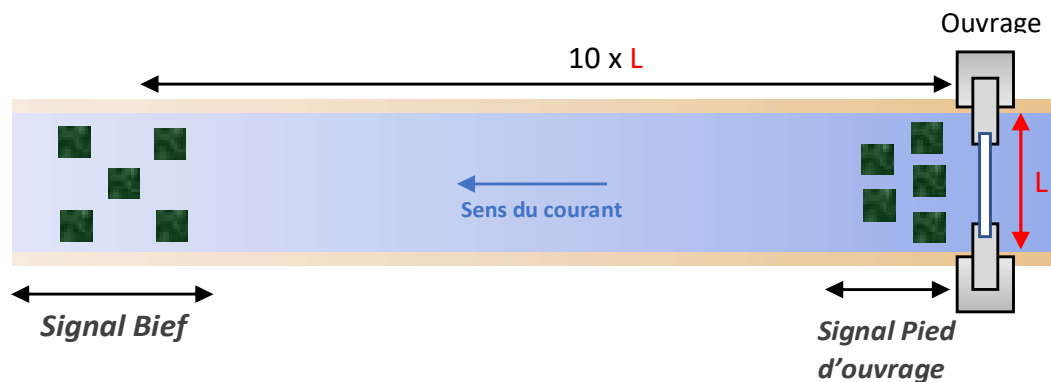


Figure 11: Méthodologie de pose pour la comparaison des techniques Flottangs / Pêches électriques

# Résultat

## 1- Les conditions environnementales

### 1.1 Les débits de la Charente et de la Seudre

Les débits influencent fortement la migration des poissons migrateurs. Plus le débit d'un fleuve est important plus il aura d'attrait pour les poissons migrateurs et par conséquent plus le nombre de remontées d'anguilles sera important. De plus, un débit élevé permet une meilleure franchissabilité des ouvrages présents au cours de la migration de l'anguille.

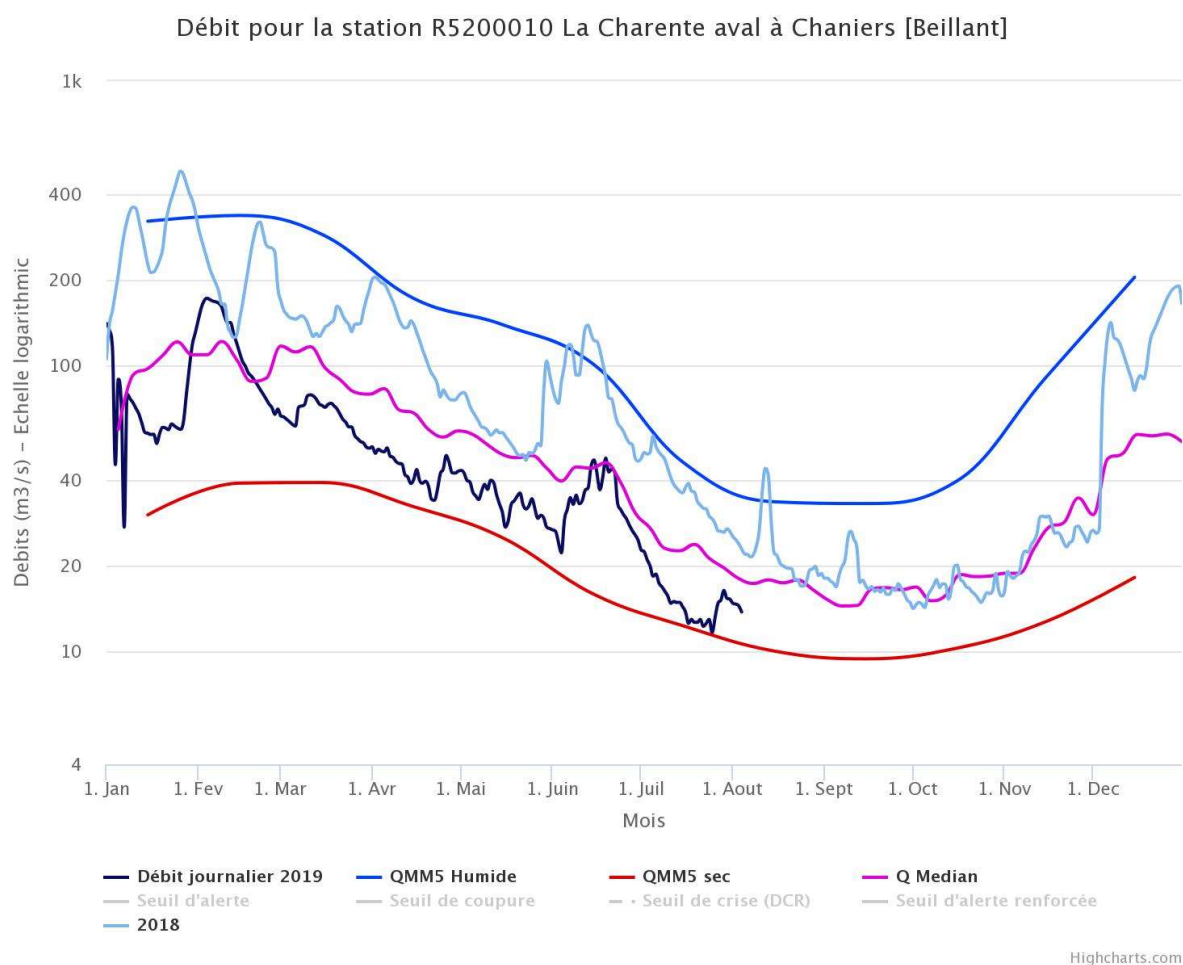


Figure 12: Débits 2018-2019 de la Charente en aval

La figure ci-dessus nous présente les débits de Charente sur une station de mesure aval pour les années 2018-2019. L'année 2018 est considérée dans la moyenne en termes de débits alors que 2019 est très bas et frôle le QMM5 sec (débit mensuel interannuel quinquennal sec qui a une probabilité de 4/5 d'être dépassé). Le pic de migration des civelles qui a lieu durant les mois d'hiver est censé être corrélé avec le moment où il y a le plus de débit dans les cours d'eau, or on constate que hormis le pic de décembre l'hiver 2018-2019 est très faible en eau.

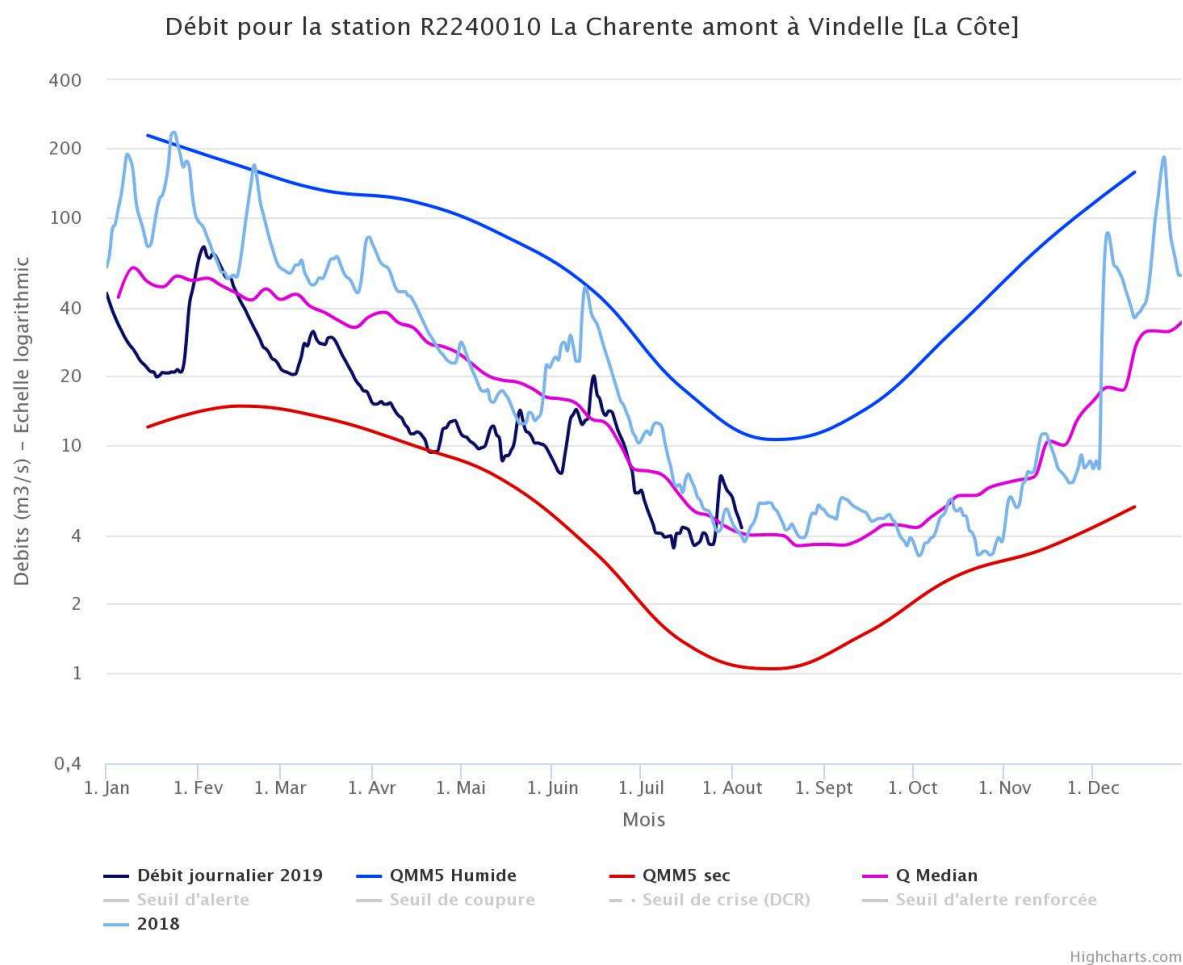


Figure 13: Débits 2018-2019 de la Charente en amont

La figure ci-dessus dresse le même constat que précédemment, très peu de débit durant les mois d'hiver à la station de Vindelle en amont d'Angoulême.

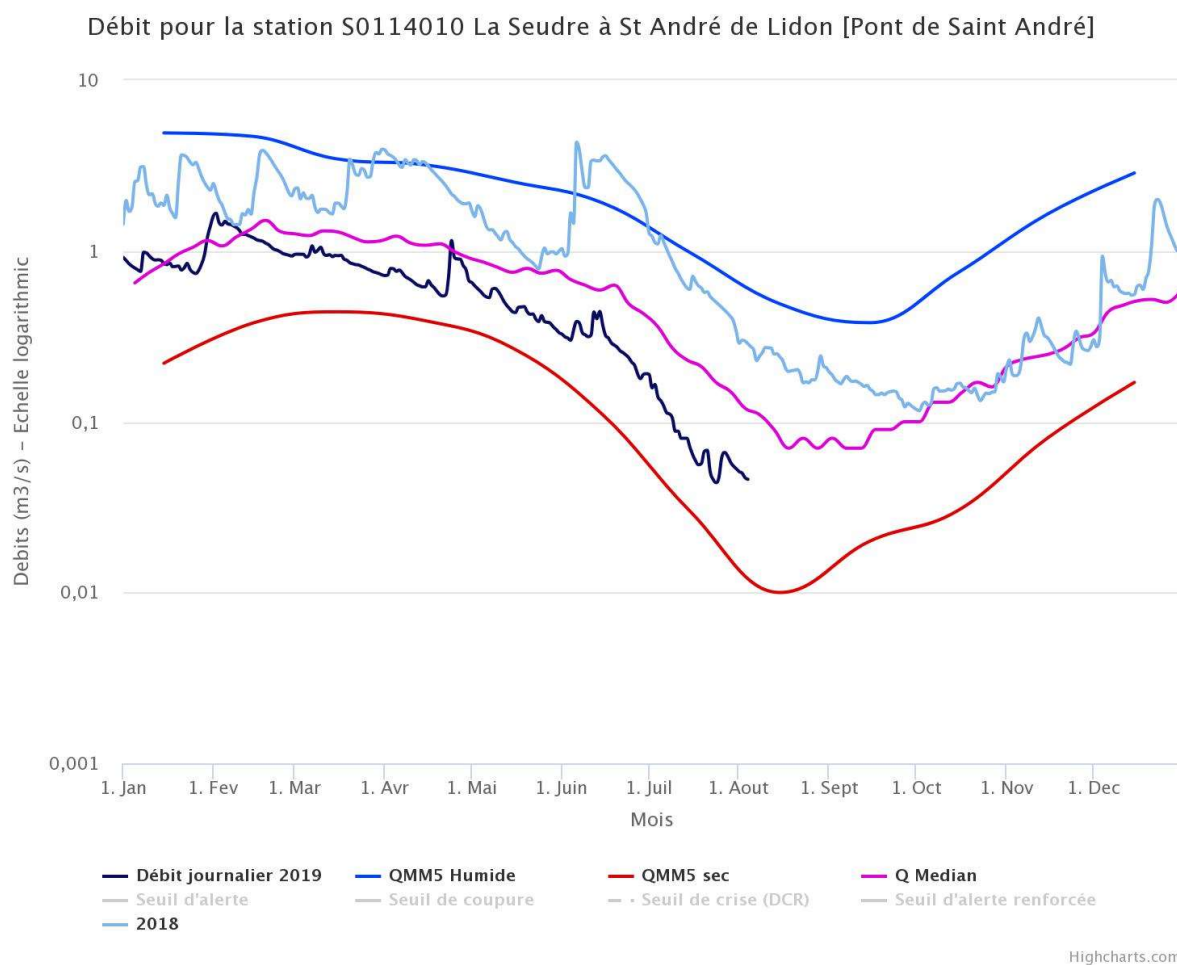


Figure 14: Débits 2018-2019 de la Seudre

Le débit de la Seudre en début d'année 2018 est légèrement supérieur à la moyenne, alors que la fin d'année voit plutôt son débit diminuer. Les débits de l'année 2019 sont comme pour la Charente en dessous de la moyenne.

## 1.2 Les températures de la Charente

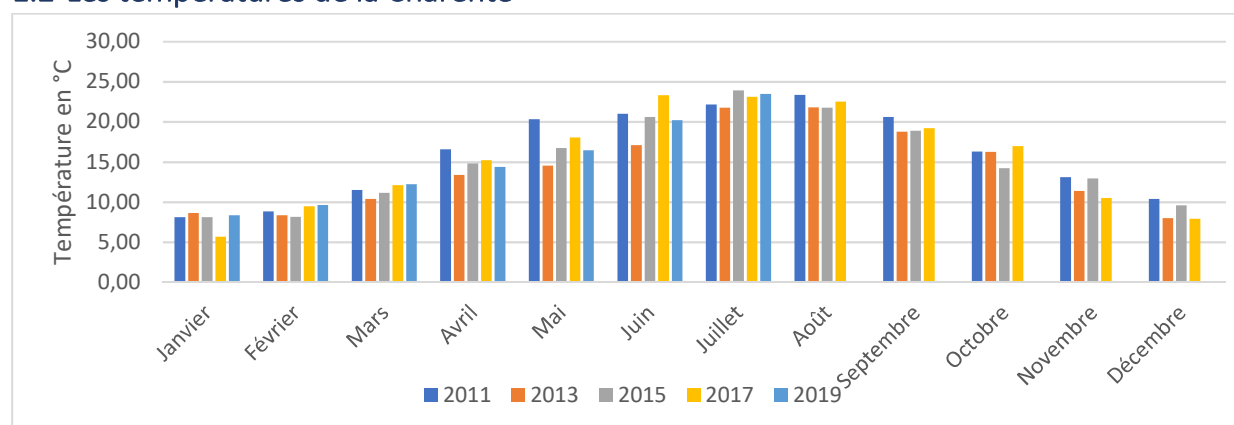


Figure 15: Moyenne mensuelle des températures sur la Charente

Les températures enregistrées sur la station de Crouin sont sensiblement les mêmes depuis 2011, malgré une variabilité interannuelle, il n'y a pas de tendance qui se dessine sur la Charente.

# 1- Analyse de l'évolution de la colonisation de la Charente (2009-2019)

## 1.1 Les captures 2019

Le nombre d'anguilles capturées par pêche électrique durant la campagne d'échantillonnage s'élève à 1168 pour les 14 stations de l'axe Charente. Les jeunes stades d'anguilles jaunes représentent respectivement 26.5% pour les anguilles de moins de 10 cm et 49.5% pour les anguilles dont la taille est inférieure à 15 cm. La quantité d'anguilles de moins de 10 cm est la plus basse jamais atteinte, cela vient du fait que la quantité globale d'anguilles est la plus faible depuis 2009.

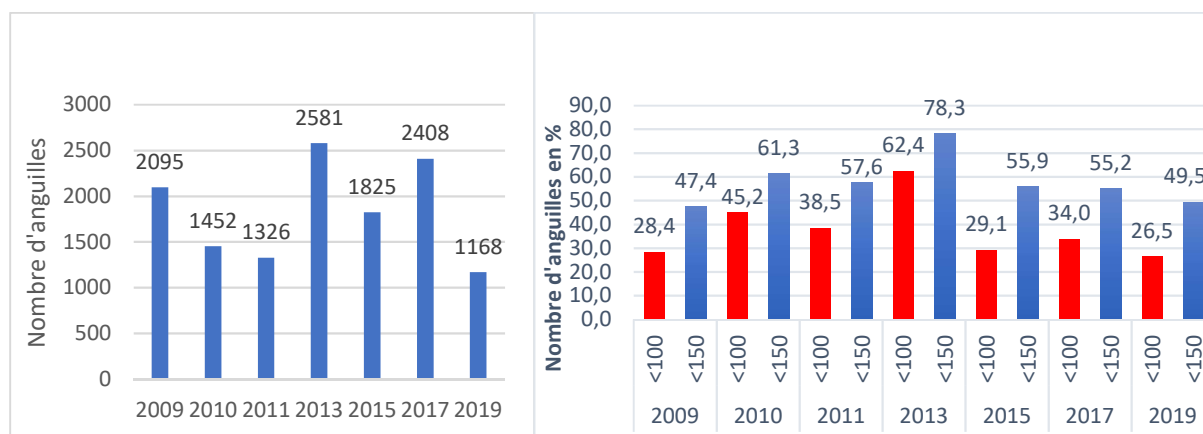


Figure 16: Bilan des captures d'anguilles total par année et pourcentage du nombre d'anguilles par classe de taille

Les efficacités présentées sur la figure ci-dessous sont calculées à l'aide du logiciel Aquafauna. L'efficacité est obtenue en divisant le nombre d'anguilles capturées au premier passage par le nombre d'anguilles estimées par le logiciel. On constate que plus la taille de l'individu est importante plus la pêche électrique est efficace. Cette année l'efficacité totale a été la plus faible depuis 2015. On observe bien en fonction des années la tendance que plus la taille de l'individu augmente plus l'efficacité augmente.

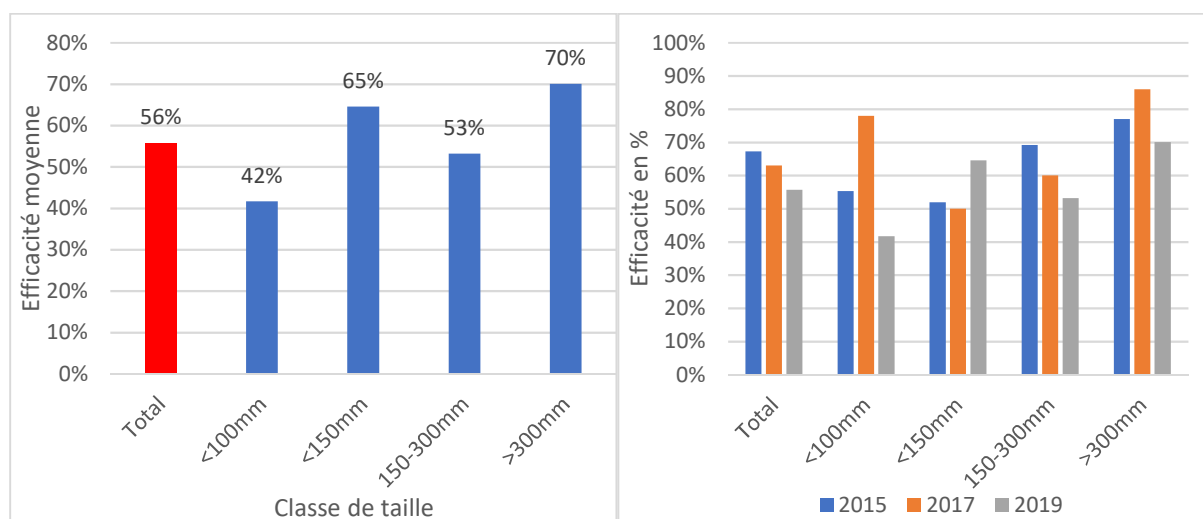


Figure 17: Efficacité moyenne en fonction des différentes classes de tailles et en fonction des années

### 1.1.1 Les tailles et fréquences

On observe sur le graphique ci-dessous les différentes tailles sur l'ensemble des stations de l'axe Charente. Les stations sont dans l'ordre par rapport à la distance à l'océan. La taille moyenne augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'estuaire. La taille minimale augmente également lorsque que l'on remonte l'axe Charente, cela s'explique par un manque de renouvellement des populations d'anguilles pour les stations les plus en amont.

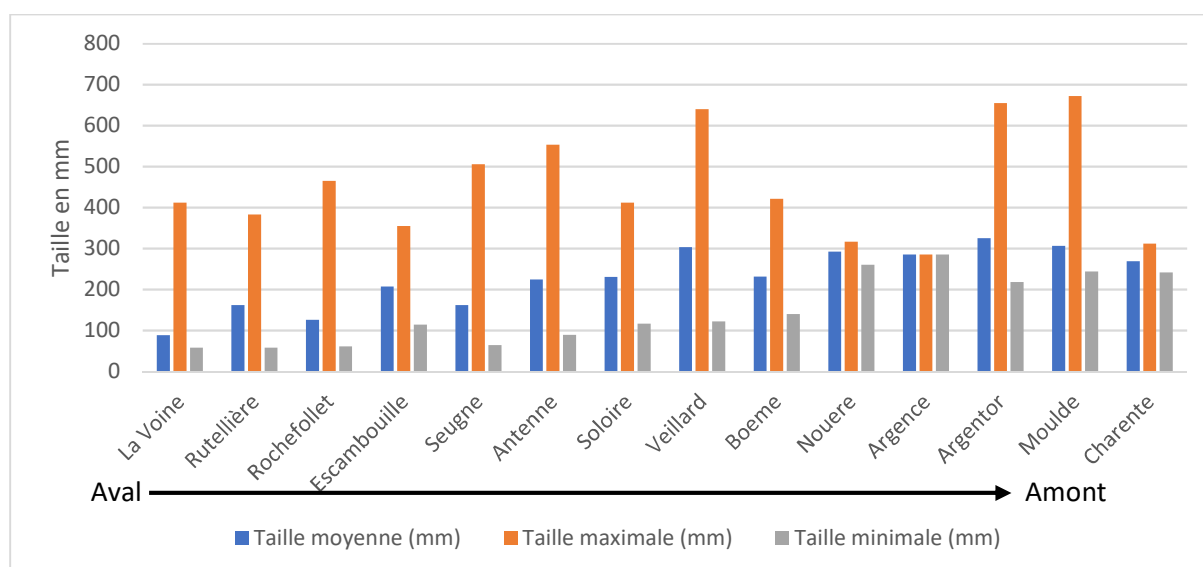


Figure 18: Tailles minimale, maximale et moyenne en fonction des stations

La figure ci-dessous nous permet de constater que la taille moyenne est en augmentation depuis 2010 alors que la taille maximale diminue.

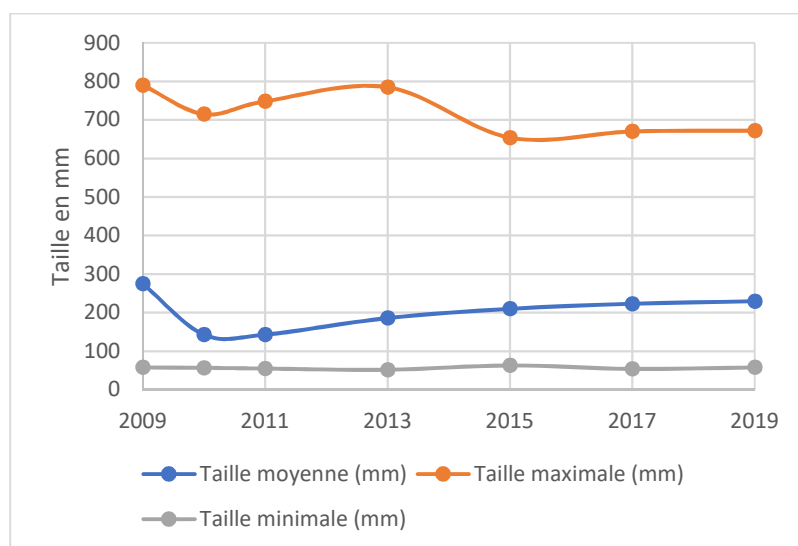


Figure 19: Evolution des tailles d'anguilles dans le temps



### 1.1.2 Les densités

Les densités d'anguilles en fonction des classes de tailles est exprimée par la figure ci-dessous. On distingue trois grands types de répartitions qui sont fonction de la position sur le bassin versant. Sur les stations les plus en aval (La Voine, Rutellière, Rochefollet, Escambouille et Seugne) les anguilles de moins de 15 cm dominent bien même s'il y a de forte variation interannuelle. Pour les stations médianes (Antenne, Soloire, Veillard et Boème) il y a plus de mixité des différentes classes de tailles. Puis sur les stations les plus en amont on observe une nette dominance des anguilles de 15-30 cm.

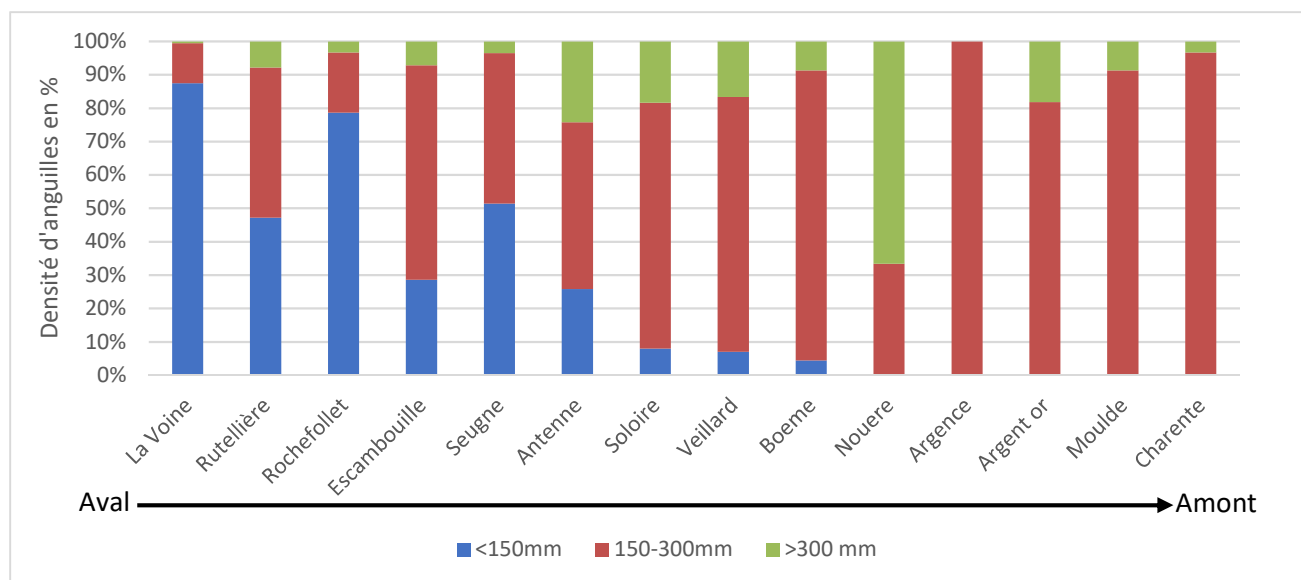


Figure 20: Densités par classe de taille en fonction des stations d'échantillonnages

| Cours d'eau<br>affluent<br>Charente | Dist à la<br>mer (km) | Surface<br>prospectée<br>(m²) | Densités (ind/100m²)   |         |         |          |           |         |        |           |         |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|---------|---------|----------|-----------|---------|--------|-----------|---------|
|                                     |                       |                               | Ensemble<br>population | 00-60mm | 60-90mm | 90-120mm | 120-150mm | < 100mm | <150mm | 150-300mm | >300 mm |
| La Voine                            | 38                    | 182                           | 91,8                   | 8,2     | 68,7    | 0,5      | 2,7       | 76,9    | 80,2   | 11,0      | 0,5     |
| Rutellière                          | 58                    | 237                           | 36,7                   | 0,4     | 13,9    | 1,3      | 3,0       | 13,9    | 17,7   | 16,9      | 3,0     |
| Rochefollet                         | 61                    | 412                           | 45,6                   | 0,0     | 30,6    | 3,4      | 8,0       | 32,5    | 39,3   | 9,0       | 1,7     |
| Escambouille                        | 68                    | 54                            | 27,8                   | 0,0     | 0,0     | 1,9      | 5,6       | 0,0     | 7,4    | 16,7      | 1,9     |
| Seugne                              | 84                    | 323                           | 170,6                  | 0,0     | 18,3    | 31,6     | 35,9      | 25,1    | 85,8   | 75,2      | 5,9     |
| Antenne                             | 103                   | 583                           | 11,8                   | 0,0     | 0,2     | 1,7      | 1,0       | 0,9     | 2,9    | 5,7       | 2,7     |
| Soloire                             | 109                   | 288                           | 13,2                   | 0,0     | 0,0     | 0,3      | 0,7       | 0,0     | 1,0    | 9,7       | 2,4     |
| Veillard                            | 120                   | 189                           | 39,2                   | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 2,6       | 0,0     | 2,6    | 29,1      | 6,3     |
| Boème                               | 149                   | 179                           | 25,7                   | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 1,1       | 0,0     | 1,1    | 22,3      | 2,2     |
| Nouère                              | 158                   | 194                           | 1,5                    | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 0,5       | 1,0     |
| Argence                             | 203                   | 174                           | 1,1                    | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 0,6       | 0,0     |
| Argent or                           | 243                   | 204                           | 5,4                    | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 4,4       | 1,0     |
| Moulde                              | 357                   | 333                           | 7,5                    | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 6,3       | 0,6     |
| Charente                            | 358                   | 663                           | 3,0                    | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 4,4       | 0,2     |

Figure 21: Densités d'anguilles par station et par classe de taille

| Stations     | Réf<br>moyenne | Réf mini | Réf<br>maxi | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Evolution<br>2017-2019 |
|--------------|----------------|----------|-------------|------|------|------|------|------------------------|
| Rutellière   | 54             | 32       | 75          | 66   | 30   | 60   | 37   | -                      |
| Rochehollet  | 48             | 16       | 79          | 228  | 66   | 264  | 46   | -                      |
| Escambouille | 16             | 6        | 25          | 29   | 50   | 55   | 28   | -                      |
| Seugne       | 71             | 41       | 109         | 1029 | 338  | 185  | 171  | -                      |
| Antenne      | 41             | 28       | 54          | 74   | 260  | 189  | 12   | -                      |
| Soloire      | 105            | 85       | 126         | 192  | 212  | 89   | 13   | -                      |
| Veillard     | -              | -        | -           | -    | 63   | 114  | 39   | -                      |
| Boeme        | 19             | 13       | 24          | 57   | 21   | 4    | 26   | +                      |
| Nouere       | 12             | 6        | 18          | 7    | 13   | 2    | 2    | =                      |
| Argent or    | 15             | 15       | 15          | 3    | 5    | 4    | 5    | +                      |

Figure 22: Densités par station en fonction des années (Réf correspond aux années 2009, 10 et 11 moyennées)

On observe une forte diminution des densités d'anguilles comparée à l'année 2017, seule la station de la Boème a vu sa densité augmenter significativement.

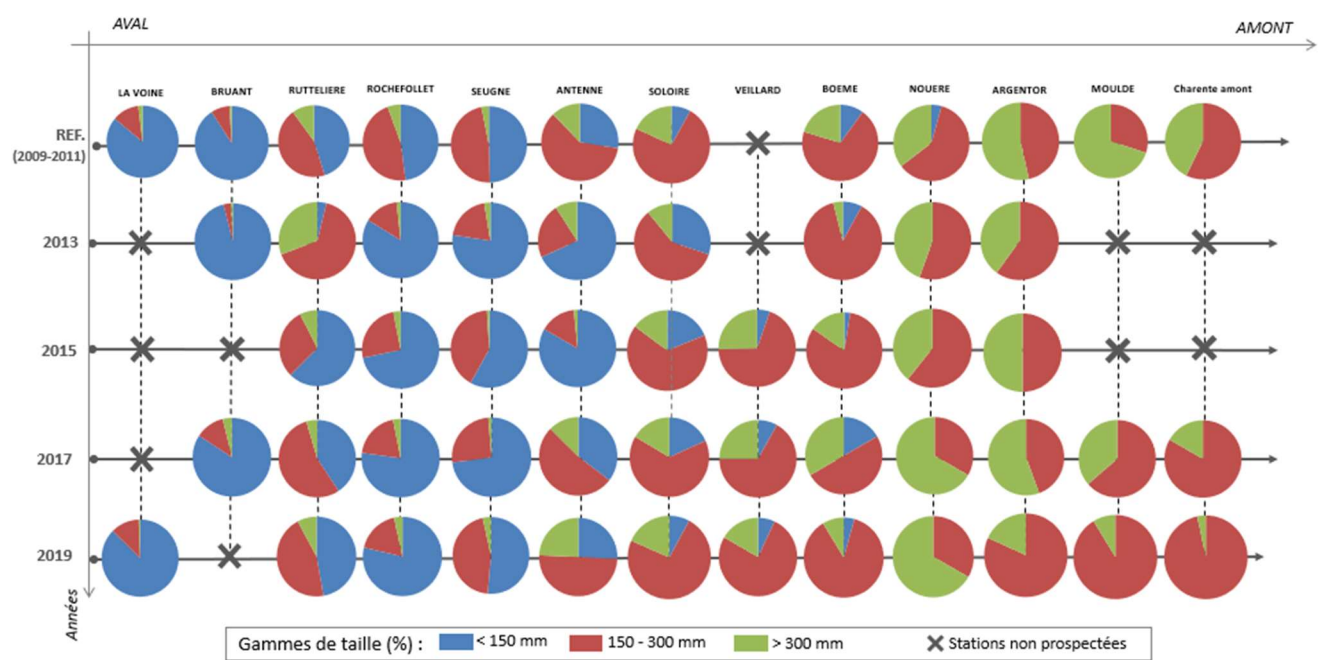


Figure 23: Densités par classes de tailles par station en fonction des années

La comparaison des densités en fonction des différentes classes de taille depuis 2009 dresse le même constat que précédemment. Les trois grands types de répartition se retrouvent sur ce graphe également, bien que l'on puisse observer une perte de densité sur les stations médianes pour les anguilles de moins de 15 cm.

## 1.2 Limite de répartition

La limite de répartition se compose de la D50 et de la distance de disparition comme vu précédemment.

### 1.2.1 Calcul de la D50 de l'axe Charente

Pour rappel la D50 est une distance (exprimée en Km) à partir de laquelle la probabilité de rencontrer un individu de la gamme de taille choisie est égale à 50%. Elle se calcule grâce à la mise en place d'une régression logistique qui se base sur l'absence/présence des anguilles de moins de 10 cm et moins de 15 cm par rapport à la distance à l'océan des stations.

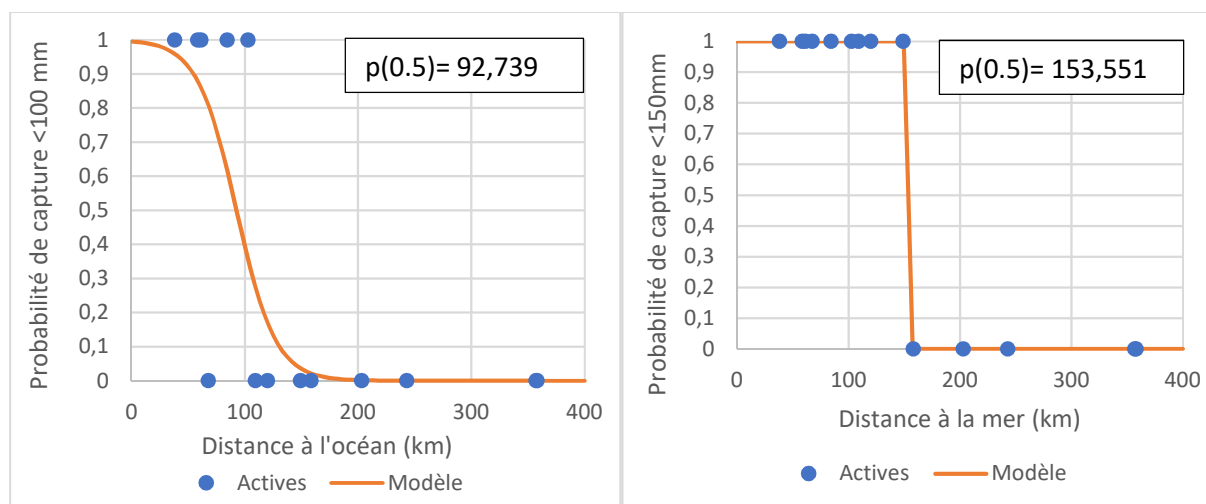


Figure 24: Régression logistique

Les figures ci-dessus, issues de Xlstat (Voir **Annexe 3 : Logiciel XLSTAT**), montrent que les D50 2019 des anguilles de moins de 10 cm et moins de 15 cm sont de 92.7 Km et 153.6 Km. Les valeurs de D50 qui auraient été obtenues avec l'aide des flottangs est de 124.8 Km pour les moins de 10 cm et 153.6 Km pour les moins de 15 cm.

### 1.2.3 Distance de disparition

La distance de disparition correspond à la dernière station où il y a encore présence d'anguilles d'une des classes de tailles ciblées (<10 cm, <15 cm). Au terme de la campagne de pêche électrique 2019, la distance de disparition des individus de moins de 10 cm se situe sur la station de l'Antenne, à 103 Km de l'océan. Pour les anguilles de moins de 15 cm la distance de disparition se situe sur la station de la Boeme à 149 Km de l'océan. L'utilisation des flottangs a permis de mettre en évidence une nouvelle distance de disparition pour les individus inférieurs à 10 cm. Celle-ci se trouve sur la station du Veillard à 120 Km de l'océan.

### 1.3 Bilan : Evolution du front de colonisation de l'axe Charente

L'évolution du front de colonisation 2019 sur l'axe Charente par rapport aux années précédentes est résumée par les tableaux ci-dessous.

La D50 est stable pour les anguilles de moins de 15 cm. Seule la D50 des anguilles de moins de 10 cm a subi une modification, on observe une diminution de 8.76% par rapport à l'année 2017. Les données entre parenthèse rouge représentent les valeurs de D50 issues exclusivement de la pêche électrique sans l'ajout des flottangs.

| Année                      |        | 2009-2011 | 2013 | 2015 | 2017      | 2019     |
|----------------------------|--------|-----------|------|------|-----------|----------|
| Classes de tailles ciblées | <10 cm | 87        | 129  | 114  | 137 (133) | 125 (93) |
|                            | <15 cm | 145       | 153  | 153  | 153 (137) | 153      |

Figure 25: Récapitulatif de la D50 selon les années

La distance de disparition n'a pas évolué depuis 2017, bien que la campagne de pêche électrique 2019 n'a pas réussi à mettre en évidence la présence d'anguilles de moins de 10 cm sur la station du Veillard à 120 Km de l'océan. Seuls les flottangs ont réussi à capturer des anguilles de moins de 10 cm sur cette station.

| Année                      |        | 2009-2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019      |
|----------------------------|--------|-----------|------|------|------|-----------|
| Classes de tailles ciblées | <10 cm | 87        | 109  | 109  | 120  | 120 (103) |
|                            | <15 cm | 158       | 149  | 149  | 149  | 149       |

Figure 26: Récapitulatif de la distance de disparition en fonction des années

## 2- Analyse de l'évolution de la colonisation de la Seudre et impact des ouvrages (2009-2019)

Contrairement à la Charente, l'axe Seudre est beaucoup plus linéaire avec moins d'affluents. Ce qui oblige les anguilles à se concentrer sur l'axe principal. Les clapets hydrauliques représentent les obstacles majeurs de la Seudre, ils sont peu compatibles avec le passage des anguilles.

### 2.1 Les captures 2019

Le nombre d'anguilles capturées par pêche électrique durant la campagne d'échantillonnage s'élève à 487 pour les 7 stations de l'axe Seudre. Les jeunes stades d'anguilles jaunes représentent respectivement 16.2% pour les anguilles de moins de 10 cm et 41.5% pour les anguilles dont la taille est inférieure à 15 cm. Les fortes variations pluriannuelles de la population d'anguilles sur la Seudre ne nous permettent pas de dire si 2019 est une bonne année ou non, mais on peut tout de même constater que depuis 2015 on observe une diminution de la population globale ainsi qu'une diminution de la part des jeunes stades d'anguilles.

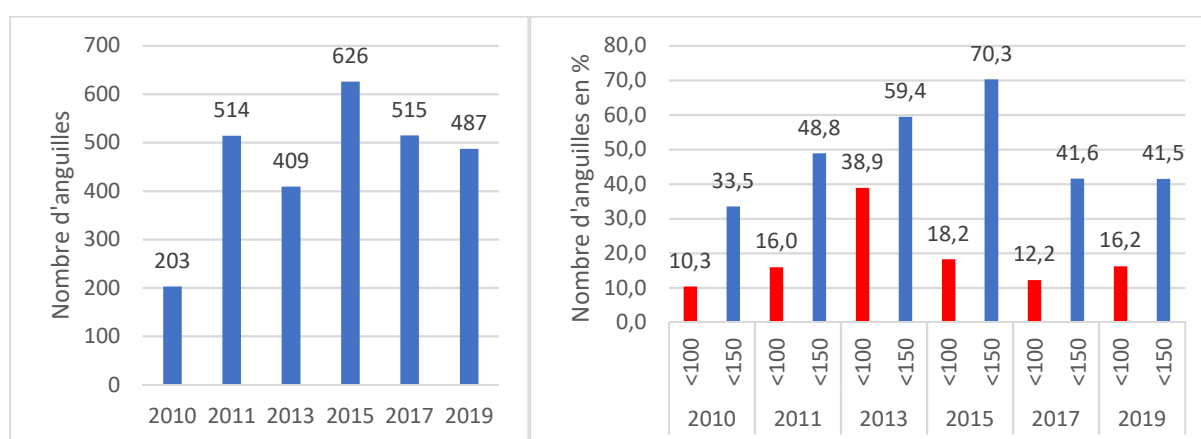


Figure 27: Bilan des captures d'anguilles total par année et pourcentage du nombre d'anguilles par classe de taille

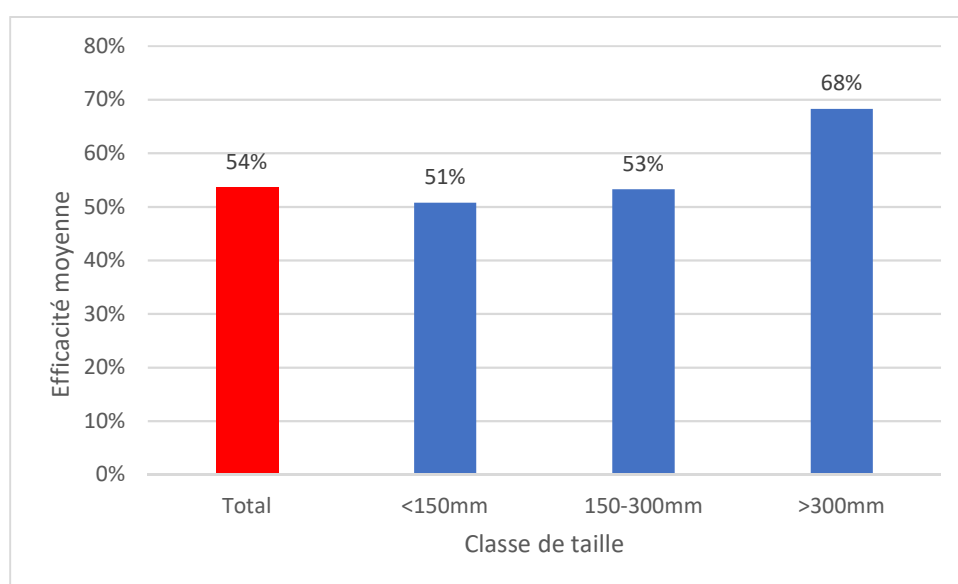


Figure 28: Efficacité moyenne en fonction des différentes classes de tailles

### 2.1.1 Les tailles et fréquences

On observe sur le graphique ci-dessous les différentes tailles sur l'ensemble des stations de l'axe Seudre. Les stations sont dans l'ordre par rapport à la distance à l'océan. Le constat est le même que pour la Charente, la taille moyenne, maximale et minimale augmentent au fur et à mesure que l'on remonte vers l'amont.

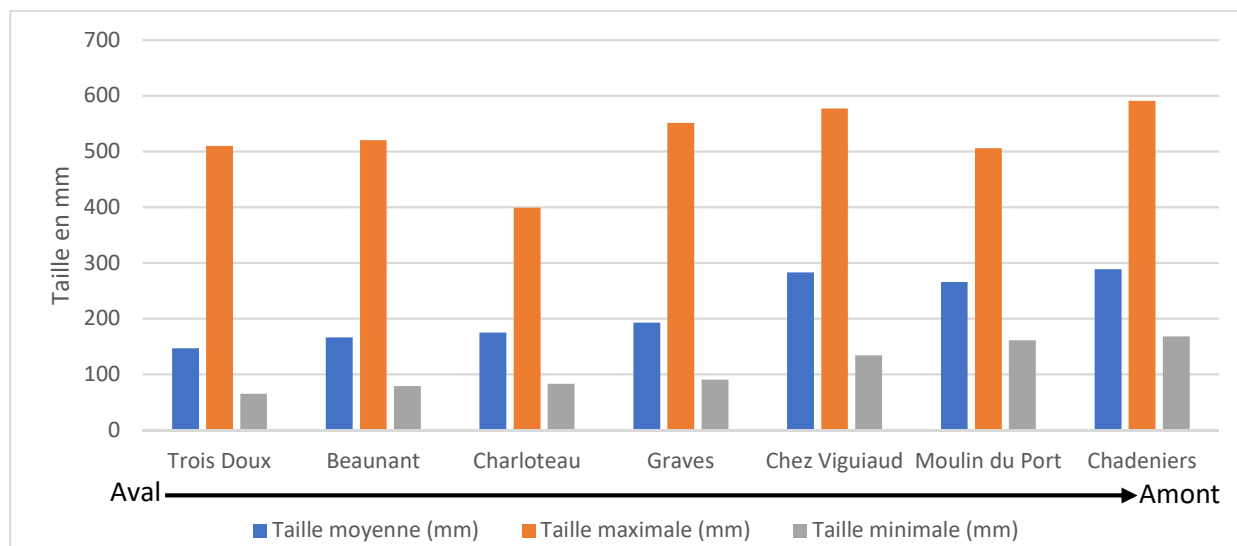


Figure 29: Tailles minimale, maximale et moyenne en fonction des stations

Contrairement à l'axe Charente, il n'y a pas d'évolution significative des différentes classes de tailles malgré une très légère augmentation de la taille moyenne. La Seudre est un fleuve moins long que la Charente, les stations sont plus rapprochées les unes des autres ce qui peut expliquer les faibles variations.

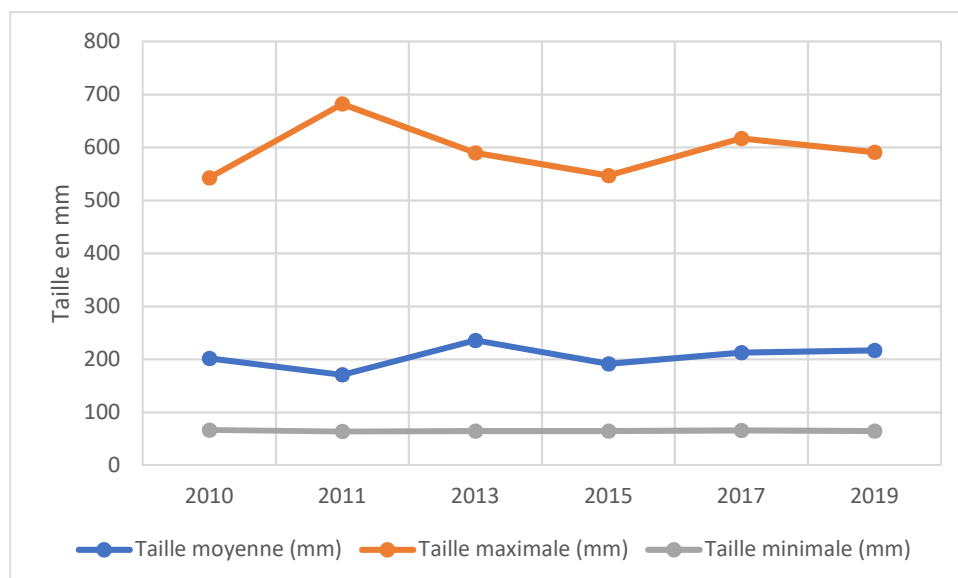


Figure 30: Evolution des tailles d'anguilles dans le temps

### 2.2.2 Les densités

Les densités d'anguilles en fonction des classes de tailles sont exprimées sur la figure ci-dessous. On distingue trois grands types de répartitions qui sont fonction de la position sur le bassin versant. Sur les stations les plus en aval (Trois Doux, Beaunant) les anguilles de moins de 15 cm dominent. Pour les stations médianes (Charloteau, Graves) il y a plus de mixité des différentes classes de tailles. Puis sur les stations les plus en amont on observe une nette dominance des anguilles de 15-30 cm.

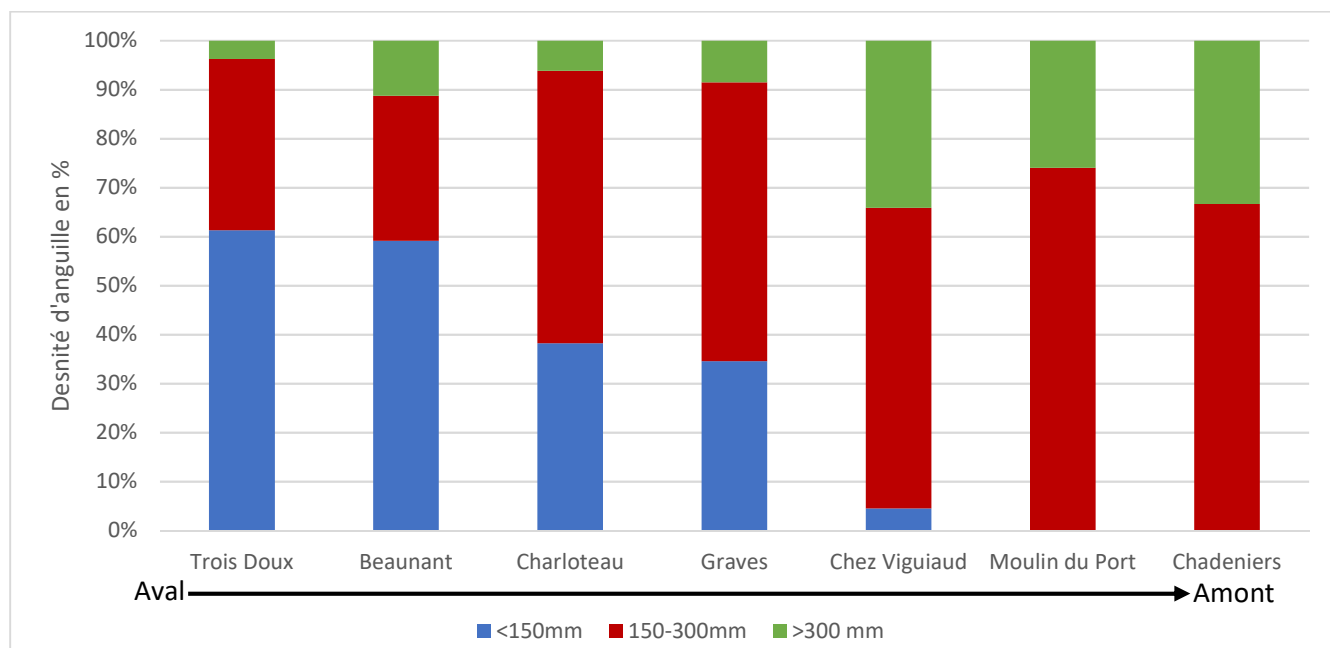


Figure 31: Densités par classe de taille en fonction des stations d'échantillonnages

| Cours d'eau<br>affluent<br>Charente | Dist à la<br>mer (km) | Surface<br>prospectée<br>(m²) | Densités (ind/100m²)   |         |          |           |         |        |           |         |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|---------|----------|-----------|---------|--------|-----------|---------|
|                                     |                       |                               | Ensemble<br>population | 60-90mm | 90-120mm | 120-150mm | < 100mm | <150mm | 150-300mm | >300 mm |
| Trois Doux                          | 27                    | 255,9                         | 84,2                   | 19,5    | 11,0     | 12,9      | 25,4    | 47,8   | 27,2      | 2,9     |
| Beaunant                            | 27                    | 204,6                         | 22,0                   | 5,6     | 5,3      | 1,7       | 6,7     | 11,7   | 5,9       | 2,2     |
| Charloteau                          | 30                    | 187,6                         | 31,4                   | 0,4     | 5,5      | 4,8       | 3,0     | 11,4   | 16,6      | 1,8     |
| Graves                              | 35                    | 508,7                         | 39,7                   | 0,2     | 2,6      | 1,1       | 0,6     | 13,2   | 21,7      | 3,2     |
| Chez Viguiard                       | 38                    | 225,1                         | 20,9                   | 0,0     | 0,0      | 0,9       | 0,0     | 0,9    | 12,0      | 6,7     |
| Moulin du Port                      | 42                    | 168,7                         | 10,9                   | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 8,1       | 2,8     |
| Chadeniers                          | 46                    | 131,4                         | 13,1                   | 0,0     | 0,0      | 0,0       | 0,0     | 0,0    | 8,1       | 4,0     |

Figure 32: Densités d'anguilles par station et par classe de taille

| Stations       | 2010 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Evolution 2017-2019 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| Trois Doux     | 30   | 161  | 148  | 343  | 128  | 84   | -                   |
| Beaunant       | 7    | 7    | 19   | 47   | 16   | 22   | +                   |
| Charloteau     | 23   | 74   | 25   | 19   | 26   | 31   | +                   |
| Graves         | 16   | 8    | 10   | 49   | 24   | 40   | +                   |
| Chez Viguiard  |      |      |      |      | 48   | 21   | -                   |
| Moulin du Port | 5    | 36   | 4    | 16   | 10   | 11   | =                   |
| Chadeniers     | 4    | 6    | 3    | 1    | 4    | 13   | +                   |

Figure 33: Densités par station en fonction des années



## 2.2 Les limites de répartition

### Calcul de la D50 de l'axe Seudre

Comme dans le cas précédant une régression logistique est utilisée pour déterminer la D50 des individus de moins de 10 cm et de moins de 15 cm. La figure ci-dessous montre que la D50 pour les anguilles de moins de 10 cm est de 38.27 Km et 39.93 Km pour les moins de 15 cm.

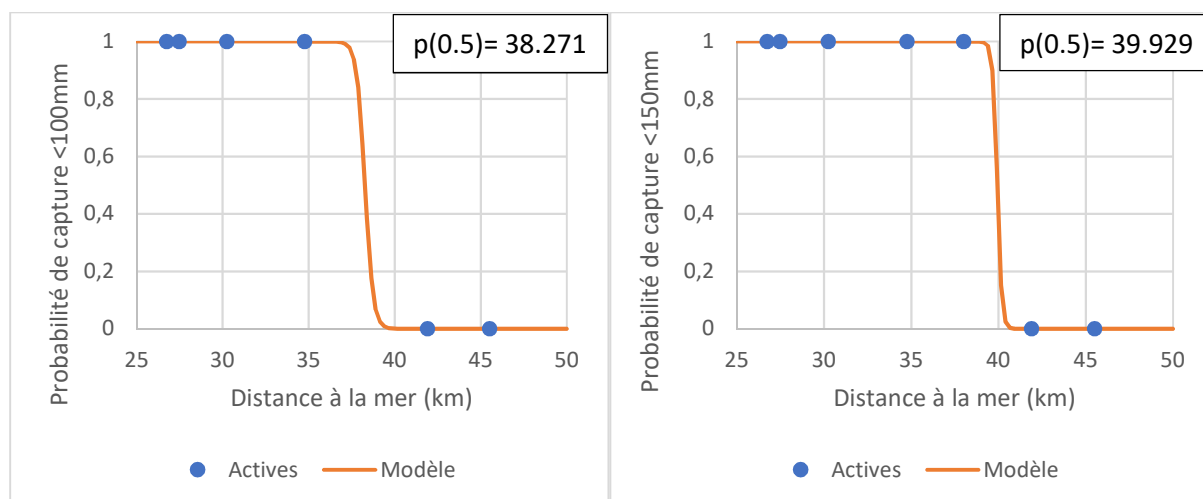


Figure 34: Régression logistique

### Distance de disparition

La distance de disparition correspond à la dernière station où il y a encore présence d'anguilles d'une des classes de tailles ciblées (<10 cm, <15 cm). Au terme de la campagne de pêche électrique 2019 sur la Seudre, la distance de disparition des individus de moins de 10 cm se situe sur la station de Graves, à 34.75 Km de l'océan, alors que la distance de disparition des moins de 15 cm se situe à 38 Km de l'océan sur la station de Chez Viguiaud.

## 2.3 Bilan : Evolution du front de colonisation de l'axe Seudre

L'évolution du front de colonisation 2019 sur l'axe Charente par rapport aux années précédentes est résumée par les tableaux ci-dessous.

| Année                      |        | 2010-2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 |
|----------------------------|--------|-----------|------|------|------|------|
| Classes de tailles ciblées | <10 cm | 35        | 38   | 38   | 32   | 38   |
|                            | <15 cm | 42        | 38   | 44   | 38   | 40   |

Figure 35: Récapitulatif de la D50 en fonction des années

| Année                      |        | 2010-2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 |
|----------------------------|--------|-----------|------|------|------|------|
| Classes de tailles ciblées | <10 cm | 35        | 35   | 35   | 35   | 35   |
|                            | <15 cm | 42        | 35   | 42   | 38   | 38   |

Figure 36: Récapitulatif de la distance de disparition en fonction des années

Les distances de colonisation sur la Seudre sont stables par la présence des ouvrages directement sur le cours de la Seudre. Pour affiner ces répartitions nous allons analyser les densités en fonction de la présence des ouvrages. Plus la densité est élevée sur un ouvrage plus celui-ci sera considéré comme bloquant. Un ouvrage qui est bloquant à la migration de l'anguille engendre un phénomène d'accumulation en pied d'ouvrage. La classe de taille privilégiée pour la comparaison des densités est les individus inférieurs à 15 cm, car ils sont en phase de colonisation.

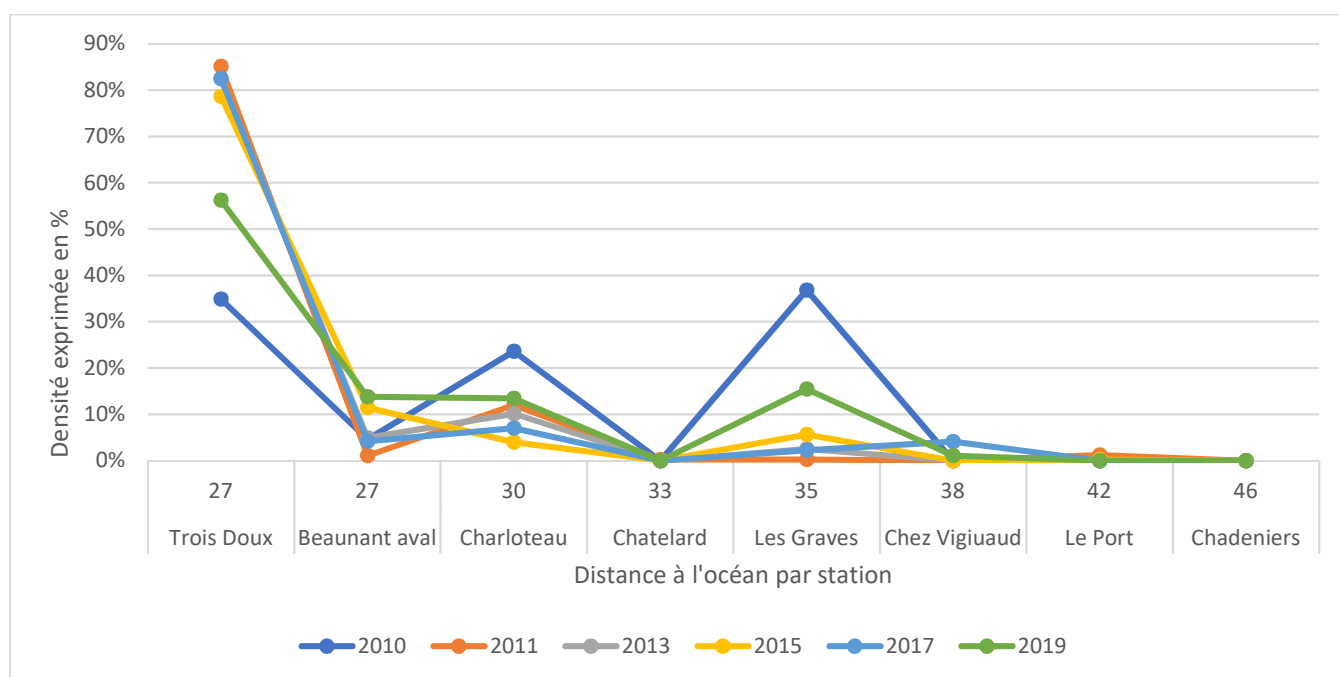


Figure 37: Mise en évidence de la franchissabilité des ouvrages en fonction de la densité des anguilles <15 cm

Sur la figure ci-dessus on peut voir les différentes densités d'anguilles par station en fonction du temps. On constate que la station de Trois Doux par sa forte densité d'anguilles depuis 2010 est un ouvrage très difficilement franchissable. En novembre 2017 l'ouvrage de Chadeniers a été effacé afin de restaurer la continuité écologique. L'ouvrage de Chez Viguiard lui a été abaissé en Janvier 2018. Les anguilles de moins de 15 cm n'étant pas présentes aussi haut dans le bassin les densités de Chadeniers sont nulles. Pour la station de Chez Viguiard l'abaissement a été bénéfique car en 2019 on a une densité de 1% contre 4% en 2017. Les densités des anguilles de moins de 15 cm sont assez faibles car la station de Chez Viguiard est la limite de disparition des individus de moins de 15 cm.

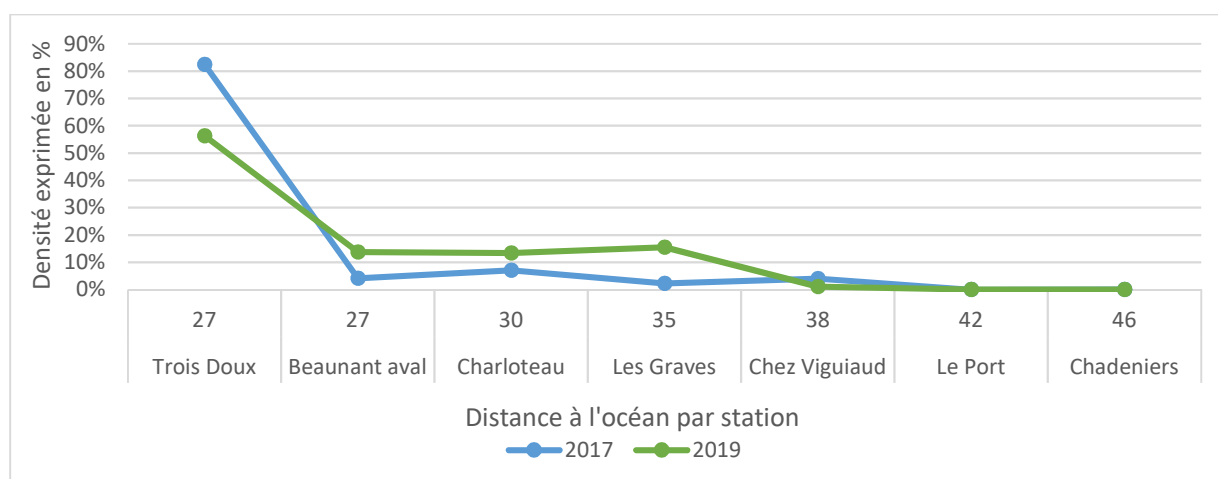


Figure 38: Comparaison des densités 2017-2019 des anguilles < 15cm

### 3- Les flottangs

#### 3.1 Bilan des captures flottangs 2019

L'utilisation de flottangs a permis de compléter les résultats par pêche électrique et de les comparer. Pour les comparer, les secteurs de pose des flottangs ont été isolés et pêchés à l'électricité. Au cours de la campagne 2019, 193 anguilles ont été capturées grâce aux flottangs sur les 5 stations de poses contre 221 par pêche électrique.

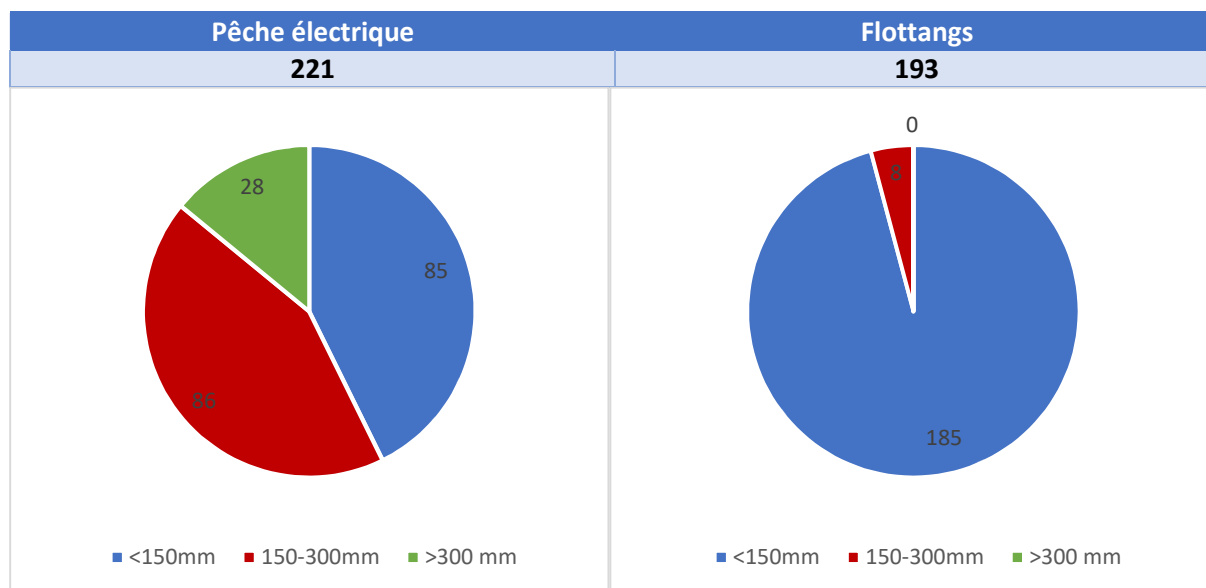


Figure 39: Bilan comparatif pêche / piège

On constate sur la figure ci-dessus la diversité des classes de taille présentes lors de la pêche électrique : 38.46% pour les moins de 15 cm et 38.91% pour les 15-30 cm. La méthode de piégeage par flottangs est beaucoup moins diversifiée en taille d'individus. En effet les classes de taille majoritaires sont les anguilles de moins de 15 cm avec 95.85% de la population total. Cette comparaison démontre bien que les flottangs ciblent et accentuent la présence des jeunes anguilles par leurs efficacités sur cette gamme de taille. Leurs utilisations semblent donc nécessaires pour déterminer au mieux les distances de disparition et la D50.

### 3.2 L'indice d'accumulation

Les ouvrages difficilement franchissables pour les anguilles entraînent une accumulation des individus au pied immédiat de l'ouvrage. La méthodologie de pose des flottangs permet de mettre en évidence cette accumulation (Cellule Migrateurs 2017). Comme vu précédemment, 5 flottangs sont posés en aval de l'ouvrage (10 largeurs d'eau) pour donner un signal « bief » et 5 sont posés au pied immédiat de l'ouvrage pour mettre en évidence le phénomène d'accumulation.

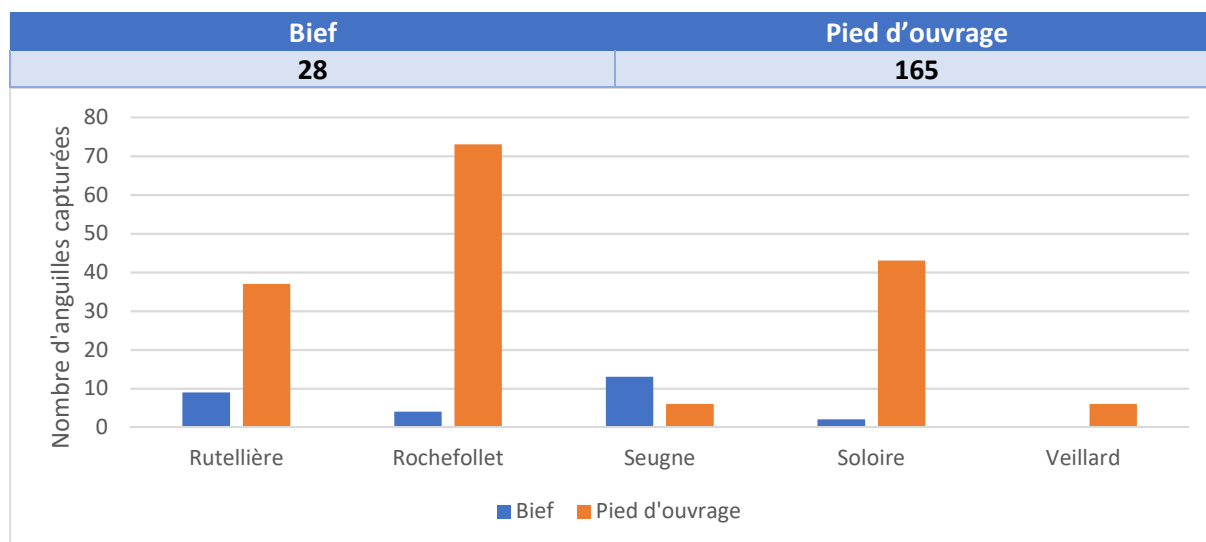


Figure 40: Comparaison des captures Bief / Pied d'ouvrage

La figure ci-dessus permet de mettre en évidence la forte différence de capture entre le bief et le pied d'ouvrage. Parmi les 193 anguilles capturées à l'aide des flottangs 165 l'ont été au pied immédiat de l'ouvrage contre 28 sur la partie bief. Cela représente 14.5% de la population totale pour bief contre 85.5% pour le pied d'ouvrage. Pour mettre en évidence l'impact des ouvrages un indice d'accumulation a été calculé grâce au rapport Pied d'ouvrage / (Pied d'ouvrage + Bief) d'après Rigaud 2017.

| Station               | Rutellière | Rochefollet | Seugne | Soloire | Veillard |
|-----------------------|------------|-------------|--------|---------|----------|
| Indice d'accumulation | 0.80       | 0.95        | 0.32   | 0.96    | 1        |

Figure 41: Indice d'accumulation en fonction des stations

La quasi-totalité des indices obtenus sont supérieurs ou égaux à 0.8, ce qui correspond à un taux de capture en pied immédiat d'ouvrage 4 fois supérieur au taux de capture plus en aval. (0.9 correspondant à un taux de capture 10 fois supérieur en pied d'ouvrage). Cet indice permet de démontrer le caractère bloquant des ouvrages. En effet, les seuils présents au niveau des moulins du Rochefollet et du Veillard sont classés très difficilement franchissables pour l'anguille. Celui de la Rutellière (seuil de radier de pont) est classé difficilement franchissable. Cependant, l'indice montre qu'il y a un blocage de la migration des anguilles. Pour la station de la Seugne, lors de la relève des flottangs il y a eu de fortes précipitations entraînant la perte d'un collecteur et des résultats non représentatifs de la station (valeurs faibles de captures en pied d'ouvrage). Cependant, l'ouvrage du Moulin de Chantemerle sur lequel est effectué l'inventaire de la Seugne est classé très difficilement franchissable or l'indice d'accumulation est très faible et ne correspond pas à la réalité du blocage. Ce résultat montre la nécessité de réaliser plusieurs relèves de flottangs. Ainsi, de nouveaux essais de pose de flottangs selon la même méthode devront être réalisés.

# Discussion

## 1- Le protocole et les méthodes d'échantillonnage

### 1.1 La pêche électrique

La technique de la pêche électrique permet d'échantillonner toutes les gammes de tailles d'anguilles. L'échantillonnage de l'ensemble des classes de tailles permet de calculer des densités d'anguilles. Ces densités (abondance) permettent de compléter le suivi du front de colonisation (occurrence). Comme vu précédemment dans les résultats, l'efficacité de la pêche électrique est moindre sur les petites anguilles. En effet, les petites anguilles semblent moins affectées par le champ électrique de l'appareil de pêche que les plus gros sujets. A cela, peut s'ajouter une difficulté de capture des petits individus ainsi qu'une observation moins évidente par les agents. Pour pallier cela nous avons eu recours à l'utilisation de « collecteur » de type flottang qui ciblent spécifiquement les petites anguilles.

### 1.2 Les flottangs

La pose de flottang sur les stations adjacentes à la limite de disparition et de la D50 a permis de mettre en évidence le manque d'efficacité de la pêche électrique sur les petites anguilles. En effet, le gain de distance engendré par la pose de piège est important, 32 Km pour la D50 des moins de 10 cm et 17 Km pour la distance de disparition des moins de 10 cm.

La pose de flottang doit être systématique sur les stations adjacentes aux distances de disparition. Les stations à forts enjeux sur la Charente ont été la Soloire, le Veillard, la Boème et la Nouère pour l'axe Charente. Pour ce qui est de la Seudre les stations à forts enjeux sont Graves, Chez Viguiard et Moulin du port. Le fait de poser des flottangs sur ces stations cibles permettraient de rendre plus robustes les résultats de pêche électrique.

La pose et la relève des flottangs doivent s'effectuer dans un intervalle relativement proche de la pêche électrique. Tout en conservant une certaine durée « de repos » pour les anguilles afin de ne pas biaiser les résultats de la pêche électrique. Pour la campagne 2019, la pose a été effectuée une semaine avant la pêche électrique, et la relève de 1 à 3 jours avant la pêche électrique.

La technique de la pêche électrique et la pose de flottang semblent ainsi complémentaires. La pêche électrique qui cible toutes les classes de taille avec une plus forte efficacité pour les gros individus et la pose de flottang qui cible presque exclusivement les anguilles de moins de 15 cm. Le couplage des deux techniques permet d'avoir une meilleure vision de la population d'anguilles.

Dans le cadre du suivi du front de colonisation et afin de « gagner » du temps : on peut se poser la question de faire un deuxième passage.

### 1.3 Optimisation des méthodes d'échantillonnage

Actuellement, la technique de la pêche électrique consiste à faire deux passages sur une même station afin d'avoir un échantillonnage plus représentatif et de calculer une densité estimée à partir d'un épuisement du stock sur la station. Or, lors du calcul de densité à l'aide du logiciel Aquafauna, dans la majorité des cas, la densité estimée est égale à la densité brute. La densité brute correspondant au nombre d'individus du premier passage seulement ramenés à la surface. Cela pose la question de l'utilité du deuxième passage sur la station d'échantillonnage.

Pour effectuer l'échantillonnage sur les 21 stations, les pêches électriques avec deux passages se sont étalées sur 4 semaines environ. Si l'on réduit les pêches électriques à un passage, le temps nécessaire pour effectuer les 21 stations sera amoindri. Ce gain de temps permettrait, à budget égal, de prospecter plus de stations ou de favoriser la diversité des méthodes d'échantillonnage (pêche/flottangs). Par exemple, d'échantillonner de nouvelles stations proches de la distance de disparition et ainsi gagner en précision sur les limites de répartition du front de colonisation des anguilles.

## 2- L'état de la colonisation 2019 : une recrudescence de l'anguille

### 2.1 Limite de répartition sur l'axe Charente

Les limites de répartition de l'axe Charente sont globalement stables depuis 2017, bien que les résultats montrent une légère baisse de la D50 sur les anguilles de moins de 10 cm. Les distances de disparition sont les mêmes qu'en 2017. Il y a donc une colonisation stable du bassin de la Charente par les anguilles.

### 2.2 Limite de répartition sur l'axe Seudre

Les limites de répartition de l'axe Seudre sont également stables pour l'année 2019. La D50 a subi une légère augmentation pour les anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm. Les distances de disparition sont les mêmes qu'en 2017. La colonisation est en légère augmentation sur le bassin de la Seudre.

### 2.3 Les densités sur les deux axes

La campagne de pêche 2019 a mis en évidence, sur les stations prospectées, une baisse des effectifs d'anguilles jamais observée depuis 2009, notamment pour les anguilles de moins 10 cm. La diminution de la densité des anguilles de moins de 10 cm sur l'axe Charente est la plus forte jamais enregistrée depuis le début des suivis. Cette baisse de la population pourrait être expliquée par plusieurs facteurs.

## 3- Les facteurs pouvant expliquer cette situation

### 3.1 Les débits

Les débits ont un rôle très important dans la migration de l'anguille et dans la colonisation du milieu. Un débit important entrainera un fort appel pour les anguilles au niveau de l'estuaire. Les plus importantes remontées de civelles dans les estuaires coïncident avec les mois d'hiver, période où le débit est censé être le plus important. Les débits importants permettent aux anguilles de franchir plus facilement les ouvrages, soit car le cours d'eau passe par-dessus et efface l'ouvrage ou alors par des chemins de contournement ce qui facilite la colonisation du milieu. Or, en 2019 les débits furent au plus bas et rarement au-dessus du débit médian. Les seuils d'alerte et d'alerte renforcée ont plusieurs fois été franchis durant l'année 2019. Ces conditions hydrologiques défavorables, notamment lors de la phase de remontée des civelles, peut expliquer les faibles densités des anguilles de moins de 10 cm observées.

### 3.2 Les températures

Une analyse des températures enregistrées sur la station de Crouin depuis 2010 n'a pas permis de mettre en évidence un changement notable. Les données de 2019 sont en corrélation avec les années passées.

### 3.3 Le matériel

La campagne 2019 fut marquée par des problèmes techniques concernant le matériel de pêche électrique. L'utilisation de plusieurs appareils a été nécessaire afin d'assurer les pêches. L'appareil de type martin pêcheur de la marque Dream Electronique a été le plus souvent employé. Les problèmes de batterie ou de câble sur cet appareil nous ont contraint à utiliser le Volta de la marque Imeo et l'aigrette également de la marque Dream Electronique. Le Volta est plus fiable et aussi moins efficace que le martin pêcheur. Ce constat est unanime parmi les agents de la fédération de pêche de Charente qui utilisent les deux appareils régulièrement. L'utilisation de l'aigrette est fiable et efficace, en revanche sa mise en place est plus longue et demande plus de personnels pour assurer la sécurité de la zone de pêche. Pour les années futures, il faudra s'assurer que la pêche électrique se déroule avec le même appareil.

### 3.4 Les obstacles à la migration

Le front de colonisation des anguilles de moins de 15 cm est situé à 153 km de l'océan soit en aval de la commune d'Angoulême. Ce parcours de migration est jalonné de 18 obstacles (principalement des ouvrages d'étagement de la Charente). 10 sont équipés pour la libre circulation des poissons et 2 sont en travaux dont Saint Savinien à 50km de l'océan. C'est le premier obstacle à la migration des anguilles. Les travaux pour le traitement de son franchissement ont commencé en juin 2018. Cet obstacle est composé de plusieurs ouvrages dont un est équipé d'une passe multi-spécifique et d'une passe à anguilles. La mise en eau des passes a eu lieu fin juillet 2019, avant cette date les poissons étaient ralentis au niveau de ce site. Le prochain suivi du front de colonisation qui aura probablement lieu en 2021 nous permettra de voir l'efficacité de ces aménagements et des autres en cours.



## 4- Pour une gestion intégrée de l'anguille : le tableau de bord

Un tableau de bord est un outil d'aide à la décision. Il a pour but de permettre d'évaluer l'état d'un système pour permettre aux décideurs de suivre, comprendre et juger son évolution afin d'orienter les politiques ou les actions. Tel un panneau de contrôle, le tableau de bord ordonne et condense l'information sous forme d'indicateurs facilement identifiables. Ils vont permettre aux décideurs de suivre de manière synthétique et visuelle la réalisation ou l'évolution du système.

L'état du front de colonisation est l'un des indicateurs permettant de définir l'état et la tendance de la population d'anguilles pour chaque axe Charente et Seudre.

Le travail ici mené permet de compléter les descripteurs du tableau de bord anguille pour l'année 2019. Ci-dessous, l'exemple du tableau de bord anguille 2018 de la Charente qui est animé par la Cellule Migrateurs Charente Seudre (Voir **Annexe 4 : Tableau de bord anguille de la Seudre**).

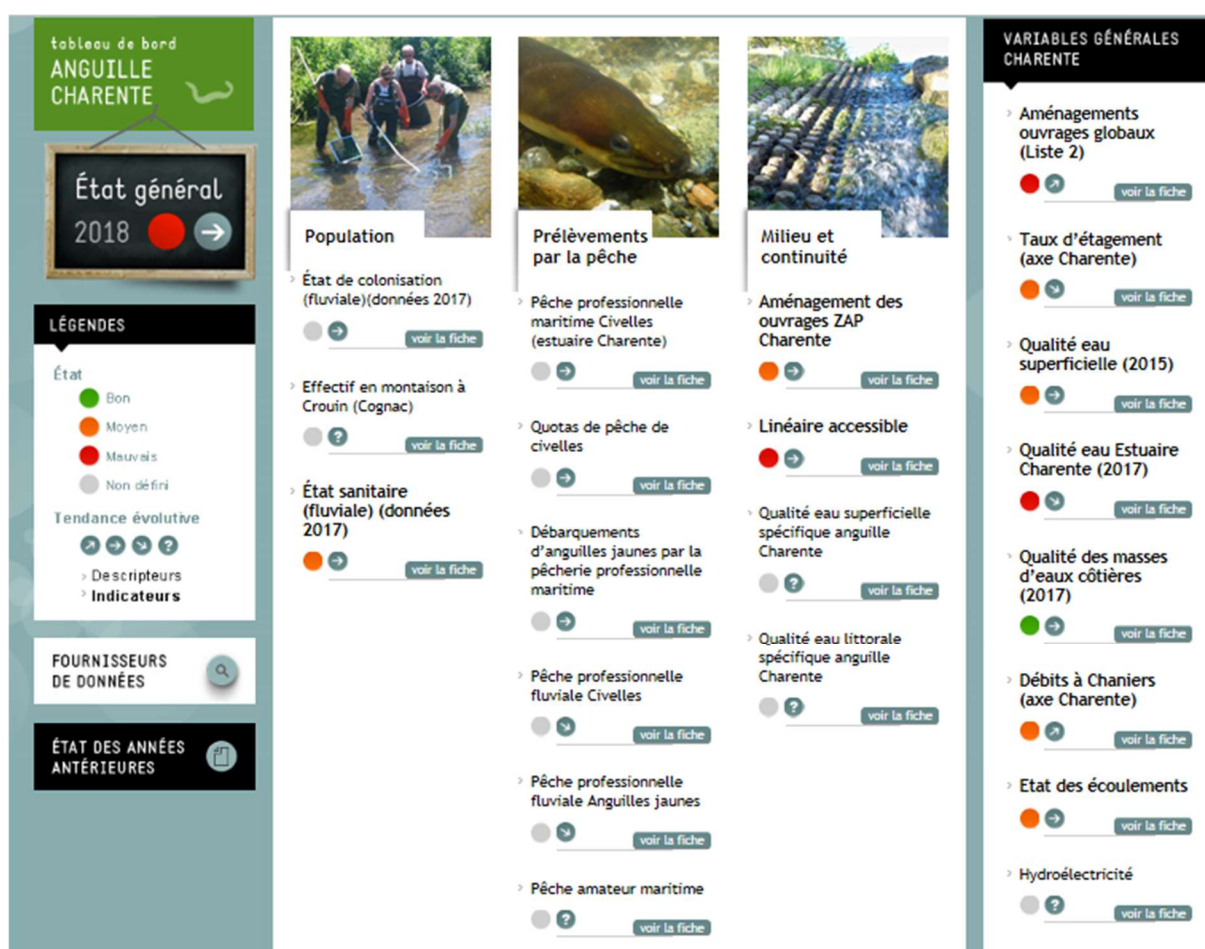


Figure 42: Tableau de bord anguille de la Charente

Le tableau de bord anguille 2019 sera actualisé en fin d'année par l'intégration de l'ensemble des descripteurs dans le cadre d'un groupe de travail local regroupant les principaux partenaires et « expert » des poissons migrateurs amphihalins.

# Conclusion

L'utilisation de flottangs sur les stations à forts enjeux a permis de compenser le manque d'efficacité de la pêche électrique sur les jeunes anguilles. La pose de flottangs devrait être systématique sur ces stations à forts enjeux. Lors de la campagne de pêche 2019 une seule relève a été effectuée sur ces stations. La mise en place d'un suivi de plus longue durée avec des relevés répétés permettrait d'obtenir des résultats plus robustes. L'augmentation du nombre de stations autour de la limite de disparition permettrait d'obtenir une D50 et une distance de disparition plus proche de la réalité. Les stations étant séparées par plusieurs kilomètres voire une dizaine de kilomètres, l'augmentation du nombre de stations permettrait de réduire cet écart. Cela peut être effectué par la pose de flottangs.

On a vu également que les densités brutes et les densités estimées par la formule de *Carl et Strub* sont dans la plupart des cas identiques. Ce constat pose la question de l'utilité d'un deuxième passage sur les stations de pêches électriques. Dans le cas d'une prospection simplifiée avec un seul passage, le gain de temps récupéré permettrait d'aller prospecter davantage de stations.

La campagne de pêche 2019 a permis de mettre en évidence que le nombre de jeunes anguilles capturées est le plus bas enregistré depuis le début des suivis. Malgré de fortes variations interannuelles, la tendance est quand même à la baisse. Cependant, la colonisation des anguilles dans le bassin Charente et Seudre est stable. On enregistre même une légère augmentation de la D50 sur le bassin de la Seudre.

Les débits de la Charente et de la Seudre pourraient être en grande partie responsables de cette baisse d'effectifs. A cela s'ajoutent les biais potentiels engendrés par le matériel de pêche électrique. Les obstacles à la migration ont également leurs parts de responsabilité dans la diminution des populations. Lors d'une future campagne de suivi en 2021, il pourra être mis en évidence l'efficacité de l'aménagement du barrage de St Savinien et des autres ouvrages en cours d'aménagement.

Les données de la campagne de pêche 2019 seront intégrées aux tableaux de bord anguille de la Charente et de la Seudre en fin d'année en même temps que l'ensemble des descripteurs. L'actualisation des tableaux de bord permettra de suivre l'évolution des populations d'anguilles sur l'ensemble des deux bassins versants. La qualité du milieu, les débits, la pêche sont également suivis, tous ces indicateurs sont nécessaires afin de proposer des actions de gestion qui répondent au mieux à la problématique du territoire Charentais.

## Bibliographie

Aalto E., Capoccioni F., Terradez-Maz J., Schiavina M., Leone C., De Leo G., Ciccoti E., 2016. Quantifying 60 years of declining European eel (*Anguilla anguilla* L., 1758) fishery yields in Mediterranean coastal lagoons. *ICES J. Mar. Sci.*, 73(1): 101-110.

Baisez A., 2007. L'anguille, vie et péripéties de ce poisson migrateur hors du commun du bassin de la Loire. *Editions Loire et terroirs*, 37p.

Berg T., Steen J., 1965. Physiological mechanisms for aerial respiration in the eel. *Comp. Biochem. Physiol.*, 15: 469-484.

Briand C., Fatin D., Lambert P., 2004. Effets de la température et de la salinité sur le développement de la pigmentation des civelles (*Anguilla anguilla*). *Cybium*, 28(3): 247-254.

Carle F., Strub M., 1978. A New Method for Estimating Population Size from Removal Data. *Int. Bio. Soc.*, 34(4): 621-630.

CELLULE MIGRATEURS CHARENTE SEUDRE, Rapport des actions 2017. EPTB Charente, Groupement des fédérations de pêche du Poitou-Charentes, CREAA. Programme d'actions 2016-2020 pour la sauvegarde et la restauration des poissons migrateurs amphihalins sur les bassins Charente et Seudre. 143 pages. Juin 2018.

Cotten A., 1996. La Gironde, un écosystème estuarien. Conservatoire de l'Estuaire de la Gironde, 17p.

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.

De Charleroy, D., Grisez, L., Thomas. K., Belpaire. C., Ollevier, F. (1990). The life cycle of *Anguillicola crassus*. *Dis. Aquat. Org.*, 8, 77-84.

Dekker W., 2003. Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. *Fisheries*, 28(12): 28-30.

Dufour S., 1994. Neuroendocrinologie de la reproduction de l'anguille : de la recherche fondamentale aux problèmes appliqués. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335: 187-211.

Durif C., Elie P., Dufour S., Marchelidon J., Vidal B., 2000. Analyse des paramètres morphologiques et physiologiques lors de la préparation à la migration de dévalaison chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique). *Cybium*, 24, 63-74.

Elie P., 1997. L'impact d'un barrage d'estuaire sur la migration des poissons amphihalins : solutions de réhabilitation et premiers résultats. *Actes Coll. IFREMER*, 22: 141-156.

Fontaine Y., 1994. L'argenture de l'Anguille: métamorphose, anticipation, adaptation. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335: 171-185.

Jellyman D., 1979. Scale development and age determination in New Zealand freshwater eels (*Anguilla* ssp.). *J. Mar. Freshw. Res.*, 13(1): 23-30.

Journal officiel de l'Union européenne, 22.9.2007. Règlement (CE) N° 1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007, instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes, 7p.

Keith P., 2011. Les Poissons d'eau douce en France. Editions Biotope, 552p

Kleckner R.C., J.D. McCleave, G.S. Wippelhauser, 1983. Spawning of American eel, *Anguilla rostrata*, relative to thermal fronts in the Sargasso Sea. *Environmental Biology of Fishes*, 9(3/4): 289-293.

Lecomte-Finiger R., 1992. Growth history and age at recruitment of European glass eels as revealed by otolith microstructure. *Mar. Biol.*, 114: 205-210.

Lecomte-Finiger R., 1994. Les stades larvaires (leptocéphales et civelles) de l'anguille européenne *A. anguilla* : migrations et métamorphose. *Ann. Biol.*, 33(1): 1-17.

Moriarty, C. "The decline in catches of European elver 1980-1992." *Archiwum Rybactwa Polskiego* 4.2a (1996): 245-248.

Parlement Européen, 2006. Rapport A6-0140/2006 sur la proposition de règlement du Conseil instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguille européenne (COM(2005)0472 - C6 0326/2005 - 2005/0201(CNS)). Commission de la pêche, 21p.

Philippart J.C., Ovidio M., Rimbaud G., Poncin P., 2013. Essai d'estimation des dommages piscicoles engendrés par les prises d'eau industrielles et les turbines hydroélectriques dans les cours d'eau de la Province de Liège. Partie F. Chapitre 7. Les centrales hydroélectriques sur la Vesdre. Rapport pour l'année 2013 à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole de Wallonie, Université de Liège LDPH, 187p.

Rigaud C 2017 : Rigaud C., 2017. Vers une méthode d'évaluation de la transparence d'un axe fluvial vis-à-vis de la phase initiale de colonisation de l'anguille européenne. 1<sup>er</sup> rapport d'état d'avancement, Février 2017. Années de programmation 2016-2018, Action n°44, sous-action 2, IRSTEA, ONEMA, 70p.

Schmidt J., 1925. The breeding places of the eel. Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, report for 1924: 279-316.

Schoth M. et Tesch F.-W., 1982. Spatial distribution of 0-group eel larvae (*Anguilla* sp.) in the Sargasso Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 35: 309-320.

Tapie N., Budzinski H., Elie P., Gonthier P., 2006. Contamination en polychlorobiphényles (PCB) des anguilles du système fluvio-estuarien de la Gironde. Rapport final, Nov. 2006, LPTC Bordeaux-Cemagref Bordeaux, 58p.

Tesch F.W., 1977. The eel. Biology and Management of Anguillid eels. Chapman & Hall, London, 434p

Tesch F.-W. et G. Wegner, 1990. The distribution of small larvae of *Anguilla* sp. Related to hydrographic conditions 1981 between Bermuda and Puerto Rico. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 6: 845-858.

Van Ginneken V., Durif C., Balm P., Boot R., Verstegen M., Antonissen E., Van den Thillart G., 2007. Silvering of European eel (*Anguilla anguilla* L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters. *Anim. Biol.*, 57(1): 63-67.

# Table des Figures

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1: Cycle de vie de l'anguille (Source : P.Prouzet, 2007).....                                                      | 3  |
| Figure 2: Larve de leptocéphale .....                                                                                     | 3  |
| Figure 3: Civelles .....                                                                                                  | 4  |
| Figure 4: Anguilllette (source personnelle) .....                                                                         | 4  |
| Figure 5: Anguille argentée au-dessus, anguille jaune en dessous .....                                                    | 4  |
| Figure 6: Evolution de la population d'anguilles en Europe.....                                                           | 5  |
| Figure 7: Tableau de bord de la cellule migrateur .....                                                                   | 5  |
| Figure 8: Les différentes UGA en France .....                                                                             | 8  |
| Figure 9: Positionnement des stations de pêches de l'étude .....                                                          | 11 |
| Figure 10: Flottang en pêche à gauche, à droite gamme de taille ciblée par les flottangs (<15 cm)....                     | 11 |
| Figure 11: Méthodologie de pose pour la comparaison des techniques Flottangs / Pêches électriques .....                   | 12 |
| Figure 12: Débits 2018-2019 de la Charente en aval .....                                                                  | 13 |
| Figure 13: Débits 2018-2019 de la Charente en amont .....                                                                 | 14 |
| Figure 14: Débits 2018-2019 de la Seudre .....                                                                            | 15 |
| Figure 15: Moyenne mensuelle des températures sur la Charente.....                                                        | 15 |
| Figure 16: Bilan des captures d'anguilles total par année et pourcentage du nombre d'anguilles par classe de taille ..... | 16 |
| Figure 17: Efficacité moyenne en fonction des différentes classes de tailles et en fonction des années .....              | 16 |
| Figure 18: Tailles minimale, maximale et moyenne en fonction des stations .....                                           | 17 |
| Figure 19: Evolution des tailles d'anguilles dans le temps .....                                                          | 17 |
| Figure 20: Densités par classe de taille en fonction des stations d'échantillonnages .....                                | 18 |
| Figure 21: Densités d'anguilles par station et par classe de taille.....                                                  | 18 |
| Figure 22:Densités par station en fonction des années (Réf correspond aux années 2009, 10 et 11 moyennées) .....          | 19 |
| Figure 23: Densités par classes de tailles par station en fonction des années .....                                       | 19 |
| Figure 24: Régression logistique.....                                                                                     | 20 |
| Figure 25: Récapitulatif de la D50 selon les années.....                                                                  | 21 |
| Figure 26: Récapitulatif de la distance de disparition en fonction des années.....                                        | 21 |
| Figure 27: Bilan des captures d'anguilles total par année et pourcentage du nombre d'anguilles par classe de taille ..... | 22 |
| Figure 28: Efficacité moyenne en fonction des différentes classes de tailles.....                                         | 22 |
| Figure 29: Tailles minimale, maximale et moyenne en fonction des stations .....                                           | 23 |
| Figure 30: Evolution des tailles d'anguilles dans le temps .....                                                          | 23 |
| Figure 31:Densités par classe de taille en fonction des stations d'échantillonnages .....                                 | 24 |
| Figure 32:Densités d'anguilles par station et par classe de taille .....                                                  | 24 |
| Figure 33: Densités par station en fonction des années .....                                                              | 24 |
| Figure 34: Régression logistique.....                                                                                     | 25 |
| Figure 35: Récapitulatif de la D50 en fonction des années.....                                                            | 25 |
| Figure 36: Récapitulatif de la distance de disparition en fonction des années.....                                        | 25 |
| Figure 37: Mise en évidence de la franchissabilité des ouvrages en fonction de la densité des anguilles <15 cm .....      | 26 |
| Figure 38: Comparaison des densités 2017-2019 des anguilles < 15cm.....                                                   | 26 |
| Figure 39: Bilan comparatif pêche / piège .....                                                                           | 27 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Figure 40: Comparaison des captures Bief / Pied d'ouvrage ..... | 28 |
| Figure 41: Indice d'accumulation en fonction des stations.....  | 28 |
| Figure 42: Tableau de bord anguille de la Charente .....        | 32 |

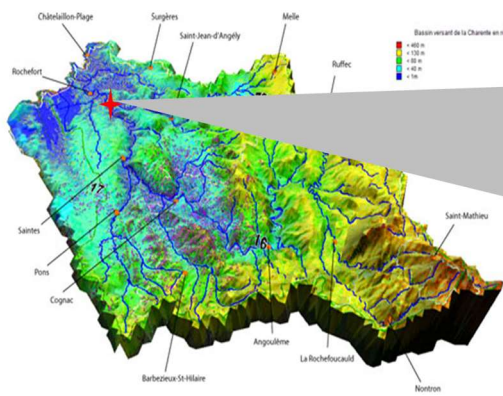
## Table des Annexes

|                                                      |       |
|------------------------------------------------------|-------|
| Annexe 1 : Fiche recueil.....                        | 40-41 |
| Annexe 2 : Planning des pêches.....                  | 42    |
| Annexe3 : Logiciel XISTAT.....                       | 43-44 |
| Annexe4 : Tableau de bord anguille de la Seudre..... | 45    |



# Annexe 1 : Fiche recueil

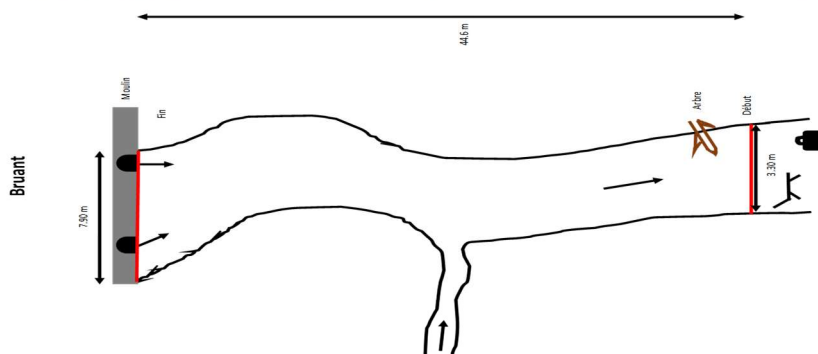
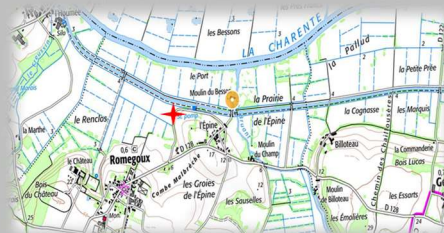
## Moulin Besson, Romegoux, 17250



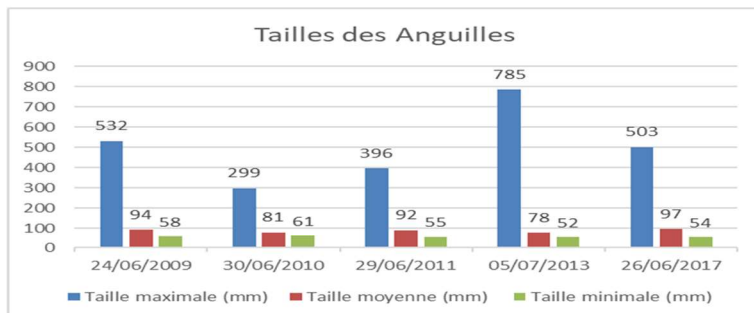
Distance Océan : 39.08 Km LMD : XX

Coordonnée GPS de la station X : 357170 Y : 2102337

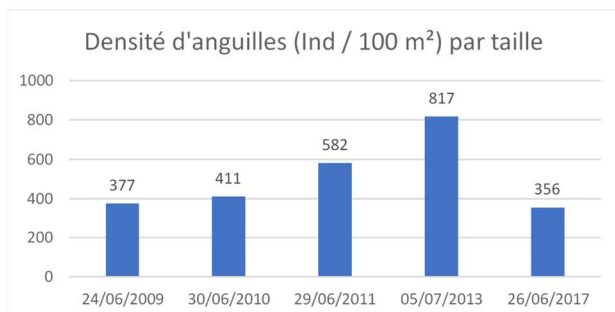
Inventorié en : 2009 – 2010 – 2011 – 2013 - 2017



| Date de pêche             | 24/06/2009 | 30/06/2010 | 29/06/2011 | 05/07/2013 | 26/06/2017 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Température °C            | 23         | 25,3       |            | 17,7       | 19,9       |
| Conductivité µS           | 783        |            |            | 733        | 800        |
| pH                        | 6,81       | 8          |            |            | 7,9        |
| Surface d'inventaire (m²) | 118        | 98,17      | 97,3       | 159,32     | 151,11     |



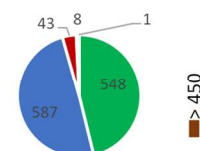
|           | Nombre d'anguilles par taille |     |     |      |     |
|-----------|-------------------------------|-----|-----|------|-----|
| < 100     | 548                           | 571 | 342 | 933  | 358 |
| < 150     | 587                           | 620 | 404 | 974  | 404 |
| 150 - 300 | 43                            | 40  | 51  | 32   | 57  |
| < 300     | 630                           | 660 | 455 | 1006 | 461 |
| 300 - 450 | 8                             | 0   | 2   | 7    | 13  |
| > 450     | 1                             | 0   | 0   | 1    | 2   |
| Total     | 639                           | 660 | 457 | 1014 | 476 |



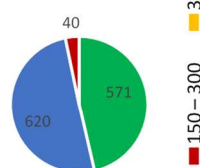
|                      | Présence d'autres espèces |   |   |   |   |
|----------------------|---------------------------|---|---|---|---|
| Flet Commun          | X                         | X | X | X | X |
| Mulet Cabot          |                           |   |   |   | X |
| Loche Franche        |                           |   | X | X | X |
| Gobie                |                           | X | X |   |   |
| Vairon               |                           |   | X |   |   |
| Chevesne             |                           |   | X |   | X |
| Goujon               |                           | X | X | X | X |
| Epinoche             |                           |   | X |   | X |
| Epinochette          |                           |   |   | X |   |
| Gardon               |                           | X | X | X |   |
| Brochet              |                           |   |   | X |   |
| Perche Commune       |                           | X | X |   |   |
| Carrasin             |                           |   | X |   |   |
| Gambusie             |                           | X | X | X | X |
| Silure               |                           | X | X |   |   |
| Poisson Chat         |                           | X |   |   |   |
| Perche Soleil        |                           | X |   |   | X |
| Crevette             |                           |   |   | X |   |
| Ecrevisse américaine |                           | X |   | X |   |

**Densité d'anguilles (Ind / 100m<sup>2</sup>) par taille (mm)**

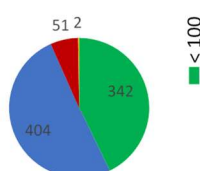
24/06/2009



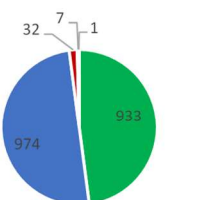
30/06/2010



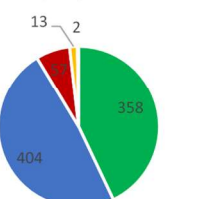
29/06/2011



05/07/2013



26/06/2017



## Annexe 2 : Planning des pêches

| Prévision stations pêches électriques anguilles 2019 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Version 14/05/2019 - validé                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Annexe 3 : Logiciel XLSTAT

**Vous utilisez la version d'évaluation. Nombre de jours avant que l'évaluation expire : 13**

**Commander**

XLSTAT 2019.2.3.59941 - Régression logistique - Début : 18/07/2019 à 09:17:18 / Fin : 18/07/2019 à 09:17:22

Variable(s) réponse : Classeur = Copie de Charente Annuel 2019.xlsx / Feuille = Feuil1 / Plage = 'Feuil1'!\$H\$1:\$H\$15 / 14 lignes et 1 colonne

Quantitatives : Classeur = Copie de Charente Annuel 2019.xlsx / Feuille = Feuil1 / Plage = 'Feuil1'!\$E\$1:\$E\$15 / 14 lignes et 1 colonne

Modèle : Logit

Type de réponse : Binaire

Intervalle de confiance (%) : 95

Conditions d'arrêt : Itérations = 100 / Convergence = 0,000001

Maximisation de la fonction de vraisemblance en utilisant l'algorithme de Newton-Raphson

Statistiques descriptives

Statistiques descriptives :

| Variable | Modalités | Effectifs | %      |
|----------|-----------|-----------|--------|
| <150mm   | 0         | 5         | 35,714 |
|          | 1         | 9         | 64,286 |

| Variable      | Observations | données ma | données ma | Minimum | Maximum | Moyenne | Ecart-type |
|---------------|--------------|------------|------------|---------|---------|---------|------------|
| Dist à la mer | 14           | 0          | 14         | 38,000  | 357,900 | 150,660 | 104,587    |

Régression de la variable <150mm :

Correspondance entre les modalités de la variable réponse et les probabilités (Variable <150mm) :

| Modalités | Probabilités |
|-----------|--------------|
| 0         | 0            |
| 1         | 1            |

Coefficients d'ajustement (Variable <150mm) :

| Statistique               | Indépendant | Complet |
|---------------------------|-------------|---------|
| Observation               | 14          | 14      |
| Somme des                 | 14,000      | 14,000  |
| DDL                       | 13          | 12      |
| -2 Log(Vraie              | 18,249      | 0,000   |
| R <sup>2</sup> (McFadder  | 0,000       | 1,000   |
| R <sup>2</sup> (Cox and S | 0,000       | 0,728   |
| R <sup>2</sup> (Nagelkerl | 0,000       | 1,000   |
| AIC                       | 20,249      | 4,000   |
| SBC                       | 20,888      | 5,278   |
| Itérations                | 0           | 42      |

Test de l'hypothèse nulle H0 : Y=0,643 (Variable <150mm) :

| Statistique  | DDL | Khi <sup>2</sup> | Pr > Khi <sup>2</sup> |
|--------------|-----|------------------|-----------------------|
| -2 Log(Vraie | 1   | 18,249           | < 0,0001              |
| Score        | 1   | 9,794            | 0,002                 |
| Wald         | 1   | 0,000            | 0,994                 |

Analyse de Type II (Variable <150mm) :

| Source        | DDL | Khi <sup>2</sup> (Wald) | Pr > Wald | Khi <sup>2</sup> (LR) | Pr > LR  |
|---------------|-----|-------------------------|-----------|-----------------------|----------|
| Dist à la mer | 1   | 0,000                   | 0,994     | 18,249                | < 0,0001 |

Test de Hosmer-Lemeshow (Variable <150mm) :

| Statistique   | Khi <sup>2</sup> | DDL | Pr > Khi <sup>2</sup> |
|---------------|------------------|-----|-----------------------|
| Statistique d | 0,000            | 3   | 1,000                 |

Paramètres du modèle (Variable <150mm) :

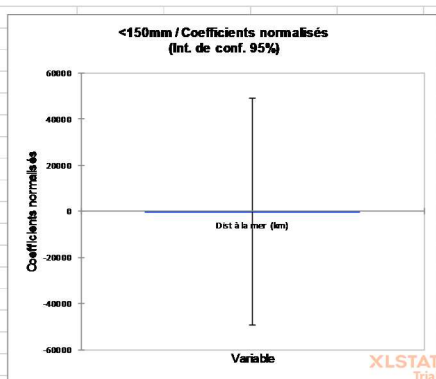
| Source        | Valeur  | Erreur standar | Khi <sup>2</sup> de Wald | Pr > Khi <sup>2</sup> | 1 Borne inf. (1 Borne sup. ( | Odds ratio | 1 Borne inf.1 Borne sup. (95%) |
|---------------|---------|----------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|
| Constante     | 527,668 | 69180,003      | 0,000                    | 0,994                 | -135062,647                  | 136117,983 |                                |
| Dist à la mer | -3,436  | 451,182        | 0,000                    | 0,994                 | -887,738                     | 880,865    |                                |

Equation du modèle (Variable <150mm) :

Préd(<150mm) = 1 / (1 + exp(-(527,668079275662-3,43642343030961\*Dist à la mer (km))))

Coefficients normalisés (Variable <150mm) :

| Source        | Valeur   | Erreur standar | Khi <sup>2</sup> de Wald | Pr > Khi <sup>2</sup> | 1 Borne inf. (1 Borne sup. (95%) |
|---------------|----------|----------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Dist à la mer | -190,942 | 25069,595      | 0,000                    | 0,994                 | -49326,445 48944,561             |



Prédictions et résidus (Variable <150mm) :

| Observation | Poids | st à la mer (km) | <150mm | réd(<150mm) | Indépendant | 150mm/Poid | (<150mm)/P | Résidu std. | std. (Indépe | inférieure | e supérieure |
|-------------|-------|------------------|--------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| Obs1        | 1     | 38               | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs2        | 1     | 58,461           | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs3        | 1     | 61,283           | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs4        | 1     | 67,534           | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs5        | 1     | 84,32            | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs6        | 1     | 102,798          | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs7        | 1     | 109,146          | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs8        | 1     | 120              | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      |             | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs9        | 1     | 148,918          | 1,000  | 1,000       | 0,643       | 1,000      | 1,000      | 0,000       | 0,745        | 0,000      | 1,000        |
| Obs10       | 1     | 158,224          | 0,000  | 0,000       | 0,643       | 0,000      | 0,000      | 0,000       | -1,342       | 0,000      | 1,000        |
| Obs11       | 1     | 203              | 0,000  | 0,000       | 0,643       | 0,000      | 0,000      | 0,000       | -1,342       | 0,000      | 1,000        |
| Obs12       | 1     | 242,803          | 0,000  | 0,000       | 0,643       | 0,000      | 0,000      | 0,000       | -1,342       | 0,000      | 1,000        |
| Obs13       | 1     | 356,85           | 0,000  | 0,000       | 0,643       | 0,000      | 0,000      | 0,000       | -1,342       | 0,000      | 1,000        |
| Obs14       | 1     | 357,9            | 0,000  | 0,000       | 0,643       | 0,000      | 0,000      | 0,000       | -1,342       | 0,000      | 1,000        |

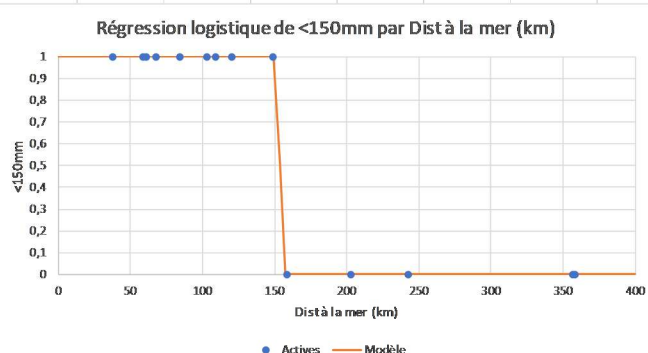
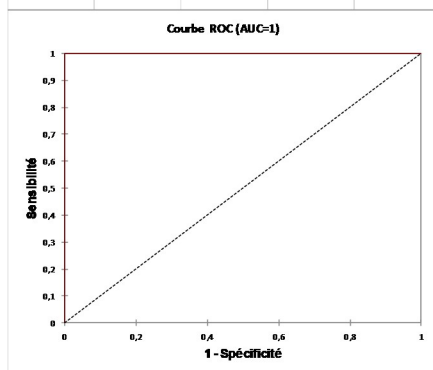


Tableau de classification pour l'échantillon d'apprentissage (Variable <150mm) :

| de \ Vers | 0 | 1 | Total | % correct |
|-----------|---|---|-------|-----------|
| 0         | 5 | 0 | 5     | 100,00%   |
| 1         | 0 | 9 | 9     | 100,00%   |
| Total     | 5 | 9 | 14    | 100,00%   |

Courbe ROC (Variable <150mm) :



Aire sous la courbe: 1

## Annexe 4 : Tableau de bord anguille de la Seudre

