
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Colonisation des anguilles (*Anguilla anguilla*) sur le bassin de la Charente: Résultats 2021 et adaptation du protocole

Association MIGADO
18ter Rue de la Garonne
47520 Le Passage
Antenne Charente Seudre
60 Rue de Bourlion
16160 Gond-Pontouvre



M I G A D O
*Migrateurs Garonne Dordogne
Charente Seudre*

Tuteur entreprise :
François ALBERT
Chargé de missions

Tuteur académique :
Catherine BOISNEAU

Amaya GAUVIN
IMA
2020-2021

Remerciements

Ces 6 mois de stage auprès de l'association MIGADO et la Cellule Migrateurs Charente Seudre m'ont permis de consolider mes connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, d'apprendre leur gestion à l'échelle d'un bassin versant et d'acquérir de l'expérience sur le terrain. Tout cela n'aurait pu être possible sans le partage de connaissance et le soutien de nombreuses personnes.

Je tiens avant tout à remercier mon tuteur d'entreprise François ALBERT pour m'avoir permis de réaliser ce suivi et de m'avoir laissé donner et pris en compte mon point de vue tout au long du stage. Mais je souhaite également le remercier de son encadrement exemplaire et son soutien tout au long de ces 6 mois. Grâce à lui j'ai pu me rendre compte de la réalité du terrain et des différents acteurs en interaction pour la préservation et la gestion des milieux aquatiques du bassin versant. Je le remercie également pour sa bonne humeur en toutes circonstances, pour sa patience, sa pédagogie et sa présence sur le terrain (suivis flottangs, relève passe de St Savinien, pêches électriques, sortie ADNé, ...).

Je souhaite remercier la totalité de la Cellule Migrateurs Charente Seudre, pour leur participation et leur soutien lors des campagnes de pêches électriques sur la Charente et la Seudre, mais également pour la possibilité de participer aux autres actions de la cellule. Merci à Éric BUARD pour sa présence à presque toutes les pêches électriques, pour le partage d'une nuit « Alose » en Charente (sans Alose) et pour l'apport des viennoiseries lors des réunions matinales. Merci à Audrey POSTIC-PUVIF pour sa présence lors de la campagne de pêche et d'avoir permis ma participation aux prélèvements servant à la recherche d'ADN environnemental. Merci à Marc-Antoine COLLEU et sa stagiaire Amélie JUGNIOT pour la journée canoë à la recherche de preuves de la présence des espèces migratrices, et sa participation à la campagne de pêche. Merci à Robin SZCZEPANIAK pour sa présence lors des pêches et pour m'avoir permis de l'assister lors de certaines relèves du piège de la passe de St Savinien (17). Je souhaite tous les remercier pour le partage de leurs connaissances et leur agréable compagnie. Je souhaiterais remercier aussi Jérémie EGEA, stagiaire sur le suivi Alose auprès d'Audrey, pour la nuit Alose où j'ai enfin pu entendre des bulls et sa participation à la campagne de pêche.

J'aimerais remercier la fédération de la pêche de Charente pour le partage des locaux et leur accueil chaleureux. Mais également pour leur bonne humeur lors de la campagne de pêche en Charente et pour m'avoir permis de participer à une pêche de sauvetage. Merci à Emmanuel, Emilie, Jérémie, Sébastien, Patrice, Valentin, Sandrine et Laëtitia.

Je remercie l'équipe de la fédération de la pêche de Charente-Maritime pour leur humour contagieux et leur partage de connaissances lors des pêches. Merci à David, Pierre, Richard et Patrick pour les pêches électriques et Julien pour son partage de connaissances sur les anguilles et le fonctionnement des passes de St Savinien et Saujon.

Je tiens à remercier Christian RIGAUD d'avoir permis ma participation de terrain pour l'étude de l'accumulation des civelles et anguillettes en pied d'ouvrage en fonction de sa gestion dans les marais de Rochefort. J'espère avoir l'occasion un jour de pouvoir rencontrer ce spécialiste de l'anguille en présentiel.

Pour finir j'aimerais remercier tous les autres acteurs des milieux aquatiques qu'il m'a été donné de croiser. Ainsi que ma famille pour son soutien pendant ces 6 mois de stage et à mes amis pour la relecture de ce rapport.

Sommaire

Remerciements	1
Sommaire	2
Table des figures.....	3
Table des tableaux.....	3
Introduction.....	4
1. Contexte du stage.....	4
1.1. Présentation de la structure d'accueil et cadre de réalisation de ses missions.....	4
1.2. Présentation de la zone d'étude	6
1.3. L'anguille en Europe et en France	7
2. Matériel et méthode	11
2.1. Suivis des fronts de colonisation	11
2.2. Utilisation des flottangs pour compléter le front de colonisation	13
2.3. Présentation des données historiques et base de données ACCESS	14
2.4. Etude de la pertinence d'un deuxième passage lors de pêche électrique : objectif de densité ou de front de colonisation	16
3. Résultats	17
3.1. Etat de colonisation de la Charente en 2021	17
3.2. Les flottangs et le front de colonisation.....	20
3.3. Analyse statistique de la pertinence d'un deuxième passage lors de la pêche électrique.....	22
4. Interprétations et discussions	25
4.1. Etat de colonisation 2021.....	25
4.2. L'utilisation des flottangs en complément des pêches électriques	26
4.3. Pertinence d'un deuxième passage lors de pêche électrique.....	26
4.4. Bilan sur le protocole de suivi	28
Conclusion	31
Bibliographie.....	32
Annexes	34

Table des figures

Figure 1: Schéma du fonctionnement de la Cellule Migrateurs Charente Seudre (CMCS, 2020).....	6
Figure 2: Photo d'une anguille jaune et d'une anguille en cours d'argenture (Source : personnelle) et schéma de la morphologie d'une anguille (Source : CMCS).....	8
Figure 3: Schéma du cycle de vie de l'anguille et photos à ces différents stades (Source : EPTB Charente, Groupement Fédération de Pêche Poitou-Charentes, CMCS et source personnelle)	8
Figure 4: Evolution de la densité brute et du nombre d'anguilles lors des suivis sur la Charente et sur la Seudre.....	10
Figure 5: Localisation des stations de pêche électrique et de flottangs (Production personnelle, données : Open Street Map, IGN et CMCS)	13
Figure 6: Photos d'un flottang, de sa relève et exemple d'anguilles capturées (Source personnelle) .	13
Figure 7: Schéma de la base de données Access.....	15
Figure 8: Evolution de la densité de Carle et Strub, et de la densité brute d'anguilles capturées en fonction de la classe de taille pour chaque année	18
Figure 9: Pourcentage de répartition des classes de tailles le long des stations de l'aval vers l'amont pour l'année 2021	19
Figure 10: Régressions logistiques pour déterminer la D50 des anguilles de moins de 10 et de moins de 15 cm	19
Figure 11: Régressions logistiques pour déterminer la D50 des anguilles des moins de 10 et de moins de 15 cm avec les flottangs	21
Figure 12: Evolution de la densité de Carle et Strub pour les anguilles de moins de 10 cm en fonction des stations et du temps	22
Figure 13: Exemple des densités obtenues pour la station de la Seugne	23
Figure 14: Corrélations entre Carle et Strub ou Seber et Le Cren et la densité brute d'un seul passage	23
Figure 15: Evolution de l'efficacité de pêche et du nombre d'anguilles capturées de moins de 10 et de moins de 15cm en fonction des années sur l'Antenne	24
Figure 16: Efficacité et moyenne d'anguilles sur l'Antenne pour les différentes classes de taille.....	24
Figure 17: Probabilité des combinaisons de présence au premier et/ou au deuxième passage des anguilles de moins de 10 et de moins de 15cm en fonction des stations.....	25

Table des tableaux

Table 1 : Formules et conditions d'application des différentes méthodes de calcul de densité.....	16
Table 2 : Bilan des pêches anguilles sur l'axe Charente en 2021.....	18
Table 3 : Bilan des D50 et distance de disparition pour les moins de 10 et moins de 15 cm pour l'année 2021.....	19
Table 4 : Evolution de la D50 obtenue avec les pêches en fonction des années.....	20
Table 5 : Evolution de la distance de disparition obtenue avec les pêches en fonction des années.....	20
Table 6 : Résultats du suivi flottangs de 2021.....	20
Table 7 : Evolution de la D50 obtenue avec les pêches et les flottangs (en rouge) en fonction des années.....	21
Table 8 : Evolution de la distance de disparition obtenue avec les pêches et les flottangs (en rouge) en fonction des années.....	21
Table 9 : Exemple pour 2021 des densités obtenues pour les anguilles de moins de 10 cm.....	22
Table 10 : Tableau de résultat des tests de Wilcoxon entre les trois méthodes.....	23
Table 11 : Répartition des différentes combinaisons de présence des anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm depuis 2009 sur le bassin de la Charente.....	28
Table 12 : Tableau récapitulatif des protocoles possibles.....	30

Introduction

Depuis les années 80 et suite à leur déclin, l'intérêt pour la préservation des espèces piscicoles migratrices a augmenté entraînant leur préservation et leur suivi pour mieux les sauvegarder. Sur les bassins de la Charente et de la Seudre un réseau de suivi dédié pour ces espèces a été mis en place. Il est géré par le partenariat de la Cellule Migrateurs Charente Seudre (CMCS). C'est dans ce cadre, que pour les anguilles, le suivi de leur colonisation a commencé en 2009 sur le bassin de la Charente et en 2010 pour le bassin de la Seudre. Espèce classée en danger critique d'extinction, le réseau s'intéresse aux anguilles de moins de 15 cm car elles sont en phase de colonisation et sont donc le reflet de l'état récent des remontées fluviales. Ce suivi est réalisé en parallèle de mesures de gestion pour l'espèce dont notamment la restauration de la continuité écologique car de nombreux obstacles rendaient difficile la colonisation. Ce réseau de suivi sur les bassins de la Charente et de la Seudre est réalisé tous les 2 ans et permet d'alimenter des indicateurs du tableau de bord afin de vérifier les états et les tendances de la population d'anguilles.

En 2021, il s'agit de la 8^{ème} année de suivi du front de colonisation des anguilles sur le bassin de la Charente et la 7^{ème} sur le bassin de la Seudre. Le suivi des limites de colonisation est réalisé par une campagne de pêche électrique en pied d'ouvrage sur les affluents de la Charente et directement sur l'axe Seudre. Cette campagne est complétée par la pose de flottangs, un dispositif flottant passif qui sert d'abris aux anguilles, afin de densifier le réseau de pêche et d'être le plus précis possible pour localiser la limite de répartition des petites anguilles.

Le suivi réalisé depuis 2009 nécessite la création d'une base de données précise et homogène, regroupant l'ensemble des campagnes. Ainsi, les données annuelles ont été formalisées et saisies dans des tableurs exportables dans une base ACCESS. Cette base a été créée dans le cadre de l'étude des potentialités des poissons migrateurs menée en 2020 (SCIMABIO Interface et FISH-PASS, 2021) afin de bancariser l'ensemble des données de la CMCS.

Le protocole de suivi par pêches électriques ayant peu évolué depuis 2009 et les flottangs étant en phase de test avant 2021, il était nécessaire d'étudier comment combiner ces outils et d'adapter voire d'améliorer le réseau. Les flottangs vont être complètement incorporé à la phase de suivi du front de colonisation des anguilles en fonction des objectifs suivis. La recherche de la simplification du protocole de pêche électrique se concentre sur la nécessité d'un deuxième passage, comme c'est actuellement réalisé sur la Dordogne et la Garonne par l'association MIGADO. Les résultats de la pertinence d'un deuxième passage et de la redéfinition des objectifs du suivi vont permettre de proposer un certain nombre de modifications possibles à partir du protocole actuel.

1. Contexte du stage

1.1. Présentation de la structure d'accueil et cadre de réalisation de ses missions

1.1.1. L'association MIGADO et ses missions

L'association Migrateurs Garonne Dordogne Charente Seudre (MIGADO) (MIGADO,2021) a été créée en 1989, à la demande du Ministère de l'Environnement. C'est une association loi 1901 issue du regroupement associatif, sur les bassins de la Garonne et de la Dordogne, des fédérations de pêches et des associations de pêcheurs professionnels. En 2018, l'association reprend les missions « migrateurs » du Groupement des fédérations de

pêche du Poitou-Charentes et agrandit son territoire d'actions en intégrant les bassins de la Charente et de la Seudre.

Le Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) créé en 1994 par décret ministériel, a chargé MIGADO de mettre en place les actions élaborées dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) sur les bassins de la Dordogne, de la Garonne, de la Charente, de la Seudre et de la Leyre. Le PLAGEPOMI est un plan de gestion (Comité de Gestion des Poissons Migrateurs du bassin, 2015) sur 5 ans concernant des mesures pour la reproduction, le développement, la conservation et la circulation des saumons atlantiques, des truites de mer, des grandes aloses, des aloses feintes, des lamproies marines, des lamproies fluviatiles et des anguilles européennes. MIGADO s'occupe également de la gestion, la restauration et le soutien à la dernière population française historiquement présente d'esturgeon, encadré par un Pan National d'Actions.

L'association est déclarée d'intérêt général et agréée association de protection de l'environnement. Elle est ainsi, l'une des plus importantes associations françaises qui développe des actions techniques en faveur des poissons migrants.

Les principaux domaines d'actions de MIGADO sont le suivi et la gestion des populations, la production piscicole, la conservation et la réintroduction d'espèces, le suivi des milieux aquatiques, l'animation de programmes, l'éducation à l'environnement, ainsi que l'animation de sites Natura 2000.

1.1.2. La Cellule Migrateurs Charente Seudre, un travail en partenariat

La Cellule Migrateurs Charente Seudre (CMCS) (CMCS, 2021) est créée en 2009, par le rapprochement de plusieurs structures autour de l'enjeu des poissons migrants. Actuellement, le partenariat de la CMCS est formé par l'EPTB Charente (Etablissement Public Territorial de Bassin), MIGADO et CAPENA (Centre pour l'Aquaculture, la Pêche et l'Environnement en Nouvelle Aquitaine).

Ce partenariat permet la mise en place d'un programme d'action unique et commun pour le territoire de la Charente et de la Seudre, pour la préservation des populations des poissons migrants. Les espèces concernées sont l'anguille européenne, les lamproies marines et fluviatiles, la grande alose, l'alose feinte, la truite de mer et le saumon atlantique. Le programme pluriannuel (CMCS, 2020) comporte 5 grandes actions : le suivi et l'état des migrations, l'état et la compréhension des espèces, le tableau de bord, la communication et le pilotage du programme. Le partenariat de la CMCS est financé par l'Agence de l'Eau Adour Garonne, par l'Union Européenne à travers le Fond Européen de Développement Régional (FEDER) et la Région Nouvelle Aquitaine.

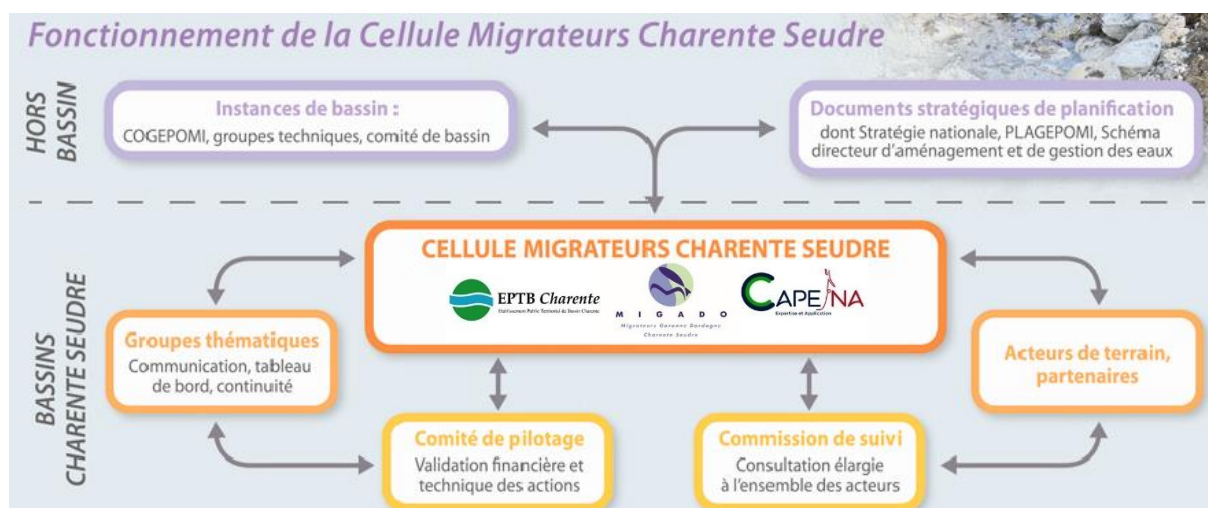


Figure 1: Schéma du fonctionnement de la Cellule Migrateurs Charente Seudre (CMCS, 2020)

1.2. Présentation de la zone d'étude

1.2.1. Localisation des bassins versants

La zone d'étude est composée de deux bassins versants, celui de la Seudre et celui de la Charente. Ces deux bassins se situent sur la façade Atlantique, comme localisé sur la carte en figure 2, et l'embouchure des deux fleuves se trouve en Charente-Maritime, ainsi que la source de la Seudre. La Charente prend sa source en Haute-Vienne et traverse 6 départements (Charente, Charente-Maritime, Deux-Sèvres, Vienne, Haute-Vienne et Dordogne) pour une longueur de 360 Km.

1.2.2. Caractéristiques du bassin de la Charente

La Charente a un bassin versant de 10 100 Km² pour une longueur totale de cours d'eau de plus de 6 500 Km (CMCS, 2021). Le bassin est composé d'environ 40 000 Ha de marais, dont la majorité sont doux, proche de son estuaire d'environ 50 Km entre Port-des-Barques et Fouras.

Il s'agit d'un bassin sédimentaire avec en majorité un substrat calcaire et à faible pente avec une altitude maximale de 310 m au niveau de la source. Son substrat permet des échanges importants entre eaux superficielles et souterraines, ce qui apporte un débit minimum lors de l'étiage. L'objectif de débit à l'étiage étant de 15 m³/s à Saintes, et le débit moyen annuel de 75 m³/s (CMCS, 2021). Il s'agit d'un enjeu important du bassin versant, car la région à forte activité agricole, a besoin d'irrigation en été. Deux grands barrages se trouvent sur la partie la plus amont de la Charente, les barrages de Lavaud et Mas-Chaban, et permettent de soutenir le débit d'étiage.

La Charente est un fleuve navigable de son estuaire jusqu'à Angoulême, soit sur environ 180 Km, grâce à de nombreuses écluses et aux chemins de halage. Il s'agissait d'une voie de commercialisation importante pour le sel et la viticulture. Cette forte activité a impliqué la création de nombreux ouvrages tout le long du fleuve, qui pour la plupart ont été aménagés pour la libre circulation des espèces piscicoles et plus particulièrement pour les migrateurs.

La Charente est composée dans sa partie aval de différents canaux qui permettent l'irrigation ou la communication avec d'autres cours d'eau, comme la Seudre ou les marais.

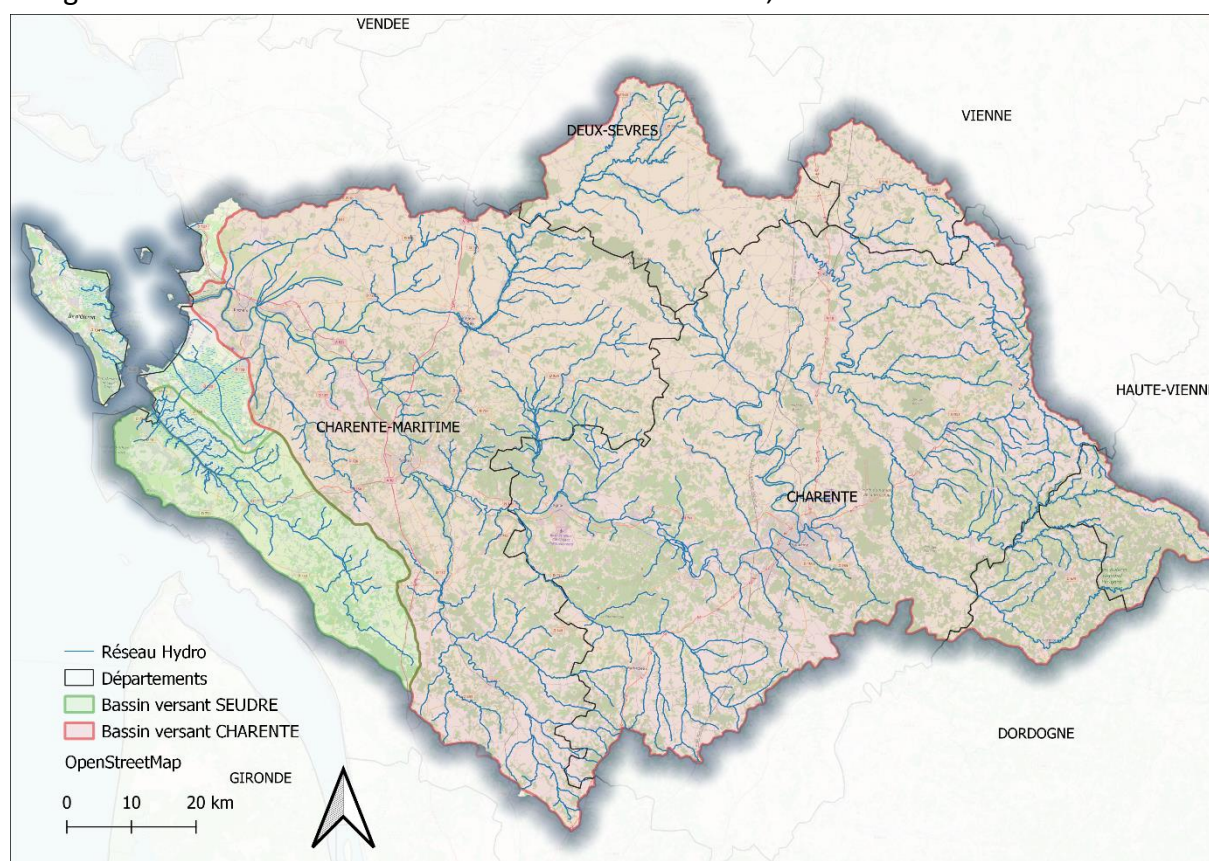


Figure 2 : Présentation des bassins versants de la Charente et de la Seudre (Production personnelle, source : Open Street Map, IGN et CMCS).

1.2.3. Caractéristiques du bassin de la Seudre

La Seudre est longue de 71 Km et a un bassin versant de 780 Km² pour 540 Km de cours d'eau total. Il est composé d'un estuaire de 21 Km de long, de 9 050 Ha de marais salé et 5 570 Ha de marais doux (CMCS, 2021). Elle prend sa source à St-Genis-de-Saintonge, à 36 m d'altitude, ce qui en fait un cours de faible pente. De plus, sa relation directe avec le Pertuis Charentais en fait un lieu idéal pour l'élevage d'huîtres qui est l'activité principale sur la partie maritime. Cette activité est dépendante de l'arrivée d'eau douce, sachant que le débit moyen de la Seudre est de 0,91 m³/s à St-André-de-Lidon et le débit d'objectif d'étiage est de 0,10 m³/s. Cependant, son hydrographie n'est pas naturelle car le cours d'eau est modifié par environ 127 ouvrages sur sa partie continentale. Cela en fait un enjeu sur la continuité écologique et sédimentaire.

1.3. L'anguille en Europe et en France

1.3.1. L'anguille

L'Anguille Européenne, *Anguilla anguilla* est de l'ordre des Anguilliformes et de l'infra-classe des Téléostéens (DORIS, 2021). Il existe 11 espèces d'anguilles dans le monde. Elle est apparue sur Terre il y a environ 100 millions d'années et son aire de répartition est composée de la partie supérieure à l'équateur de l'océan Atlantique et de l'Europe. Son cycle de vie est partagé entre le milieu marin et fluvial ce qui en fait une espèce amphihaline et plus précisément thalassotoque. Elle est également caractérisée par une morphologie particulière.

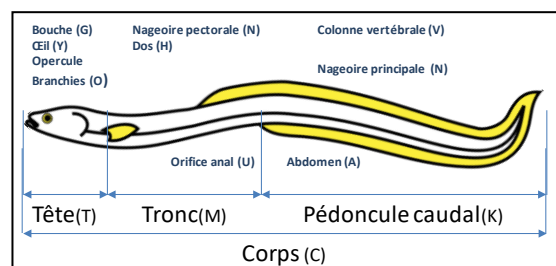


Figure 2: Photo d'une anguille jaune et d'une anguille en cours d'argenture (Source : personnelle) et schéma de la morphologie d'une anguille (Source : CMCS)

L'anguille a une morphologie serpentiforme composée de 2 nageoires pectorales et d'une nageoire caudale ayant fusionnée avec les nageoires dorsales et anales (DORIS, 2021). Le corps d'un adulte est couvert de petites écailles d'environ 3 mm et entouré d'un abondant mucus, ce qui permet une respiration aux $\frac{3}{4}$ percutanée, qui est complétée par une respiration branchiale classique. Les fentes branchiales se retrouvent à la base des nageoires pectorales. Les caractéristiques hydrodynamiques du mucus leur permettent de coloniser et de se déplacer dans des milieux humides particuliers. La couleur et la taille varie en fonction du sexe et du stade de vie de l'anguille qui possède un cycle de vie particulier.

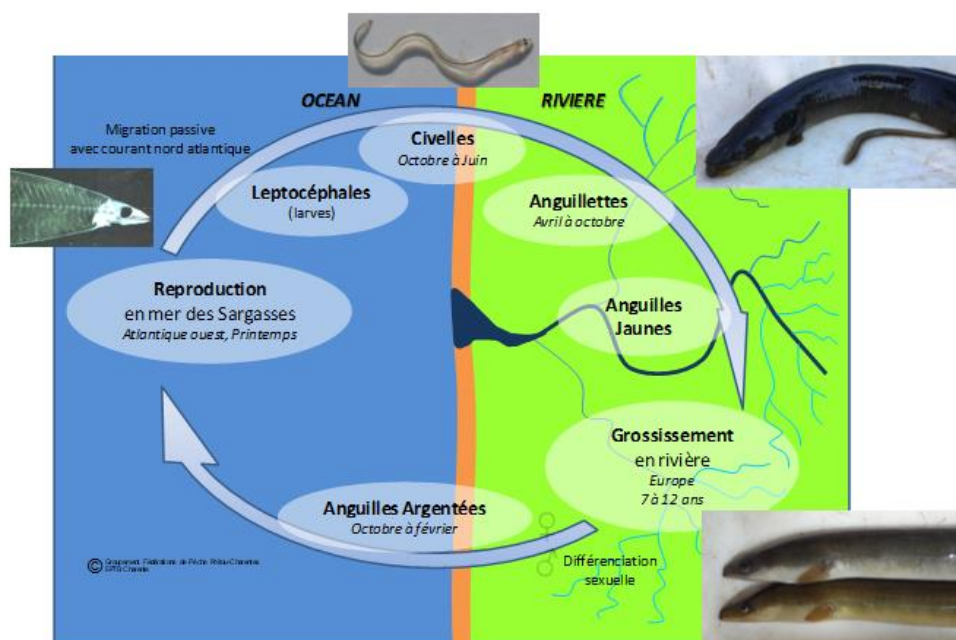


Figure 3: Schéma du cycle de vie de l'anguille et photos à ces différents stades (Source : EPTB Charente, Groupement Fédération de Pêche Poitou-Charentes, CMCS et source personnelle)

Le cycle de vie de l'anguille n'est pas encore parfaitement connu pour sa partie marine. Les dernières études laissent à penser que les anguilles se reproduisent et naissent soit dans la mer des Sargasses soit au niveau de la dorsale Atlantique au printemps (Chang et al., 2020). Les modalités de la reproduction, l'apparence des œufs et leurs éclosions ne sont que très peu connus car trop peu observés. Le premier stade vraiment connu est celui sous forme de petite larve transparente et aplati transversalement, appelé leptocéphale (« en forme de feuille de saule »). Les leptocéphales se nourrissent de planctons. Elles vont ensuite rejoindre les côtes européennes grâce au courant nord atlantique Gulf Stream, pour un trajet d'entre 6 mois à 1 ans.

L'approche du plateau continental donne lieu à la métamorphose des larves en civelles (aussi appelé localement pibales). Les civelles ont une morphologie serpentiforme plus proche des anguilles adultes tout en conservant l'aspect translucide des leptocéphales. Elles

mesurent alors moins de 10 cm et le développement des nageoires a eu lieu. En atteignant les estuaires, elles vont se pigmenter de plus en plus pour devenir des anguillettes (DORIS, 2021). Elle se nourrira alors d'invertébrés. Les stades civelles et anguillettes correspondent à une phase importante pour l'espèce. C'est la phase de colonisation des habitats juste après l'arrivée en rivière. Les anguillettes ont alors moins de 3 ans et mesurent au maximum environ 15 cm. La migration des anguillettes étant densité dépendante, plus l'arrivée de civelles et d'anguillettes est importante, plus elles iront coloniser des habitats en amont du bassin versant. Cette caractéristique permet d'évaluer la qualité du recrutement.

Les anguillettes continuent leur migration et croissance en eau douce pour devenir des anguilles jaunes. Elles tiennent leur nom de leur ventre jaune et de leur dos vert à brun olive. C'est sous cette forme que l'anguille va passer la plupart de son cycle de vie. Cette période varie en fonction du sexe de l'individu mais également des caractéristiques physico-chimiques du milieu. En prenant en compte ces paramètres, il semblerait que les femelles se retrouvent plus longtemps en rivière et plus en amont que les mâles. Sachant qu'il n'est pas obligatoire que cette phase de croissance se fasse entièrement en eau douce, elle peut également avoir lieu dans de l'eau saumâtre ou en alternance eau douce – eau salée. Ainsi la période de grossissement varie entre 3 et 15 ans, pour une taille pouvant aller à plus d'un mètre.

Une fois leur croissance achevée, une dernière métamorphose a lieu, elles deviennent argentées (Durif et al., 2020). Leur pigmentation évolue en un dos gris foncé et un ventre gris argenté, alors que les nageoires pectorales s'allongent et que les yeux augmentent de volume, tout en développant un pigment rétinien plus adapté aux grandes profondeurs. Suite à cette dernière métamorphose, elles cessent de s'alimenter tout en dévalant les fleuves pour retourner en milieu marin, puis vers leur lieu de reproduction ce qui leur prendra plus de 6 mois. Les simulations de reproduction montrent une dépense énergétique très importante et ne se nourrissant pas en milieu marin, il est fort probable que la reproduction entraîne une mortalité des reproducteurs.

1.3.2. Etat des populations

L'anguille Européenne a connu une forte diminution de sa population et est en danger critique d'extinction (IUCN, 2021). A l'échelle Européenne, cette forte diminution d'anguilles dans les cours d'eau remonte aux années 70-80 (ICES, 2014). Il semblerait cependant qu'une légère stagnation soit observable depuis les années 2010/13.

Au niveau de la Charente et de la Seudre, le suivi scientifique n'ayant réellement commencé qu'en 2009 et 2010, les années précédentes n'ont pas vraiment été étudiées. Cependant, l'analyse des différents suivis sur le territoire montre un état mauvais de la population d'anguilles avec une tendance soit à la baisse soit stable suivant les années (CMCS, 2021).

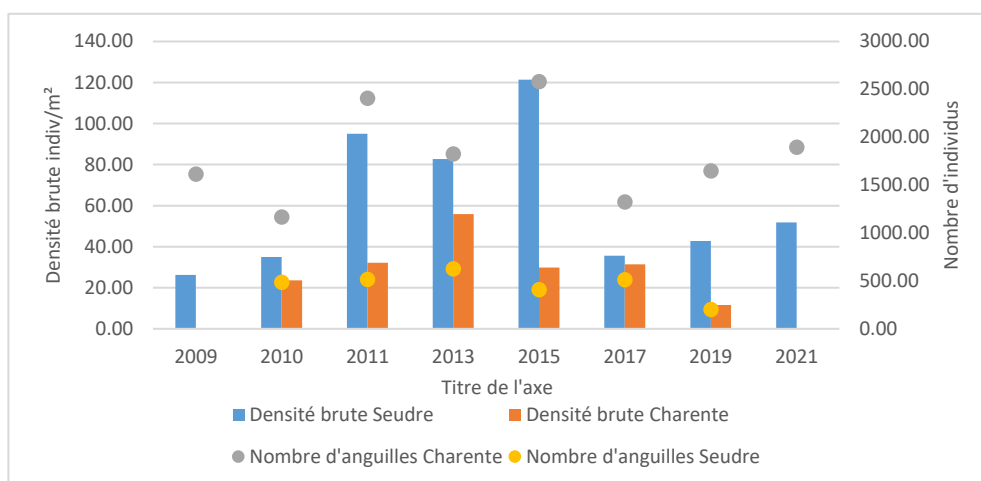


Figure 4: Evolution de la densité brute et du nombre d'anguilles lors des suivis sur la Charente et sur la Seudre

De nombreuses causes naturelles et anthropiques peuvent expliquer cette forte diminution. Ces causes sont nombreuses et parfois complexes à identifier, en voici donc une liste non exhaustive :

- La pêche qui est possible à tous les stades du cycle de vie de l'anguille (sauf pour l'anguille argentée sur la façade atlantique),
- Le braconnage,
- La présence d'ouvrages bloquants et cela dès les zones les plus avals des cours d'eau,
- L'importations de nouveaux parasites, comme *Anguillicola crassus*,
- Les diverses pollutions aquatiques comme les perturbateurs endocriniens,
- Le changement climatique, qui implique, par exemple, des modifications hydroclimatiques ou l'affaiblissement du Gulf Stream,
- La modification des habitats,
- La prédation.

1.3.3. Protection et gestion

Jusqu'à la fin des années 70, l'anguille, qui était très abondante, était considérée comme une espèce susceptible de causer des déséquilibres en France. Cependant dans les années 80, les populations d'anguilles commencent à décliner fortement. La diminution du nombre d'anguilles est si importante qu'en 1999, le stock d'anguilles est déclaré inférieur aux limites biologiques de sécurité. Au début des années 2000, le nombre de civelles arrivant chaque année correspond seulement à 8% des arrivées des années 70. Suite à cet important déclin et à une prise de conscience collective, est rédigé un règlement européen pour la reconstitution du stock d'anguilles (le Règlement Anguille CE n° 1100/2007 (Journal Officiel UE, 2007)). Ce règlement impose aux différents états membres de mettre en place un plan de gestion national. L'un des objectifs les plus importants est d'avoir un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40% d'anguilles argentées par rapport à la population pristine (non soumise à l'impact anthropique).

Au niveau mondial et français, l'anguille européenne est classée en danger critique par l'UICN en 2008. Suivi l'année suivante par l'inscription en annexe II de la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species) (CITES, 2021). L'annexe II correspond à des espèces pas nécessairement menacées actuellement d'extinction mais qui pourrait le devenir si leur commerce n'est pas étroitement contrôlé. La pêche de l'anguille et son export

deviennent alors très contrôlés. En 2010, la CITES a décidé de fermer l'exportation des anguilles françaises en dehors de l'Europe.

En France, le Plan Gestion Anguille (PGA) (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et l'ONEMA, 2010) est créé en février 2010 après approbation de l'Europe. Le PGA est constitué de 4 axes principaux : la réglementation de la pêche, la gestion et l'aménagement des ouvrages, le repeuplement, le suivi et l'évaluation des populations. Le PGA s'applique par 10 Unités de Gestion Anguilles. Chacune est composée d'un Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) qui applique un Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) spécifique.

2. Matériel et méthode

2.1. Suivis des fronts de colonisation

2.1.1. Définitions

Depuis 2009, la CMCS a mis en place un suivi de la population des anguilles sur le bassin de la Charente et depuis 2010 pour le bassin de la Seudre. Le suivi est réalisé tous les 2 ans depuis 2011, 2021 est la 7^{ème} campagne. Ce réseau a pour objectif de connaître l'évolution de la population d'anguilles au travers l'état du recrutement de l'année en civelle et la limite de colonisation des anguillettes. Les informations obtenues permettront de déterminer les distances du front de colonisation et d'évaluer l'efficacité des mesures de gestion sur la migration de l'espèce. Ce front correspond à la distance à la mer où il est possible de retrouver les dernières anguillettes de moins de 10 cm ou moins de 15 cm. Ces classes de taille correspondent à une arrivée récente en rivière et à la phase de migration vers l'amont la plus importante. Pour déterminer ces distances, il est nécessaire de connaître la limite de disparition de ces classes de tailles et leur D50. La limite de disparition est la distance à la mer de la première station où la présence des anguillettes n'est plus avérée. La D50 est la distance à laquelle la probabilité d'avoir une anguillette de la classe de taille désirée est de 50%. Ces deux paramètres sont déterminés lors du suivi à partir de pêches électriques spécifiques aux anguilles et de poses de flottangs.

2.1.2. Protocole de suivi par pêche électrique sur la Charente et la Seudre

La méthode utilisée pour déterminer le front de colonisation est la pêche en pied d'ouvrage. Les stations sont choisies sur le premier ouvrage difficilement franchissable sur les affluents de la Charente et sur différents ouvrages successifs et difficilement franchissables sur la Seudre. L'ouvrage étant bloquant, il y a accumulation à son pied et nous considérons la population d'anguilles présente similaire à celle sur l'axe principal. Les stations échantillonnées sont au minimum de 100 m² et sont divisées en fonction du nombre de faciès présent. Pour la Charente, 14 stations sont réparties sur ses affluents entre 39 et 363 Km de la mer. Pour la Seudre, 7 stations sont suivies et se situent entre 27 et 46 Km de la mer. La répartition de ces stations permet de suivre le front de colonisation sur tout le bassin. Cependant les sites suivis ne sont pas tous dans le domaine public, la plupart se trouvent sur des propriétés privées, il est donc nécessaire de contacter les propriétaires afin d'obtenir leur autorisation pour effectuer les manipulations.

Sur les 21 stations de la Charente et de la Seudre, le suivi est réalisé par pêche électrique. La technique de la pêche électrique consiste à utiliser une anode et une cathode, à travers laquelle un courant électrique circule. Ce courant électrique va agir sur le système sensoriel des poissons de 2 manières, soit ils vont être partiellement paralysés, soit ils vont entrer en nage forcée se dirigeant vers l'électrode. Un ou plusieurs agents peuvent alors

recupérer les spécimens. Dans le cadre de la pêche spécifique anguille, seules les anguilles sont prélevées à l'aide d'épuisettes carrées avec une maille de 1,5 mm ou avec une épuisette en demi-lune de même maille. L'appareil utilisé pour réaliser ce suivi est le MARTIN PECHEUR de chez DREAM ELECTRONIQUE qui semble être le plus efficace sur les anguilles aux vues des données des années précédentes. Chaque station est prospectée par deux passages de l'aval vers l'amont. Ces deux passages permettent de calculer l'efficacité de pêche et la densité estimée d'anguilles pour différentes classes de taille à l'aide de la formule de Carl et Strub. Ces calculs sont réalisés sous Excel ou avec le logiciel Aquafauna.

Les anguilles sont séparées en fonction du faciès et du passage pendant lequel elles ont été pêchées, pour être ensuite soumises à une biométrie. En cas de pêche très importante, elles sont réparties entre les classes de tailles suivantes : 0-100 mm, 100-150 mm, 150-250 mm et plus de 250 mm. Pour pouvoir réaliser la biométrie, il est nécessaire de les endormir à l'aide d'un anesthésiant (Benzocaïne). Pour que l'anesthésie soit optimale et sans danger pour les anguilles, la dose de benzocaïne est de 0,5 mL par litre d'eau. Elles peuvent alors être mesurées dans un ichtyomètre et observées afin d'estimer leur état sanitaire (Annexe 1), toutes ces données sont consignées sur une fiche terrain. Pour les anguilles de plus de 300 mm des mesures supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer si elles sont en cours d'argenture ou argentée. Pour cela, il est nécessaire de mesurer à l'aide d'un micromètre le diamètre oculaire horizontal et vertical, ainsi que la longueur de la nageoire pectorale. Pour les pêches les plus importantes, des lots sont créés en fonction des classes de tailles déjà évoqués. Dans ce cas, 30 anguilles de chaque classe de taille suivent la biométrie afin de diminuer les risques suite à l'endormissement et à la manipulation (respect du bien-être animal). Puis pour chaque classe de taille, le nombre d'anguilles obtenu est noté et la taille de celles mesurées leur est attribuée.

Différentes données sont également prises sur la station, pour le premier passage de pêche le nombre de posé et le temps effectif de pêche est noté. Les caractéristiques physiques de la station sont mesurées, comme la température, la conductivité et le pH. Chaque faciès est caractérisé par sa longueur totale, sa largeur aval, médiane et amont, la vitesse du courant, le maximum et minimum de hauteur d'eau, la granulométrie, le colmatage du fond, la présence de peuplement végétal et de caches, le type de berge et si possible sa pente et son ombrage. Ces données peuvent permettre de déterminer si ce sont des faciès plus favorables à la présence d'anguilles et si cela est modifié en fonction de leur taille.

Le suivi par pêche électrique se réalise à faible hauteur d'eau (moins de 70 cm) et quand la migration des anguillettes touche à sa fin. C'est pour cela que tous les ans les pêches sont réalisées entre les mois de juin et de juillet. Le planning initial s'étendait du 21 juin au 8 juillet. Cependant suite à de fortes températures et peu de précipitations fin mai – début juin, les pêches au pied des barrages de Lavaud et Mas-Chabban ont été avancées au 18 juin, car il y avait de forte probabilité de lâchers de barrage pour soutenir le débit d'étiage. Puis à partir du week-end suivant le 18 juin de violents orages ont éclaté, et le reste du mois de juin et le début du mois de juillet ont été très pluvieux (Annexe 2). Cela a entraîné un report de nombreuses pêches car le débit alors trop important ne permettait pas de réaliser les inventaires dans des conditions acceptables. Suivant les stations et leur « réaction » aux orages, certaines ont cependant pu être maintenues et d'autres ont dû être reportées courant juillet, sauf pour la Seudre où toutes les pêches ont été repoussées en août (Annexe 3). A

cause de ce report tardif des pêches sur la Seudre, les données obtenues pour ce bassin versant ne pourront être traitées dans ce rapport.



Figure 5: Localisation des stations de pêche électrique et de flottangs (Production personnelle, données : Open Street Map, IGN et CMCS)

2.2. Utilisation des flottangs pour compléter le front de colonisation

2.2.1. Présentation du flottang

Les flottangs ont été créés en 2013 par la CMCS afin de rechercher des informations de présence des petites anguilles là où il n'est pas possible techniquement de faire des pêches électriques (hauteur d'eau trop importante, station trop large, salinité...) (CMCS, 2013). Le flottang est un appareil passif qui reproduit un « habitat artificiel », telle une cache pour les anguilles de moins de 15cm et n'est en aucun cas un piège qui va retenir les anguilles qui vont se servir de cet habitat.

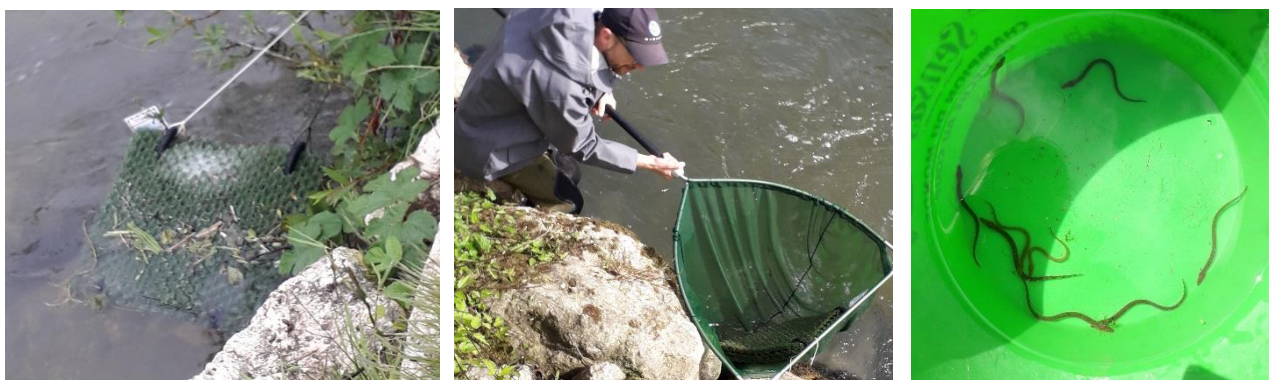


Figure 6: Photos d'un flottang, de sa relève et exemple d'anguilles capturées (Source personnelle)

L'objectif du suivi par flottang est différent du suivi par pêche électrique et il ne peut être utilisé qu'en complément du suivi par pêche électrique. Le flottang ne permet de

connaître qu'à un instant précis la présence ou l'absence d'anguille de moins de 15 cm, et ne permet pas d'estimer une densité à cet endroit-là. Cette méthode permet de densifier le réseau de suivi de migration des petites anguilles et préciser ou confirmer les données obtenues lors des pêches électriques. Le flottang est un carré de 40 cm X 40 cm, de 6 couches de géogrille synthétique de la marque MACMAT, le tout maintenu par un système de crochet. L'interstice entre les couches permet aux anguillettes de trouver refuge lors de leur migration.

2.2.2. Méthode de suivi mise en place en 2021

Le suivi réalisé à l'aide des flottangs permet cette année de densifier le réseau de pêche électrique au niveau de la zone de disparition des anguillettes, ce qui peut permettre d'avoir un plus grand nombre de données et un front de colonisation plus robuste et précis. Ainsi, 12 stations (voir figure 5) ont été sélectionnées à une distance de 100 à 164 Km de l'embouchure, en prenant en compte une zone de disparition de 120 Km pour les moins de 10 cm et 149 Km pour les moins de 15 cm en 2019. Le point commun à toutes les stations est la pose des flottangs en pied d'ouvrage car il s'agit d'une zone d'accumulation (Perrault, 2019). Mais étant dans une zone où la continuité écologique a été rétablie au niveau de nombreux ouvrages, tous les flottangs n'ont pu être posés au pied d'ouvrages bloquants, ce qui diminue la probabilité d'avoir des anguilles dans les flottangs (Rigaud, 2017). De plus, nous souhaitons poser les flottangs uniquement sur des affluents pour être en corrélation avec le protocole de suivi par pêche électrique, cela n'a pu se faire car certaines zones de plusieurs kilomètres ne comportaient pas d'affluent intéressant pour la pose de flottang. Pour cette raison, certaines stations se trouvent directement sur la Charente.

Pour chaque station, 4 flottangs ont été posés et sont restés entre 48 et 72h dans l'eau avant d'être relevés, et cela qu'une seule fois. La relève des flottangs se réalise avec une grande épuisette. Les anguilles capturées sont alors anesthésiées avec de la benzocaïne. Pour chaque flottang, les anguilles sont mesurées et leur état sanitaire est noté. Un schéma de la station est réalisé, le faciès d'écoulement est déterminé pour chaque flottang, ainsi que la hauteur d'eau et la température pour la station à la pose et à la relève.

De la même manière que les pêches électriques, l'idéal pour le suivi est de le réaliser au maximum de la migration mais ne pouvant être réalisé en même temps que les pêches électriques, cette campagne a été réalisée entre le 17 et le 25 mai (Annexe 3).

2.3. Présentation des données historiques et base de données ACCESS

2.3.1. Les données historiques et nécessité de bancariser

Pour chaque année de réalisation du suivi (2009, 2010, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019) un tableur sous Excel est créé pour chaque bassin et dont la mise en forme des données a évolué au cours du temps avec les données brutes des campagnes de piégeages et les résultats des densités, du front de colonisation et de la D50. Il n'existe aucun document réunissant toutes les données pour suivre facilement l'évolution de la population. Mais ce n'est pas seulement le cas au niveau des anguilles, il n'y a aucun serveur ou document commun à la CMCS permettant de regrouper et d'accéder à toutes les informations de suivi récoltées depuis sa création. Il était donc nécessaire de bancariser les données. C'est pourquoi, dans le cadre de l'étude des potentialités des poissons migrateurs, portée par l'EPTB Charente et menée en 2020 par Symabio et Fish Pass, la création d'une base données Access regroupant toutes les données obtenues par la CMCS a été créée et dont l'approvisionnement des données passées se réalise en 2021. C'est dans ce cadre qu'un fichier Excel regroupant toutes

les données disponibles du suivi de la colonisation des anguilles de la Charente et de la Seudre a été réalisé pour ensuite alimenter la base Access.

2.3.2. Présentation de la base de données

La partie de la base de données Access concernant le suivi du front de colonisation des anguilles est composée de 3 tables (figure 7) : une table station, une table opérations de pêche et une table de données obtenues. La table station comporte la liste de toutes les stations où au moins une pêche électrique a été réalisée, avec un identifiant de la station, le nom de la station, du cours d'eau, de la rivière d'affluence et de la commune, l'organisation opératrice de la pêche, les coordonnées du site de pêche en Lambert 93 et les points kilométriques de l'embouchure et de la confluence avec la Charente.

La table concernant les opérations de pêche réunit chaque opération menée permet de connaître la date de chaque pêche pour chaque station, ainsi que la surface de la station et la surface de chaque faciès. Cette table fait ensuite le lien avec la table des données, elle est également liée à la table des stations, concernant tous les résultats bruts des pêches. C'est-à-dire que chaque anguille pêchée dans le cadre du suivi est notée ainsi que ces caractéristiques de longueur, de poids (quand il était encore pris), d'état sanitaire, le diamètre oculaire horizontal et vertical, et la nageoire pectorale dans le cas d'anguilles de plus de 30 cm. Il est également noté à quel passage et sur quel faciès elles ont été prises. Dans ce tableau sont également notées les autres espèces piscicoles contactées à chaque pêche.

Aucune densité ou D50 n'est conservée dans cette base de données mais toutes les données brutes permettant de retrouver ces informations le sont. La création de cet Excel, qui est ensuite inséré dans la base de données va permettre de traiter plus facilement ces informations, notamment en simplifiant le croisement des stations et des années pour tirer des résultats à plus grande échelle.

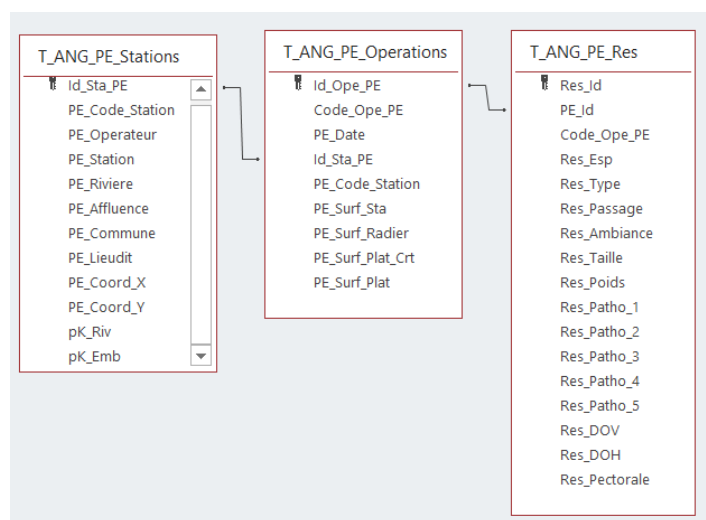


Figure 7: Schéma de la base de données Access

2.3.3. Harmonisation et saisie des données

La saisie des données est réalisée en reprenant chacun des 13 fichiers Excls de suivi des anguilles par année et par bassin versant. Les tables des stations et des opérations sont assez différentes des tableurs de base, ce qui a nécessité d'aller chercher les données une à une afin de les rentrer dans les nouvelles tables. En revanche, la table concernant les résultats bruts de pêche, est similaire à l'organisation dans les fichiers Excls, ce qui a simplifié son remplissage. Cependant, compléter les tables n'est pas la seule action nécessaire à la bonne

réalisation de la base de données. Il faut que les données soient harmonisées, c'est-à-dire qu'un même nom de cours d'eau, de département ou de station ne doit pas avoir d'orthographes différents ou exister avec et sans majuscule, car ils ne seront alors pas reconnus comme une même entité par la base de données. Il est également nécessaire de vérifier si toutes les valeurs entrées sont cohérentes ou si elles existent bien. Par exemple, il s'agit de ne pas avoir de taille ou de poids d'anguille aberrant, ou de vérifier que les codes de pathologies utilisés existent bien.

2.4. Etude de la pertinence d'un deuxième passage lors de pêche électrique : objectif de densité ou de front de colonisation

Le protocole de pêche électrique indique la nécessité de réaliser 2 passages afin de déterminer le plus précisément possible la densité estimée pour chaque espèce considérée. Pouvoir déterminer cette densité à partir d'un seul passage permettrait un gain de temps significatif afin de raccourcir la campagne d'échantillonnage. Cependant, il ne faut pas perdre de vue l'objectif du suivi qui est de prendre en compte la pertinence du deuxième passage, soit en fonction d'un objectif de densité soit de front de colonisation.

2.4.1. Les différents calculs de densité et l'efficacité de pêche

Le deuxième passage lors d'une pêche électrique a pour objectif de récupérer les individus ayant échappés au premier passage quand l'efficacité n'est pas de 100%, et ainsi de pouvoir estimer une densité, qui est plus précise que la densité brute. Depuis 2009, la densité estimée est calculée à l'aide du logiciel Aquafauna, en utilisant la méthode de Carle et Strub (Carle & Strub, 1978). Les conditions d'applications de cette méthode sont facilement réalisables. Cependant, en cas de nombre d'individus égal ou plus important au 2ème passage qu'au premier, c'est la densité brute (Nombre d'individu/surface) qui est calculée. L'efficacité est calculée en divisant la différence d'individus entre les deux passages, par le nombre d'individu au premier passage, puis en multipliant par 100 pour obtenir un pourcentage. Pour mieux évaluer la pertinence d'utiliser la méthode de Carle et Strub, la méthode de Seber et Le Cren (Seber & Le Cren, 1967) a également été utilisée. La formule pour calculer la densité estimée est plus simple mais nécessite plus de conditions à avoir pour appliquer la formule.

Table 1 : Formules et conditions d'application des différentes méthodes de calcul de densité

Méthode	Nombre de passages	Conditions d'utilisation	Formule effectif estimé	Densité
Carle et Strub	2	Population stable pendant échantillonnage, probabilité de capture identique pour tous les individus.	$Eff = \frac{(N! p^T q^{KN-X-T})}{((N-T)! \prod_i C_i!)}$	$\frac{Eff}{S} * 100$
Seber et Le Cren	2	Population stable pendant échantillonnage, probabilité de capture identique pour tous les individus, 1 ^{er} passage (P1) >10, 1 ^{er} passage > 2 ^{ème} passage (P2) et $\frac{P1^2(P1-P2)^2}{P2(C1+C2)} > 16$.	$Eff = \left(\frac{P1^2}{(P1-P2)} \right)$	$\frac{Eff}{S} * 100$
Densité brute	1			$\frac{P1}{S} * 100$

Pour pouvoir comparer avec les densités obtenues avec 2 passages, la densité brute est calculée en utilisant seulement le nombre d'individus obtenu au premier passage. Les densités seront comparées pour estimer leurs différences et voir si une corrélation est

possible afin de calculer la densité estimée à partir du premier passage. Pour la réalisation de ces calculs, les données utilisées seront les données obtenues depuis le début du suivi en 2009 et seulement pour les moins de 10 et 15 cm, car ce sont les gammes de taille au cœur du suivi.

Pour estimer le 2ème passage, il est également possible de se servir de l'efficacité, comme le fait déjà MIGADO pour certaines de leurs stations sur la Garonne et la Dordogne. Il s'agit, pour des stations dont l'efficacité est stable depuis au moins 3 ans, d'ajouter au nombre d'individus du premier passage l'effectif estimé du deuxième passage, calculé avec l'efficacité théorique. De même cette méthode sera testée avec toutes les données du suivi commencé en 2009 mais avec l'utilisation de toutes les classes de tailles afin d'obtenir une estimation la plus précise possible.

2.4.2. Le front de colonisation et le présence-absence

Le front de colonisation peut également dépendre du deuxième passage car il arrive parfois qu'une anguille de moins de 10 ou 15 cm soit pêchée lors du 2^{ème} passage alors qu'il n'y en a pas eu au premier. Cette fois c'est la probabilité de présence d'obtenir pour la première fois une certaine classe de taille au deuxième passage qui est étudiée. Les classes de tailles étudiées ici sont celles utilisées pour le front de colonisation (les moins de 10 et 15 cm). Lors de 2 passages il y a 4 combinaisons de présence possible : pas d'anguilles aux 2 passages (P00), des anguilles aux 2 passages (P11), des anguilles au premier passage mais pas au deuxième (P10) et des anguilles au deuxième passage (P01) mais pas au premier. La probabilité de chacune de ces combinaisons est estimée à partir des résultats de pêche depuis 2009, les stations ayant été réalisées peu de fois seront moins fiables que celles suivies depuis le début du réseau. Les résultats permettront d'aider à la sélection de station ne nécessitant qu'un seul passage, à condition d'avoir seulement un objectif de front de colonisation et non de déterminer la densité d'individus.

3. Résultats

3.1. Etat de colonisation de la Charente en 2021

La migration des anguilles est influencée par les conditions environnementales comme le débit qui va avoir un rôle d'attrait. Cette année, il y a eu 2 périodes de fort débit en février et en juin (Annexe 2), cela a pu impacter nos résultats, notamment par une meilleure franchissabilité de certains ouvrages.

3.1.1. La Charente

3.1.1.1. Capture 2021

Cette année, 14 stations ont été échantillonnées et 1 614 anguilles capturées, ce qui donne une densité brute de 44,12 anguilles par m² toute classe de taille confondue. Pour les classes de tailles qui nous intéressent, il y a eu 502 individus de moins de 10 cm et 776 individus de moins de 15 cm, ce qui représente 31,1% et 48,1% des individus mesurés. Les densités estimées, calculées avec Carle et Strub, varient entre 296,3 et 0,7 individus par m². L'utilisation de Carle et Strub permet de calculer l'efficacité de pêche, dont les données seront exploitées plus loin.

Table 2 : Bilan des pêches anguilles sur l'axe Charente en 2021

Cours d'eau	Distance à la mer (Km)	Surface prospectée (m ²)	Nombre total d'anguilles pêchées	Nombre d'anguilles pêchées <100mm	Nombre d'anguilles pêchées <150mm	Densité estimée (indiv/m ²)
Voine	39	138.27	318	221	253	230.0
La Rutelière	58	224.17	103	12	35	72.7
Le Rochefollet	61	296.16	66	11	35	37.5
L'Escambouille	67	49.662	33	4	22	72.5
Seugne	84	267.63	518	226	350	296.3
Antenne	103	322.72	147	28	64	53.3
Soloire	109	274.25	60	0	3	21.1
Veillard	120	175.69	83	0	8	47.8
Boême	149	213.02	56	0	6	30.0
La Nouere	158	259.6	30	0	0	13.9
Argence	174	134.32	1	0	0	0.7
Argent or	243	224.95	46	0	0	33.8
La Charente	358	734.64	25	0	0	4.2
La Moulde	363	343.2	128	0	0	37.3
Total		3658.282	1614	502	776	44.12

Par rapport à 2019, une augmentation de la densité d'anguilles est observée pour les différentes classes de tailles sans pour atteindre les valeurs de 2013 pour les moins de 10 cm et moins de 15cm.

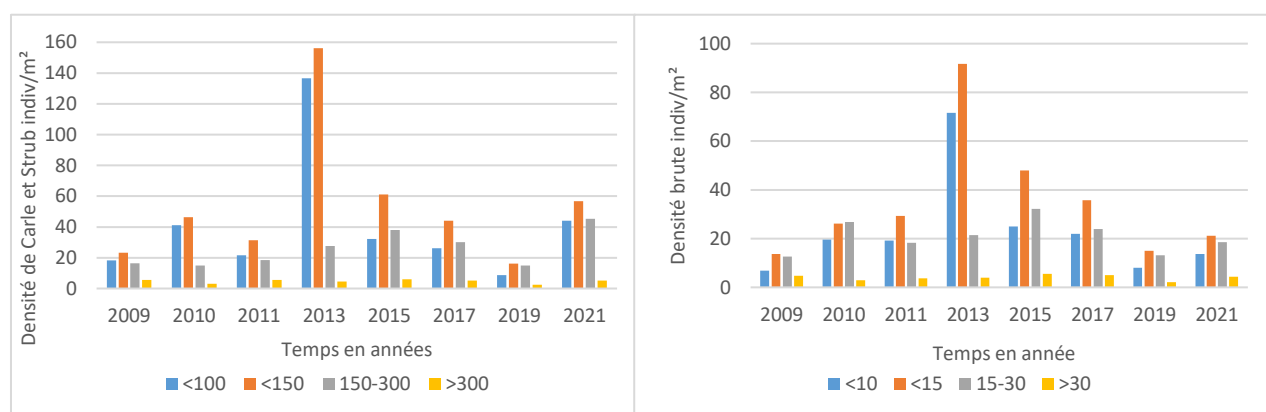


Figure 8: Evolution de la densité de Carle et Strub, et de la densité brute d'anguilles capturées en fonction de la classe de taille pour chaque année

La présence des anguilles de moins de 10 cm est observée jusqu'à l'Antenne et les anguilles de moins de 15 cm jusqu'à la Boême. Tandis que les anguilles de plus de 15 cm sont observées sur tout le linéaire.

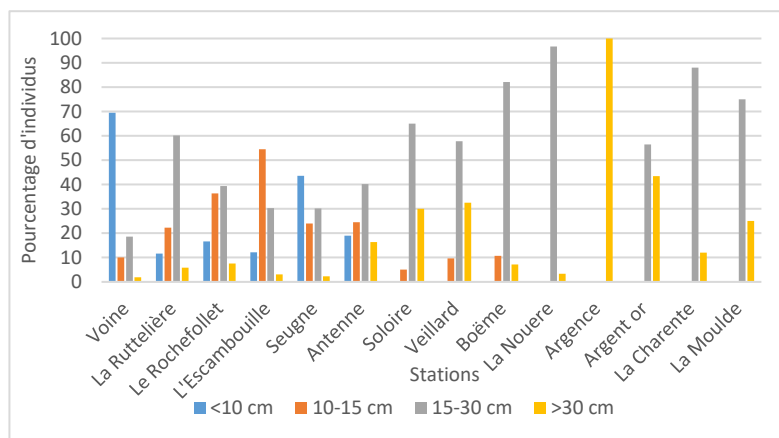


Figure 9: Pourcentage de répartition des classes de tailles le long des stations de l'aval vers l'amont pour l'année 2021

3.1.1.2. Distance de disparition et D50

La D50 se calcule par la création d'une régression logistique réalisée à partir d'Excel Stat et basée sur la présence/ absence des anguilles de la gamme de taille désirée et la distance à la mer.

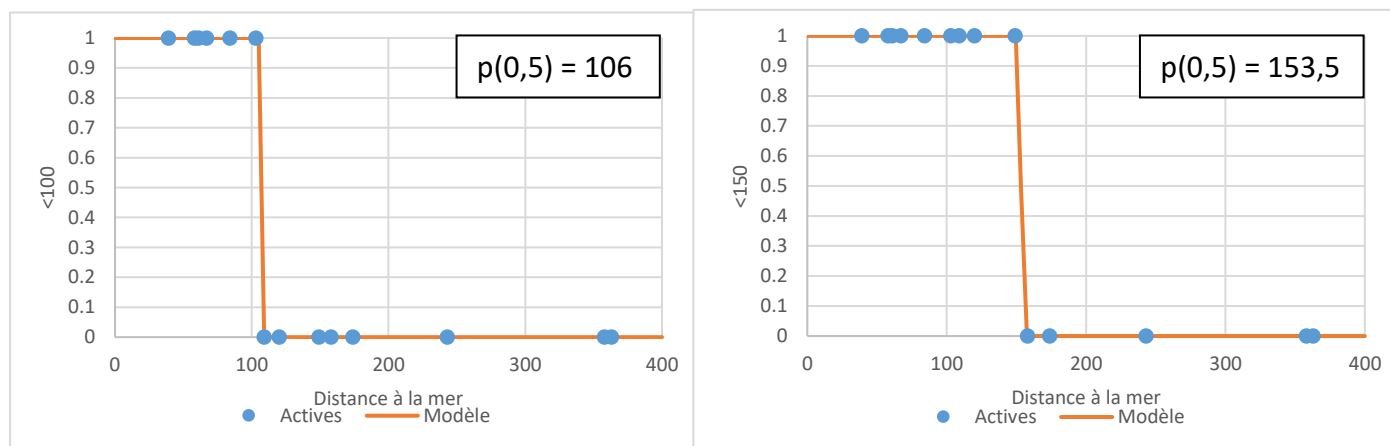


Figure 10: Régressions logistiques pour déterminer la D50 des anguilles de moins de 10 et de moins de 15 cm

Pour les anguilles de moins de 10 cm, la D50 est à 106 Km, c'est-à-dire que la probabilité de rencontrer une anguille de moins de 10 cm est de 50% à 106 Km de l'océan. Pour les anguilles de moins de 15 cm, la D50 est à 153,5 Km.

La distance de disparition correspond à la première station où il n'y a plus d'anguilles de la classe de taille désirée. La dernière station avec une anguille de moins de 10 cm est l'Antenne, donc la distance de disparition correspond à la station suivante, la Soloire, à 109 Km. Pour les anguilles de moins de 15 cm, il s'agit de la station de la Nouère à 158 Km.

Table 3 : Bilan des D50 et distance de disparition pour les moins de 10 et moins de 15 cm pour l'année 2021

Classe de taille	D50 (Km)	Distance de disparition (Km)
< 10 cm	106	109
< 15 cm	153	158

3.1.1.3. Evolution du front de colonisation

Suivre l'évolution de la D50 et de la distance de disparition permet d'avoir une idée de l'évolution du recrutement des civelles et de leur colonisation. La D50 des moins de 15 cm est stable, tandis que celle des moins de 10 cm est en augmentation par rapport à 2019.

Table 4 : Evolution de la D50 obtenue avec les pêches en fonction des années

Année		2009-2011	2013	2015	2017	2019	2021
Classe de taille	< 10 cm	87	129	114	133	93	106
	< 15 cm	145	153	153	137	153	153

La distance de disparition des moins de 15 cm était stable depuis plusieurs années, mais elle est en augmentation cette année, comme pour les moins de 10 cm par rapport à 2019. Les moins de 10 cm retrouvent une distance de disparition à 109 Km, mais cela reste moins bien qu'en 2017.

Table 5 : Evolution de la distance de disparition obtenue avec les pêches en fonction des années

Année		2009-2011	2013	2015	2017	2019	2021
Classe de taille	< 10 cm	87	109	109	120	103	109
	< 15 cm	158	149	149	149	149	158

3.2. Les flottangs et le front de colonisation

3.2.1. Capture 2021

Dans un objectif de densification du réseau de suivi, 12 sites de 4 flottangs ont permis de prélever 26 anguilles, entre 77 et 142 mm. Pour les moins de 10 cm, la station de présence la plus en amont est celle de Veillard, qui est également une station suivie en pêche électrique. Pour les moins de 15 cm, il est possible d'en trouver jusqu'à 125 Km de la mer au niveau du moulin de Bassac même si aucune n'a été observée sur les deux stations précédentes.

Table 6 : Résultats du suivi flottangs de 2021

Station	Distance à la mer (Km)	Anguille <10 cm	Anguille <15 cm
Crouin	100	4	0
Gardemoulin	110.1	6	2
Veillard	115.1	2	7
Jarnac	118.8	0	0
Passe de Gondeville	121.2	0	0
Moulin de Bassac	125.2	0	5
Juac	127.8	0	0
La Noue	132.6	0	0
La Vélude	138.2	0	0
Barrage de Sireuil	144.5	0	0
Chantoiseau	154.5	0	0
La Touvre	163.9	0	0
	Total	12	14

3.2.2. Détermination du front de colonisation et comparaison avec la pêche électrique et les autres années

Les flottangs donnent l'information de présence et absence, il est donc possible d'utiliser ces données pour le calcul de la D50 et de la distance de disparition. Ils sont donc de nouveaux calculés en ajoutant les stations des flottangs aux stations du suivi des pêches. Les distances ont évolué pour les moins de 10 cm, passant d'une D50 à 106 Km à 113 Km, et d'une distance de disparition de 109 Km à 121 Km. Pour les moins de 15 cm, la D50 reste la même mais la distance de disparition diminue par l'augmentation du nombre de station intermédiaire.

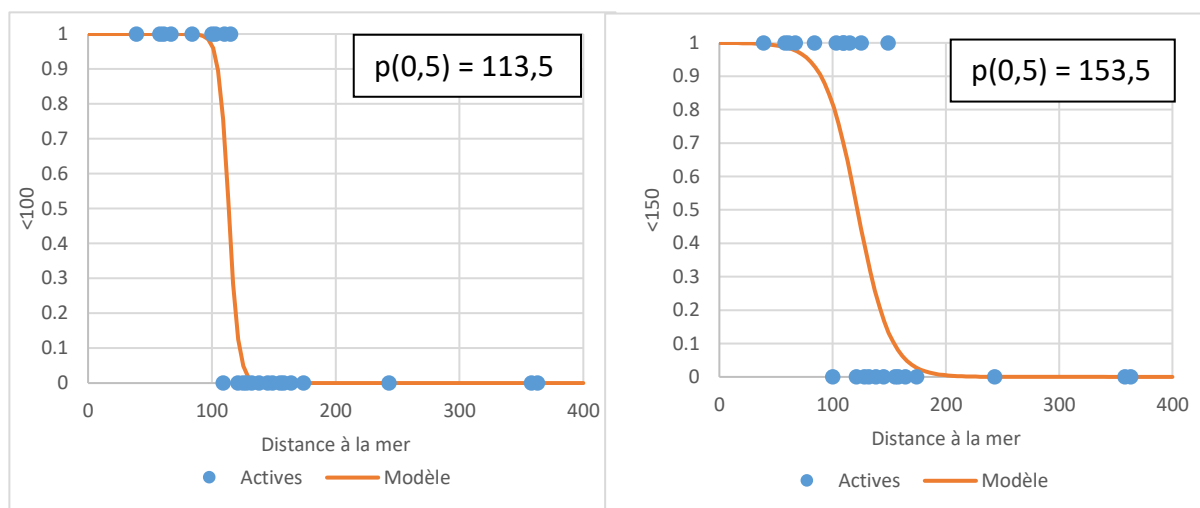


Figure 11: Régressions logistiques pour déterminer la D50 des anguilles des moins de 10 et de moins de 15 cm avec les flottangs

L'apport des flottangs modifie également les tendances des dernières années et fait de l'année 2021, l'année avec la plus faible D50 pour les anguilles de moins de 10 cm, depuis les années 2009-2010-2011, même si la distance de disparition reste stable. Cette différence peut être dû à des stations plus aval où des moins de 10 cm n'ont pas été capturées cette année contrairement aux années précédentes. Pour les moins de 15 cm, cela confirme la régularité de la D50 des années précédentes et la légère augmentation de la distance de disparition.

Table 7 : Evolution de la D50 obtenue avec les pêches et les flottangs (en rouge) en fonction des années

Année		2009-2011	2013	2015	2017	2019	2021
Classe de taille	< 10 cm	87	129	114	137	125	113
	< 15 cm	145	153	153	153	153	153

Table 8 : Evolution de la distance de disparition obtenue avec les pêches et les flottangs (en rouge) en fonction des années

Année		2009-2011	2013	2015	2017	2019	2021
Classe de taille	< 10 cm	87	109	109	120	120	121
	< 15 cm	158	149	149	149	149	155

3.3. Analyse statistique de la pertinence d'un deuxième passage lors de la pêche électrique

3.3.1. Comparaison des densités en fonction du nombre de passage

Pour comparer, les densités obtenues en fonction du nombre de passage, 3 méthodes ont été utilisées. Pour calculer les densités avec 2 passages, il s'agit des méthodes de Carle et Strub, et de Seber et Le Cren. Pour un seul passage, la densité brute est calculée. Ces calculs se font sur toutes les données depuis 2009 (représentant 101 stations) et plus particulièrement pour les classes de moins de 10 et 15 cm. Dans la suite du rapport nous présenterons seulement des exemples de ces résultats.

Table 9 : Exemple pour 2021 des densités obtenues pour des anguilles de moins de 10 cm

Station	Distance à la mer (Km)	Années	Carle et Strub (ang/m ²)	Seber et Le Cren (ang/m ²)	Densité un passage (ang/m ²)
Voine	38	2021	159.8	159.8	73.0
Rutelière	58.5	2021	7.6	5.4	2.7
Rocheffollet	61.3	2021	3.7	4.3	2.7
Escambouille	67.5	2021	8.1	9.1	6.0
Seugne	84.3	2021	152.1	165.2	49.7
Antenne	102.8	2021	10.8	12.5	5.6
Soloire	109.1	2021	0	0	0
Veillard	120	2021	0	0	0
Boeme	148.9	2021	0	0	0
Nouere	158.2	2021	0	0	0
Argence	203	2021	0	0	0
Argentor	242.8	2021	0	0	0
Moulde	356.9	2021	0	0	0
Charente	357.9	2021	0	0	0

Les densités sont très variables en fonction des stations, il est néanmoins possible de distinguer plusieurs tendances. Les grandes tendances sont, une augmentation de la densité pour la Seugne et la Voine, une stabilité pour Veillard, Soloire, Rutelière, l'Escambouille et l'Antenne, tandis que le Rocheffollet voit sa densité continuer à baisser. Il s'agit des mêmes tendances pour toutes les méthodes de calcul de densité utilisée, même si les valeurs de densité sont bien moins élevées pour la densité brute lors d'un seul passage.

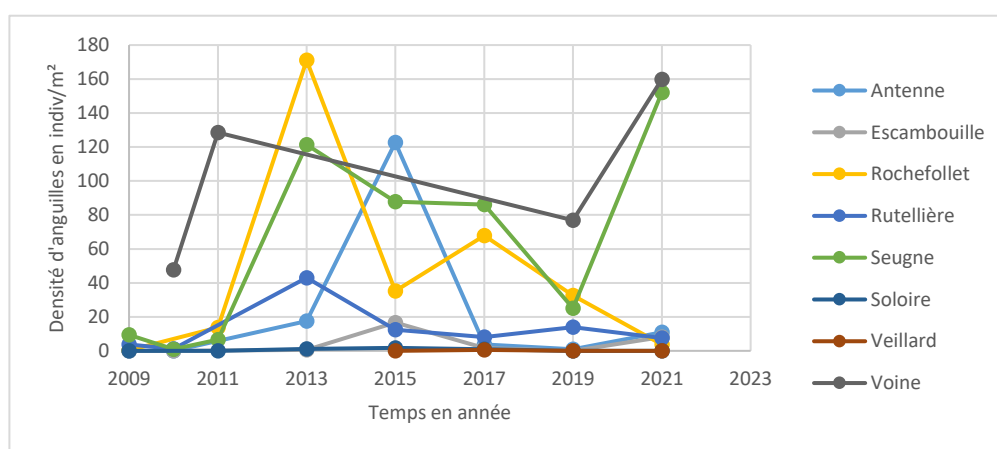


Figure 12: Evolution de la densité de Carle et Strub pour les anguilles de moins de 10 cm en fonction des stations et du temps

Il est possible de voir les différences entre les densités en se concentrant sur les stations. Par exemple, pour la station de la Seugne, il est constaté que la densité brute pour un seul passage est bien inférieure aux autres mais elle suit les mêmes tendances que les densités estimées. De plus, il semblerait que la méthode de Seber et Le Cren donne des densités légèrement supérieures à celles de Carle et Strub. Cet écart est d'autant plus grand que le nombre d'anguilles pêchées au deuxième passage est proche du premier passage.

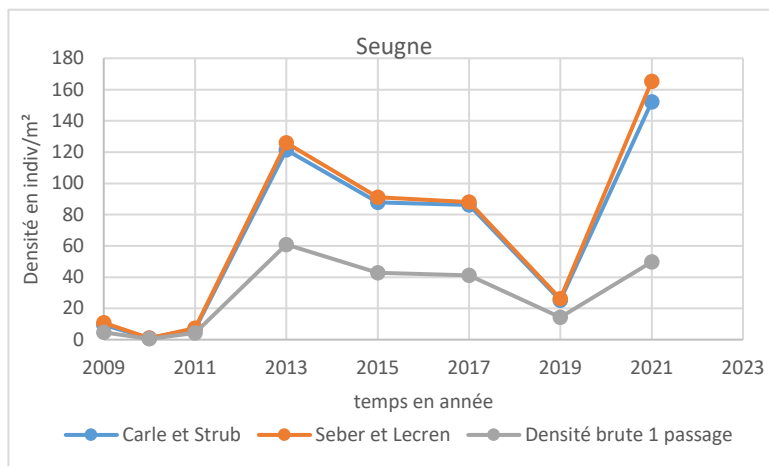


Figure 13: Exemple des densités obtenues pour la station de la Seugne

Pour vérifier que chaque méthode de calcul de la densité est différente des autres, comme le montre les graphiques, un test de Wilcoxon est réalisé sur R entre chaque méthode. Le test montre que les valeurs obtenues avec les différentes méthodes sont significativement différentes. Il faut donc faire attention à la méthode utilisée.

Table 10 : Tableau de résultat des tests de Wilcoxon entre les trois méthodes

Méthode		Carle et Stub	Densité brute
Seber et Le Cren	V	120	741
	P-value	1.015 e-05	8.057 e-08
Densité brute	V	897	/
	P-value	6.366 e-12	/

De plus, la recherche d'une relation entre les densités calculées avec deux passages et la densité brute calculée avec un seul passage ne permet d'obtenir une formule pouvant estimer le deuxième passage à partir du premier passage. Les fortes densités d'anguilles lors de nos campagnes de pêches électriques sont trop rares pour établir une corrélation entre les différentes méthodes.

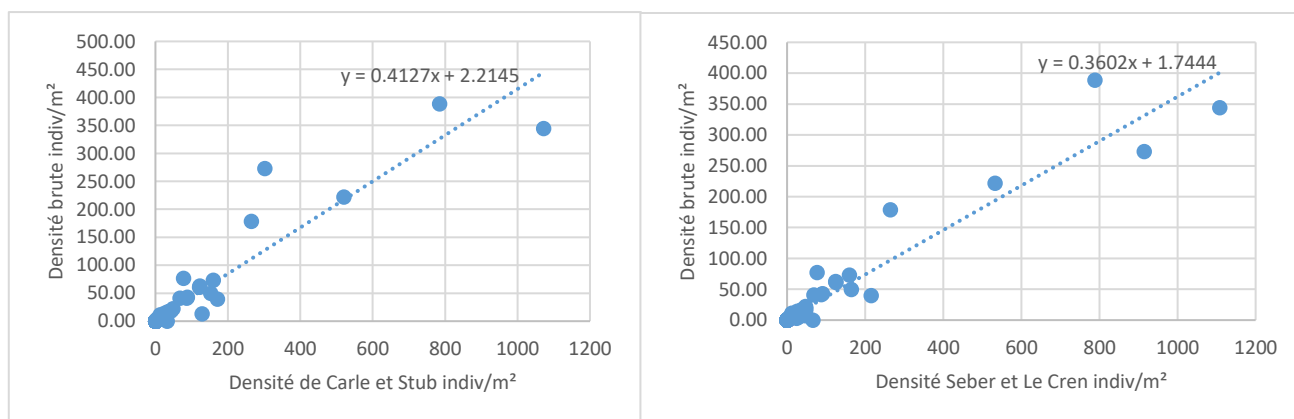


Figure 14: Corrélations entre Carle et Strub ou Seber et Le Cren et la densité brute d'un seul passage

3.3.2. L'efficacité, lien avec le 2^{ème} passage

Pour calculer l'efficacité, il est nécessaire d'avoir effectué 2 passages lors de la pêche. Mais si l'efficacité est régulière depuis un certain nombre de pêche, il est possible de n'effectuer qu'un seul passage et de simuler le deuxième à partir de l'efficacité théorique déterminé à partir des pêches précédentes. Sur les 22 stations suivies depuis 2009, le nombre de pêches effectuées varie de 1 à 8, donc seules les stations ayant été pêchées plus de 3 fois pourront être utilisées. Cette possibilité est étudiée par cours d'eau et pour chaque classe de taille. De manière globale, le résultat des différentes stations est similaire à celui de l'Antenne (graphiques ci-dessous). L'efficacité de pêche varie de manière importante tous les ans, même si pour certaines classes de tailles l'efficacité semble se stabiliser. L'écart-type reste cependant trop important pour pouvoir envisager de simuler un 2^{ème} passage avec cette méthode. De plus, il semble que l'efficacité de pêche ne dépend pas du nombre d'individus capturé. Il y aurait donc d'autres paramètres expliquant la variation de l'efficacité (les opérateurs, les conditions météorologiques, le débit ou la visibilité...).

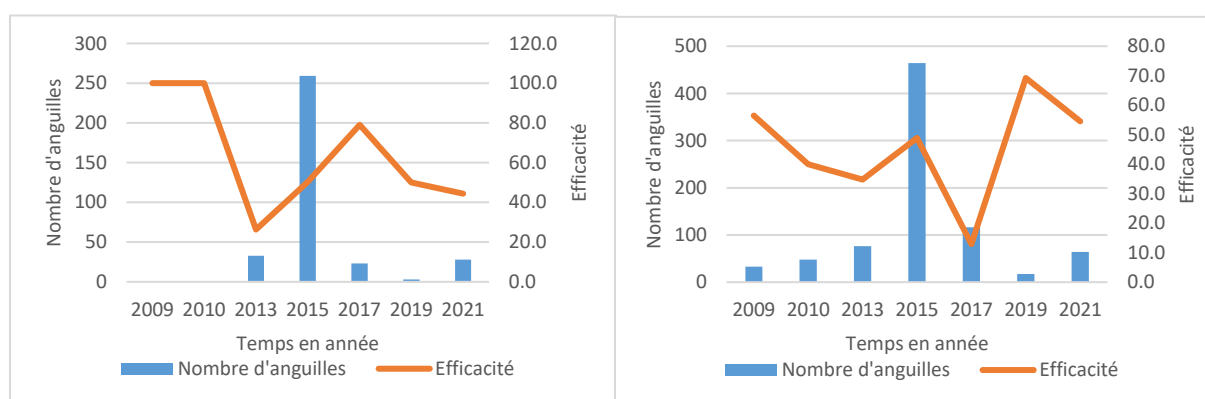


Figure 15: Evolution de l'efficacité de pêche et du nombre d'anguilles capturées de moins de 10 et de moins de 15cm en fonction des années sur l'Antenne

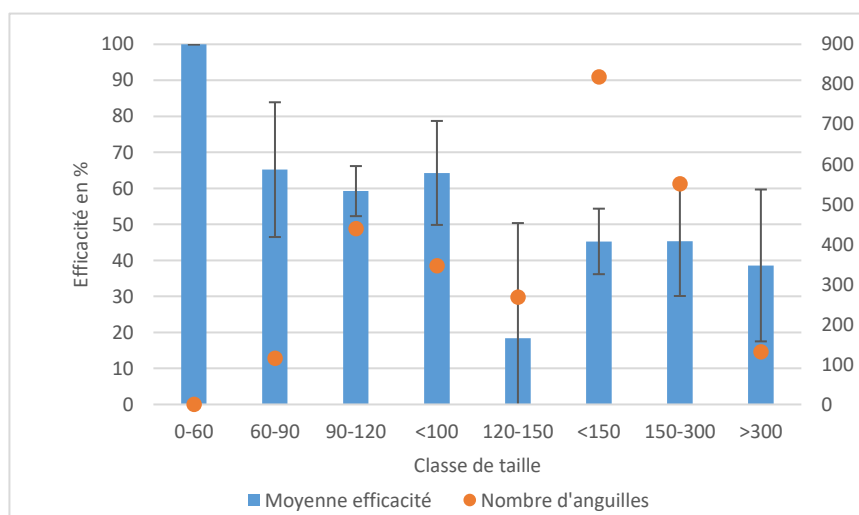


Figure 16: Efficacité et moyenne d'anguilles sur l'Antenne pour les différentes classes de taille

3.3.3. Probabilité de présence/absence

Pour déterminer l'importance du deuxième passage dans l'objectif d'obtenir une anguille d'une certaine taille, il est important de déterminer pour chaque station la probabilité d'avoir cette anguille en un seul passage. Il y a toujours eu des anguilles de moins de 10 cm, au premier passage pour les stations de la Voine, la Rutelière, le Rochefollet et la Seugne, et aussi les stations de l'Escambouille, l'Antenne, la Soloire et de Veillard pour les moins de 15 cm. La probabilité de ne pas avoir d'anguilles de moins de 10 cm est sûre pour les stations de la Boème, la Nouère, l'Argence, l'Argenton, la Moulde et la Charente. Pour les moins de 15 cm, la probabilité certaine de ne pas en trouver commence à la station de l'Argence. Il y a donc une zone d'incertitude de présence ou d'absence entre les stations de la Seugne et de la Boème pour les anguilles de moins de 10 cm, et entre Veillard et l'Argence pour les moins de 15 cm.

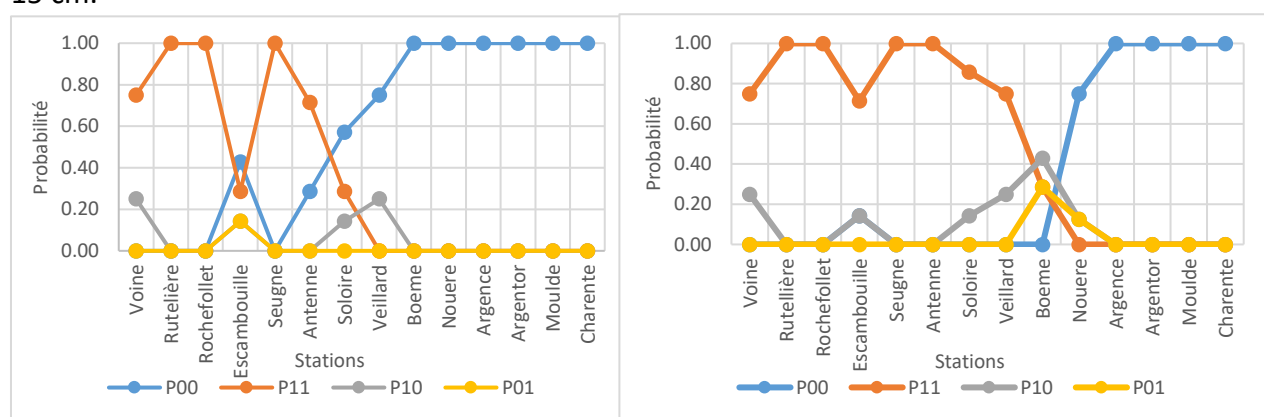


Figure 17: Probabilité des combinaisons de présence au premier et/ou au deuxième passage des anguilles de moins de 10 et de moins de 15cm en fonction des stations

4. Interprétations et discussions

4.1. Etat de colonisation 2021

4.1.1. Evolution de la colonisation

La colonisation en 2021 semble en légère augmentation par rapport à 2019 mais n'égale pas l'année 2017. Pour les anguilles de moins de 10 cm, la D50 et la distance de disparition s'améliorent légèrement mais reste variable depuis 2015. Pour les moins de 15 cm, la situation est stable depuis 2013 que ce soit avec ou sans les flottangs. Mais, de même que pour les moins de 10 cm, il semblerait qu'il y ait une légère augmentation de la distance de disparition même si ces valeurs restent faibles. L'apport des flottangs dans le suivi de la colonisation des petites anguilles permet d'obtenir une distance de disparition et une D50 plus proche de la réalité, surtout pour les anguilles de moins de 10 cm. Les densités estimées tendent à retrouver les valeurs de 2015 et 2017, et sont plus élevées qu'en 2019.

Dans l'ensemble, la D50 et la distance de disparition des anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm est stable depuis 2015 et reste peu éloignée de l'océan en comparaison avec d'autres grands bassins versants comme la Loire, la Dordogne ou la Garonne. Le bassin Charentais semble cependant attractif lors de l'arrivée des civelles sur les côtes Françaises, ce que confirme les densités obtenues cette année.

4.1.2. Les facteurs pouvant expliquer cette évolution

L'évolution de la distance de disparition et de la D50 peut être expliquée suite à différents événements qui ont eu lieu depuis le suivi de la campagne de 2019. Les travaux

pour la libre circulation écologique sur le site de Saint-Savinien (1^{er} ouvrage bloquant sur la Charente à 50 Km de l'océan) ont pris fin en juin-juillet 2019 avec la mise en eau de la passe multi-espèces et la passe spécifique anguille. Le rétablissement de la libre circulation de cet ouvrage localisé dès la fin de l'estuaire permet un passage facilité pour les anguilles en phase de colonisation, ce qui pourrait être l'un des facteurs conduisant à la légère augmentation de la distance de disparition, de la D50 et des densités.

L'un des autres facteurs est le repeuplement de civelles sur la Charente porté par les pêcheurs professionnels. Entre février et mars 2020, 342 Kg de civelles ont été relâchées entre Taillebourg et Saintes. Pour 2021, le repeuplement a eu lieu le 17 février pour un total de 606 Kg de civelles réparties entre Saintes et Chaniers. Cet apport de civelles ayant lieu annuellement, cela ne devrait que peu influencer les variations entre les différentes années de suivi, or cette année c'est presque le double de civelles qui a été introduit sur la Charente. Cette introduction augmente significativement la densité dans la zone ce qui incite les anguilles en phase de colonisation à continuer leur migration vers l'amont et ainsi améliorer la D50 ou la limite de disparition. Cela peut également expliquer l'augmentation de la densité pour les petites classes de taille par rapport à 2019.

Cette année, le facteur météorologique est également à prendre en compte dans la colonisation des petites anguilles. Les fortes précipitations de février et de juin ont augmenté temporairement les débits pouvant apporter un attrait supplémentaire de la Charente sur la façade littorale ou facilité la franchissabilité de certains ouvrages et obstacles. Le mois de février étant dans la période d'arrivée en estuaire des civelles et le mois de juin la fin de la période de colonisation par les petites anguilles, ces crues ont pu favoriser le recrutement d'un nombre plus important de civelles et faciliter la colonisation vers l'amont, et ainsi participer à la légère augmentation de la D50 et de la distance de disparition.

4.2. L'utilisation des flottangs en complément des pêches électriques

Les flottangs sont des habitats artificiels flottants, ils ne permettent pas de quantifier le nombre d'anguilles de petite taille sur une surface donnée mais ils apportent une information de présence à un instant précis (occurrence). Cette information peut alors être obtenue à des endroits où les pêches électriques ne sont pas réalisables et ainsi densifier le réseau de suivi. Cela fait 3 années que les flottangs sont utilisés pour des objectifs différents (relation densité estimée et effectifs capturés, indice d'accumulation et densification du réseau de pêche). Ces 3 années montrent une D50 et une distance de disparition plus importantes pour les anguilles de moins de 10 cm en tenant compte des résultats des captures liées aux flottangs avec ceux des pêches électriques. Pour autant, les résultats pour les anguilles de moins de 15 cm sont similaires à ceux obtenus avec uniquement les pêches électriques. Les flottangs apportent donc des informations sur des sites inaccessibles en pêche électrique, mais également sur les stations sur lesquels les petites gammes de tailles ne sont pas contractées par pêches électriques (exemple du Veillard cette année). Les flottangs peuvent ainsi être un moyen de simplifier le protocole de suivi actuel.

4.3. Pertinence d'un deuxième passage lors de pêche électrique

Les résultats précédents nous permettent d'analyser la nécessité de réaliser un deuxième passage lors des pêches électriques notamment en fonction de l'objectif recherché. La conclusion est donc différente si l'objectif est de connaître l'évolution de la densité ou s'il est de suivre la colonisation du bassin versant par les petites anguilles.

4.3.1. Pour un objectif de densité

Dans le cadre d'un suivi de densité d'anguilles le long du linéaire de la Charente, il est possible de suivre plusieurs méthodes de calculs pour connaître la densité s'il y a au moins deux passages. Ce sont les méthodes de Carle et Strub et Seber et Le Cren. Si un seul passage est effectué lors d'une pêche électrique seule la densité brute peut être calculée. Ces calculs, effectués depuis 2009 (101 stations analysées), ont montré que la densité brute d'un seul passage est très nettement inférieure aux densités estimées avec les autres méthodes, même si elle suit les mêmes variations. De plus, le test de Wilcoxon et l'équation de corrélation indiquent que les différentes densités sont indépendantes et, avec le manque de fortes densités sur les stations, il n'est pas possible de trouver une relation permettant d'estimer la densité ou le nombre d'individus au deuxième passage. Il aurait également été possible de simuler le deuxième passage en utilisant l'efficacité, mais pour cela il faut une efficacité stable sur la station depuis au moins 3 ans, ce qui n'est pas le cas sur nos stations du réseau.

Avec une densité brute obtenue pour un seul passage ou l'estimation d'un deuxième passage par corrélation ou par l'efficacité, il n'est pas possible d'obtenir des résultats similaires aux données obtenues avec deux passages réellement prospectés. Il semble donc nécessaire de conserver les deux passages si l'objectif est de connaître l'évolution de la densité d'anguilles sur le bassin versant. Cependant, si l'efficacité se stabilise sur plusieurs années et pour les différentes classes de taille, il sera possible de simuler les résultats d'un deuxième passage et d'estimer une densité de la même manière que les autres méthodes, ce qui est déjà réalisé sur certaines stations sur la Garonne et la Dordogne par MIGADO.

Il est donc nécessaire de réaliser deux passages en pêches électriques pour estimer la densité mais il est possible de la calculer à partir de 2 méthodes. La méthode de Seber et Le Cren nécessite la réalisation de plusieurs conditions pour pouvoir être réalisée. Cependant, pour la Charente, les conditions du nombre d'anguilles au premier passage supérieur à 10 et au nombre d'anguilles du deuxième passage, et de $\frac{P1^2(P1-P2)^2}{P2(C1+C2)}$ supérieur à 16 sont rarement respectées. Ainsi, même si l'équation permettant de calculer l'effectif et la densité estimée est plus simple il n'est pas possible d'utiliser cette méthode dans la majorité des cas. Au contraire, la méthode de Carle et Strub, malgré une équation plus complexe, a des conditions d'application majoritairement respectées dans nos données. Ainsi, il est plus favorable de réaliser deux passages lors des pêches électriques et de calculer l'effectif et la densité estimée avec la méthode de Carle et Strub

4.3.2. Pour un objectif de front de colonisation

L'un des principaux objectifs du suivi est de déterminer la répartition la plus amont des anguilles en phase de colonisation sur le bassin. Cela permet de rendre compte du niveau de civelles recrutées sur le fleuve l'année du suivi. La détermination de la colonisation se fait à partir de la présence ou de l'absence de certaines classes de tailles le long du bassin versant, il n'y a pas besoin d'en connaître le nombre. En prenant en compte les différentes combinaisons de présence possible avec 2 passages lors de pêches électriques, près de 43% des pêches ont eu une anguille de moins de 10 cm au premier passage contre 1% des pêches avec la première anguille de cette classe de taille au second passage. Pour les anguilles de moins de 15 cm le résultat est similaire avec environ 60% des pêches au moins une anguille de la classe de taille au premier passage et moins de 3% des pêches avec une anguille de moins de 15 cm qu'à partir du deuxième passage.

Table 11 : Répartition des différentes combinaisons de présence des anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm depuis 2009 sur le bassin de la Charente

Combinaison de présence	P11	P10	P01	P00	Total
Nombre de pêches concernées pour les anguilles de moins de 10 cm	39	4	1	57	101
Nombre de pêches concernées pour les anguilles de moins de 15 cm	54	7	3	37	101

Le suivi du front de colonisation se basant sur les anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm et la première de ces anguilles ne se trouvant qu'exceptionnellement au deuxième passage, il est tout à fait possible de ne réaliser qu'un passage pour obtenir des résultats identiques à deux passages pour l'objectif de détermination du front de colonisation et de la D50. Les stations ayant eu la première anguille de moins de 10 cm ou de moins de 15 cm au premier passage sont les stations de l'Escambouille, de la Boème et de la Nouère. Ces sites de pêches électriques nécessitent donc d'une vigilance accrue, voir le maintien du 2^{ème} passage sachant que la Boème et la Nouère sont proche de la zone de disparition des petites anguilles.

4.4. Bilan sur le protocole de suivi

4.4.1. Entre 2009 et 2021

Le protocole de suivi commencé en 2009 était d'abord réalisé tous les ans jusqu'en 2011 où il a été décidé de le réaliser tous les 2 ans. Cette périodicité du suivi permet de connaître les variations de la population de manière suffisamment précise, un suivi annuel n'était donc pas nécessaire aux vues des connaissances du bassin et de l'amplitude des variations. Le nombre de station échantillonnée a grandement évolué depuis le début du suivi, passant de 19 stations en 2009 à 14 en 2021. La première année étant une année test et les sites sélectionnés n'étant pas très bien connus, un certain nombre de ces stations n'ont pas été gardées dans le suivi, notamment car certains ouvrages étaient franchissables, d'autres sites pouvaient être dangereux pour les opérateurs, ou pour cause de cours d'eau en assec réguliers. L'évolution des stations se poursuit au cours des années avec l'aménagement des ouvrages au pied desquels les pêches ont lieu, mais aussi avec les changements de propriétaire qui peuvent ne plus accorder l'accès au cours d'eau par leur terrain. Ces modifications peuvent complexifier la stabilité du suivi et perturber la réalisation de modélisation qui nécessite un certain nombre de données fixes.

L'efficacité de pêche est très variable depuis le début du suivi, comme avec les changements d'équipe et d'opérateurs ou des problèmes de matériels qui pourraient expliquer ces différences dans l'efficacité. Ces observations ont permis de préciser le protocole au niveau du matériel, comme n'utiliser que le MARTIN PECHEUR de chez DREAM ELECTRONIQUE et non l'AIGRETTE.

Le protocole de suivi est opérationnel malgré certaines variations et adaptations avec l'avancée de la restauration de la continuité écologique. Cependant, une simplification du protocole pour un objectif de suivi de la colonisation est possible.

4.4.2. Le protocole qui fournit le maximum de données

Pour répondre aux objectifs de connaître la densité des différentes classes de taille et de suivre la colonisation sur tout le bassin versant, il est possible d'avoir un protocole plus complet. Pour cela, il faut utiliser les 2 méthodes vues ici, les flottangs et la pêche électrique. Pour la pêche électrique, il serait envisageable d'ajouter des stations supplémentaires afin de suivre plus précisément l'évolution des densités. Lors de l'action de pêche, il est alors nécessaire de faire autant de passages que nécessaire pour pouvoir récupérer toutes les

anguilles. Cette action de pêche serait complétée par des flottangs positionnés sur les stations de pêche et directement le long de la Charente afin d'obtenir plus précisément la distance de disparition et la D50.

Ce protocole demande des moyens humains, financiers et temporels importants, il semble donc peu réalisable. Dans l'objectif de simplification du protocole d'autres méthodes sont possibles.

4.4.3. Le protocole le plus simple pour le suivi de la colonisation

L'objectif permettant d'avoir le protocole le plus simple possible, est l'objectif de détermination du front de colonisation et de la D50. Cet objectif peut être accompli en utilisant soit la pêche électrique soit les flottangs.

Si le suivi est réalisé en pêche électrique, seuls les individus de moins de 10 et 15 cm seront recherchés et les stations en amont de la Nouère et en aval du Rochefollet ne seront pas prospectées, sauf si une anguille de moins de 15 cm y est capturée. Pour chaque station dès qu'une anguille de la gamme recherchée est trouvée la pêche peut se terminer immédiatement. Si aucune anguille de moins de 10 cm n'est pêchée au premier passage, la pêche est finie mais s'il y en a eu au moins une de moins de 15 cm leur présence est validée.

Pour le suivi basé sur les flottangs, 4 flottangs seront placés sur chaque station sauf en aval de la Nouère. Une seule phase de pose et relève sera effectuée à la période des pêches.

Ces protocoles très simplistes sont critiquables et n'apportent qu'un nombre d'information limité, il est donc nécessaire de trouver un protocole intermédiaire pour la réalisation du suivi des prochaines années.

4.4.4. Proposition de nouveaux protocoles de suivi de la colonisation des anguilles

Plusieurs méthodes de suivis sont possibles et vont alors dépendre des objectifs à réaliser. Dans le cas de l'objectif de suivre la densité sur le bassin versant, le protocole de suivi ne change que très peu. Il n'est plus nécessaire d'utiliser les flottangs mais uniquement les pêches électriques en maintenant 2 passages, ce protocole pourra être amené à évoluer s'il est possible de modéliser le 2^{ème} passage.

Si les objectifs de densité et de front de colonisation sont conservés, le protocole de pêche électrique reste le même mais le protocole de flottangs nécessite d'être revu afin de consolider les résultats de présence obtenus lors des pêches. Les flottangs sont alors positionnés sur les stations de pêche entre le Rochefollet et l'Argence, qui est la zone de disparition des anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm.

Dans le cas où l'objectif du suivi est la détermination du front de colonisation et de la D50 des anguilles de moins de 10 cm et de moins de 15 cm, il existe plusieurs protocoles possibles.

Table 12 : Tableau récapitulatif de protocoles possibles

Protocoles	Flottangs	Pêches électriques
N°1	Sur les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	• Un seul passage sur les sites où au moins une anguille de moins de 10 cm a été capturée avec les flottangs • Un seul passage pour La Voine, la Rutelière, le Rochefollet, la Seugne, l'Argenton, la Moulde et la Charente • Deux passages pour les autres stations
N°1 bis	Sur et entre les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	• Un seul passage sur les sites où au moins une anguille de moins de 10 cm a été capturée avec les flottangs • Un seul passage pour La Voine, la Rutelière, le Rochefollet, la Seugne, l'Argenton, la Moulde et la Charente • Deux passages pour les autres stations
N°2	Sur les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	Un seul passage sur toutes les stations
N°2 bis	Sur et entre les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	Un seul passage sur toutes les stations
N°3	Sur les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	• Arrêt de la pêche dès qu'une anguille de moins de 10 cm est pêchée • Un seul passage
N°3 bis	Sur et entre les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	• Arrêt de la pêche dès qu'une anguille de moins de 10 cm est pêchée • Un seul passage
N°4	Sur les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	• Un seul passage pour La Voine, la Rutelière, le Rochefollet, la Seugne, l'Argenton, la Moulde et la Charente • Deux passages pour toutes les autres stations
N°4 bis	Sur et entre les stations de pêches électriques entre le Rochefollet et l'Argence	• Un seul passage pour La Voine, la Rutelière, le Rochefollet, la Seugne, l'Argenton, la Moulde et la Charente • Deux passages pour toutes les autres stations

En prenant en compte le traitement des données et leur utilisation, il est préférable de poursuivre le suivi de colonisation des anguilles en conservant les objectifs de densité et limite de disparition ou uniquement les limites de disparitions. Le protocole adéquate et transitoire entre toutes les possibilités répondrait à l'objectif de détermination de la limite de disparition et serait le protocole n°1, qui est le protocole le plus complet et le plus précis.

Il y a cependant de nombreuses possibilités pour l'optimisation du protocole, le choix du protocole pour les prochaines années devra également prendre en compte le temps disponible ainsi que le nombre d'opérateurs.

Conclusion

En 2021, les résultats du suivi de la colonisation des anguilles montrent une augmentation de la densité mais une distance de disparition et une D50 similaire à 2019. D'une manière plus globale, la colonisation du bassin de la Charente reste stable depuis plusieurs années. Les conditions météorologiques et les travaux de restauration de la continuité écologique peuvent expliquer l'augmentation des densités d'anguilles observées ainsi que le maintien de la distance de disparition et de la D50. L'apport des flottangs a permis de confirmer la présence d'anguillettes sur les stations suivies en pêche électrique, ainsi que d'apporter une information de présence supplémentaire qui a permis d'améliorer la distance de disparition. Les flottangs sont une source d'information pertinente qu'il faut intégrer dans le protocole de suivi.

L'évolution et la simplification du protocole du suivi anguille est dépendant des objectifs recherchés lors du suivi. L'une des possibilités étudiées est d'effectuer un seul passage lors des pêches électriques mais les résultats obtenus en comparant différents calculs de densités et en essayant de modéliser le deuxième passage ne sont pas pertinents. Il est donc préférable de maintenir deux passages de pêche électrique si l'objectif du suivi est d'étudier l'évolution de la densité d'anguille. Mais si l'objectif est de déterminer la limite de disparition et la D50, l'étude de la probabilité de présence montre qu'il est possible de n'effectuer qu'un seul passage. Plusieurs protocoles ont alors été proposés pour les années suivantes en prenant en compte les objectifs du suivi, la possibilité de ne faire qu'un seul passage et l'apport des flottangs.

Il était également devenu nécessaire de rassembler en un seul document toutes les données des inventaires anguilles depuis le début du réseau de suivi en 2009. Pour cela, et dans le cadre de l'étude des potentialités des poissons migrateurs menée en 2020 et portée par l'EPTB Charente (SCIMABIO Interface et FISH-PASS, 2021), une base de données Access a été réalisée pour simplifier la recherche des données. Une vérification des données et une correction de certains termes s'est avérée nécessaire.

Bibliographie

Carle F. L. & Strub M. R., décembre 1978. "A new method for estimating population size from removal data." *Biometrics*, vol 34, N°4 published by International Biometric Society. <https://www.jstor.org/stable/2530381>

Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2013. "Rapport technique 2013, EPTB Charente, Groupement Régional de la pêche, CREA. Programme d'actions 2012-2015 pour la Sauvegarde et la Restauration des Poissons Migrateurs Amphihalins sur les Bassins Charente et Seudre. "

Cellule Migrateurs Charente Seudre, mai 2020. "Rapport technique 2019, EPTB Charente, MIGADO, CREA. Programme d'actions 2016-2020 pour la Sauvegarde et la Restauration des Poissons Migrateurs Amphihalins sur les Bassins Charente et Seudre. "

Cellule Migrateurs Charente Seudre, décembre 2020. EPTB Charente, MIGADO, CAPENA. "Programme d'actions 2021-2025 : Pour la Sauvegarde et la Restauration des Poissons Migrateurs Amphihalins sur les Bassins Charente et Seudre, Migrations et Fonctionnalités Hydro-Ecologique. "

Cellule Migrateurs Charente Seudre, " <https://www.migrateurs-charenteseudre.fr> ". Consulté le 18 août 2021

Chang Y-L. K., Feunteun E., Miyazawa Y & Tsukamoto K., 2020. "New clues on the Atlantic eels spawning behavior and area: the Mid-Atlantic Ridge hypothesis." *Scientific reports*, naturesearch. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-729166-5>.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species), 2021. "Annexes I, II et III, valables à compter du 22 juin 2021. " CITES et UNEP.

Comité de Gestion des Poissons Migrateurs du bassin, janvier 2015. "PLAGEPOMI : Plan de Gestion des Poissons Migrateurs Garonne Dordogne Charente Seudre Leyre – Période 2015-2019. " Agence de l'eau Adour Garonne.

DORIS (Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques). " <https://doris.ffesom.fr/Especies/Anguilla-anguilla-Anguile-856> ". Consulté le 18 août 2021.

Durif C. M. F., Diserud O. H., Sandlund O. T., Thorstad E. B., Poole R., Bergesen K., Escobar-Lux R. H., Shema S. & Vollestad L. A., 15 janvier 2020. "Age of European silver eels during a period of declining abundance in Norway." *Ecology and Evolution* published by John Wiley & Sons Ltd. DOI: 10.1002/ece3.6234.

ICES, 2014. "Report of the joint EIFAAC/ICES/GFCM Working group on eel, 3-7 November 2014, Rome Italy." ICES CM2014/ACOM:18

IUCN red list, “ <https://www.iucnredlist.org/species/61265/58310038> ”. Consulté le 18 août 2021.

Journal Officiel de l’Union Européenne, 22 septembre 2007. “Règlement (CE) N°1100/2007 du conseil du 18 septembre 2007, instituant des mesures de reconstitution du stock d’anguilles européennes. ”

MIGADO (Migrateurs Garonne Dordogne Charente Seudre Leyre), “ <http://www.migado.fr> ”, Consulté le 18 août 2021.

Ministère de l’Alimentation, de l’Agriculture et de la Pêche & l’ONEMA, 3 février 2010. “Plan de Gestion Anguille de la France, application du Règlement R(CE) N°1100/2007 du 18 septembre 2007. ” Journal officiel.

Perrault A., 2019. “Suivi de la colonisation 2019 des anguilles sur la Charente et la Seudre. ” Rapport de Master 2 Gestion de l’Environnement et des Milieux Aquatiques – Université d’Aix Marseille. MIGADO – CMCS.

Rigaud C., 2017. “Vers une méthode d’évaluation de la transparence d’un axe fluvial pour la phase initiale de la migration de colonisation de l’anguille européenne : 1^{er} rapport d’avancement. ” HAL, INRAE et IRSTEA.

SCIMABIO Interface & FISH-PASS, juin 2021. “Etude des potentialités piscicoles sur les bassins Charente et Seudre. ” Pour l’EPTB Charente et la CMCS.

Seber G. A. F. et Le Cren E. D., octobre 1967. “Estimating population parameters from catches large relative to the population.” Journal of Animal Ecology, vol 36, N°3, p. 631-643 published by British Ecological Society. <https://doi.org/10.2307/2818>

Annexes

Annexe 1 : Fiche terrain sur les annotations de l'état sanitaire des anguilles

Code pathologique

Tab. 1

Code lésion et parasitisme ⁽¹⁾		
Absence de lésion ou de parasite		
		OO
Lésions anatomo-morphologiques	C_imp	Code
Absence d'organe ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	S	AO
Altération de la couleur	S	AC
Anus rouge ou saillant	S	US
Bulle de gaz	S	BG
Déformation difformité	D	AD
Hypersécrétion de mucus	S	SM
Exophtalmie	D	EX
Opacification oculaire	S	CO
Maigreur	D	AM
Érosion	S	ER
Hémorragie	S	HE
Ulcère (dont hémorragique) ⁽⁶⁾	N/S	UL
Nécrose	S	NE
Masses et grosseurs (dont kyste) ⁽⁶⁾	N/S	AG
Parasitisme externe	C_imp	Code
Point blanc	S	PB
Mycose (« mousse »)	S	PM
Crustacés ⁽⁷⁾	N/S	PC
Hirudinés	N	PH
Autres parasites que les 4 précédents ⁽⁷⁾	N/S	PX
Parasites (une des 5 catégories au-dessus) ⁽⁷⁾	N/S	PA

Tab. 2

Code localisation anatomique ⁽²⁾	
Localisation	Code
Corps	C
Colonne vertébrale	V
Tête	T
Bouche	G
Œil	Y
Opercule	O
Tronc	M
Abdomen	A
Dos	H
Nageoire pectorale	P
Nageoire principale	N
Pédoncule caudal	K
Orifice anal	U

(1) Par anguille, un type de lésion ou de parasite n'est codé qu'une fois

(2) Lorsqu'un type de lésion ou de parasite se manifeste par plusieurs lésions sur différentes parties du corps, la localisation codée sera celle du niveau supérieur (ex : G+Y=T)

(3) L'importance s'apprécie sur la base de la localisation codée (ex : N sur la tête)

Tab. 3

Code importance (C_imp) ⁽³⁾	
Nombre (N)	Code
N= 0	0
N=< 3	1
N= 4 à 6	2
N= 7 à 10	3
N >10	4
Surface atteinte (S)	Code
S = 0%	0
S < 5%	1
S = 5 à 10%	2
S = 10 à 20%	3
S > 20%	4
Degré d'altération (D)	Code
Nul	0
Faible	1
Moyen	2
Fort	3
Très fort	4

(4) Convention de notation pour absence d'yeux: AOY2 il manque un œil, AOY4, il manque les deux yeux.

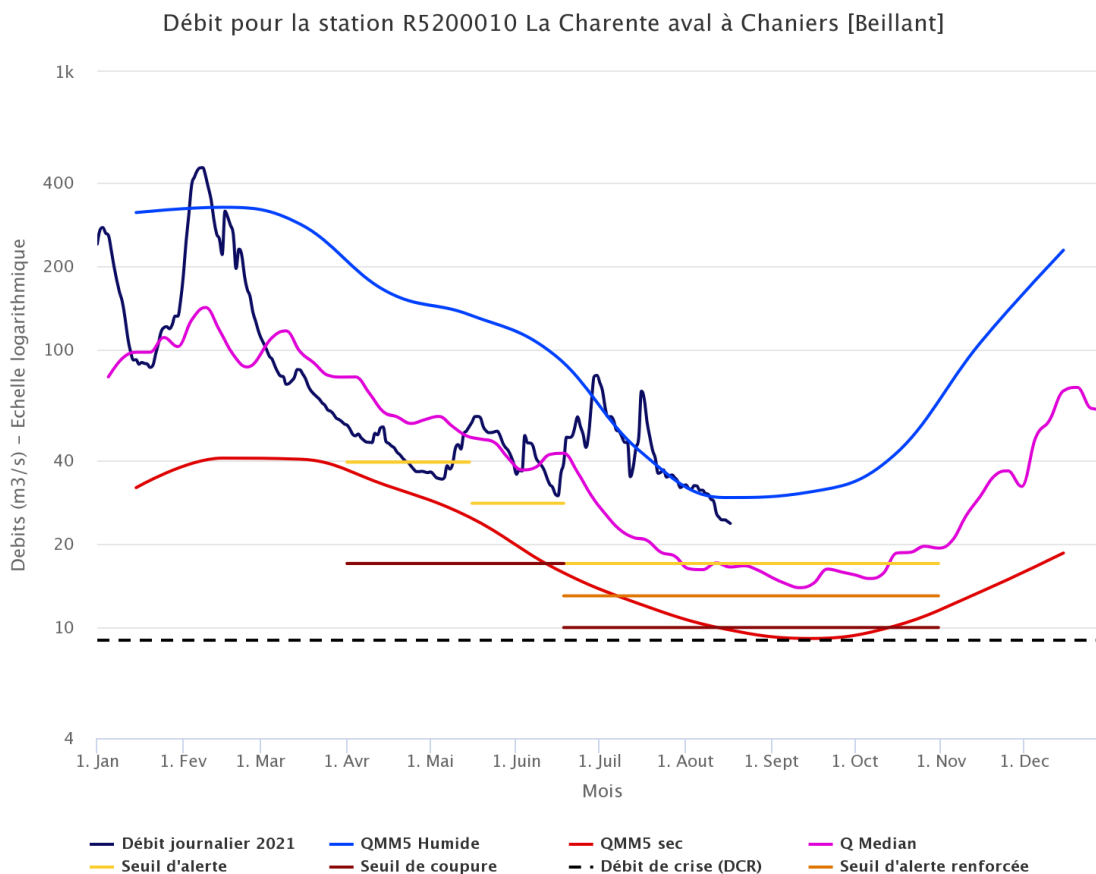
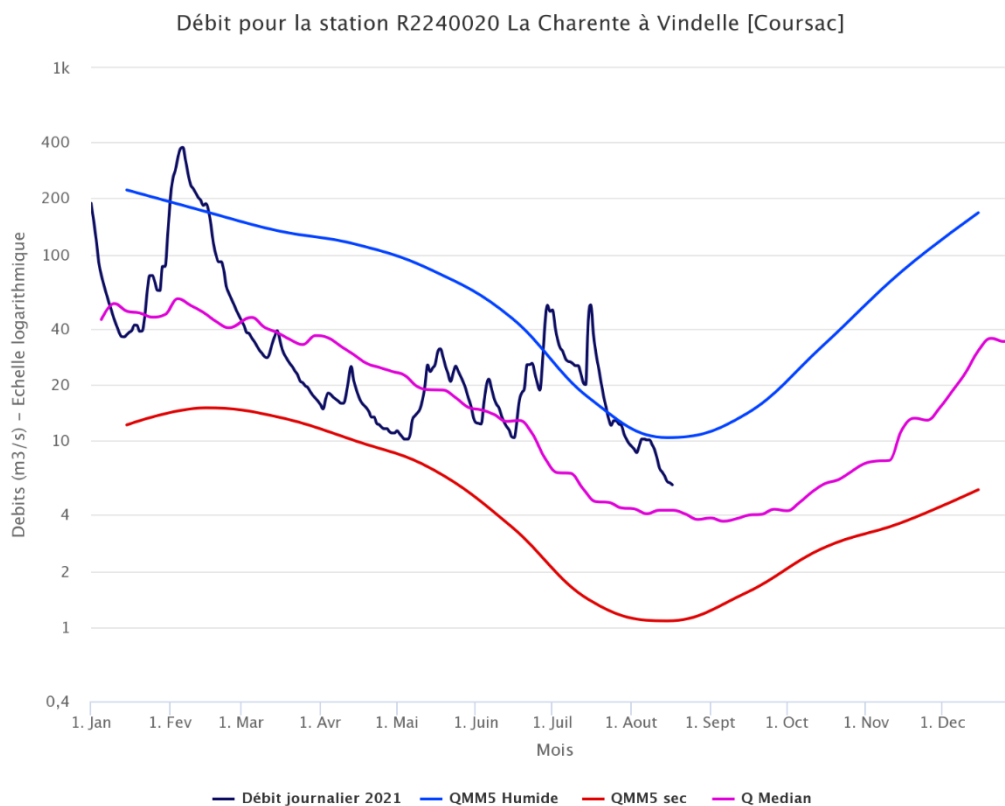
(5) Chaque type d'absence d'organe est codé individuellement (ex : AOY2 et AOP4 pour absence d'un œil et de tout ou partie des pectorales - plus de 20 %)

(6) Pour les lésions lorsque deux méthodes de codification de l'importance sont possibles, on codera la plus déclassante.

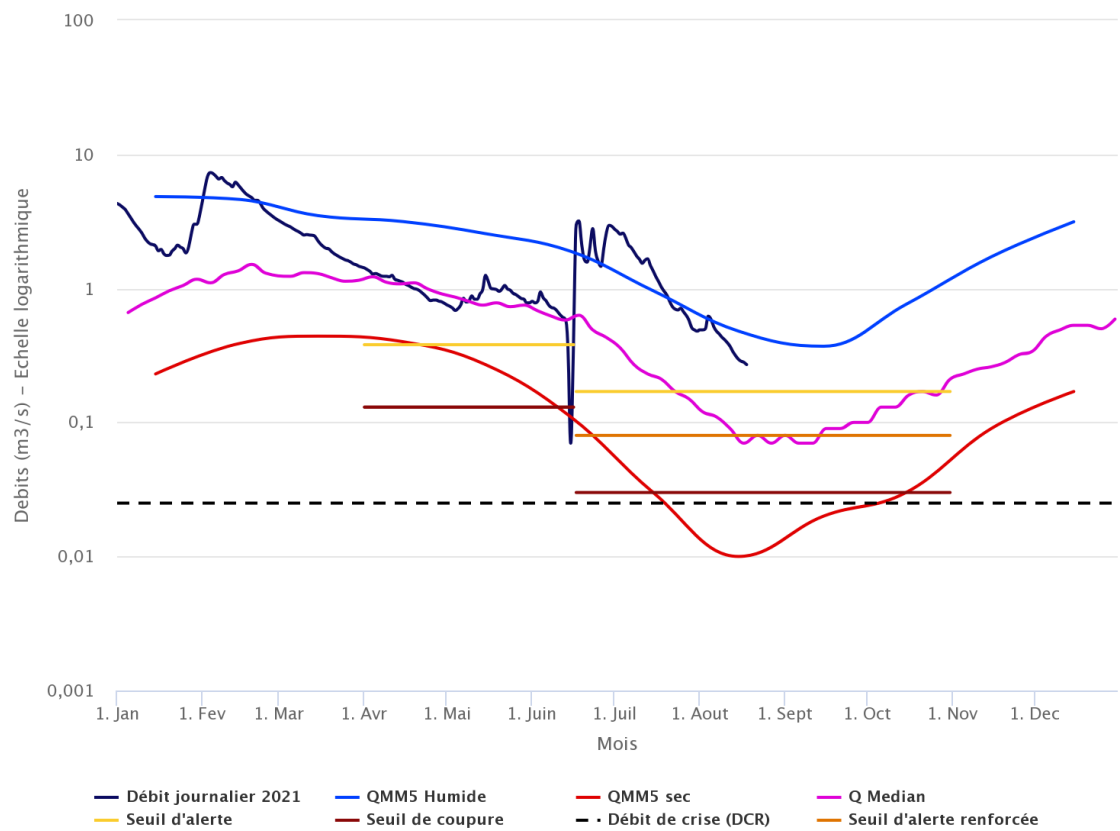
(7) Pour les parasites les plus gros, types hirudinés ou *Argulus*, la codification de l'importance utilisera le nombre (N).

Pour les parasites les plus petits, types point blanc ou *Paragnathia*, la codification de l'importance utilisera la surface atteinte (S).

Annexe 2 : Suivis des débits sur la Charente (amont et aval) et la Seudre du 1^{er} janvier au 18 août 2021 (Agence régional de la Biodiversité de Nouvelle-Aquitaine, <https://www.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/liste-des-stations-debits/>)



Débit pour la station S0114010 La Seudre à St André de Lidon [Pont de Saint André]



Annexe 3 : Planning final du suivi par pêches électriques

Semaine	Jour	Axe	Cours d'eau	Dpt	Stations	Dist à l'océan (km)
24	vendredi 18 juin	Charente	La Moulde	16	Moulin Mas Chabban	363
24	vendredi 18 juin	Charente	La Charente	16	Sansac	358
26	Jeudi 1er juillet	Charente	Veillard	16	Gros Meunier	120
26	Jeudi 1er juillet	Charente	Boème	16	Le Ponthuillier	149
26	Vendredi 2 juillet	Charente	La Ruttelière	17	Pont Château Péré	58
26	Vendredi 2 juillet	Charente	Le Rochefollet	17	Moulin de Rochefollet	61
27	Lundi 5 juillet	Charente	L'Escambouille	17	Chez Réal	67
27	Lundi 5 juillet	Charente	Seugne	17	Moulin de Chantemerle	84
27	Mercredi 7 juillet	Charente	La Voine	17	Clapet	39
29	Mercredi 21 juillet	Charente	Antenne	16	Distillerie de Javrezac	103
29	Mercredi 21 juillet	Charente	Soloire	16	Pont de la Furme	109
29	Jeudi 22 juillet	Charente	Argent or	16	Moulin de Poursac	243
29	Jeudi 22 juillet	Charente	Argence	16	Les labbés	174
29	Jeudi 22 juillet	Charente	La Nouere	16	Chevanon	158
32	Mardi 10 août	Seudre	Seudre	17	Trois doux	27
32	Mardi 10 août	Seudre	Seudre	17	Charloteau	31
32	Mercredi 11 août	Seudre	Seudre	17	Beaunant aval	28
32	Mercredi 11 août	Seudre	Seudre	17	Les Graves	35
32	Jeudi 12 août	Seudre	Seudre	17	Chez Viguiaud	38
32	Jeudi 12 août	Seudre	Seudre	17	Moulin du Port	42
32	Jeudi 12 août	Seudre	Seudre	17	Chadeniers	45

Amaya GAUVIN
2020-2021

Colonisation des anguilles (*Anguilla anguilla*) sur le bassin de la Charente :

Résultats 2021 et adaptation du protocole

Résumé :

Suite à la diminution du nombre d'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) depuis les années 1980, la Cellule Migrateurs Charente Seudre a mis en place depuis 2009 sur son territoire un réseau de suivi du recrutement des anguilles. La campagne 2021 a eu lieu entre le 18 juin et le 12 août par pêche électrique (21 stations) et par pose de flottangs (12 stations). Les résultats vont permettre d'alimenter les indicateurs du tableau de bord anguille et une réflexion pour optimiser le protocole à venir (nécessité d'un 2^{ème} passage, calcul de densités, choix des outils et stations...).

Les résultats montrent que la population d'anguilles est stable ou en légère augmentation depuis 2015, mais les valeurs restent très basses comparées aux années antérieures à 1980. La pertinence de maintenir un 2^{ème} passage lors de la pêche électrique est liée à l'objectif du suivi : analyse de l'évolution des densités ou des distances de colonisation. A partir des diverses observations, plusieurs protocoles sont proposés.

Mots Clés : Anguille européenne, *Anguilla anguilla*, Charente, Seudre, MIGADO, Cellule Migrateurs Charente Seudre, Colonisation, Distance de disparition, Protocole, Efficacité, 2^{ème} passage

Association Migado :

18ter Rue de la Garonne
47520 Le Passage

Tuteur entreprise :

François ALBERT
Chargé de mission

Tuteur académique :

Catherine BOISNEAU