

- RAPPORT D'ETUDE -

2020 N° 7/15

# Étude du recrutement en civelles et de leur devenir dans l'étang du Vaccarès

Cohorte 2019-2020 - Tendances 2004-2020

LAMBREMON J., NICOLAS D., CONTOURNET P.,  
CAMPTON P., 2021. • Février 2021



Photo de couverture  
© MRM / 2018

#### Référence à citer

LAMBREMON J., NICOLAS D., CRIVELLI A.J., CONTOURNET P., CAMPTON P., 2021. Étude du recrutement en civelles et de leur devenir dans l'étang du Vaccarès. Campagne d'études 2019-2020. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, Fondation Tour du Valat. 40p + annexes

# Remerciements

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) tient à remercier vivement tous ceux qui, par leur collaboration technique ou financière, ont contribué à la réalisation de cette étude.

## PARTENAIRES FINANCIERS

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
- Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur
- Département des Bouches-du-Rhône
- Fédération Nationale pour la Pêche en France (FNPF)

## MEMBRES MRM

- Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ain, des Alpes de Haute Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes, de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, de la Corse, de la Drôme, du Gard, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de la Savoie, de Haute-Savoie, de Haute-Saône, de la Saône et Loire, du Var et du Vaucluse
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique PACA (ARFPPMA PACA)
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique Auvergne-Rhône-Alpes (ARPARA)

## PARTENAIRES TECHNIQUES

- Station biologique de la Tour du Valat
- Commune des Saintes-Maries-de-la-Mer
- Parc Naturel Régional de Camargue
- Réserve Naturelle Nationale de Camargue
- Commission Exécutive de l'Eau en Camargue (animée par le Parc Naturel Régional de Camargue)
- DDTM 13

## PRESTATAIRES

- Station biologique de la Tour du Valat

## Résumé

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla* - Linné, 1758) est un poisson migrateur amphihalien thalassotoque dont les stocks n'ont fait que chuter ces vingt dernières années. Son déclin a conduit à l'instauration en 2007 d'un règlement européen visant à ramener la population à ses valeurs historiques et transcrit dans un Plan National de Gestion de l'Anguille. Le PLAN de GESTION des POISSONS MIGRATEURS 2016-2021 (PLAGEPOMI 2016-2021) souhaite pallier le manque de connaissances sur la dynamique de population de l'Anguille afin de répondre en tout ou partie au Plan National de Gestion de l'Anguille.

En région méditerranéenne française, il n'existe aucun suivi sur le recrutement des civelles en lagunes, sa pêche étant interdite. Aussi, en 2000, un classement des sites favorables sur ce territoire a été établi pour l'installation d'une passe-piège à civelles. Premier site retenu, le Grau de la Fourcade, situé en Camargue, bénéficie ainsi depuis l'automne 2003 d'un dispositif de piégeage des civelles suivi par l'Association MRM depuis janvier 2004.

Avec près de 151 000 individus dénombrés, le recrutement 2019-2020 est faible et ne représente que 20 % de la tendance observée ces 5 dernières années (756 594 individus en moyenne entre 2014 et 2019).

Un problème survenu sur la pompe hydraulique alimentant la passe et nécessitant son remplacement a entraîné l'arrêt du suivi du 21 décembre 2019 au 28 janvier 2020. Par la suite, des problèmes techniques survenus sur les appareils de mesure ne permettent pas d'analyser de façon pertinente les captures en lien avec les échanges d'eau au sein du pertuis de la Fourcade. Néanmoins, les données de sorties d'eau survenues en janvier suivies par des températures favorables à la migration continentale des civelles pourraient expliquer les captures de février (65% des captures totales avec plus de 97 400 individus) et dans une moindre mesure celles de mars (28% des captures totales). Le suivi a ensuite dû être arrêté précocement le 14 mars 2020 en raison de la propagation du Covid-19 qui a contraint l'association à privilégier le télétravail. Ainsi, l'analyse de la période de migration est délicate pour cette saison étant donné les multiples facteurs ayant contraint le déplacement des civelles dans la passe.

Les résultats de cette saison semblent être corrélés avec les tendances observées sur la façade atlantique (barrage d'Arzal sur la Vilaine) mais différent légèrement des tendances européennes (indice WGEEL).

Par ailleurs, la saison 2019-2020 représente la deuxième année d'échantillonnage via la pose d'un verveux à alevins en amont du pertuis (faisabilité en 2017-2018). Cet échantillonnage vise à apporter des éléments de réponse à l'identification des périodes et configurations hydrauliques favorables au recrutement naturel et ainsi adapter la gestion de l'ouvrage. En 2020, 19 relèves de filet ont été réalisées entre le 29 janvier et le 13 mars et ont permis la capture de près de 2 573 civelles. Ces résultats attesteraient d'une arrivée récente de civelles entre fin février et début mars à l'opposé de ce qui est observée à la passe. Les civelles auraient ainsi préférentiellement colonisé le Vaccarès au travers des martelières du grau de la Fourcade sur cette période (absence de données des volumes sortants mais ouverture de 2 martelières sur 68 % et 74 % du temps pour février et mars). La poursuite de ce suivi est essentielle et permettra à terme d'apprécier l'efficacité de la future passe à poissons et ainsi nuancer les éventuelles variations de captures à la passe-piège.

Dans ce sens, des sessions de marquage de civelles par Rouge Neutre ont été lancées en 2019 dans le but final d'apprécier la répartition du flux au sein du grau et l'importance du recrutement naturel selon les conditions environnementales. 3 sessions de marquage ont été réalisées en 2020 afin d'évaluer dans un premier temps l'efficacité du verveux à alevins. Des évolutions du protocole ont été apportées (marquage des individus sur place pour optimiser les conditions de stabulation et réduire le stress des individus) entraînant une absorption moins forte et une métabolisation plus rapide du colorant par rapport à 2019. Ainsi, seules les deux dernières sessions de marquage en 2020 peuvent être exploitées. Les résultats attesteraient d'une efficacité très limitée du dispositif de piégeage, soit 0,2% en moyenne sur les deux sessions. Néanmoins, chaque session de marquage ne dure qu'une semaine et il est probable que certains individus se déplacent au cours de la semaine suivante, sous-estimant ainsi l'efficacité du piège. De plus, le marquage au Rouge Neutre pourrait altérer les capacités de nage et comportement des individus, ce qui ne permet pas de répondre aux objectifs initialement posés et contraint à suspendre les opérations de marquage pour les prochaines saisons.

# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>7</b>
<b>1 Recrutement 2019-2020 à la passe-piège</b>	<b>8</b>
1.1 Évolution journalière et mensuelle des captures	8
1.2 Attraites et conditions hydrologiques du suivi	9
a) Le Panache du Rhône	9
b) Le Panache du Grau de la Fourcade	11
1.3 Mobilité et progression des civelles vers la passe	13
a) Influence de la température	13
b) Progression vers la passe-piège	14
1.4 Périodes supposées favorables au recrutement naturel	16
1.5 Caractéristiques de la population migrante	17
a) Stades pigmentaires	17
b) Évolution de la taille et du poids des civelles	18
1.6 Synthèse du recrutement 2019-2020	19
1.7 Tests d'efficacité du verveux et marquage au Rouge Neutre	19
<b>2 Évolution des résultats de 2004-2020 à la passe-piège</b>	<b>21</b>
2.1 Fonctionnement	21
2.2 Évolution des captures	22
a) Captures annuelles	22
b) Comparaison des tendances avec les autres sites de suivi en France	22
c) Périodes de migration	23
2.3 Évolution des tailles moyennes annuelles	24
<b>3 Captures à la station de la Capelière</b>	<b>25</b>
3.1 Effort de pêche	25
3.2 Captures de civelles par unité d'effort (CPUE)	26
3.3 Captures d'anguilles jaunes et argentées	28
a) Évolution des captures	28
b) Caractéristiques et dynamique de la population	29
<b>Conclusion et Perspectives</b>	<b>33</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>35</b>
<b>Table des figures</b>	<b>38</b>
<b>Table des Tableaux</b>	<b>40</b>
<b>Table des Annexes</b>	<b>40</b>

## Introduction

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson migrateur amphihalien thalassotoque en danger critique d'extinction. Elle est classée en liste rouge de l'UICN et subit en effet de nombreuses pressions (d'origines anthropiques et naturelles) qui affectent chaque phase de son cycle biologique.

De 1993 à 2003, le Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée visait le retour d'un autre migrateur amphihalien, l'Alose, sur le Bas-Rhône en aval de l'Ardèche et ses affluents de rive droite. Fin 2003, le Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) du bassin Rhône-Méditerranée & Corse (RMC) a validé le deuxième volet 2004-2009 du Plan Migrateurs, étendant le programme aux affluents de rive gauche du Rhône et aux fleuves côtiers méditerranéens ainsi qu'aux autres espèces amphihalines, dont l'Anguille (COGEPOMI RMC, 2004). Le PLAN de GEstion des POissons Mlgrateurs (PLAGEPOMI) 2010-2014 reprenait quant à lui les dispositions du volet Rhône-Méditerranée du plan de gestion Anguille de la France (COGEPOMI RMC, 2011). Ainsi, des zones d'actions prioritaires et des ouvrages prioritaires ont été définis quant à la restauration de la continuité écologique des cours d'eau. Des dispositifs de suivi sur des rivières et lagunes index ont également été mis en place.

En particulier, le suivi des captures de passes à anguilles doit permettre de mieux connaître la dynamique migratoire de l'espèce, d'améliorer et de qualifier le recrutement et de collecter des données qui alimentent l'Observatoire des poissons migrateurs du bassin Rhône-Méditerranée et plus largement le réseau de surveillance européen de cette espèce (conformément au règlement de l'Union Européenne n°1100/2007 du 18 Septembre 2007 transcrit dans le plan de gestion Anguille de la France).

Sur les côtes atlantiques françaises, il existe un suivi annuel des captures de civelles, principalement grâce à la pêcherie et dans une moindre mesure grâce à quelques passe-pièges. Au contraire, en région méditerranéenne française, il n'existait aucun suivi pérenne sur les civelles, puisque la pêche y est interdite et qu'aucune passe-piège n'avait été installée jusqu'en 2003.

Après une étude de faisabilité couvrant toute la France méditerranéenne y compris la Corse (Barral, 2001), un classement des sites favorables pour l'installation d'une passe-piège à civelles a été établi. Le premier site retenu a été le Grau de la Fourcade dans le delta du Rhône et une passe-piège y a été installée à l'automne 2003. Le suivi de l'ouvrage, commencé en janvier 2004, a pour objectifs (1) de faire un suivi interannuel du recrutement en civelles ; (2) de favoriser la colonisation naturelle du delta de la Grande Camargue par les civelles ; (3) d'en étudier les conséquences en faisant le suivi de la population en place d'anguilles.

Ce suivi revêt donc un intérêt majeur pour la préservation et la restauration de la population d'Anguille européenne et a ainsi été inscrit dans le programme de suivi pérenne des populations de poissons migrateurs du PLAGEPOMI 2016-2021 (orientation 3) et comme site index du Plan de Gestion National. Il est également inscrit au Contrat de Delta Camargue, un outil animé par le Parc Naturel Régional de Camargue et visant une gestion globale et partagée de l'eau.

Le présent rapport reprend les données et analyses associées au suivi 2019-2020 des captures au sein de la passe-piège du Grau de la Fourcade et des captures aux filets à la station de la Capelière dans l'étang du Vaccarès ainsi que les perspectives liées aux futures années de suivi. Les informations concernant le contexte du site et la méthodologie employée pour le suivi sont présentées en annexe (Annexe 1).

# 1 Recrutement 2019-2020 à la passe-piège

## 1.1 Évolution journalière et mensuelle des captures

La passe-piège a été mise en fonctionnement le **22 octobre 2019** et a été arrêtée le **14 mars 2020**. Durant cette période, **48 relèves** ont été effectuées.

Le suivi a connu de nombreux arrêts cette saison : début relativement tardif en raison du changement de la porte du local de la passe-piège, arrêt du 8 au 18 novembre 2019 en raison de l'organisation des journées migrateurs de l'association, arrêt du 21 décembre 2019 au 28 janvier 2020 en raison d'un problème survenu sur la pompe hydraulique alimentant la passe-piège et nécessitant son changement et enfin, arrêt précoce du suivi au 14 mars 2020 en raison de la propagation du Covid-19 impliquant la mise en place du télétravail pour les salariés de l'association.

Le suivi 2019-2020 n'a ainsi été réalisé que sur **86 jours** effectifs (contre 157 en moyenne depuis le début du suivi).

Au total, plus de **42 kg** de civelles ont été capturés au sein de la passe-piège cette saison, soit environ **150 977 individus**.

Les nombreux arrêts de la passe survenus cette saison ne permettent pas de déterminer la date des premières captures significatives (habituellement considérée comme la date à laquelle 5 % des captures totales a été réalisé).

En dehors de ces périodes d'arrêts, la majorité des captures ont été réalisées en février (65 %, soit plus de 97 400 individus) et en mars (28 %, près de 42 000 individus) bien que la migration ait pu se poursuivre après l'arrêt précoce du suivi (*Figure 1*).

Plus de 1 600 civelles ont été capturées par jour sur la période « supposée » de migration en dehors des périodes d'arrêts (représentée par une fourchette comprise entre 5 % et 95 % des captures totales).

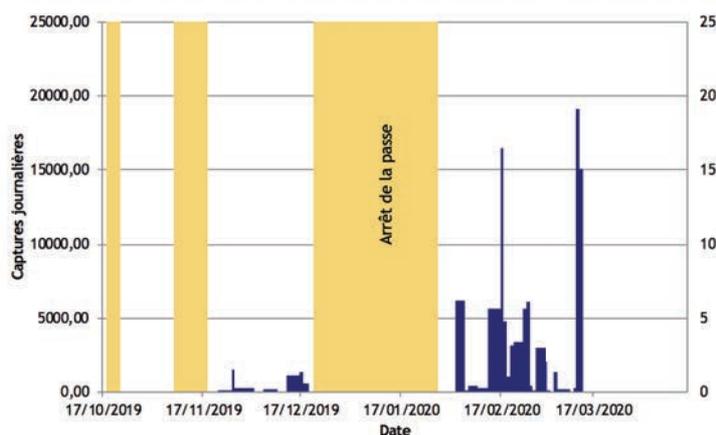


Figure 2 : Nombre de captures journalières de civelles estimées au cours du suivi 2019-2020

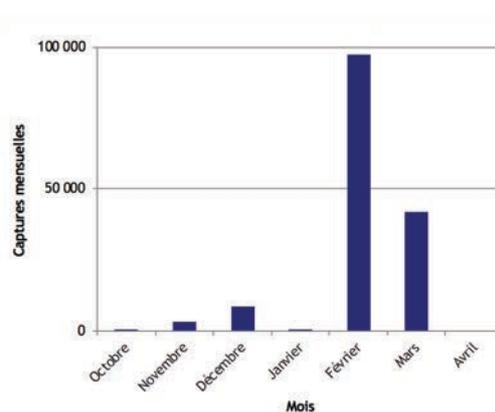


Figure 1 : Nombre de captures mensuelles observées

## 1.2 Attraits et conditions hydrologiques du suivi

### a) Le Panache du Rhône

Le panache du Rhône peut participer à l'attrait des civelles en mer, notamment par l'apport d'eau douce qui crée un gradient de salinité. Il varie selon plusieurs paramètres :

- Évolution du débit

Entre les mois d'octobre et d'avril, le débit du Rhône au niveau de Beaucaire a oscillé entre **483 m<sup>3</sup>/s** (3 octobre) et **6 490 m<sup>3</sup>/s** (21 décembre) (*Figure 3*). Le débit moyen sur la période de suivi s'élève quant à lui à **2 047 m<sup>3</sup>/s** révélant ainsi une saison relativement similaire aux moyennes observées (1 930 m<sup>3</sup>/s). La première partie de saison, jusqu'au 21 décembre, se caractérise par une augmentation progressive du débit avec quelques pics marqués (2 194 m<sup>3</sup>/s en moyenne, module dépassé sur 62% de la période concernée). La seconde partie de saison, entre le 22 décembre et le 30 avril, se caractérise quant à elle par une baisse du débit (1 954 m<sup>3</sup>/s en moyenne, module dépassé 47% du temps), avec néanmoins des épisodes de crues répartis sur les 1<sup>ères</sup> semaines de février et de mars.

- Évolution de la salinité du littoral camarguais

Certaines tendances de l'évolution de la salinité peuvent se dégager par l'analyse des débits du Rhône (apport d'eau douce) et du vent (direction des apports). Ainsi, de manière générale, l'intensité du débit influence l'étendue du panache (*Figure 4*), allant de quelques centaines de mètres lorsque le débit est faible (3 ; 4 et 6) à plusieurs kilomètres lorsqu'il est important (1 ; 2 et 5).

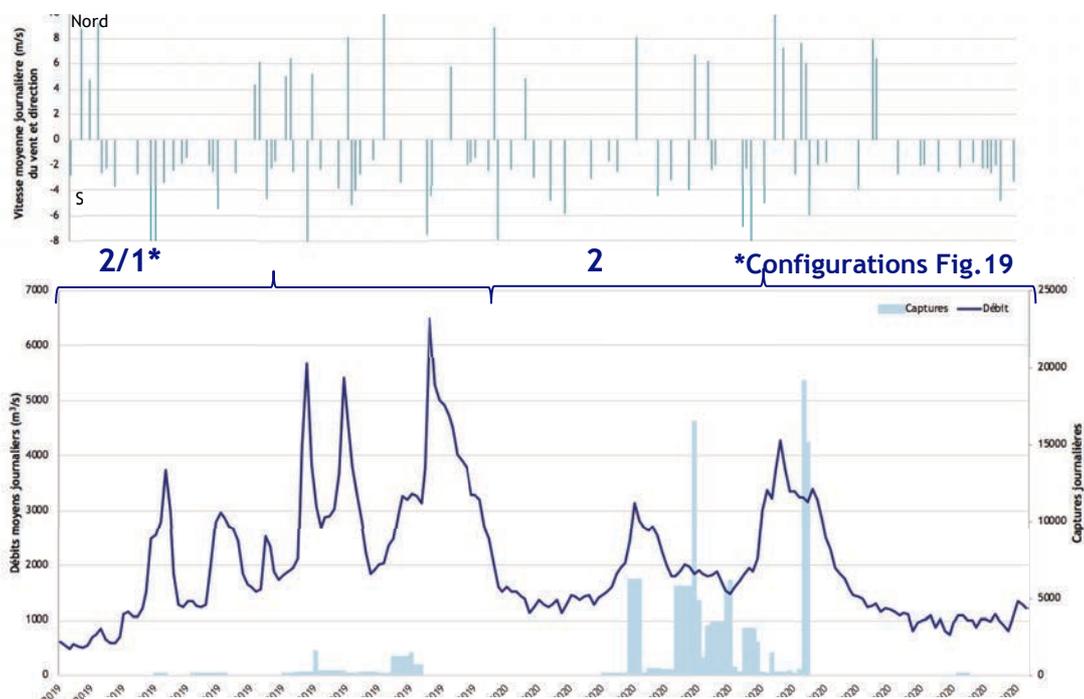
Le vent, quant à lui, oriente le panache. Lorsqu'il vient du Nord, le panache s'étire au large vers le sud et le mélange avec les eaux marines est accéléré (2 et 3). Au contraire, il est plaqué aux côtes ouest du Golfe du Lion lorsqu'il vient du Sud (1 et 4). Enfin, en absence de vent la force de Coriolis prédomine et le panache s'étire en direction du sud-ouest (5 et 6).

- Synthèse

Le début d'octobre est caractérisé par des débits moyens alliés à un vent du Nord (configuration 2), ce qui serait favorable à l'attractivité des civelles. Le vent du Sud devient ensuite majoritaire dès le début du suivi (configuration 1), ce qui est moins favorable à l'étendue du panache dans les eaux marines.

La majorité des captures (hors périodes d'arrêts) s'observe pour des configurations de types 2 ou 4. Les vents du Nord, non majoritaires mais assez importants au cours des mois de février et mars, ont sans doute contribué à l'extension du panache rhodanien en mer et donc à l'attrait des civelles en direction de la Camargue.

L'analyse des volumes entrants et sortants au niveau du grau de la Fourcade présentée dans les chapitres suivants tendent néanmoins à souligner que d'autres facteurs, indépendants du débit, régissent généralement les captures plus localement.



3 : Évolution du débit du Rhône et du vent (direction et intensité) au cours du suivi 2019-2020 confronté aux captures journalières

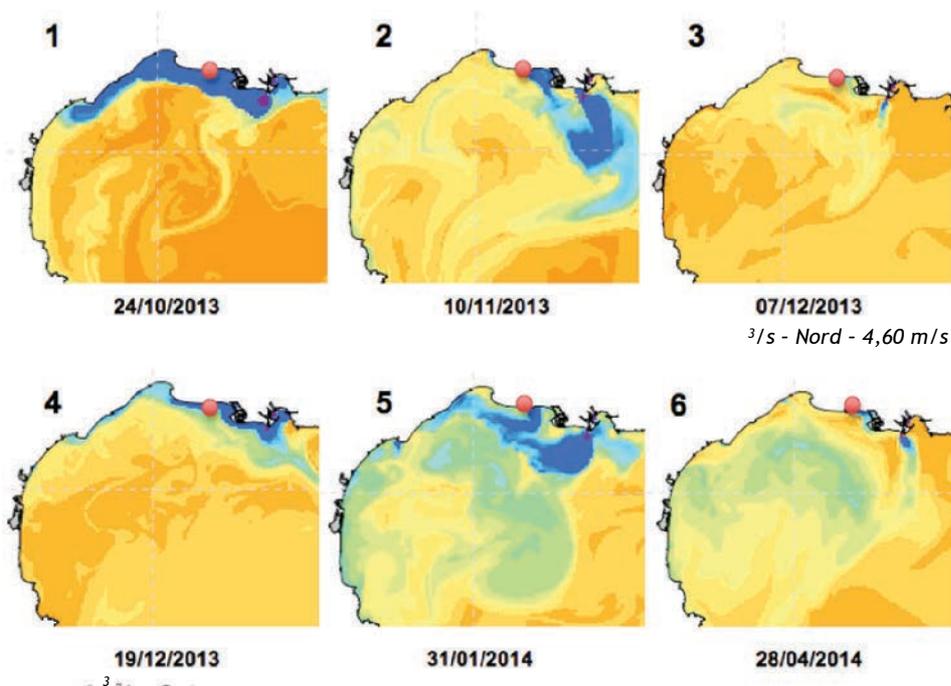


Figure 4 : Illustration du panache du Rhône et de la salinité de la Méditerranée en fonction du débit et du vent (Prévimier)

## b) Le Panache du Grau de la Fourcade

Au niveau de la côte camarguaise, il a été identifié que pour avoir un attrait effectif des civelles vers le grau de la Fourcade, un débit minimum de 200 000 m<sup>3</sup>/jour durant au moins 5 jours consécutifs était nécessaire (Crivelli *et al.*, 2008a).

Toutefois, cet attrait ne peut être réalisé que lorsque les conditions sont favorables aux sorties d'eau, à savoir : lorsque les martelières sont ouvertes (défini par les consignes de gestion établies en CEDE) et lorsque le niveau de l'étang en amont du pertuis est supérieur à la mer. La surcote des étangs est ainsi essentiellement influencée d'une part, par les arrivées d'eau dans le système *via* notamment les précipitations et le drainage agricole et, d'autre part, par le mistral. En effet, le vent provoque, lorsqu'il est de secteur nord, un basculement du plan d'eau des étangs et augmente ainsi la côte de la ligne d'eau au sud du système du Vaccarès. Il provoque, en même temps, un abaissement du niveau marin, favorisant alors les sorties d'eau.

- Évolution des niveaux d'eau

L'année hydrologique précédant la période de suivi (septembre 2018 à août 2019) a été relativement sèche (un total de précipitations de 500 mm ; la moyenne s'élevant à 590 mm) (Figure 5). Le déficit hydrique se fait ressentir à partir du mois de juin 2019 entraînant une forte baisse du niveau des étangs (24,6 mm entre mai et juin contre 68,7 en moyenne). Cet abaissement du niveau des étangs se poursuit classiquement en été, lié aux faibles précipitations couplées à une importante évaporation. Les pluies automnales ont finalement permis une hausse du niveau à des côtes approchant +14 cm NGF en décembre 2019, ce qui correspond à la plage de variation normale pour cette période (Figure 6).

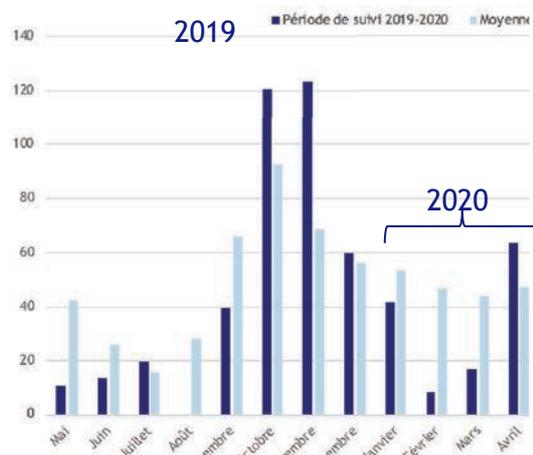


Figure 5 : Précipitations mensuelles de la période suivie confrontée aux valeurs moyennes (Source SNPN)

Le niveau moyen des étangs oscille ensuite dans une plage de variation habituelle au cours des mois de janvier, février, mars et avril 2020.

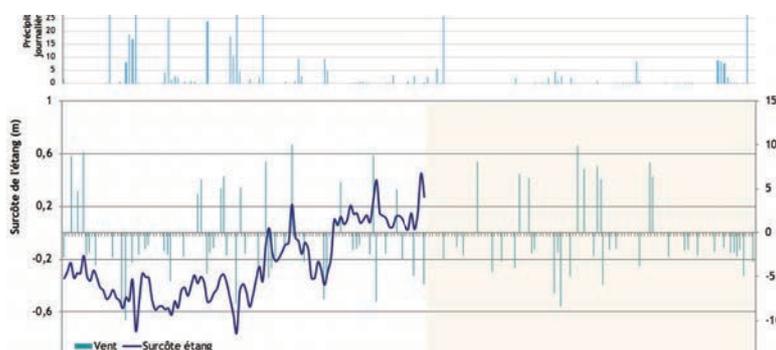


Figure 6 : Évolution de la surcote de l'étang en fonction du vent et des précipitations au cours de la saison 2019-2020

- Ouverture du pertuis

Compte tenu de l'évaporation en saison estivale et du niveau relativement bas des étangs couplés à une forte salinité en début de suivi, les consignes de gestion visaient dans un premier temps à limiter les entrées d'eau de mer et attendre une remontée des niveaux afin de favoriser les sorties d'eau vers la mer et exporter du sel hors du système. Le maintien d'une connexion biologique étang/mer était également visée pour des différentiels de niveau entre la mer et les étangs faibles. Ainsi, les proportions d'ouvertures du pertuis pour les mois d'octobre, novembre et décembre 2019 restent faibles (Figure 7).

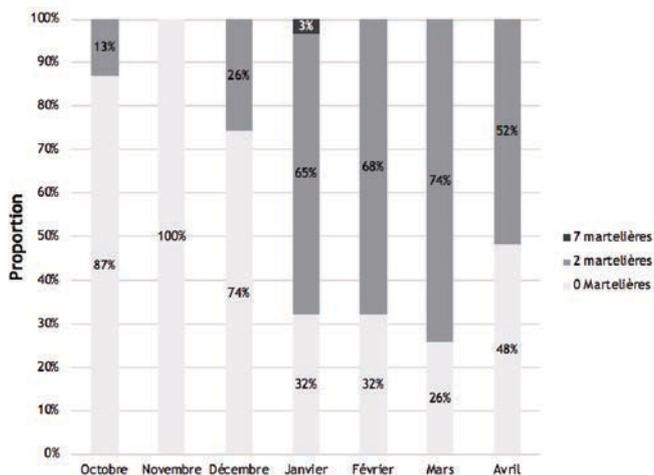


Figure 7 : Proportions mensuelles d'ouverture du pertuis (Source PNR Camargue)

Les précipitations conséquentes du mois d'octobre et de novembre n'ont pas entraîné de changements importants des consignes de gestion, celles-ci visant à limiter les entrées d'eau de mer et stabiliser le stock de sel présent dans le système. Les martelières étaient dès lors fermées pour une surcote marine supérieure à 10 cm pour éviter l'entrée de sel dans le système. Pour une surcote des étangs, supérieure à 30 cm, l'ouverture était également augmentée à 7 vannes (jusqu'à une surcote des étangs de 20 cm).

Ainsi, entre les mois d'octobre et d'avril, couvrant l'ensemble de la période de suivi, le pertuis a été ouvert (minimum une vanne) durant 91 jours soit **43 % du temps** dont la majorité des ouvertures concerne 2 martelières. L'ouverture mensuelle varie, quant à elle, entre 74 % en mars et 0 % en novembre.

- Volumes sortants du pertuis

Des problèmes survenus sur les instruments de mesures rendent délicate l'interprétation des volumes entrants et sortants cette saison (Figure 8). Les faibles ouvertures observées en octobre, novembre et décembre laissent cependant supposer l'absence d'un attrait d'eau douce suffisant en mer pour les civelles. Ce n'est qu'au mois de janvier qu'on observe un bilan hydrologique en faveur des sorties d'eau. La valeur seuil de 200 000 m<sup>3</sup>/jour pendant 5 jours consécutifs nécessaire à l'attrait des civelles en mer n'a cependant pas été atteinte bien qu'un total de 1,6 Mm<sup>3</sup> d'eau soit sorti du système en janvier. Il est néanmoins impossible de corréler ces conditions d'attrait aux captures à la passe puisque celle-ci a été arrêtée jusqu'au 28 janvier.

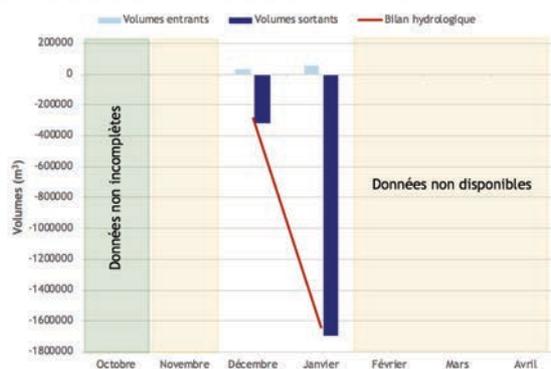


Figure 8 : Bilan hydrologique mensuel du pertuis de la Fourcade durant la saison 2019-2020 (Sources : SNPN, Tour du Valat)

- Évolution de la salinité du Système Impériaux-Vaccarès

Les civelles étant attirées par les eaux moins salées suite à leur métamorphose, il est intéressant d'étudier l'attrait chimique engendré par les sorties d'eau du Vaccarès.

Les précipitations automnales ont fortement fait chuter la salinité du Malagroy (station la plus proche du pertuis) passant ainsi de 99,8 g/l en octobre à 32,4 g/l en décembre. Bien que les précipitations deviennent déficitaires par la suite, l'évaporation moyenne a permis une baisse continue de la salinité avec une valeur moyenne inférieure à celle de la mer jusqu'à la fin du suivi (Figure 9). Dès lors, les sorties d'eau ont potentiellement été attractives d'un point de vue chimique.

Toutefois, ne connaissant pas précisément la salinité de la mer au niveau du littoral camarguais fortement influencé par les apports d'eau douce du Rhône, il faut rester prudent sur ces interprétations.

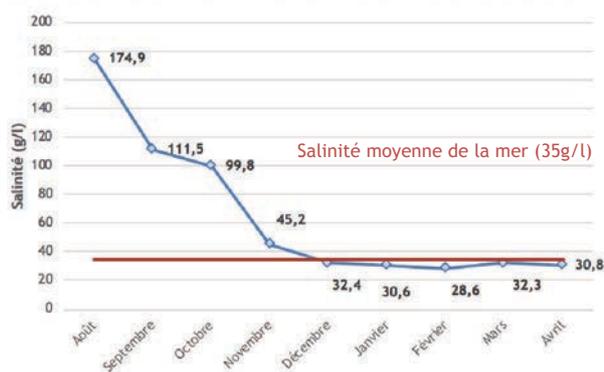


Figure 9 : Évolution de la salinité moyenne mensuelle au sein du Malagroy (SNPN Réserve Naturelle Nationale de Camargue)

### 1.3 Mobilité et progression des civelles vers la passe

#### a) Influence de la température

Au cours de la saison 2019/2020, la température moyenne journalière a oscillé entre 5,5°C (le 21 janvier) et 20,3°C (le 20 octobre) et la majorité des captures de février a été enregistrée à une température comprise entre 8,2°C et 13,3°C (Figure 10).

L'ensemble de la période de suivi se caractérise par des températures favorables au mouvement des civelles (12,3°C en moyenne). La température connaît néanmoins des fluctuations autour du seuil des 6°C au cours du mois de janvier bien qu'il soit impossible de dire si elles ont été limitantes pour le déplacement des civelles. Par la suite, les températures augmentent progressivement jusqu'à la fin du suivi (13,5°C en moyenne du 31 janvier au 30 avril). Les captures sont observées en février pour des températures oscillant autour de 11,3°C.

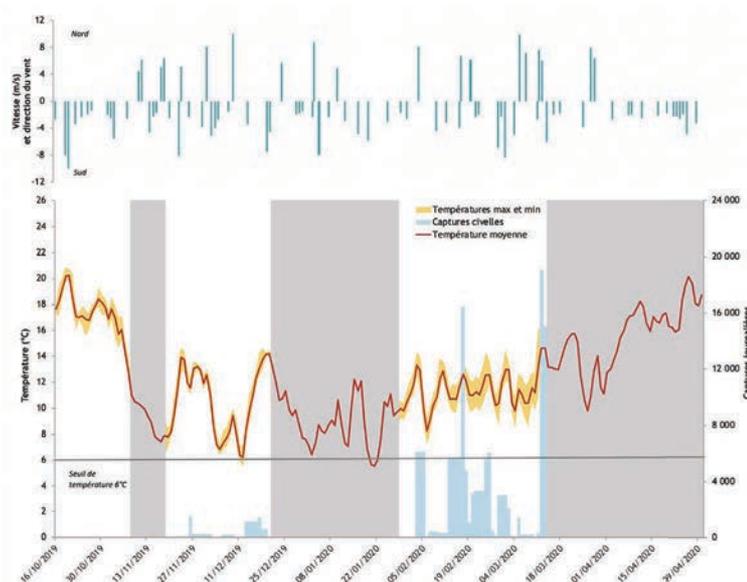


Figure 10 : Évolution de la température et du vent comparés à l'évolution des captures journalières au cours du suivi 2019-2020

L'analyse des captures par gammes de températures montre que 60% des captures totales de civelles ont été observées pour des températures comprises entre 12°C et 15°C cette saison (Figure 11). La gamme de température comprise entre 9°C et 12°C et considérée optimale dans la littérature concentre 39% des captures (gamme majoritairement observée en janvier lors de l'arrêt de la passe).

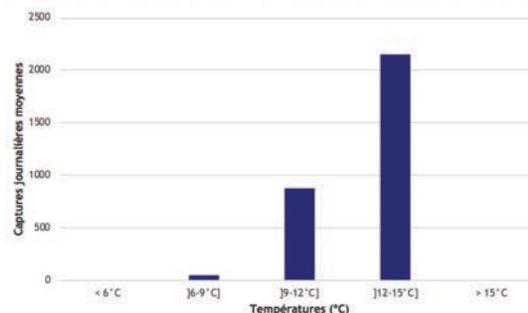


Figure 11 : Captures journalières par gamme de température en 2019-2020

Ainsi, en considérant la gamme de température comprise entre 6 et 12°C, le mois de janvier aurait été le mois durant lequel la température a été la plus favorable aux captures (87% du temps contre 72% du temps en février). Au contraire, les mois d'octobre (température toujours supérieure à 15°C) et le mois de mars (41% du temps favorable) sont les mois durant lesquels la température a été la moins favorable.

### b) Progression vers la passe-piège

- Vitesses des écoulements au sein du grau

Les travaux de McLeave (1980) montrent que les capacités de franchissement d'une civelle pour un écoulement laminaire sont très limitées. Pour une vitesse de 0,3 m/s, la distance maximale parcourue serait seulement de 3 m.

Les variations des vitesses moyennes journalières d'écoulement au niveau du grau de la Fourcade sont fortement corrélées aux volumes sortants du pertuis (Figure 12), et donc indirectement liées au niveau de l'étang et au vent. Il apparaît d'après une analyse menée en 2015 que les volumes sortants supérieurs à 300 000 m<sup>3</sup> par jour limitent la progression des civelles dans le chenal en produisant des vitesses d'écoulement supérieures à 0,3 m/s.

L'absence de données de volumes sortants du pertuis sur la majorité du suivi ne permet pas d'analyser les potentielles difficultés de progression des civelles cette saison. Les données disponibles sur le mois de janvier attestent néanmoins de vitesses d'écoulement favorable au déplacement des individus.

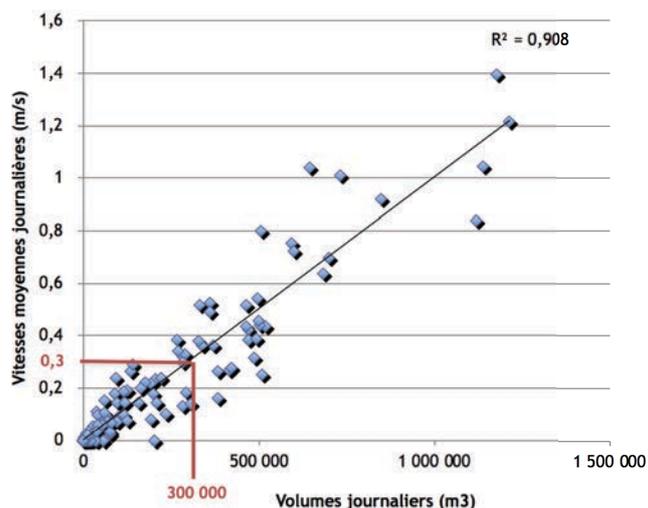


Figure 12 : Corrélation entre volumes sortants du pertuis et vitesses d'écoulement

- Fonctionnement des pompes du canal de l'Éolienne

Dépendant du niveau du canal et des marais communaux, le fonctionnement des pompes est par conséquent fortement lié aux conditions hydroclimatiques. Par ailleurs, une analyse fine du fonctionnement est impossible, puisque le compteur horaire n'est relevé que lors des passages de MRM, ce qui permet de connaître la durée de fonctionnement sur une période plus ou moins longue. De même, il est impossible de savoir si les pompes ont fonctionné simultanément ou pas et l'analyse prend donc en compte la pompe qui a le plus fonctionné entre deux relèves.

Des mesures ponctuelles au courantomètre des vitesses d'écoulements au niveau de l'exutoire du canal en 2015 font état de vitesses nettement supérieures à la limite identifiée par McLeavee.

En effet, les vitesses observées oscillaient entre 0,8 m/s (1 pompe en fonctionnement) et 1 m/s (2 pompes) sur une distance proche de 9 m.

Il apparaissait ainsi une forte corrélation entre le maximum de captures observé à la passe et le fonctionnement moyen des pompes, illustrant ainsi l'effet bloquant des écoulements engendrés par ces pompages en période de migration (Figure 13).

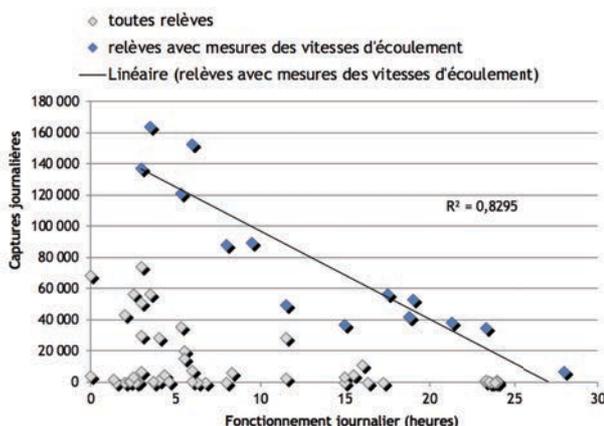


Figure 13 : Corrélation entre le fonctionnement des pompes et le maximum de captures observé à la passe en 2015

La saison 2019-2020 se caractérise par un fonctionnement relativement élevé des pompes (9,8 heures par jour en moyenne). Le fonctionnement des pompes a notamment dépassé les 12 heures de fonctionnement par jour à 36 reprises à partir du 22 octobre. Les périodes concernées par ces taux de fonctionnement plus importants se concentrent du 22 octobre au 26 novembre 2019, du 3 décembre au 12 décembre 2019 et enfin du 6 au 8 mars 2020. Le fonctionnement des pompes aurait potentiellement retardé la progression des civelles vers la passe-piège au début du mois de décembre et dans une moindre mesure impacté la migration sur les 3 journées de début mars (Figure 14).

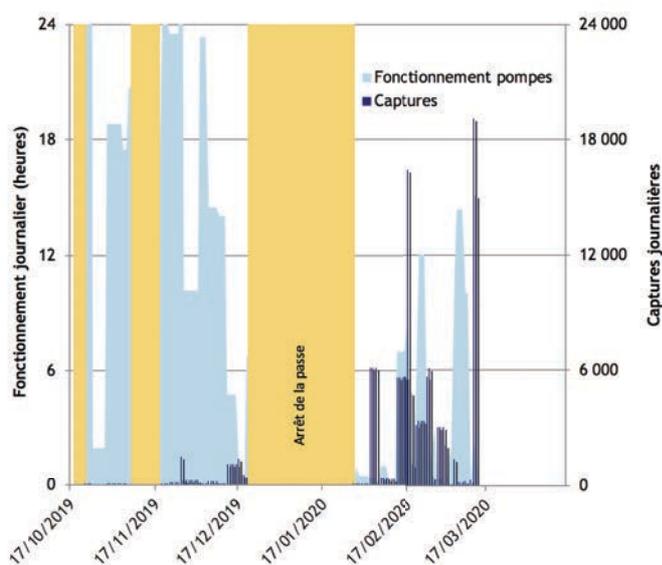


Figure 14 : Évolution des captures journalières confrontée au fonctionnement horaire des pompes de la station de l'Éolienne

## 1.4 Périodes supposées favorables au recrutement naturel

Le recrutement naturel dépend pour partie de la franchissabilité du pertuis de la Fourcade et donc de l'ouverture des martelières et des vitesses d'écoulement qui y sont présentes.

Les vitesses d'écoulement, lors de l'ouverture des martelières, ont donc régi la pénétration des civelles dans l'étang. Ainsi, compte tenu de la largeur du pertuis (8 m) et l'absence de rugosité au sein des martelières, il est très probable que les sorties d'eau et les vitesses induites dans les martelières, même minimales, soient bloquantes pour les civelles. Dès lors, le recrutement naturel se ferait donc principalement par des entrées d'eau et une migration passive *via* le pertuis.

19 relèves du filet positionné en amont du pertuis ont été réalisées cette saison du 21 janvier au 13 mars 2020. Un total de 2 573 civelles a été comptabilisé majoritairement du 25 février au 6 mars (*Figure 15*).

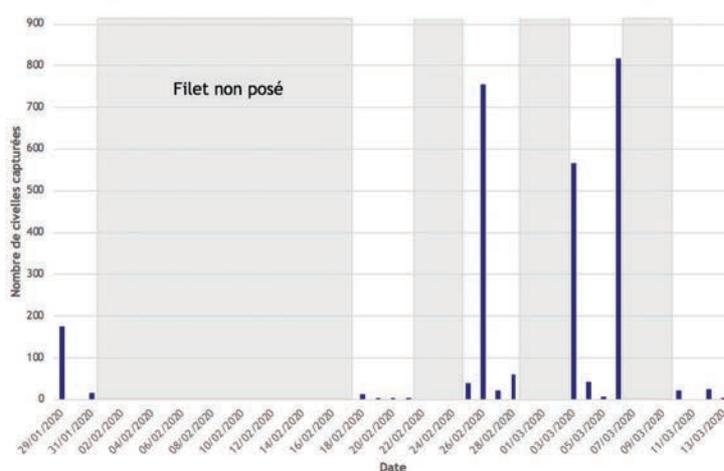


Figure 15 : Résultats des échantillonnages au filet réalisés sur la saison 2019-2020 en amont du pertuis de la Fourcade

L'absence de données sur les volumes entrants et sortants d'eau au sein du pertuis pour les mois de février et mars ne permettent pas de réaliser une analyse comparative des captures au filet et à la passe cette saison.

Une augmentation des captures au filet est néanmoins observée pour la dernière semaine de février et la première semaine de mars, ce qui est en opposition avec ce qui est observé à la passe (*Figure 16*). Il est possible que ces captures soient intervenues à la suite d'ouvertures ayant favorisé le déplacement des civelles au sein du pertuis (ouverture de 2 martelières sur la période de pose du filet).

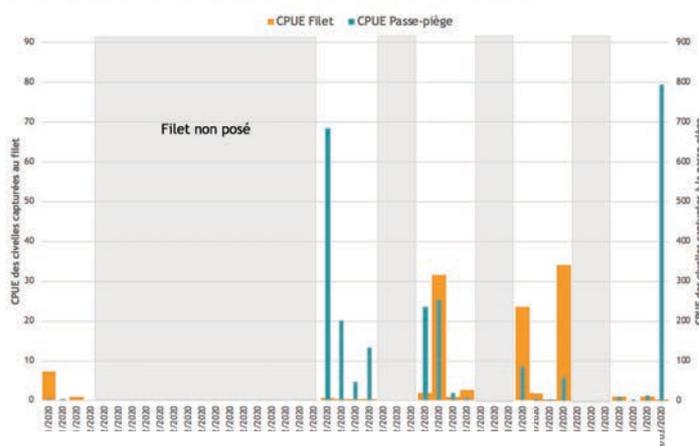


Figure 16 : Comparaison des CPUE (Captures par Unité d'Effort) des civelles capturées via le filet et la passe-piège pour la saison 2019-2020

## 1.5 Caractéristiques de la population migrante

L'analyse des tailles, poids et stades pigmentaires des civelles empruntant la passe a été réalisée sur **551** individus cette saison, le nombre d'analyses mensuelles variant en fonction des captures (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Nombre d'individus analysés chaque mois à la passe-piège lors de la campagne 2019-2020

Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	TOTAL
46	54	150	0	201	100	0	551

L'analyse des tailles, poids et stades pigmentaires des civelles issues du recrutement naturel a quant à elle été réalisée sur **233** individus au cours des mois de janvier (50), février (87) et mars (96).

### a) Stades pigmentaires

Les pics de captures observées en deuxième partie de saison à la passe-piège ne correspondent pas à des individus arrivés récemment de la mer. La majorité des captures, observée entre les semaines 5 et 11 (fin janvier à mi-mars), présente en effet une prépondérance d'individus pigmentés (moyenne de 99,3% de civelles de stades supérieurs ou égaux à VIA1) (*Figure 17*). Ces résultats supposent une arrivée de civelles en janvier qui ont été contraintes d'attendre la remise en fonctionnement de la passe le 28 janvier afin de poursuivre leur migration.

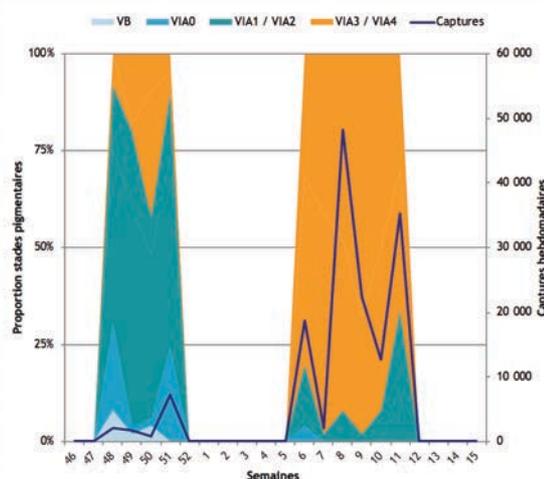


Figure 17 : Évolution des stades pigmentaires des individus capturés à la passe-piège au cours du suivi 2019-2020

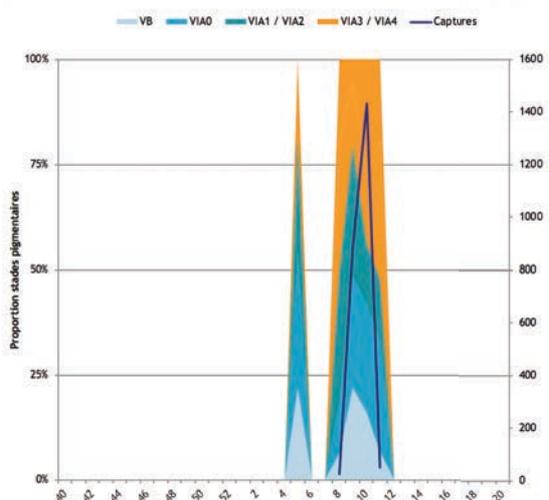


Figure 18 : Évolution des stades pigmentaires des individus capturés au filet au cours du suivi 2019-2020

Les analyses des stades pigmentaires des civelles capturées au filet du 29 janvier 2019 au 12 mars 2020 montrent au contraire une proportion non négligeable d'individus non pigmentés, notamment pour les semaines 9 et 10 correspondant au maximum de captures (45,8% d'individus de civelles aux stades VB et VIA0 du 25 février au 6 mars 2020) (*Figure 18*). Ces résultats, comparés à ceux de la passe-piège, montreraient qu'il y ait toutefois eu une arrivée récente de civelles entre fin février et début mars mais que celles-ci auraient préférentiellement colonisé le Vaccarès au travers des martelières du grau de la Fourcade (absence de données des volumes sortants mais ouverture de 2 martelières sur 68% et 74% du temps pour février et mars).

## b) Évolution de la taille et du poids des civelles

La taille moyenne annuelle de la cohorte 2019-2020 est de **66,4 mm** avec des tailles comprises entre 57 (le 3 février) et 76 mm (le 26 novembre et le 18 décembre) (*Figure 19A*).

Le poids moyen annuel est de **222,4 mg** avec un poids minimum de 102 mg (le 9 mars) et un maximum de 434 mg (le 18 décembre) (*Figure 19B*).

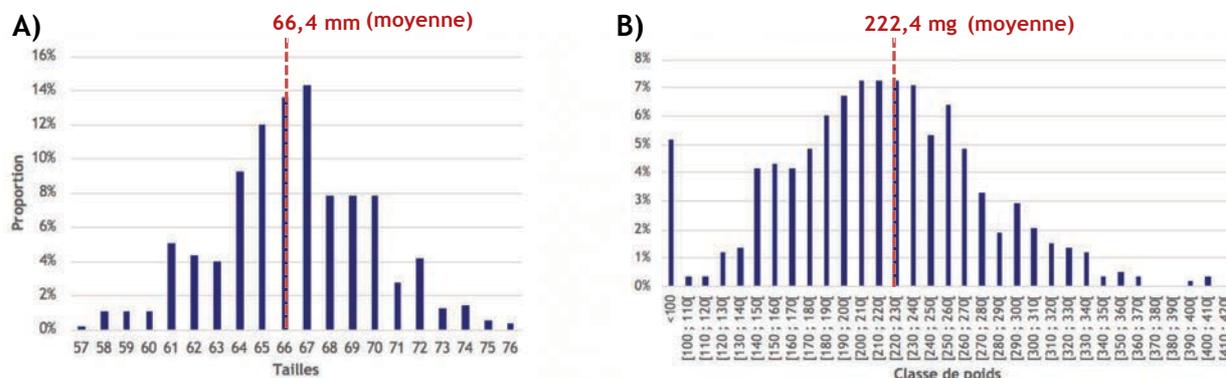


Figure 19 : Structure en tailles (A) et poids (B) de la cohorte 2019-2020

A titre de comparaison, la taille moyenne des civelles capturées au filet est de **63 mm** (comprise entre 52 et 74 mm) pour un poids moyen de **182,1 mg** (compris entre 82 et 341 mg).

Les résultats de la cohorte 2019-2020 montrent une diminution de la taille moyenne et du poids moyen au cours de la saison (*Figure 20A*) notamment à partir de la deuxième partie de suivi comme c'est le cas pour chaque année. Ainsi, les individus piégés en fin de saison ont un coefficient de condition (rapport taille/poids) plus faible que ceux capturés en début de saison, la population de civelles qui se présente à la passe s'amaigrit donc durant le suivi (*Figure 20B*).

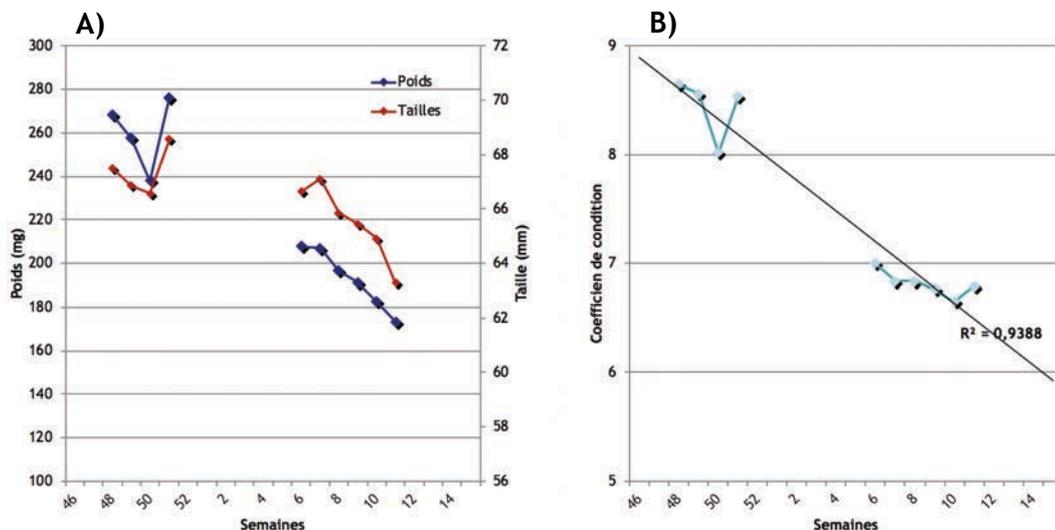


Figure 20 : Évolution de la taille moyenne, du poids moyen (A) et de l'indice de condition moyen mensuels (B) des civelles capturées à la passe-piège

Les civelles qui arrivent sur le plateau continental ne se nourrissent pas jusqu'à ce qu'elles deviennent anguillettes. Celles capturées en fin de migration, plus petites et plus pigmentées correspondraient donc à des civelles arrivées depuis un certain temps sur la frange littorale.

Wilson expliquerait ce phénomène par le fait que les plus grands individus auraient une meilleure capacité de nage et seraient donc les premiers à se présenter sur les côtes (Wilson *et al*, 2007). D'autres auteurs considèrent que les variations saisonnières de production phytoplanctonique dans l'océan influenceraient la croissance des larves (McLeavee, 1993 ; Desaunay et Gueraut, 1997 ; Jellyman et Lambert, 2003) donc la taille en fonction de la saison.

## 1.6 Synthèse du recrutement 2019-2020

Les effectifs comptabilisés en 2019-2020 ont été faibles en se référant à la moyenne de ces 5 dernières années (plus de 151 000 individus contre 756 594 en moyenne entre 2014 et 2019). Les nombreux arrêts de la passe cette saison ont probablement perturbé la migration des civelles, notamment celui du 21 décembre 2019 au 28 janvier 2020 en raison du changement de la pompe hydraulique. On observe ainsi une majorité de civelles présentant des stades de pigmentation avancés à la reprise du suivi fin janvier, ce qui atteste de leur présence au moment de l'arrêt du dispositif.

Les sorties d'eau survenues en janvier suivies par des températures favorables à la migration continentale des civelles sur le mois de février sont caractérisées par la capture de 65% de l'effectif total de la saison 2019-2020. Ces captures se sont maintenues en mars et l'arrêt précoce du suivi au 14 mars suite à la mise en place du télétravail en lien avec la progression du Covid-19 ne permet pas de statuer d'une date de fin de migration.

Durant le mois de février et de mars où le maximum de captures a été observé, il est probable que l'ouverture des martelières (respectivement 68% et 74% du temps avec 2 martelières ouvertes) ait favorisé les entrées marines et probablement le recrutement naturel du système par les civelles comme en atteste la présence majoritaire d'individus peu pigmentés dans le filet à l'opposé de ce qui est observé à la passe-piège.

Ces données ont abouti à la mise en place d'un indicateur de recrutement s'inscrivant dans le cadre des stratégies de l'Observatoire des Poissons Migrateurs et du PLAGEPOMI 2016-2021. L'état du recrutement 2019-2020 est considéré très mauvais. Plus d'informations concernant le fonctionnement de cet indicateur sont disponibles en suivant ce lien : <https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/fonctionnement-de-lindicateur-civelle/>

## 1.7 Tests d'efficacité du verveux et marquage au Rouge Neutre

3 sessions de marquage ont été réalisées en 2020 afin d'apporter des compléments d'informations quant à l'estimation de l'efficacité du verveux positionnée en amont des martelières (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques des sessions de marquage réalisées pour la saison 2019-2020

Dates	Localisation	T°C moyenne	Concentration (g/l)	Taux de recapture
18/02/2020 - 21/02/2020	Aval filet	10,3	0,008	0,0%
25/02/2020 - 28/02/2020	Aval filet	10,2	0,01	0,3%
03/03/2020 - 06/03/2020	Aval filet	10,1	0,015	0,2%

Les sessions se sont déroulées du 18 au 21 février, du 25 au 28 février et enfin du 3 au 6 mars. Le protocole de marquage a été modifiée cette saison, notamment en ce qui concerne les conditions de stabulation des individus. Les civelles ont en effet été marquées

directement sur place, en baignade dans le colorant pendant 3h dans de grandes poubelles oxygénées, pour limiter le stress lié au transport comme cela avait été le cas lors de la saison précédente.

La bibliographie mentionne une concentration de 0,01 g/l qui semble présenter le meilleur compromis entre la durée de la coloration et le faible impact sur le comportement et les capacités de nage des individus marqués (Briand *et al.*, 2006). Les tests de marquage de 2018 semblaient néanmoins montrer une diminution temporaire des capacités de nage des civelles marquées pour cette concentration (4,3% de recapture à la passe-piège pour une concentration de 0,01 g/l contre 91,1% pour une concentration de 0,005 g/l). Étant donné que de trop faibles concentrations ne permettent pas de rendre la coloration visible sur un nombre de jours suffisant, il a donc été décidé pour la première session de marquer les civelles pour une concentration en Rouge Neutre de 0,008 g/l. En lien probable avec les améliorations des conditions de stabulation, cette concentration s'est néanmoins révélée trop faible puisque dès le deuxième jour de suivi, les civelles avaient déjà métabolisé le colorant qui n'était dès lors plus visible à l'œil nu.

Lors de la seconde session, une concentration de 0,01 g/l a ainsi été utilisée et le colorant n'était visible qu'au travers d'une légère coloration jaunâtre sur le dessus de la tête des individus marqués dès le troisième jour jusqu'à la fin de la session de marquage. Cette session présente un taux de recapture très faible, de l'ordre de 0,3%, bien que la coloration n'ait pas entraîné de mortalité importante (1% de mortalité estimée sur le lot témoin de 100 civelles marquées) et que la température était favorable au déplacement des civelles (moyenne de 10,2 °C). A titre de comparaison, une session de marquage avec la même concentration avait été effectuée en 2019 en aval du filet et montrait une efficacité du piège de 3,2%.

Lors de la troisième session, une concentration de 0,015 g/l a été utilisée afin de pouvoir visualiser le colorant sans confusion possible sur l'ensemble de la semaine. Cette session présente un taux de recapture également très faible, de l'ordre de 0,2%, sans mortalité observée. La semaine suivante néanmoins, bien que les faibles captures à la passe-piège ne permettaient pas de réaliser une nouvelle session de marquage, le verveux a pu être disposé en amont des martelières. La relève du filet a alors révélé la présence d'une civelle colorée le 10 mars, soit 4 jours après la fin de la dernière session de relève de filet post marquage.

Ces résultats montrent qu'il est très difficile d'obtenir un taux d'efficacité fiable au travers du marquage par Rouge Neutre. En effet, au-delà des potentiels impacts sur le comportement et les capacités de nage des individus pouvant fausser les résultats, il est probable que les civelles se déplacent sur une période de plus d'une semaine même pour des distances faibles (350 m entre le lieu de relâcher et le lieu de pose du verveux). Le marquage par Rouge Neutre ne permet cependant pas de suivre les individus sur de telles périodes car cela impliquerait une augmentation de la concentration néfaste pour les civelles. Rappelons également que les tests de marquage visaient dans un premier à obtenir les taux d'efficacité de nos deux dispositifs de piégeage (passe-piège et verveux) dans le but final de relâcher des civelles marquées en aval du grau de la Fourcade et estimer la répartition des individus entre la passe-piège et le recrutement naturel au travers des martelières selon les conditions environnementales. Les tests de marquage réalisés en 2019 et 2020 ne permettent cependant pas de valider la méthode vis-à-vis de l'objectif final. A ce jour, seul un marquage VIE (Visible Implant Elastomere) au travers d'élastomères de couleurs différentes selon les sessions de marquage et les lieux de relâcher permettrait d'atteindre cet objectif. Ce marquage présente néanmoins l'inconvénient d'être chronophage (estimation de l'Université de Perpignan en 2020 de 100 civelles marquées par heure et par technicien).

## 2 Évolution des résultats de 2004-2020 à la passe-piège

### 2.1 Fonctionnement

Une année de suivi réalisée sans interruption oscille entre 153 (cohorte 2007-2008) et 207 jours (cohorte 2004-2005 dont le suivi avait débuté 1 mois plus tôt) (Figure 21).

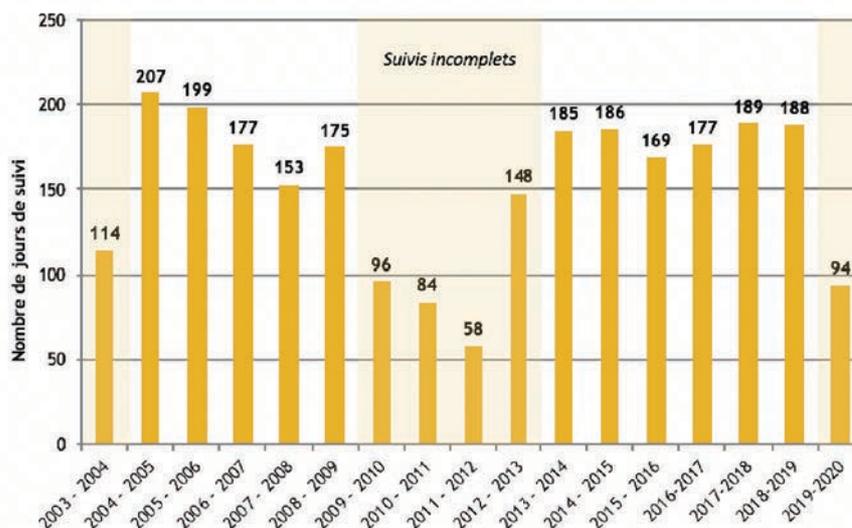


Figure 21 : Comparaison du nombre de jours de suivi sur la période 2004-2020

Installée à l'automne 2003, la passe a été mise en fonctionnement à partir de janvier 2004 et a fonctionné toute l'année. Afin de comparer les résultats à ceux obtenus pour les autres cohortes, seule la période de janvier à avril a été analysée ce qui explique un nombre de jours suivi inférieur (soit environ 60 jours).

D'octobre 2009 à janvier 2010, un dysfonctionnement de la pompe a engendré un arrêt du suivi qui n'a pu être réalisé que sur un peu plus de 3 mois.

De février 2011 à février 2012, un abaissement du canal de l'Éolienne a été réalisé sur demande de la commune des Saintes Maries de la Mer, afin d'assécher les marais communaux pour reminéraliser les fonds et favoriser la repousse des herbiers. La pompe d'alimentation du dispositif hydraulique de la passe-piège s'est donc retrouvée hors d'eau durant un an et a donc compromis le suivi des cohortes 2010-2011 (suivi réalisé entre février et mars) et 2011-2012 (suivi réalisé entre octobre et janvier).

Le suivi de la cohorte 2012-2013 a été interrompu de fin mars à mi-avril suite à des travaux d'enrochement du canal de l'Éolienne en amont immédiat de la passe-piège.

Enfin, le suivi 2019-2020 a été interrompu à de nombreuses reprises, notamment durant plus d'1 mois de suivi de fin décembre à fin janvier en raison du changement de la pompe hydraulique alimentant la passe-piège. A noter également que cette saison a été concernée par la propagation du Covid-19 ayant contraint l'association à clôturer le suivi précocement (mi-mars).

## 2.2 Évolution des captures

### a) Captures annuelles

La comparaison entre les cohortes fait apparaître une grande disparité dans les captures à l'échelle du suivi (*Figure 22*), bien qu'elles se stabilisent à un niveau très bas comparativement au recrutement européen des années 1960 à 1980.

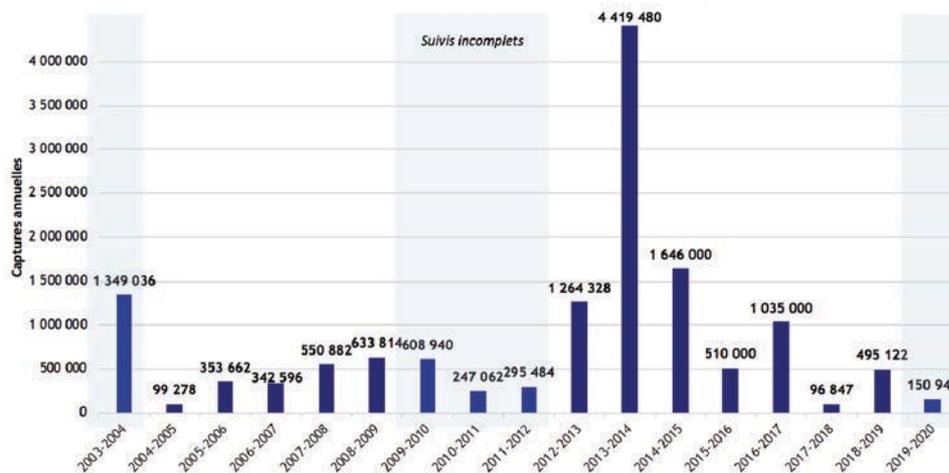


Figure 22 : Évolution du nombre de captures saisonnières depuis 2004

La tendance du recrutement au Vaccarès est à la baisse pour chacune des saisons 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 et 2018-2019. Ceci se traduit par une tendance 5 ans à la baisse entre 2014 et 2019. Cette tendance se confirme avec le recrutement 2019-2020 bien que l'arrêt du dispositif de piégeage sur plus d'1 mois du suivi ainsi que sa clôture précoce rendent l'interprétation délicate.

La période 2010-2015 présentait en revanche une tendance à la hausse malgré que le suivi n'ait été réalisé que partiellement entre les cohortes 2009-2010 et 2011-2012. Cette tendance à la hausse est marquée par un record établi pour la cohorte 2013-2014 avec près de 4 420 000 civelles capturées.

### b) Comparaison des tendances avec les autres sites de suivi en France

Bien que, pour une même chronique, les résultats puissent présenter des variations entre différents sites pour des raisons climatiques, de fonctionnement ou encore de pêcheries, il semble intéressant de comparer les résultats obtenus sur la chronique disponible avec un suivi de même type installé sur la façade Atlantique. Parmi les sites index du Plan de Gestion Anguille, le barrage d'Arzal sur la Vilaine est le suivi dont le protocole et la distance à la mer de l'installation se rapprochent le plus du suivi réalisé au grau de la Fourcade.

De même, il est intéressant de comparer ces tendances à l'indice de recrutement élaboré par le WGEEL, qui intègre des données sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce. Cet indice se base sur les captures enregistrées *via* la pêcherie civelière des années 1960 - 1980 et illustre alors un pourcentage par rapport à cette référence.

L'évolution des résultats est globalement comparable entre les trois indicateurs et rejoint les tendances établies précédemment, bien que des différences puissent être visibles sur certaines années (*Figure 23*). Les différences observées entre les saisons 2003-2004 et 2010-2011 (baisse pour l'indice de recrutement européen et relative stabilité pour les 2 sites

index) pourraient s'expliquer sur le site d'Arzal par une pêche civelière à l'aval du barrage plus intense avant la mise en place du Plan de Gestion (périodes de pêche et quotas). Les résultats enregistrés à la Fourcade en 2015-2016 diffèrent également des tendances observées sur la façade atlantique et plus généralement à l'échelle européenne, en lien probable avec un fort déficit hydrique s'étant maintenu le long de la saison.

Les variations interannuelles sont généralement identiques entre les sites et seraient donc liées au stock de civelles en mer. Les paramètres locaux (température, gestion des ouvrages, hydrologie, etc.), structureraient le flux migratoire (période de pics, intensité, durée, etc.) et non les variabilités interannuelles. Toutefois, des différences de tendance peuvent être observées les années durant lesquelles les mauvaises conditions hydroclimatiques perdurent.

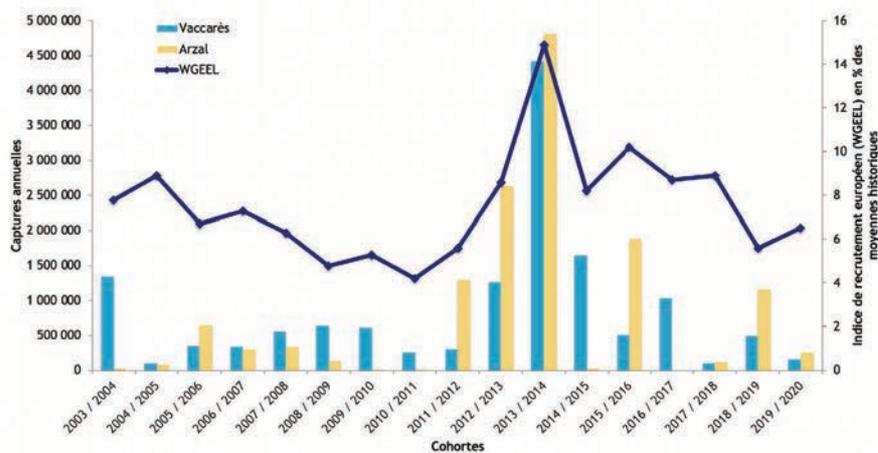


Figure 23 : Évolution de l'indice de recrutement et des captures de civelles sur les sites d'Arzal et du Vaccarès depuis 2004

### c) Périodes de migration

La période de migration de chaque cohorte est identifiée en considérant le début de migration à 5% de l'effectif total capturé dans la saison et sa fin à 95% de cet effectif. L'analyse de ces différentes périodes de migration ne tient donc pas compte des années dont le suivi n'a pas été complet (2003-2004, 2009 à 2012 et 2019-2020).

Les migrations 2004-2005 et 2005-2006 sont les plus étalées avec respectivement 129 et 165 jours de migration (Figure 24). Au contraire, la cohorte 2018-2019 est la plus condensée avec seulement 27 jours de migration. La durée moyenne de la migration au niveau de la passe piège est de 71 jours soit environ 2 mois et demi.

Malgré certaines exceptions (cohortes 2004-2005 et 2005-2006 présentant un début de migration très précoce et cohorte 2008-2009 très tardive), le début de migration se situe en général entre fin décembre et début janvier. Il semble cependant que depuis 2016, le début de migration soit de plus en plus tardif avec les premières captures observées fin janvier - début février. Ces conditions seraient à attribuer à la gestion locale des martelières du Grau de la Fourcade qui, en lien avec la remontée du niveau marin et les épisodes récurrents de sécheresse, ne permet pas un attrait en mer tôt dans la saison.

La fin de migration, quant à elle, se situe en moyenne mi-mars alors que la médiane se situe aux environs du 15 février. Par conséquent, la moitié des effectifs sont généralement capturés en un mois, entre février et mars.

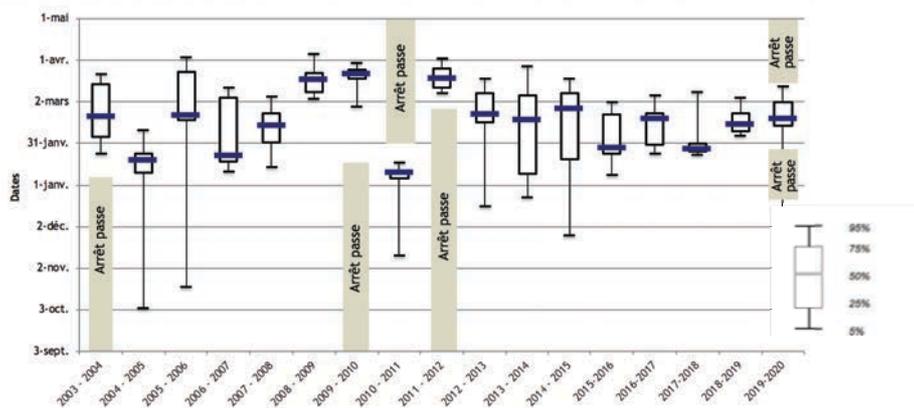


Figure 24 : Comparaison des flux migratoires des différentes cohortes depuis 2004

L'analyse du cumul des captures mensuelles sur l'ensemble de la chronique confirme cette tendance puisque 92% des captures sont réalisées en 3 mois, entre janvier et mars, avec un maximum de captures pour le mois de mars (4 996 176 soit 35%) et dans une moindre mesure le mois de février (4 788 642 soit 34%) (Figure 25).



Figure 25 : Cumul des captures mensuelles depuis 2004

Les mois de décembre et avril sont nettement plus faibles (facteur 10) avec près de 450 000 captures au total pour chacun de ces mois.

Il s'avère enfin que les mois d'octobre (50 000) et de novembre (170 000) sont ceux présentant le plus faible nombre de captures.

## 2.3 Évolution des tailles moyennes annuelles

Depuis le début du suivi, les tailles moyennes annuelles sont stables (66,24 mm en moyenne) avec des variations mensuelles observées chaque année. Les plus petites tailles ont été enregistrées au cours de la cohorte 2007-2008 (62,3 mm) et 2011-2012 (63,2 mm) (Figure 26). Le début de saison tardif (mars 2011) peut être une explication pour la cohorte 2010-2011 alors qu'aucun élément particulier ne semble expliquer les petites tailles de la cohorte 2007-2008.

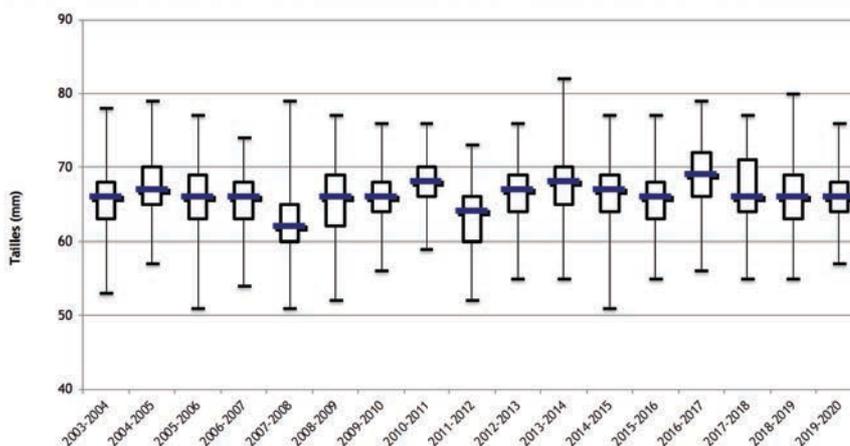


Figure 26 : Évolution des tailles moyennes mensuelles depuis 2004

## 3 Captures à la station de la Capelière

### 3.1 Effort de pêche

Au démarrage du suivi, en 1993, les mois de février, de juin et de novembre n'ont pas été échantillonnés. Ensuite, le nombre de relèves de filets valides par an fluctue, en raison d'aléas météorologiques (filets décalés à cause du vent, étang gelé ou niveau d'eau trop élevé ou insuffisant, *Figure 27*). En moyenne, le taux de validité des filets à civelles s'élève à **91 %** ( $87 \pm 26$  % pour le filet 1\_2,  $94 \pm 11$  % pour le filet 3\_4 et  $90 \pm 18$  % pour le filet 7\_8) et à **96 ± 6 %** pour la capêchade. En 2016, les filets à civelles étant manquants, la station historique (Filet 3\_4) a été privilégiée au détriment des stations 1\_2 et 7\_8. En 2020, tous les filets ont été calés comme prévu, sauf en mars, la campagne ayant été annulée en raison du confinement liée à la crise sanitaire de la Covid-19.

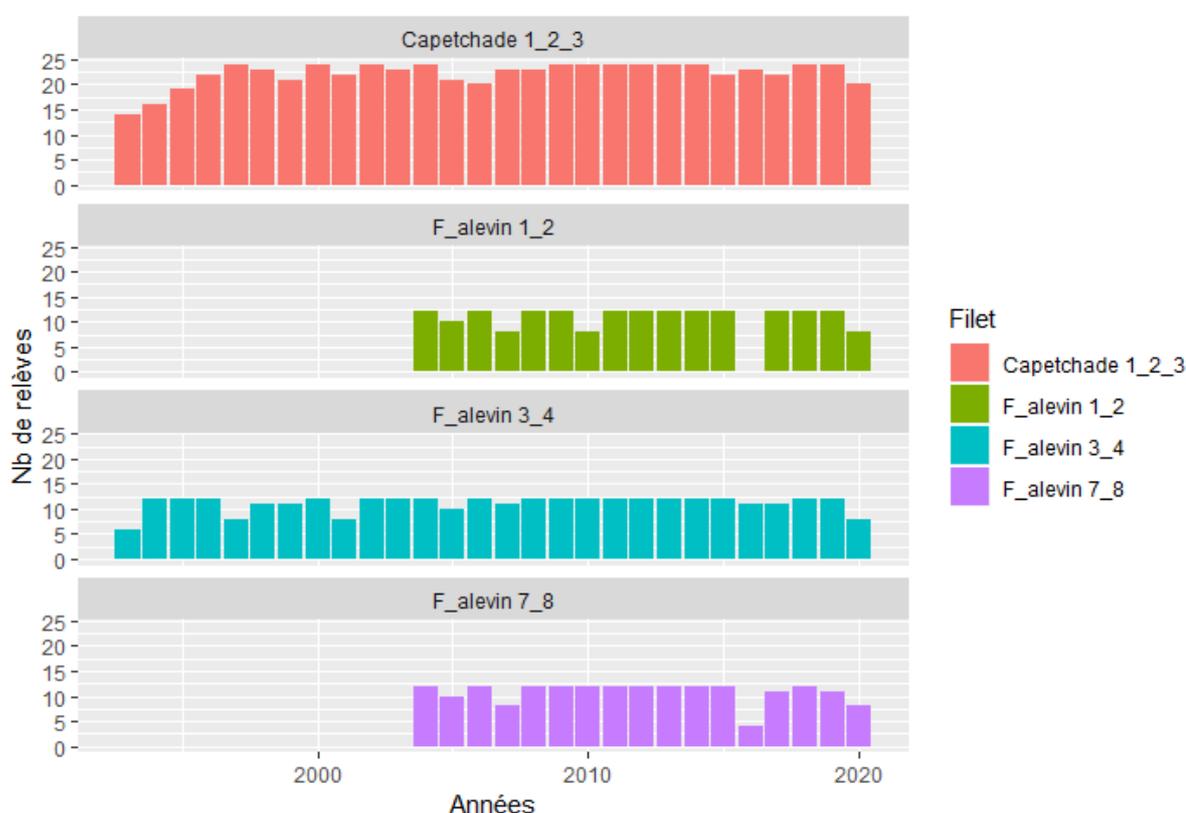


Figure 27 : Pourcentage de relèves de filets valides par an et par station par rapport au nombre total de relèves théoriquement attendues pour les mois d'avril à juin et de septembre à novembre pour la capêchade et les mois de février à avril pour les 3 filets à civelles (F\_alevin 1\_2, 3\_4 et 7\_8), depuis 1996. Seules les relèves avec captures sont disponibles dans la base pour les années 1993-1995.

Les filets de pêche sont relevés en moyenne toutes les 24h ( $1440 \pm 155$  min, *Figure 28*). Seule une relève a été assurée au bout de 72h en mars 1993, et également une seule au bout de 48h en raison d'un jour férié (en mai 2017).

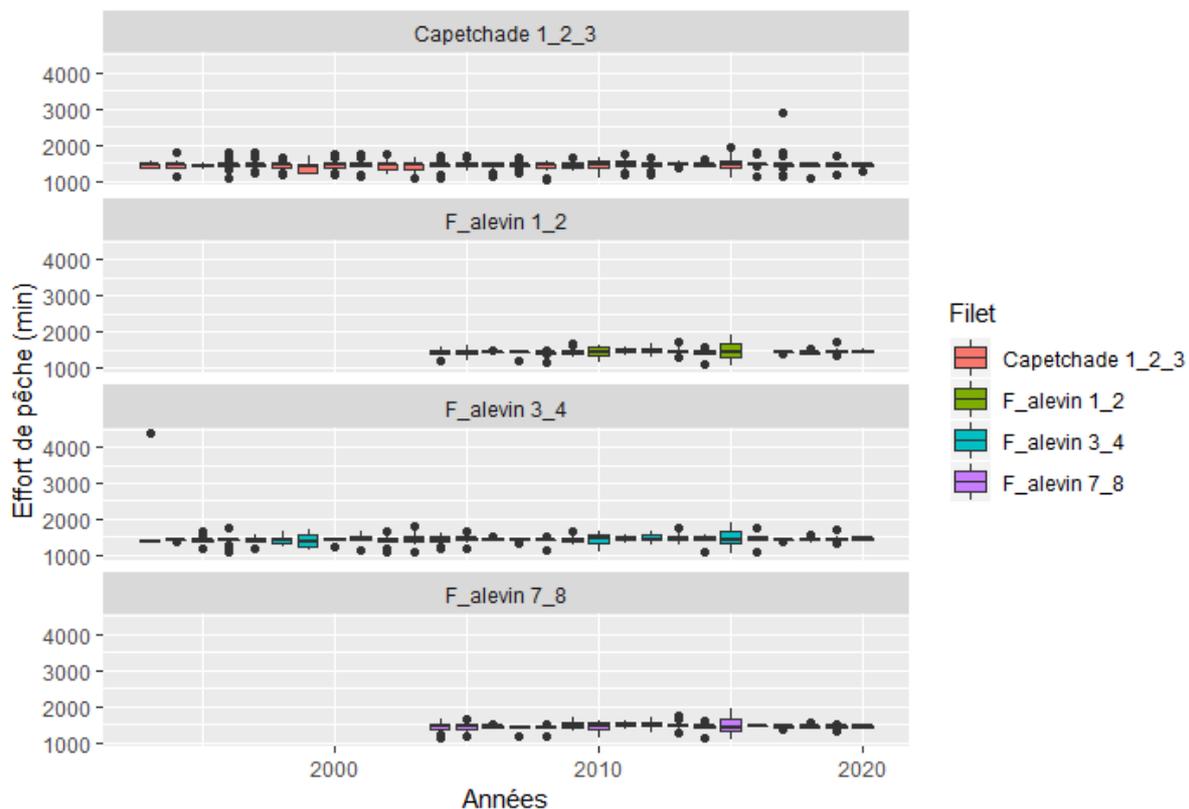


Figure 28 : Boxplot représentant l'effort de pêche (le temps de pose d'un filet entre chaque visite) par filet et par année à la station de la Capelière. La capetchade 1-2-3 correspond à la capetchade de 6mm de maille et les 3 filets à alevins aux filets à civelles de 1.5mm de maille).

### 3.2 Captures de civelles par unité d'effort (CPUE)

Les captures de civelles dans l'étang du Vaccarès à la Capelière montrent une grande variation interannuelle (Figure 29). Ces variations dépendent d'une part des entrées de civelles dans le système et d'autre part de la météo lors de l'échantillonnage. Par exemple, entre février et mars 2010 et en février 2011, aucune civelle n'a été capturée à cause du froid. Le dernier plus important pic de recrutement fut observé en 2014, signal qui fut également observé au niveau du pertuis de la Fourcade et au niveau européen. Ce recrutement reste très faible par rapport aux forts recrutements observés en 1994, 1998, 2000 et 2004. Le recrutement de la saison 2019-2020 est plus faible que le recrutement observé au cours des 3 années précédentes, sachant que la campagne de mars 2020 n'a pas été réalisée.

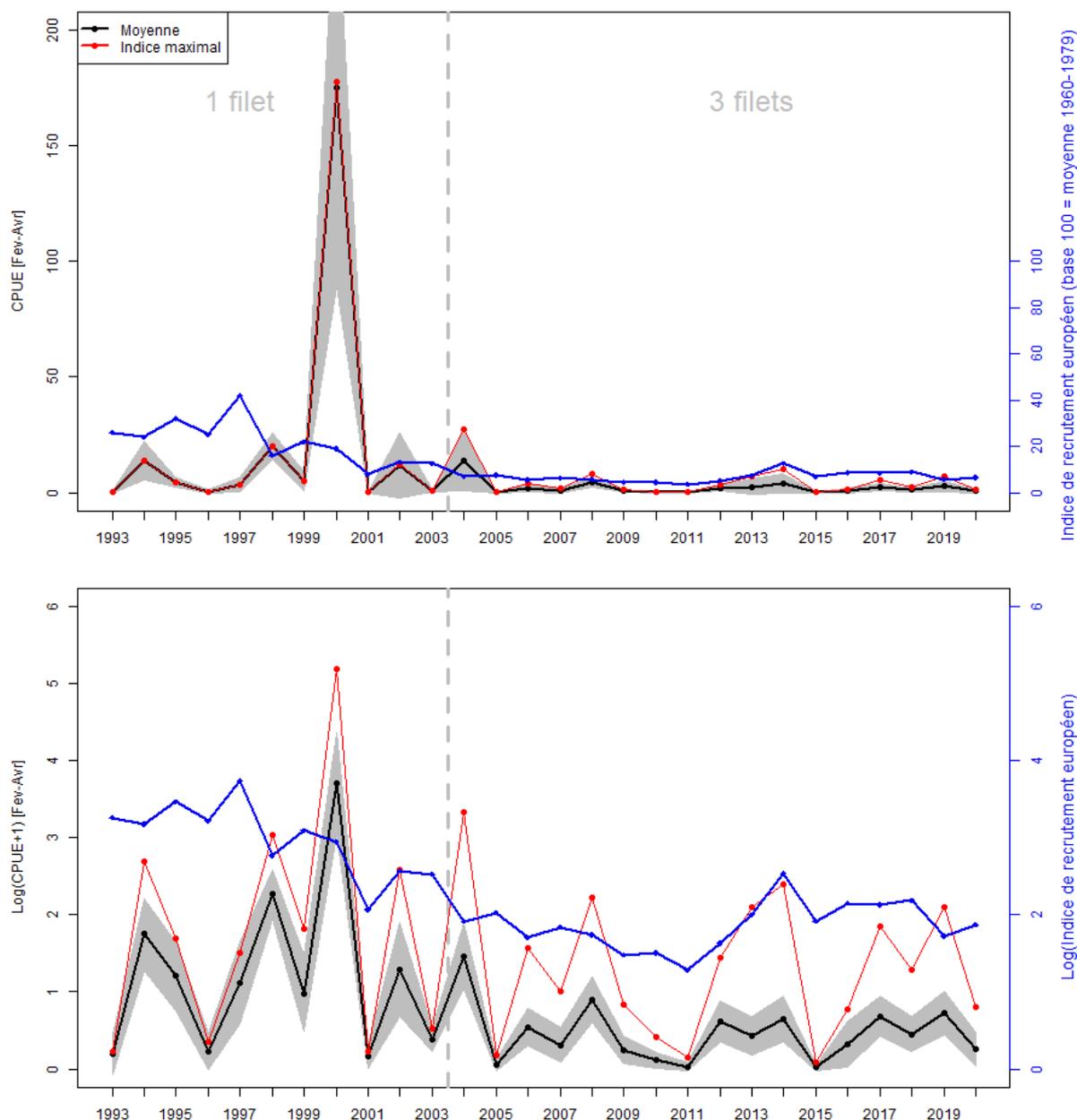


Figure 29 : CPUE (captures par unité d'effort de pêche) de civelles à la Capelière de Février à Avril de 1993 à 2020 (données Tour du Valat/SNPN), en haut, et en bas, sur une échelle logarithmique. A partir de 2004, 3 filets à civelles sont utilisés au lieu d'un. En noir est indiquée la moyenne annuelle des moyennes mensuelles avec l'intervalle de confiance qui est calculé par une méthode de ré-échantillonnage bootstrap. En rouge est indiquée la somme des captures en prenant en compte un seul filet par jour de pêche : le filet où les captures ont été maximales. En bleu est indiqué l'indice de recrutement européen (données CIEM/WGEEL).

La relation entre les captures effectuées à la passe-piège et l'indice maximal de captures de civelles effectuées à la station de la Capelière est positive mais faiblement significative (Figure 30). En 2010 et en 2015, les recrutements observés à la Capelière sont bien plus faibles que ceux de la passe. Il est possible qu'en 2015 la température élevée ait joué un rôle sur les faibles captures du Vaccarès : les civelles de la Fourcade auraient grandi et se seraient pigmentées plus rapidement le temps de leur remontée vers l'étang du Vaccarès. En 2005, les deux suivis s'accordent pour un très faible recrutement. Les quatre dernières années, des tendances de recrutement similaires sont observées aux deux sites d'échantillonnage, avec une diminution du recrutement en 2018 et en 2020, en comparaison avec 2017 et 2019.

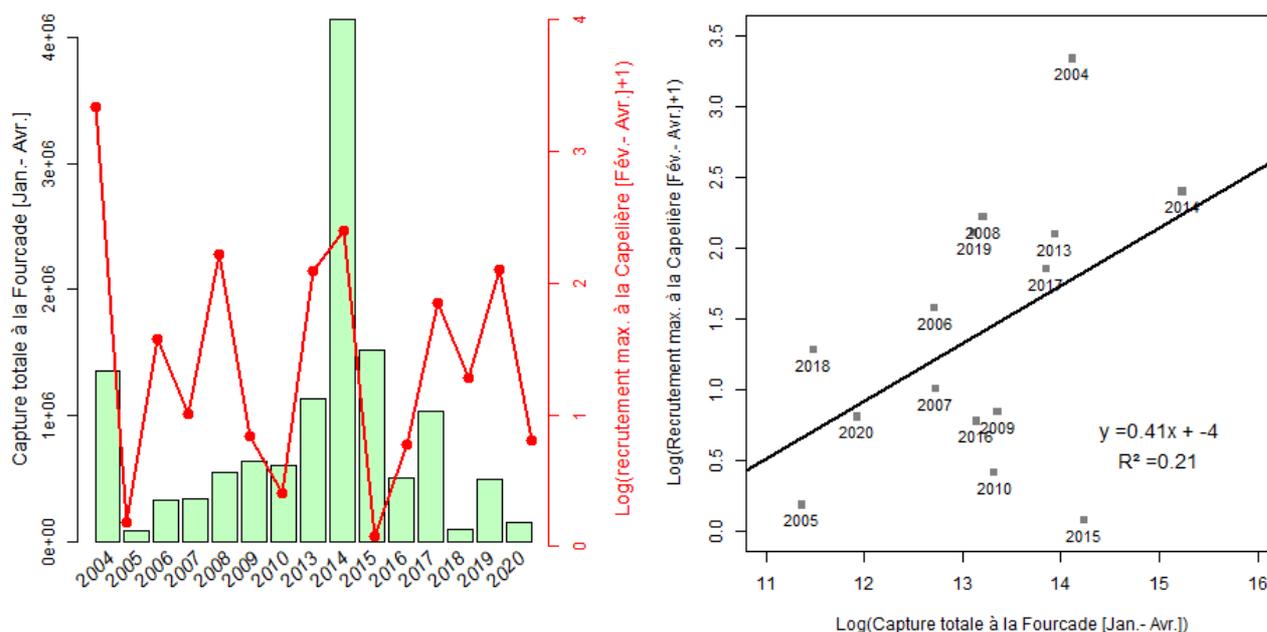


Figure 30 : A gauche, comparaison interannuelle des captures totales effectuées à la passe à civelles au grau de la Fourcade de Janvier à Avril (données MRM) et des estimations du nombre total de civelles obtenu à la Capelière entre Février et Avril (données Tour du Valat). Les années 2011 et 2012 où la passe à civelles n'a pas fonctionné pendant les mois de Janvier à Avril ont été otées. A droite, relation linéaire entre les captures log-transformées de la passe-piège et celle de la Capelière.

Afin de mieux déterminer si les captures à la Capelière reflètent correctement le recrutement en civelles à l'échelle du système Vaccarès, il est nécessaire de suivre davantage le recrutement naturel, surtout au niveau du grau de la Fourcade (voir § Périodes supposées favorables au recrutement naturel), mais également via les étangs et les marais des Salins de Camargue (suivis TDV mensuels de 2016 à 2021). De plus, une analyse à l'échelle du delta des paramètres environnementaux (débits, vitesse et sens du courant, niveaux d'eau, physico-chimie, etc.) influençant le recrutement des civelles de la mer et leur remontée dans le système civelles est préconisée.

### 3.3 Captures d'anguilles jaunes et argentées

#### a) Évolution des captures

Les captures d'anguilles ces 28 dernières années sont globalement stables dans le Vaccarès (Figure 31), même si des variations interannuelles parfois importantes sont observées (coefficient de variation de 13.7% pour les captures en biomasse et de 28.3% pour les captures en nombre - données log-transformées). Toutefois, les résultats de ces 10 dernières années sont supérieurs à la moyenne établie sur l'ensemble de la chronique de données. L'année 2020 est caractérisée par un nombre de captures plus faibles que les 9 années précédentes, mais par une biomasse équivalente voire plus élevée que les années les plus denses. Aucune relation n'a pu être établie entre les captures de civelles à la passe-piège et les captures d'anguilles jaunes et argentées, à l'heure actuelle.

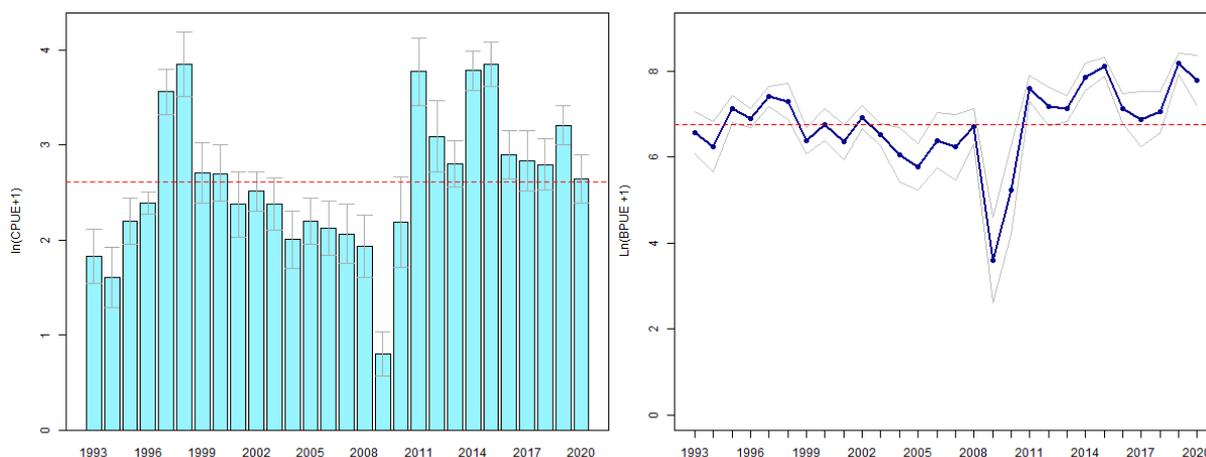


Figure 31 : Captures par unité d'effort en nombre (A, CPUE) et en biomasse (B, BPUE) d'une capétchade sur six mois de l'année (avril-juin et septembre-novembre) de 1993 à 2020 à la station de la Capelière. Les données sont log-transformées et moyennées par mois puis par année. La moyenne interannuelle est indiquée en rouge pointillé. Les intervalles de confiance en gris ont été calculés par une méthode de ré-échantillonnage bootstrap (Données Tour du Valat)

### b) Caractéristiques et dynamique de la population

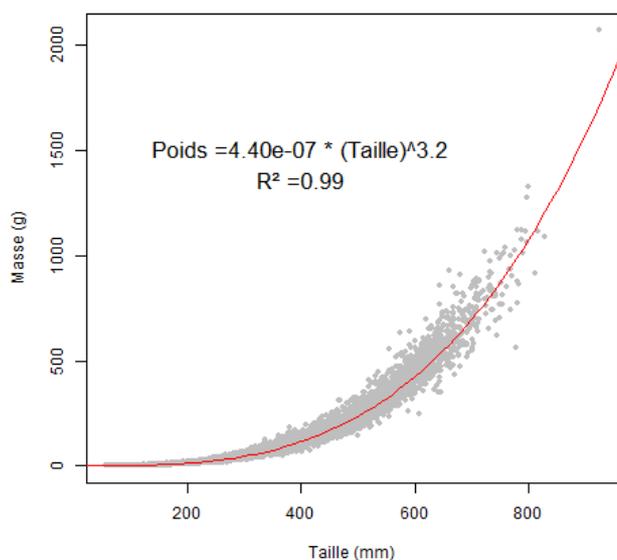


Figure 32 : Relation entre la taille et le poids des anguilles capturées à la Capelière entre 2008 et 2017 (données Tour du Valat)

Les mesures individuelles de longueur totale et de poids sont disponibles pour **19953 individus**, soit **69.4%** des anguilles capturées dans la capétchade, aux mois d'avril à juin et de septembre à novembre.

La taille moyenne rencontrée sur le site de la Capelière est de **280 ± 129 mm** et le poids moyen de **71 ± 123 g**. La relation taille-poids s'exprime par l'équation suivante :  $Pds = a.Lt^b$  où Pds représente le Poids de l'individu, Lt la longueur totale, à la condition ou embonpoint et b le coefficient d'allométrie.

Ainsi sur le Vaccarès l'équation est du type :

$$Pds = 4.4 \times 10^{-7} Lt^{3,2333}$$

La population présente donc une allométrie majorante (**b = 3,2333**) illustrant une croissance du poids plus rapide que la longueur.

La Figure 33 montre la proportion relative des différents stades d'anguilles observés par année. L'évolution des protocoles de mesures ont permis d'affiner au fil du temps la détermination de ces stades. A partir de **1997**, l'indice de Pankhurst permet de différencier les anguilles jaunes des anguilles argentées (indice oculaire supérieur à 8). A partir de **2008**, l'indice d'EELREP est appliqué et permet de différencier six stades de développement : (I) indéterminé, (FII) Femelle jaune, (FIII) Femelle prémigrante, (FIV) Femelle argentée migrante qui cesse de s'alimenter, (FV) femelle argentée ayant un tractus digestif regressé et des nageoires pectorales allongées, et (MII) Mâle argenté migrant. Afin de pouvoir mieux comparer les résultats dans le temps, les anguillettes de plus de 30 cm de sexe non déterminé sont classées dans la catégorie « jaune non déterminé ». Jusqu'en **2011**, le sexe des individus a pu être déterminé par dissection, une étude des parasites de la vessie natatoire ayant été alors menée.

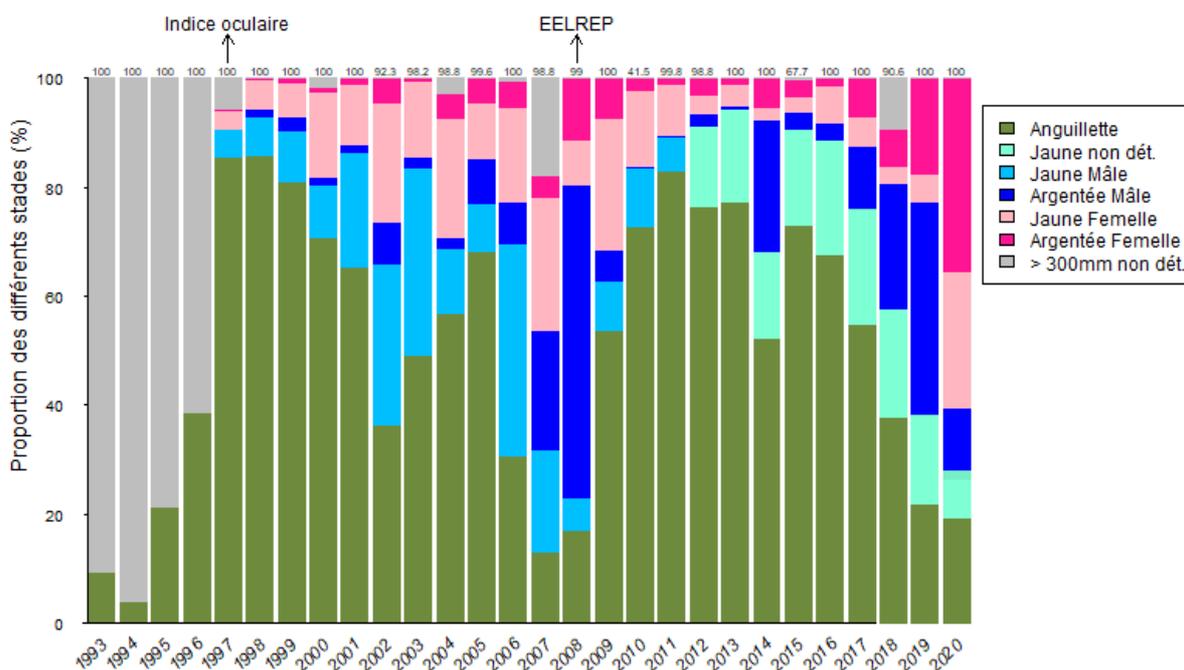


Figure 33 : Barplot représentant la proportion relative des différents stades d'anguilles identifiés par an obtenu dans la capêchade à la Capelière pour 6 mois de l'année (avril-juin et septembre-novembre). A partir de 1997, le diamètre des yeux est réalisé et permet de calculer l'indice de Pankhurst pour différencier les anguilles jaunes des anguilles argentées. A partir de 2008, la longueur de la nageoire pectorale est également mesurée, ce qui permet d'appliquer l'indice d'EELREP (données Tour du Valat). La proportion des individus avec des mesures complètes (taille, poids, diamètres des yeux et longueurs de la pectorale pour les individus supérieurs à 30 cm à partir de 2008) par rapport au nombre total de captures par an est indiquée en haut de chaque barre.

Depuis 1997, les captures d'anguilles sont largement dominées par les anguillettes ( $56.5 \pm 23.1$  % en moyenne interannuelle), sauf entre 2006 et 2008 ( $20.3 \pm 9.2$  %) et depuis 2019.

Depuis 2008, les individus de taille supérieure à 30 cm représentent en moyenne  $45.2 \pm 23.3$  % de la population échantillonnée (Figure 33 et Figure 34), avec un minimum de 17% en 2011 et un maximum de 82.8% en 2008. Entre 2008 et 2019, les individus argentés représentent en moyenne  $37.1 \pm 26.4$  % des individus de plus de 30 cm de longueur. Les captures d'anguilles argentées sont très variables d'année en année, surtout pour les argentées mâles, avec un minimum de 0.2% des captures totales en 2010 et un maximum de 57.2% en 2008.

Les mois d'octobre 2008 et 2014 et de novembre 2018 ont été marqués par d'importants pics de dévalaison d'anguilles argentées, avec la capture de 194 individus (soit

68.1 % des captures de l'année), 414 individus (soit 21.7%) et 153 individus (soit 19.2%) respectivement. En octobre 2020, un pic de dévalaison a également été observé, avec la capture de 124 individus argentés (soit 27.5% des captures de l'année), dont 86.2% étaient des femelles. Cette forte représentation des femelles contraste avec les autres années, où habituellement les anguilles argentées femelles sont beaucoup moins représentées (en moyenne  $5.6 \pm 5\%$  des captures de 2008 à 2019 contre 35.5% en 2020).

En moyenne, depuis 2008, les anguilles argentées mâles ont une taille de  $388.9 \pm 38.5$  mm pour un poids de  $107.7 \pm 37.5$  g. Tandis que les femelles présentent en moyenne une taille de  $603.6 \pm 70.0$  mm pour un poids de  $465.9 \pm 198.7$  g (Figure 34B).

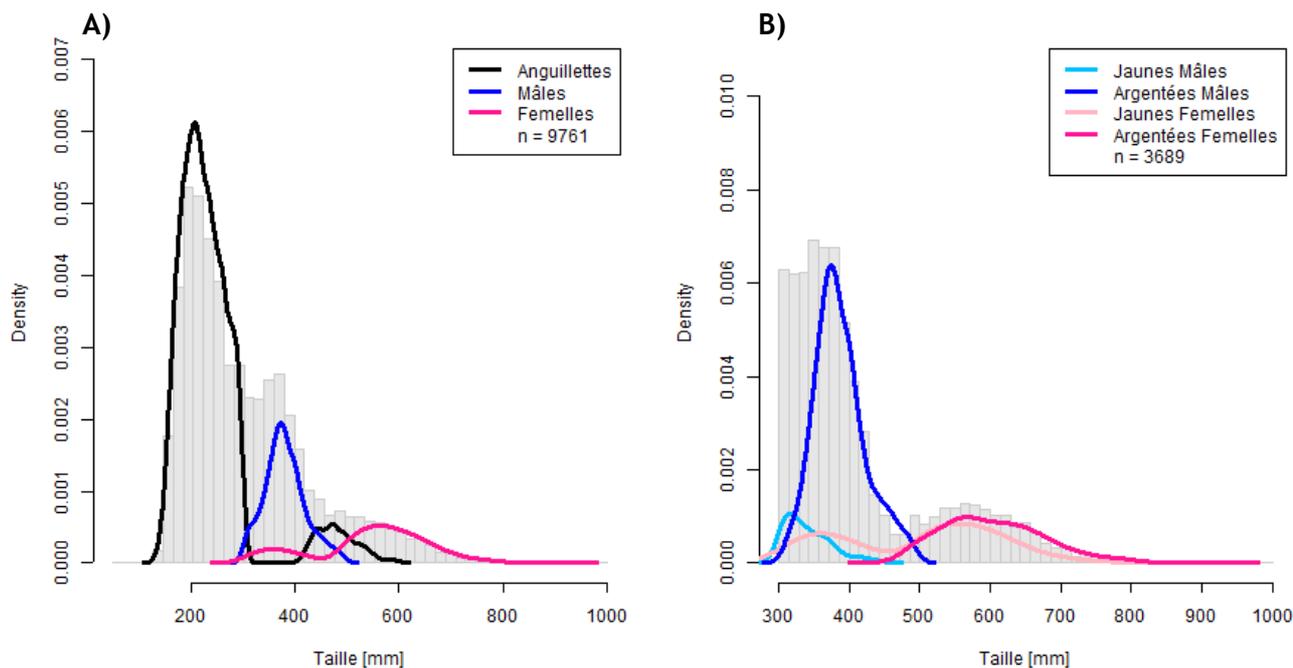


Figure 34 : Distribution en tailles des anguilles, (A) des stades anguillettes à argentées et (B) des stades jaunes à argentées (supérieures ou égales à 300 mm), capturées à la Capelière avec la capêchade depuis 2008 (données Tour du Valat).

La structuration en taille et les taux de croissance de la population dépendent de la densité d'individus présents dans le milieu, de l'abondance et de la qualité de la nourriture disponible et de la compétition avec les autres espèces (Panfili, 1993).

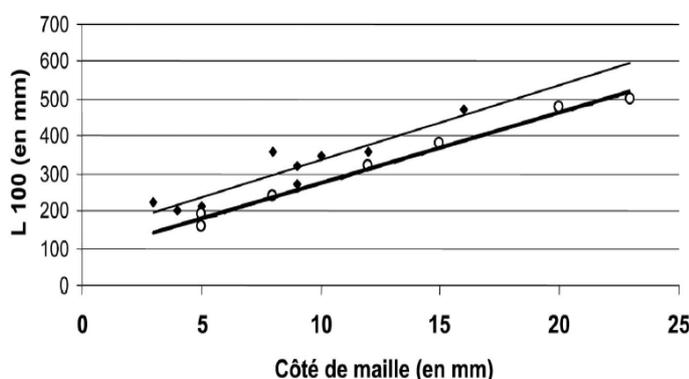


Figure 35 : Relation entre L100 et la dimension des mailles rigides (Ximenes, 1986 ; Baisez, 2001) ou en filet (Adam, 1997 ; Naismith et Knight, 1990), Source : Rigaud et Lafaille 2008

De plus, l'activité de pêche particulièrement développée sur le Vaccarès, notamment sur le stade jaune, introduit une pression supplémentaire sur la population. Une sélection des classes de tailles pêchées se fait alors par le biais de la maille des filets utilisés. Ainsi, pour une maille de 10 mm, 100% (L100) des anguilles capturées dont la taille est supérieure à 275 mm ne pourront pas s'en échapper (Baisez, 2001) (Figure 35).

Le sex-ratio observé chez les anguilles argentées du Vaccarès est, en moyenne, légèrement en faveur des mâles ( $51.3 \pm 24.6\%$ ). Ce ratio est sensiblement inférieur à ce qui est plus généralement obtenu dans les lagunes méditerranéennes (de 58% à 80% selon Malawa, 1987). Les milieux saumâtres, comme les lagunes, sont des milieux plus productifs que les milieux dulçaquicoles et les taux de croissances sont donc plus élevés (Panfili et Ximenes, 1994). Ces milieux présentent alors de fortes densités d'individus, ce qui influencerait la différenciation sexuelle en faveur des mâles (Crivelli, 1998). En 2020, le sex-ratio est nettement en faveur des femelles, pourtant l'étang du Vaccarès est relativement salé depuis 2017 ( $26.8 \pm 3.8\text{psu}$ , données SNPN) et les densités restent élevées. Il serait intéressant de connaître dans quels territoires ces individus ont grandi (étangs du Vaccarès ou milieux annexes) afin de mieux interpréter ce résultat.

Une étude menée sur le Vaccarès a identifié l'âge de la différenciation sexuelle à environ **2 ans** pour une longueur comprise entre **210 et 220 mm** (Melia et al, 2006). Cette étude estime également que les mâles présents dans le Vaccarès sont susceptibles de quitter la lagune (ou de mourir naturellement ou par pêche) au cours des **3 premières années** alors que les femelles peuvent rester jusqu'à **5 ans**. Ces estimations sont comparables aux résultats obtenus par Acou et al. (2003) qui considèrent l'argenture de la majorité des femelles du Vaccarès (**83,3%**) à un âge compris entre **4 et 5 ans**.

Ces résultats sont nettement inférieurs à ceux observés dans la lagune de Comacchio en Italie où l'argenture est acquise en moyenne à 8 ans pour les mâles et 15 ans pour les femelles (De Leo & Gatto, 1995) (lagune dans laquelle seul le stade argenté est pêché). Il semble donc que, d'une part, la forte productivité du milieu et la faible distance à la mer, favorisant un bon recrutement du système, permettent d'obtenir une très forte abondance d'anguilles et favoriseraient la production de mâles. D'autre part, l'activité de pêche, en exerçant une pression essentiellement sur les individus de taille supérieure à 280 mm, influence également fortement la structuration en taille de la population. Ces différents paramètres agiraient alors sur la dynamique de la population en produisant rapidement des géniteurs ce qui, en réduisant le temps de génération, limiterait les risques de mortalité avant la reproduction (Acou et al, 2003).

## Conclusion et Perspectives

Commencée en 2004, cette étude a pour objectifs de faire un suivi interannuel du recrutement en civelles, de favoriser la colonisation naturelle du Vaccarès par les civelles et d'en étudier les conséquences sur la population en place d'anguilles (variations d'abondance, contaminations, croissance ...).

Avec près de 151 000 individus dénombrés, le recrutement 2019-2020 est faible et ne représente que 20% de la tendance observée ces 5 dernières années (756 594 individus en moyenne entre 2014 et 2019).

Un problème survenu sur la pompe hydraulique alimentant la passe et nécessitant son remplacement a entraîné l'arrêt du suivi du 21 décembre 2019 au 28 janvier 2020. La migration s'est ainsi majoritairement concentrée en février (65%) avec plus de 97 400 individus comptabilisés et dans une moindre mesure en mars qui concentre 28% des captures. Le suivi a ensuite dû être arrêté précocement le 14 mars 2020 en raison de la propagation du Covid-19 qui a contraint l'association à privilégier le télétravail suite aux préconisations gouvernementales. Ainsi, l'analyse de la période de migration est délicate pour cette saison étant donné les multiples facteurs ayant contraint le déplacement des civelles dans la passe.

Les analyses plus fines du fonctionnement hydraulique du grau de la Fourcade ces dernières années ont montré que le simple indicateur « nombre de vannes ouvertes » ne suffit plus à expliquer la variabilité du recrutement mais qu'une moyenne de 200 000 m<sup>3</sup>/jour pendant 5 jours est nécessaire pour générer un attrait en mer significatif. Des réserves sont donc à émettre dans la façon d'aborder la notion d'attractivité et de conditions favorables au recrutement des civelles. Les préconisations de gestion telles qu'elles étaient données par le passé au travers uniquement des ouvertures de vannes ne suffisent donc plus actuellement.

Par ailleurs, dans un contexte de changement global et d'élévation progressive du niveau de la Méditerranée, les possibilités d'ouvertures pour créer un appel en mer sont limitées et la gestion du grau doit être abordée différemment. Dans ce contexte, l'ouvrage de la Fourcade ne répond plus aux enjeux locaux, que ce soit les échanges biologiques ou la sécurité des biens et des personnes comme cela a été mentionné dans les conclusions de l'étude de ressuyage des digues du Petit Rhône.

Dans ce contexte, le SYMADREM a engagé une étude en 2015 visant à apporter des solutions techniques afin d'augmenter la capacité d'évacuation gravitaire du pertuis. En parallèle, la mairie des Saintes Maries de la Mer a engagé une étude pour le rétablissement de la libre circulation piscicole dont les solutions seront intégrées à l'étude du SYMADREM afin de concilier les usages. Ce projet a abouti à une proposition d'aménagement visant le franchissement dans les deux sens d'écoulement entre la mer et les étangs selon les différences de cotes entre les deux milieux. La solution retenue consiste en un radier agrémenté de plots béton couplé à une passe spécifique pour les civelles (travaux à l'horizon 2022).

Enfin, ce dispositif de piégeage de civelles étant unique sur la façade méditerranéenne française et inscrit comme site index du PGA, la poursuite du suivi est indispensable afin de mieux comprendre la dynamique de la population d'Anguille en lagune méditerranéenne.

Par ailleurs, la saison 2019-2020 représente la première année d'échantillonnage via la pose d'un verveux à alevins en amont du pertuis (faisabilité en 2017-2018). Cet échantillonnage vise à apporter des éléments de réponse à l'identification des périodes et configurations hydrauliques favorables au recrutement naturel et ainsi adapter la gestion de l'ouvrage. En 2020, 19 relèves de filet ont été réalisées entre le 29 janvier et le 13 mars et ont permis la capture de près de 2 573 civelles. Ces résultats attesteraient d'une arrivée récente de civelles entre fin février et début mars à l'opposé de ce qui est observée à la

passé. Les civelles auraient ainsi préférentiellement colonisé le Vaccarès au travers des martelières du grau de la Fourcade sur cette période. La poursuite de ce suivi est essentielle et permettra à terme d'apprécier l'efficacité de la future passe à poissons et ainsi nuancer les éventuelles variations de captures à la passe-piège. Dans ce sens, des sessions de marquage de civelles par Rouge Neutre avaient été lancées en 2019 dans le but final d'apprécier la répartition du flux au sein du grau et l'importance du recrutement naturel selon les conditions environnementales. Des évolutions du protocole ont été apportées en 2020 (stabulation des individus, concentration du colorant, etc.) mais les résultats obtenus ne permettent pas de valider la méthode au regard de l'objectif final fixé. Seul un marquage VIE semblerait pouvoir répondre à l'objectif bien que les moyens humains disponibles à ce jour ne permettent vraisemblablement pas de mener à bien un tel suivi.

Actuellement, un projet vise à caractériser la dynamique du recrutement en civelles en différents points du delta de Camargue à partir de l'ensemble des jeux de données préexistants : non seulement au niveau du pertuis de la Fourcade et de la Capelière, mais également en considérant les étangs et marais des Salins de Camargue (données TdV), la station de pompage de Sambuc (TdV/MRM), de la passe-piège à civelles située à l'embouchure du canal d'Arles à Fos (MRM/Grand Port Maritime de Marseille) et d'une passe à anguille localisée aux marais du Vigueirat (amis du marais du Vigueirat). Colin Bouchard, postdoctorant sur ce projet, développe des modèles Bayésiens qui permettent de comparer les flux de recrutement entre les différentes portes d'entrée du delta et d'identifier des facteurs d'influence. Ces modèles permettent ainsi de mieux caractériser la dynamique de recrutement à l'échelle du delta de Camargue et pour chaque station suivie de mieux appréhender les effets environnementaux existants. Ainsi, des mesures de gestion visant à favoriser la remontée des civelles pourront être formulées à des échelles spatiales complémentaires.

De plus, de nouvelles investigations sont menées afin d'estimer l'échappement des géniteurs dans un système où les échanges hydrologiques sont entièrement contrôlés par l'Homme. En ce sens, la Tour du Valat ayant initié en 2018 l'installation d'antennes RFID entre le canal du Fumemorte et le Vaccarès, des réflexions sont engagées quant à l'extension de ce suivi au travers de l'échappement des géniteurs via le pertuis de la Fourcade. L'université de Perpignan expérimente également un suivi de la dévalaison des anguilles par sonar multifaisceaux dans le cadre du projet FLUX sur la lagune de Bages-Sigean qui sera suivi en lien avec les investigations prévues. Aussi, il serait intéressant de mettre en place un suivi équivalent sur une lagune non contrôlée afin de pouvoir comparer l'efficacité du recrutement.

## Bibliographie

ACOU A., LEFEBVRE F., CONTOURNET P., POIZAT G., PANFILI J., CRIVELLI A. J., 2003. Silvering of female eels (*Anguilla anguilla*) in two sub-population of the Rhône delta. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 368 : 55-68.

ADAM G., 1997. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) : dynamique de la sous-population du lac de Grand-Lieu en relation avec les facteurs environnementaux et anthropiques. Université Paul Sabatier, Toulouse II, spécialité hydrobiologie, thèse de doctorat, 353p.

ALS T., HANSEN M., MAES G., CASTONGUAY M., RIEMANN L., ARESTRUP K., MUNK P., SPARHOLT H., REINHOLD H., BERNATCHEZ L., 2011. All roads lead to home: panmixia of European eel in the Sargasso Sea. Molecular Ecology (2011) 20, 1333-1346. 14p.

BAISEZ Aurore, 2001. Optimisation des suivis des indices d'abondances et des structures de taille de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans un marais endigué de la côte atlantique : Relations espèces - habitat. Thèse, Université de Toulouse III et Cemagref de Bordeaux.

BARRAL M., 2001. Étude préliminaire à la mise en place d'« un tableau de bord anguille » sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, campagne d'études 2000. MRM, Fiche signalétiques des différents obstacles expertisés, 86p+ annexes.

BEAULATON L., PENIL C., 2009. Protocole anguille : indice oculaire. Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, 6p.

BRIAND C., FATIN D., FONTENELLE G. et FEUNTEUN E., 2006. Estimating the stock of glass eels in an estuary by mark-recapture experiments using vital dyes. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 378: 23-46.

BRIAND C., FATIN D., LEGAULT A. 2002. Role of eel odor on the efficiency of an eel leader and trap. Publication Environmental Biology of Fishes.

CASSAMAJOR (de) M.N., 1997. Cycle biologique de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*). *Dixièmes rencontres interrégionales de l'AGLIA*, Saint Jean de Luz, 37-45.

CHANCEREL F., 1994. La répartition de l'Anguille en France. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 335 : 289-294.

COGEPOMI RMC, 2004. Plan de gestion du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse 2004-2008, 49p+ annexes.

COGEPOMI RMC, 2011. Plan de Gestion des Poissons Migrateurs du bassin Rhône Méditerranée Corse 2010-2014. DIREN Rhône-Alpes, délégation de bassin RMC.

CRIVELLI A.J, 1998. L'Anguille dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse : une synthèse bibliographique. DIREN-DB RMC, publication COGEPOMI RMC, 83p.

CRIVELLI A. J., AUPHAN N., CHAUVELON P., SANDOZ A., MENELLA J. Y., POIZAT G., 2008a. Glass eel recruitment, *Anguilla anguilla*, in a Mediterranean lagoon assessed by a glass eel trap : factors explaining the catches, *Hydrobiologia*, 602: 79-86.

CRIVELLI A.J., VANEL N., CONTOURNET P., BLANC X., AUPHAN N., LABEL I., 2008b. Étude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès - Campagne d'étude 2008., Association MRM, 34p.

DE LEO, G. A. & GATTO M., 1995. A size and age-structured model of the European eel (*Anguilla anguilla*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52: 1351-1367.

DESAUNAY Y., GUERRAULT D., 1997. Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae: a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. Journal of Fish Biology., 51 (supplément A) : 317-339.

DURIF C., DUFOUR S., ELIE P. 2005. The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. Journal of Fish Biology 66:1025-1043.

EDELIN E., 2005. Facteurs de contrôle de la dispersion continentale chez l'anguille., Thèse Université de Toulouse II, 144p.

ELIE P., 1979. Contribution à l'étude des montées de civelles d'*Anguilla anguilla* dans l'estuaire de la Loire : pêche écologie, écophysiologie et élevage. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, 372p, Université de Rennes

ELIE P., 1998. Vie d'anguille. *Eaux libres*, 24 : 4-7

ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE I., CHARLON N., 1982. Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L. (poisson téléostéen anguilliforme)., *Vie et Milieu* 32: 149-157.

ELIE P. & RIGAUD C., 1984. Étude de la population d'anguilles de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine : pêche, biologie, écologie. Examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome. Rapport CEMAGREF, 174 p.

FINIGER, 1976. Contribution à l'étude biologique et écologique des civelles (*Anguilla anguilla* Linné 1758) lors de leur pénétration dans un étang méditerranéen. *Vie Milieu* 26: 123-144.

FEUNTEUN E., ACOU A., GUILLOUET J., LAFAILLE P. LEGAULT A., 1998. Spatial distribution of an eel population (*Anguilla anguilla*) in a small coastal catchment of northern Brittany (France)., Consequences of hydraulic works. Bulletin Français de Pêche et Pisciculture, 349: 129-139.

JELLYMAN D. et LAMBERT J. G. D., 2003. Factors affecting recruitment of glass eels into the Grey River, New Zealand. *Journal of Fish Biology*, 63: 1067-1079.

LAFAILLE P., CRAGUELJ.M. et LEGAULT A., 2007. Temporal patterns in the upstream migration of European glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*

LECOMTE-FINIGER R., 1978. The early life of the European eel. *Nature*, 370: 424 p.

MCCLEAVE J.D., 1993. Physical and behavioral control on the oceanic distribution and migration of leptocephali. *Journal of Fish Biology*, 43: 243-273

MCCLEAVE J.D., BRICKLEY P.J., O'BRIEN K.M., KISTNER D.A., WONG M.W., GALLAGHER M., WATSON S.M., 1998. Do leptocephali of the European eel swim to reach continental

waters? Status of the question., Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 78, 285-306.

MELIA P, BEVACQUA D., CRIVELLI A.J., DE LES G. A., PANFILI J., GATTO M., 2006. Age and growth of *Anguilla anguilla* in the Camargue lagoons. Journal of Fish Biology 68, 876-890.

NICOLAS D., CONTOURNET P., HILAIRE S., LUNA-LAURENT E., MILESI D., LEBORNE F., BOULONGNE P., PARENT M., BOUTRON O., POULIN B., THIBAUT M. 2020. Étude de la connectivité hydrobiologique entre le milieu marin et le complexe lagunaire du Vaccarès via les étangs et les marais des salins de Camargue -Suivis ichtyologiques 2016-2020. Tour du Valat.

NAISMITH I.A., KNIGHTS B., 1990. Studies of sampling methods and of techniques for estimating populations of eels, *Anguilla anguilla*. Aquaculture and Fisheries Management, 21: 357-367.

PANFILI J., 1993. Estimation de l'âge individuel des poissons : méthodologies et applications à des populations naturelles tropicales et tempérées. ORSTOM, Travaux et Documents Microédités n°112, 456p.

PANFILI J., XIMENES M.C., 1994. Évaluation de l'âge et de la croissance de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) en milieu continental : méthodologie, validation, application en Méditerranée et comparaison en Europe. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 335 : 43-66.

TZENG W.N., CHENG P.W., LIN F.Y., 1995. Relative abundance, sex ratio and population structure of the Japanese eel *Anguilla japonica* in the Tanshui River system of northern Taiwan., Journal of Fish Biology, 46: 183-201.

WILSON J. M., REIS-SANTO P., FONSECA A. V., ANTUNES C., BOUCA P. D. et J. C., 2007. Seasonal change in ionoregulatory variables of the glass eel *Anguilla anguilla* following estuarine entry: comparison with resident elvers. Journal of Fish Biology, 70: 1239-1253.

WIRTH T., BERNATCHEZ L., 2001. Genetic evidence against panmixia in the European eel. Nature, Vol.409, 6823, 1037-1040.

XIMENES M.C., 1986. L'anguille européenne en Méditerranée française. Aspects écobioécologiques et halieutiques. Cemagref Montpellier, rapport, 166p.

XIMENES M.C., LE CORRE G., LECOMTE-FINIGER R., MALLAWA R., SAGLIOCCO M., 1986. L'anguille en Méditerranée française. Aspects écobioécologiques et halieutiques. Rapport CEMAGREF, Secrétariat d'État de la Mer, 99p + annexes.

## Table des figures

Figure 1 : Nombre de captures journalières de civelles estimées au cours du suivi 2019-2020 .....	8
Figure 2 : Nombre de captures mensuelles observées.....	8
Figure 3 : Évolution du débit du Rhône et du vent (direction et intensité) au cours du suivi 2019-2020 confronté aux captures journalières .....	10
Figure 4 : Illustration du panache du Rhône et de la salinité de la Méditerranée en fonction du débit et du vent (Prévimer) .....	10
Figure 5 : Précipitations mensuelles de la période de suivi confrontée aux valeurs moyennes (Source SNPN) .....	11
Figure 6 : Évolution de la surcote de l'étang en fonction du vent et des précipitations au cours de la saison 2019-2020.....	11
Figure 7 : Proportions mensuelles d'ouverture du pertuis (Source PNR Camargue) .....	12
Figure 8 : Bilan hydrologique mensuel du pertuis de la Fourcade durant la saison 2019-2020 (Sources : SNPN, Tour du Valat).....	12
Figure 9 : Évolution de la salinité moyenne mensuelle au sein du Malagroy (SNPN Réserve Naturelle Nationale de Camargue).....	13
Figure 10 : Évolution de la température et du vent comparés à l'évolution des captures journalières au cours du suivi 2019-2020 .....	13
Figure 11 : Captures journalières par gamme de température en 2019-2020 .....	14
Figure 12 : Corrélations entre volumes sortants du pertuis et vitesses d'écoulement .....	14
Figure 13 : Corrélations entre le fonctionnement des pompes et le maximum de captures observé à la passe en 2015.....	15
Figure 14 : Évolution des captures journalières confrontée au fonctionnement horaire des pompes de la station de l'Éolienne .....	15
Figure 15 : Résultats des échantillonnages au filet réalisés sur la saison 2019-2020 en amont du pertuis de la Fourcade .....	16
Figure 16 : Comparaison des CPUE (Captures par Unité d'Effort) des civelles capturées via le filet et la passe-piège pour la saison 2019-2020.....	16
Figure 17 : Évolution des stades pigmentaires des individus capturés à la passe-piège au cours du suivi 2019-2020.....	17
Figure 18 : Évolution des stades pigmentaires des individus capturés au filet au cours du suivi 2019-2020 .....	17
Figure 19 : Structure en tailles (A) et poids (B) de la cohorte 2019-2020.....	18
Figure 20 : Évolution de la taille moyenne, du poids moyen (A) et de l'indice de condition moyen mensuels (B) des civelles capturées à la passe-piège.....	18

Figure 21 : Comparaison du nombre de jours de suivi sur la période 2004-2020.....	21
Figure 22 : Évolution du nombre de captures saisonnières depuis 2004.....	22
Figure 23 : Évolution de l'indice de recrutement et des captures de civelles sur les sites d'Arzal et du Vaccarès depuis 2004.....	23
Figure 24 : Comparaison des flux migratoires des différentes cohortes depuis 2004.....	24
Figure 25 : Cumul des captures mensuelles depuis 2004.....	24
Figure 26 : Évolution des tailles moyennes mensuelles depuis 2004.....	24
Figure 27 : Pourcentage de relèves de filets valides par an et par station par rapport au nombre total de relèves théoriquement attendues pour les mois d'avril à juin et de septembre à novembre pour la capétchade et les mois de février à avril pour les 3 filets à civelles (F_alevin 1_2, 3_4 et 7_8), depuis 1996. Seules les relèves avec captures sont disponibles dans la base pour les années 1993-1995. ....	25
Figure 28 : Boxplot représentant l'effort de pêche (le temps de pose d'un filet entre chaque visite) par filet et par année à la station de la Capelière. La capétchade 1-2-3 correspond à la capétchade de 6mm de maille et les 3 filets à alevins aux filets à civelles de 1.5mm de maille). ....	26
Figure 29 : CPUE (captures par unité d'effort de pêche) de civelles à la Capelière de Février à Avril de 1993 à 2020 (données Tour du Valat/SNPN), en haut, et en bas, sur une échelle logarithmique. A partir de 2004, 3 filets à civelles sont utilisés au lieu d'un. En noir est indiquée la moyenne annuelle des moyennes mensuelles avec l'intervalle de confiance qui est calculé par une méthode de ré-échantillonnage bootstrap. En rouge est indiquée la somme des captures en prenant en compte un seul filet par jour de pêche : le filet où les captures ont été maximales. En bleu est indiqué l'indice de recrutement européen (données CIEM/WGEEL).....	27
Figure 30 : A gauche, comparaison interannuelle des captures totales effectuées à la passe à civelles au grau de la Fourcade de Janvier à Avril (données MRM) et des estimations du nombre total de civelles obtenu à la Capelière entre Février et Avril (données Tour du Valat). Les années 2011 et 2012 où la passe à civelles n'a pas fonctionné pendant les mois de Janvier à Avril ont été otées. A droite, relation linéaire entre les captures log-transformées de la passe-piège et celle de la Capelière. ....	28
Figure 31 : Captures par unité d'effort en nombre (A, CPUE) et en biomasse (B, BPUE) d'une capétchade sur six mois de l'année (avril-juin et septembre-novembre) de 1993 à 2020 à la station de la Capelière. Les données sont log-transformées et moyennées par mois puis par année. La moyenne interannuelle est indiquée en rouge pointillé. Les intervalles de confiance en gris ont été calculés par une méthode de ré-échantillonnage bootstrap (Données Tour du Valat) .....	29

Figure 32 : Relation entre la taille et le poids des anguilles capturées à la Capelière entre 2008 et 2017 (données Tour du Valat).....	29
Figure 33 : Barplot représentant la proportion relative des différents stades d'anguilles identifiés par an obtenu dans la capétchade à la Capelière pour 6 mois de l'année (avril-juin et septembre-novembre). A partir de 1997, le diamètre des yeux est réalisé et permet de calculer l'indice de Pankhurst pour différencier les anguilles jaunes des anguilles argentées. A partir de 2008, la longueur de la nageoire pectorale est également mesurée, ce qui permet d'appliquer l'indice d'EELREP (données Tour du Valat). La proportion des individus avec des mesures complètes (taille, poids, diamètres des yeux et longueurs de la pectorale pour les individus supérieurs à 30 cm à partir de 2008) par rapport au nombre total de captures par an est indiqué en haut de chaque barre. ....	30
Figure 34 : Distribution en tailles des anguilles, (A) des stades anguilletes à argentées et (B) des stades jaunes à argentées (supérieures ou égales à 300 mm), capturées à la Capelière avec la capétchade depuis 2008 (données Tour du Valat). ....	31
Figure 35 : Relation entre L100 et la dimension des mailles rigides (Ximenes, 1986 ; Baisez, 2001) ou en filet (Adam, 1997 ; Naismith et Knight, 1990), Source : Rigaud et Lafaille 2008.....	31

## Table des Tableaux

Tableau 1 : Nombre d'individus analysés chaque mois à la passe-piège lors de la campagne 2019-2020 .....	17
Tableau 2 : Caractéristiques des sessions de marquage réalisées pour la saison 2019-2020 19	

## Table des Annexes

Annexe 1 : Contexte et méthodologie de l'étude.....	41
Annexe 2 : Aire de répartition de l'Anguille européenne ( <i>Anguilla anguilla</i> ).....	49
Annexe 3 : Description sommaire des stades pigmentaires de la civelle .....	50
Annexe 4 : Schéma d'une capétchade (MRM).....	51
Annexe 5 : Relevés de décisions des C.E.D.E du 19/10/2020 et 19/12/2020.....	52



Les civelles se pigmentent progressivement jusqu'à atteindre le stade Anguilllette (Elie et al., 1982, in Edeline, 2005), durant lequel elles poursuivent leur migration vers l'amont en colonisant les hydrosystèmes continentaux accessibles. S'ensuit le stade Anguille jaune, phase de croissance essentiellement sédentaire jusqu'à la maturation sexuelle (3 à 5 ans dans le système Vaccarès).



Au terme de sa période continentale, l'Anguille subit une dernière métamorphose pour atteindre le stade Anguille argentée. La dévalaison des anguilles débute généralement à l'automne et se poursuit jusqu'au début du printemps (Durif et al., 2005).

### Paramètres environnementaux influençant le flux entrant de civelles sur le littoral camarguais

- Le débit fluvial, la salinité et le vent :

L'intensité du courant se traduit par des conditions plus ou moins favorables à la migration des civelles. Creutzberg (1961) a montré que les civelles manifestent une rhéotaxie positive (i.e. nage à contre-courant) pour des courants de 0,2 m/s, mais qu'elles nagent près du fond ou bien s'enfouissent pour des courants supérieurs à 0,36 m/s. Les débits importants peuvent alors provoquer un blocage hydrodynamique similaire à l'effet de blocage des obstacles physiques, comme les barrages (Lafaille et al., 2007).

L'accroissement du débit fluvial semble également provoquer l'apparition d'un important panache d'eau douce en milieu marin, qui attire vraisemblablement les civelles présentes sur le plateau continental vers les embouchures (Leconte-Finiger, 1978).

Le vent provoque une circulation des eaux superficielles et joue sur le mélange des eaux douces et salées. La vitesse du vent doit être supérieure à 10 m/s pour activer ce mélange (Leconte-Finiger, 1978 ; Elie, 1979 ; Weber, 1986). En Méditerranée, lorsqu'il vient de la mer (Sud), il est principalement à l'origine de la pénétration des eaux marines dans les lagunes côtières ou dans les embouchures.

- La température de l'eau :

La température de l'eau connaît une grande variabilité au cours du suivi avec des changements qui peuvent être importants et rapides. Les faibles hauteurs d'eau, caractéristiques des milieux lagunaires, répondent alors rapidement aux conditions météorologiques (ensoleillement, température, vent, etc.). Ainsi, des chutes de températures, souvent courtes et brutales, sont généralement liées à des épisodes de Mistral, alors qu'au contraire un vent de sud réchauffe les températures.

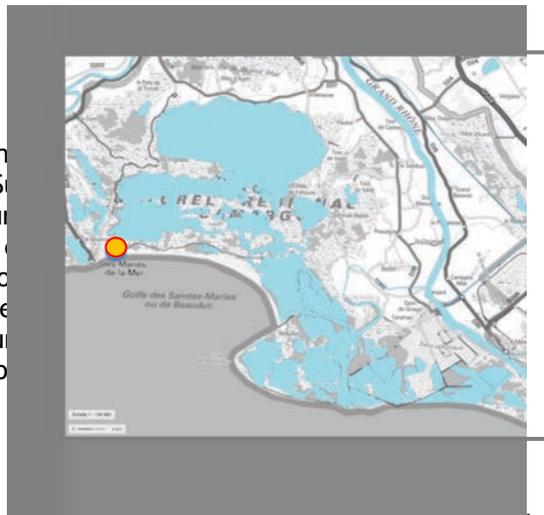
Les températures douces sont favorables au maintien de la migration (Elie, 1998) et les températures basses arrêtent la progression des individus. Pour des températures inférieures à 6 °C, la migration semble stoppée et devient optimale entre 10 et 12 °C (Crivelli *et al.*, 2008).

Par ailleurs, il semblerait que le seuil thermique absolu soit à relativiser en fonction de la température de l'eau de mer. En effet, une différence thermique de 3-4°C entre les eaux marines et continentales pourrait être bloquante (Gandolfi et al., 1984).

## Contexte géographique

### Le delta de Camargue

L'île de Camargue comprend un système d'étangs composé, au Nord, de l'étang du Vaccarès connecté au Sud au complexe des étangs inférieurs. Ces étangs inférieurs qui assurent la transition vers la mer, sont composés de deux sous-unités : les Impériaux à l'Ouest (Malagrotte, Monro et Impérial) et le Lion à l'Est (Lion et Dame). L'ensemble de ce système d'étangs représente une superficie totale de 12 000 ha et un volume de 163 millions de m<sup>3</sup> d'eau pour une cote maximale de 0,5 m NGF.



Une grande partie de ce territoire (dont la majeure partie de l'étang du Vaccarès) constitue la Réserve Nationale de Camargue qui est gérée par la Société Nationale pour la Protection de la Nature (SNPN).

Ce système d'étangs est séparé de la mer par une digue équipée de trois pertuis (d'Est en Ouest : La Comtesse, Rousty et la Fourcade). Le pertuis de Rousty n'est plus fonctionnel depuis de nombreuses années. Le pertuis de la Fourcade, situé à l'Est des Saintes Maries de la Mer et à l'extrémité ouest de la digue à la mer, constitue la principale connexion entre la mer et les étangs intérieurs. Le pertuis de la Comtesse est fonctionnel, et davantage depuis 2008, lorsque le vaste territoire de 6 500 ha situé au Sud-Est des étangs du Lion et de la Dame a été vendu par la Compagnie des salins du midi au Conservatoire du Littoral. Cet espace, renommé les étangs et marais des Salins de Camargue, dédié jusqu'en 2009 à l'activité salicole retrouve progressivement un fonctionnement naturel typique des milieux côtiers méditerranéens. Depuis 2011, l'action de la mer *via* la multiplication de brèches dans les digues a fortement contribué à cette renaturation. De plus, des travaux entrepris dans le cadre d'un projet européen (LIFE + MC-SALT) et d'un projet soutenu par l'association WWF France sont entrepris depuis 2015 afin d'améliorer la reconnexion de ces anciens salins avec les étangs intérieurs. Aujourd'hui, cette reconnexion entre la mer et l'étang du Vaccarès à l'Est de l'île de la Camargue ouvre une nouvelle voie migratoire pour l'Anguille (Nicolas et al., 2020).

### Le pertuis de la Fourcade

Les possibilités d'échanges entre les étangs et la mer se font *via* 13 martelière et reposent exclusivement sur une gestion anthropique du grau de la Fourcade (Figure ci-dessous). Toutefois, la gestion de cet ouvrage doit prendre en compte les différentes contraintes liées au delta de Camargue et à ses usagers.



Les orientations de gestion des vannes du pertuis sont, depuis les importantes inondations de 1993 et 1994, déterminées au sein de la Commission Exécutive de l'Eau (CEDE), réunissant divers acteurs de la gestion de l'eau en Camargue, institutionnels ou privés. Cette commission se regroupe environ tous les 2 mois pour établir des consignes de gestion. La gestion opérationnelle du pertuis est quant à elle assurée par un technicien des services de la mairie des Saintes Maries de la Mer.

Parmi ces contraintes, celles liées aux risques naturels sont les principales. En effet, la vulnérabilité du territoire face au risque inondation amène la commission à prendre en compte en priorité les éléments climatiques notamment dans un contexte de changement global qui entraîne l'élévation du niveau marin.

Viennent ensuite les enjeux sociaux et humains, puisque la pêche et l'agriculture (riziculture surtout) représentent des secteurs d'activités importants en Camargue et ont des nécessités particulières quant aux besoins en eau (quantitatif et qualitatif).

Enfin, les enjeux écologiques sont pris en compte dans les décisions d'ouvertures et de fermetures des vannes. Les échanges biologiques étant primordiales au niveau de ce grau, un maximum d'ouvertures doit favoriser les échanges biologiques entre le delta et la Méditerranée. Durant les périodes propices au recrutement des civelles et à la dévalaison des anguilles argentées, l'Association MRM préconise ainsi une ouverture maximale des vannes pour favoriser le passage des individus.

Dans le cadre du projet d'augmentation de la capacité d'évacuation et l'automatisation des vannes du pertuis de la Fourcade et en lien avec le SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021, la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer a lancé une étude visant à déterminer les modalités techniques permettant l'amélioration de la continuité écologique au niveau du pertuis. Un dispositif toujours à l'étude permettra un franchissement plus régulier des espèces dans les deux sens d'écoulement entre la mer et les étangs et consistera en un radier agrémenté de plots béton couplé à une passe spécifique pour les civelles (dates des travaux encore indéterminées).

## La station de l'Éolienne

À l'ouest immédiat du pertuis se trouve la station de drainage de l'Éolienne, équipée de deux pompes d'un débit maximum de 1 500 l/s chacune, qui assure le drainage pluvial de certains marais de la commune des Saintes Maries de la Mer (*Figure ci-dessous*).

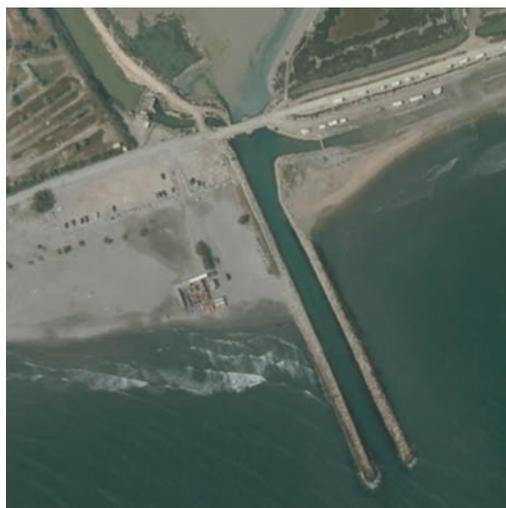
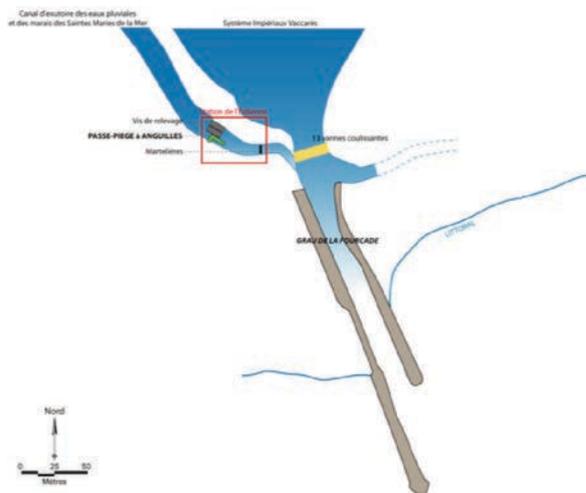


Lorsque les martelières sont fermées, le débit d'attrait en mer est constitué essentiellement par celui de l'exutoire du canal des eaux pluviales. Il attire ainsi les civelles qui se retrouvent prises dans un cul-de-sac, sans espoir de pouvoir atteindre le système Vaccarès.

Ce site a ainsi été retenu comme prioritaire pour la mise en place d'un suivi pérenne de la dynamique migratoire des civelles par la mise en place d'une passe-piège à civelles (Barral, 2001). Ce site a en effet pour intérêts de :

- Constituer un point de blocage,
- Procurer un débit d'attrait au niveau du grau,
- Être à proximité de la mer,
- Bénéficier d'une alimentation électrique et d'un bâtiment fermé.

Par ailleurs, les données récoltées mensuellement par la Tour du Valat dans l'étang du Vaccarès (pêches scientifiques), en partenariat avec la Réserve Nationale de Camargue et la SNPN, montrent qu'il existe le plus souvent un fort déficit du recrutement en civelles dans le système (Crivelli *et al.*, 2008). Afin de tester cette hypothèse, une passe-piège à civelles a été installée par Fish-Pass à l'automne 2003 à côté des pompes de l'exutoire du canal des eaux pluviales et des marais (*Figures ci-dessous*).



Cette passe constitue aujourd'hui un site index du Plan de Gestion de l'Anguille (PGA) et s'intègre dans le cadre d'un suivi pérenne au sein du PLAGEPOMI 2016-2021.

De plus, en lien avec les captures associées à la passe-piège, la question du recrutement naturel est également prise en compte depuis 2016. Le recrutement naturel fait référence aux individus ayant colonisé le système des étangs directement via l'ouverture des martelières du pertuis de la Fourcade. Des tests d'échantillonnages en amont du pertuis sont ainsi réalisés depuis 2016 afin de mieux appréhender l'identification de périodes favorables au recrutement et ainsi adapter la gestion de l'ouvrage.

Ce suivi est également pensé de manière à apprécier la part du recrutement naturel dans le recrutement global dans le but d'apporter des éléments de réponse quant à l'efficacité de la future passe à poissons et ainsi nuancer les éventuelles variations de captures à la passe-piège.

## Recrutement des civelles

### Suivi du recrutement au travers de la passe-piège

Les individus sont attirés à proximité du système de capture par un débit d'attrait constant fourni par une pompe immergée dans le canal. Le flux d'eau est réparti au niveau du système de capture par deux canalisations équipées de vannes. La première canalisation alimente un bac entonnoir qui renouvelle à la fois l'eau du bac de capture et crée une lame d'eau sur la rampe de reptation. La seconde canalisation se déverse dans une goulotte qui aboutit à l'aval de la rampe de reptation, dans le but de créer le débit d'attrait.

Les rampes de reptation sont constituées de plaques PVC lisses de 40 cm de large sur lesquelles sont implantées des brosses de filaments synthétiques rigides.

Après avoir gravi la rampe, les anguilles tombent dans un bac de capture, d'une capacité de 200 litres. Le flux créant la lame d'eau sur la rampe se déverse en partie dans ce bac et permet le renouvellement de l'eau, et ainsi sa réoxygénation.



Au fond du bac de capture, un système de vidange obturé par une grille permet d'évacuer l'eau tout en conservant les anguilles. Ce système est une sécurité qui évite les débordements. Une fois le bac vidangé, les anguilles sont capturées manuellement par l'intervenant.

## Période de fonctionnement et fréquence de suivi

Au regard des résultats des années antérieures, la passe-piège est opérationnelle systématiquement de janvier à avril puis d'octobre à décembre depuis l'année 2006. Elle est en revanche désactivée de mai à octobre pour des raisons de coûts de fonctionnement et de personnel par rapport aux effectifs susceptibles d'être piégés.

La passe est visitée à *minima* deux fois par semaine mais la fréquence des visites varie en fonction des captures. Ainsi, en période de pic de migration, une visite journalière s'impose.

## Protocole de suivi

Les civelles capturées sont pesées, puis relâchées en amont des martelières, au niveau du canal reliant les martelières à l'étang des Impériaux.

Durant toute la période de suivi, un sous-échantillon de civelles (N= 50) est prélevé chaque semaine afin de déterminer la longueur et le poids des civelles ainsi que leur stade de pigmentation (permettant de renseigner le temps de résidence en eau douce ainsi que le comportement alimentaire et migratoire) (*Annexe 3*). 6 sous-échantillons hebdomadaires de 30 civelles sont également prélevés et pesés afin d'estimer un poids moyen représentatif de la totalité des individus capturés et ainsi d'évaluer l'effectif total.

## Évolution du recrutement naturel

### Suivi au filet

De **janvier à mars** (période favorable à la migration), lors de périodes « types » (définies par des conditions de température, flux entrant ou sortant, mistral ou vent de sud, pic ou non observé à la passe-piège), un **verveux à alevin** (maille 1,5 mm) est placé en amont immédiat du pertuis.

La relève du verveux s'effectue en même temps que celle de la passe et l'ensemble des individus capturés est pesé. De même, lors de chaque session de piégeage, 50 individus sont gardés pour effectuer une biométrie individuelle et déterminer leur stade pigmentaire. Ces résultats sont comparés à l'échantillonnage et aux captures observées à la passe-piège.

### Opérations de marquage-recapture

Dans l'optique de pouvoir évaluer la répartition du flux et l'importance du recrutement naturel en comparaison des captures à la passe, quelques lots de civelles sont récupérés dans la passe-piège et sont marqués à l'aide d'un colorant vital (rouge neutre).

Les civelles marquées sont d'abord déversées au pied de la passe et en amont du pertuis afin d'évaluer l'efficacité des différents dispositifs de piégeage (passe et verveux). Selon le retour d'expérience de cette manipulation, dans un second temps, des lots de civelles marquées seront déversés à différents endroits du grau (rive droite / rive gauche...) et dans des conditions environnementales variées (flux hydrauliques entrant ou sortant, fermeture des martelières, etc.).

Si le retour d'expérience est positif, la réalisation de ces opérations sera poursuivie même après l'aménagement de la future passe à poissons afin d'apprécier, d'une part, l'efficacité de l'aménagement et, d'autre part, de nuancer les éventuelles variations de captures à la passe-piège.

## Analyse des données

### Effectifs capturés

Depuis la cohorte 2011-2012, les données sont analysées en termes de cohorte afin d'avoir une meilleure compréhension des mécanismes migratoires. La période de suivi s'étale donc d'octobre de l'année N<sup>-1</sup> à avril de l'année N.

## Données environnementales

L'entrée des civelles sur le domaine continental sur un certain nombre de site est connue, mais le contexte méditerranéen et en particulier celui du système Impériaux/Vaccarès soulèvent encore de nombreuses interrogations. Afin d'analyser le recrutement des civelles et d'essayer d'en comprendre le mécanisme sur ce site, un ensemble de données est recueilli ou mis à disposition :

- Évolution de la température de l'eau du débit d'attrait avec un thermomètre enregistreur. Ces données recueillies par MRM depuis plusieurs années permettent d'observer l'effet de la température sur le recrutement et d'estimer la plage la plus propice à la remontée des civelles.
- Paramètres de fonctionnement des pompes du canal. Les données horaires sont relevées à chaque passage de MRM. En cas de fermeture des martelières ces pompes constituent le seul débit d'attrait. Une confrontation entre fonctionnement des pompes et recrutement des civelles permet de voir s'il y a ou non une relation entre ces deux éléments.
- Évolution des ouvertures des vannes de l'ouvrage. En fonction du niveau des étangs et de celui de la mer, l'ouverture des martelières permet de créer un flux d'eau qui peut être attractif. L'analyse de ces données transmises par le parc naturel régional de Camargue permet donc de vérifier si une relation existe entre ouverture des vannes et recrutement.
- La Tour du Valat transmet également les données de volume entrant ou sortant en m<sup>3</sup>/jour au sein du pertuis. Ces données sont confrontées au recrutement afin d'observer si elles ont une influence ou non.
- Évolution de la salinité au sein du système Impériaux/Vaccarès et direction et intensité du vent, transmis par la SNPN, gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue afin d'évaluer l'éventuel attrait chimique lorsque les martelières sont ouvertes.
- Évolution du panache du Rhône via les débits journaliers au niveau de la station hydrologique de Beaucaire à partir de la base de données de la Banque Hydro et de la salinité en mer (Prévimer).

## Suivi des individus dans le Vaccarès

L'objectif à long terme du Plan National de Gestion de l'Anguille étant d'assurer l'échappement de 40% des géniteurs vers l'océan par rapport à une situation sans impact anthropique, il est essentiel de pouvoir estimer la quantité de civelles ayant colonisé le système ainsi que leur devenir.

L'objectif ici est d'estimer la proportion de civelles entrées naturellement et déduire la quantité totale de civelles ayant colonisé le système.

Une fois les civelles relâchées dans le système Impériaux-Vaccarès, il faut également suivre leur devenir jusqu'à leur départ en migration sous forme d'anguilles argentées.

## Échantillonnage des anguilles

La Tour du Valat réalise un échantillonnage dans le Vaccarès sur le site dit de la Capelière et sur les Impériaux sur le site de Malagroy depuis 1993 (Depuis 2015, le suivi sur la station du Malagroy a été stoppé en raison du plan de charge de travail de la Tour du Valat).

Une capéchtade (*Annexe 4*) à alevins (paradière orientant les individus vers un piège constitué de deux verveux de maille de 1,5 mm) a été installée de 1993 à 2003 à la station de la Capelière. A partir de 2004, 2 captéchtades à alevins supplémentaires sont posées une semaine par mois à la Capelière pour les mois de février et avril. Les filets sont visités tous les jours et capturent aussi bien les civelles que les petites anguilles.

Une capéchtade palavasiennne (paradière orientant les individus vers un piège constitué de 3 verveux de maille de 6 mm en queue) sont également installées chaque année à la Capelière une semaine par mois, d'avril à juin et de septembre à novembre depuis 1993. Elles ne capturent pas les civelles mais les anguillettes, les anguilles jaunes et les anguilles argentées.

Les capéchtades sont calées dans la mesure du possible durant la lune noire, période qui favorise généralement le mouvement des individus.

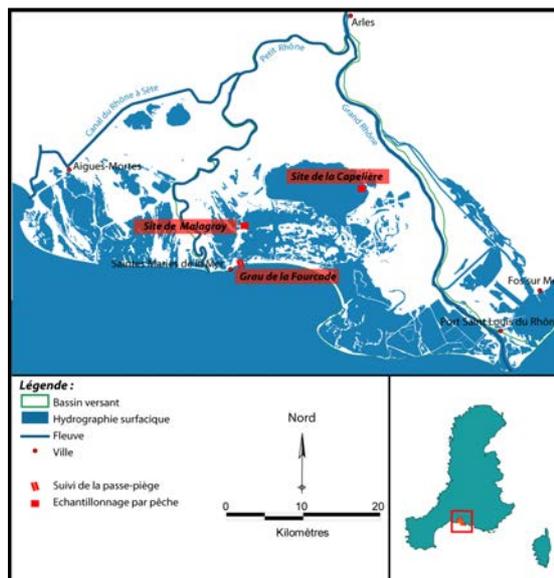
## Mesures biométriques

Toutes les civelles et anguilles capturées sont au minimum mesurées et pesées. Depuis 2005, un sous-échantillon de civelles capturées dans le Vaccarès est également analysé pour leur stade de pigmentation. Pour toutes les anguilles supérieures à 30 cm, les diamètres des yeux horizontaux et verticaux sont mesurés depuis septembre 1997. Depuis Avril 2008, la longueur de la nageoire pectorale est également mesurée afin de déterminer l'indice d'argenture (Eelrep) (Beaulaton, 2009) (Durif *et al.*, 2005).

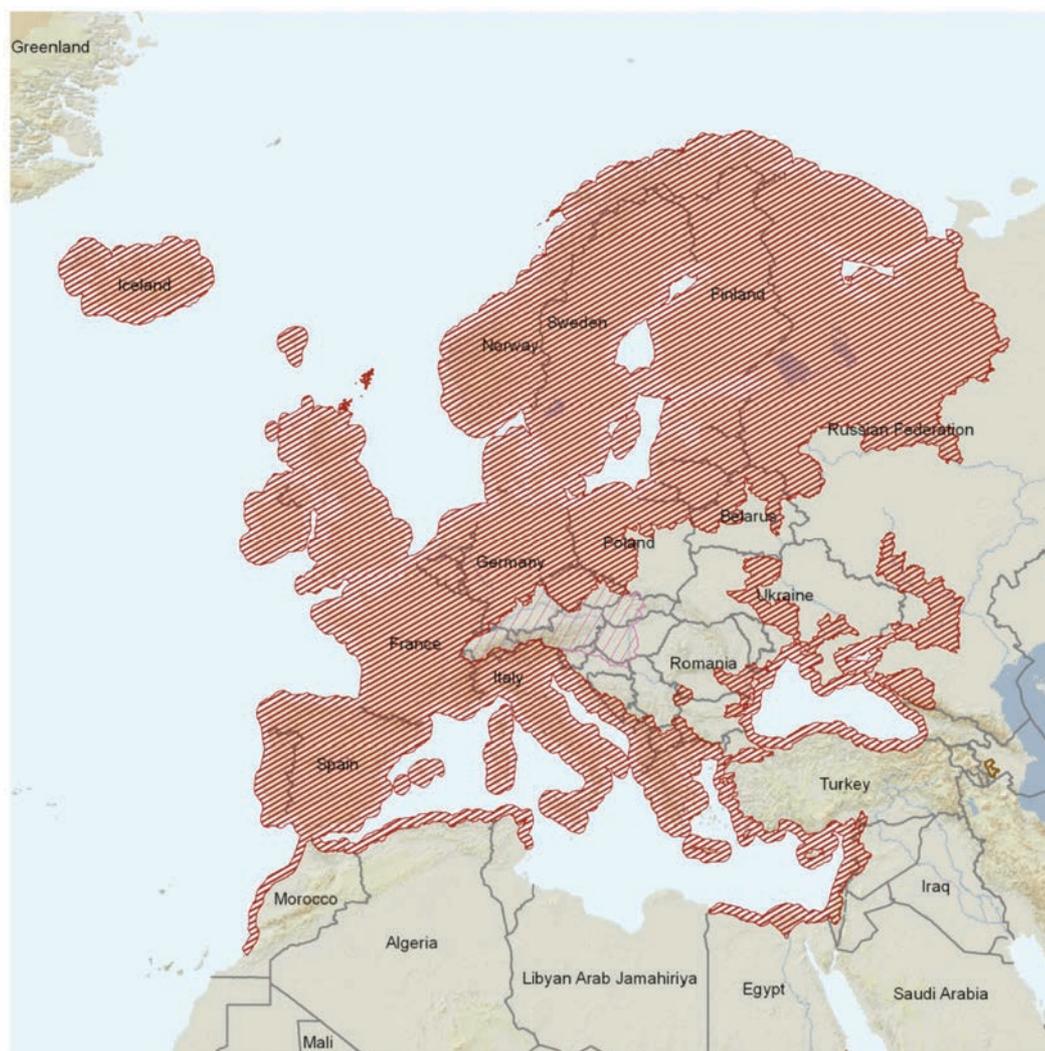
## Analyse des données

Les données relatives aux captures de civelles et d'anguilles sont disponibles sur une longue période et permettent de comparer les différentes années, mais aussi de donner une évolution générale de ces captures. L'analyse de ces données permet également de vérifier si un lien existe entre les civelles capturées dans la passe-piège et les civelles ou anguilles capturées lors des pêches dans les étangs.

La comparaison des captures entre les différents sites de pêches permet également de formuler certaines hypothèses.



Annexe 2 : Aire de répartition de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*)



*Anguilla anguilla*

range type

- native (resident)
- native (breeding)
- native (non breeding)
- reintroduced
- introduced
- origin uncertain
- possibly extinct
- extinct

- national boundaries
- subnational boundaries
- lakes, rivers, canals
- salt pans, intermittent rivers

data source:  
IUCN (International Union for Conservation of Nature)

HE DD LC NT VU EN **< CR >** EW EX  
 CR  
 CRITICALLY ENDANGERED

azimuthal equal area central point: 130° E, 0°  
map created 09/24/2008



Annexe 3 : Description sommaire des stades pigmentaires de la civelle  
(Briand et al, 2005)

Stades pigmentaires	Description
VA	apparition des 1 <sup>o</sup> pigments sur la caudale de la civelle
VB	Progression de la pigmentation le long du corps
VIA0	Progression de la pigmentation derrière la tête
VIA1	Pigmentation dorso-latérale
VIA2	Pigmentation dorso-latérale plus développée
VIA3	Pigmentation dorso-latérale complète mais absence au niveau ventro-latéral
VIA4	Développement au niveau ventro-latéral
VIB	Distribution indistincte des pigments le long du corps
VII	Développement généralisé des cellules à pigments jaune

**+**

**Civelle**

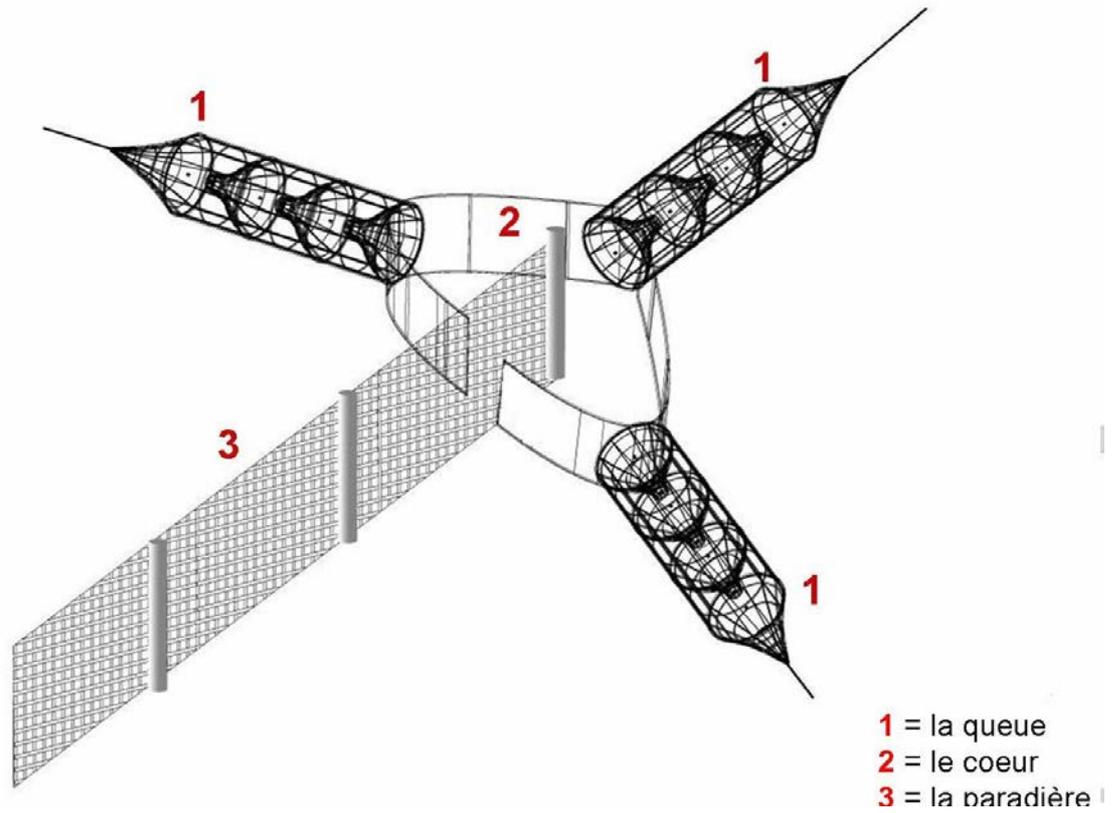
**-**

**Anguilllette**

Transparence

Temps passé en eau saumâtre

### Annexe 4 : Schéma d'une capêchade (MRM)



## Annexe 5 : Relevés de décisions des C.E.D.E du 19/10/2020 et 19/12/2020



### Relevé de décisions de la réunion de la C.E.D.E. du 19 octobre 2019

Locaux de la SNPN Réserve nationale de Camargue La  
Capelière

#### Présents :

DALLE Léa	DDTM 13
JOBERT Pascal	DDTM 13
BENOIT Jean Claude	Comité local des pêches
CHEIRON Anaïs	SNPN / Réserve de Camargue
MIGNE Emmanuelle	SNPN / Réserve de Camargue
LAMBREMON Jordane	Association MRM
DE PARIS Céline	SYMADREM
MARCOS Claire	SMGAS du Pays d'Arles
RAVIOL Pierre	SMGAS du Pays d'Arles
VIANET Régis	Parc naturel régional de Camargue
ARSAC Bernard	Syndicat des Riziculteurs
DERVIEUX Alain	DESMID
BOUSTRON Olivier	Tour du Valat

#### Excusés :

MARTIN Aline	Ville d'Arles
BERTRAND Stéphanie	Conseil départemental des Bouches du Rhône
VANDEWALLE Philippe	SNPN / Réserve de Camargue
PREVOT MAYER Alexandra	Commune des Saintes Maries de la Mer
WILLART Didier	Conseil départemental des Bouches du Rhône

#### Point 1 : Fonctionnement de la Commission

Pascal Jobert tiens à rappeler les principes de fonctionnement de la CEDE. En effet suite aux derniers événements concernant l'ouverture du clapet du canal de Rousty à son débouché au Vaccarès sans que la commission n'ait été informée, les relations au sein des membres de la CEDE s'en voient perturbées. Dorénavant il est souhaitable que les décisions soient partagées par tous et soient respectées dans leur application. Le fonctionnement plutôt informel de cette instance est basé sur une relation de confiance en toutes les parties prenantes. L'Etat étant le garant du respect des décisions prises, il s'interroge donc sur son rôle au regard des initiatives prises en matière de gestion des ouvrages s'en concertation ni information préalable. Dorénavant il est convenu que les informations circulent plus rapidement en amont des interventions sur les ouvrages s'il y a lieu.

Est posée la question de la présence de l'ASCO Corrège Major à la CEDE.

#### Point 2 : État de la situation et préconisation de gestion

##### Ouverture du pertuis de la Fourcade :

Sur 15 semaines écoulées du 1<sup>er</sup> juillet au 12 octobre, le pertuis a été ouvert comme suit :

5 vannes	0 jours
3 vannes	1 jours
2 vannes	0 jours
1 vanne	2 jours
0 vanne	72 jours

Jean Claude Benoît remet en cause la gestion des vannes qui contribue selon lui à provoquer une baisse drastique du niveau des étangs.

#### Situation Hydro climatique et saline :

Depuis la réunion du 3 septembre 2019 la pluviométrie du dernier mois a été inférieure de 40 mm à la moyenne à la station de la Tour du Valat et moindre à la station de la Capelière. Des variations importantes de pluviométrie sont enregistrées entre les stations météorologiques camarguaises ce qui témoigne du caractère très localisé des précipitations

Toutefois le déficit de précipitation cumulé depuis janvier 2019 en rapport à une année moyenne est toujours d'actualité même s'il a été enregistré à ce jour 590 mm cumulés à la station de la Capelière.

La salinité du Vaccarès atteint 30 g/l et les étangs des Impériaux sont à une salinité supérieure à 100 g/l.

Le niveau moyen de l'étang du Vaccarès est à la côte - 0,27 m NGF c'est-à-dire à la limite de la marge inférieure de variation accidentelle.

Ces valeurs expliquent la tendance de l'augmentation progressive de la salinité en période de basses eaux du fait d'un stock de sel dépassant les 3 millions de tonnes. De l'eau douce serait nécessaire pour élever le niveau des étangs et évacuer ainsi du sel vers la mer.

Ce n'est pas l'écoulement du canal de Fumemorte qui à lui seul pourra régler la baisse du stock de sel. Le volume d'eau douce introduit par ce canal sur deux mois entre Août et septembre s'élève à 9 millions de M3, compensant uniquement l'évapotranspiration.

#### Gestion des vannes de La Fourcade et échanges avec le canal de Fumemorte :

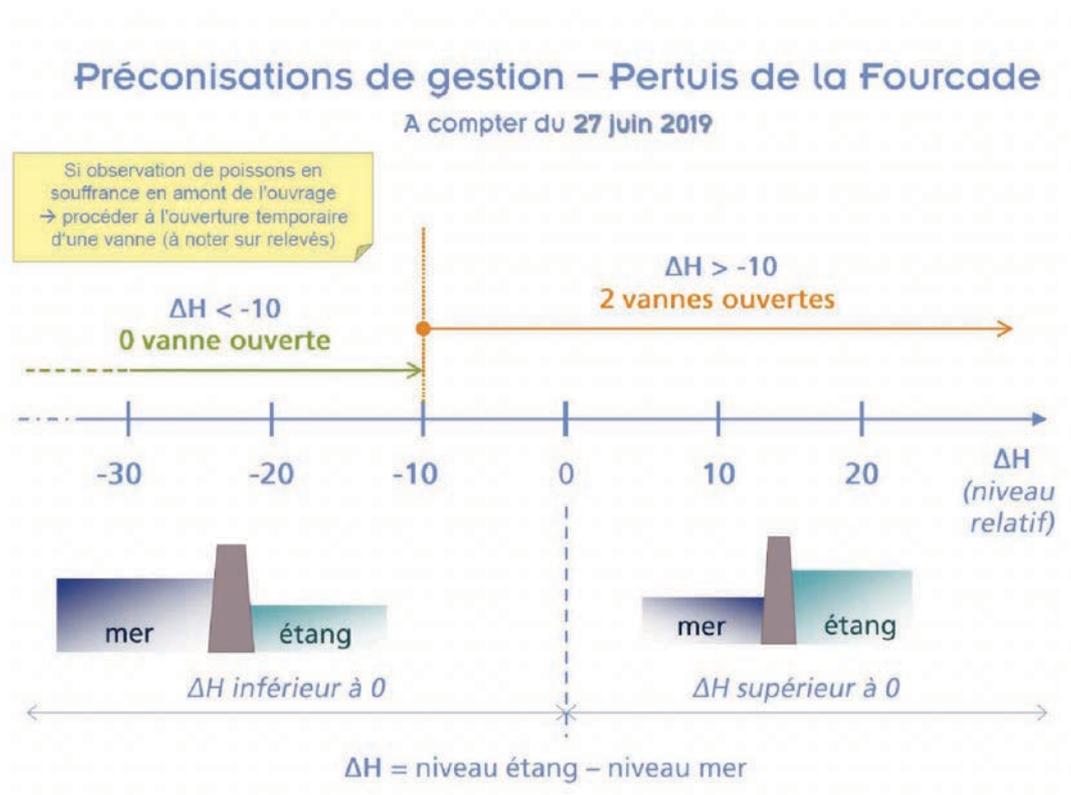
- Les préconisations de gestion validées lors de la précédente réunion de la CEDE du 26 juin 2019 reconduites le 3 septembre ont été respectées avec toutefois une intervention d'urgence d'ouverture de 3 vannes en septembre pour éviter de la surmortalité de poissons.

Globalement le bilan des entrées-sorties ont été insignifiants au pertuis de la Fourcade comme indiqué dans l'analyse ci-dessous effectuée sur la période août-octobre 2019.

A noter que les apports d'eau douce du canal de Fumemorte autour de 10 Mm3 n'ont pas pour autant permis de créer les conditions pour faire sortir du sel du système des étangs.

- Les consignes de gestion du pertuis de la Fourcade sont établies en prenant en compte le niveau des étangs centraux (- 27 cm pour le Vaccarès) la salinité, le niveau de la mer mais également l'enjeu migration des poissons au niveau du pertuis.

Au regard de la situation hydro saline les consignes de gestion du pertuis de la Fourcade restent échangées par rapport à juin 2019 et septembre 2019 à savoir 2 vannes ouvertes entre -0,10 et +0,10 m NGF de différentiel entre les étangs et la mer au pertuis de la Fourcade



#### Point 2 : Apports d'eau douce

La situation hydrosaline demeure toujours inquiétante au regard des difficultés de pouvoir évacuer du sel alors que le niveau de la mer est très souvent au-dessus de celui des étangs. Les sorties à la mer sont de plus en plus rares.

Les seuls apports du canal de Fumemorte compensent à peine l'évaporation.

La proposition faite par les riziculteurs est envisagée dès le retour des résultats des analyses d'eau. L'ASCO de Corrége pourrait ainsi ouvrir les clapets du canal de Rousty en cas de pluies importantes à venir.

Ce relevé de décision ne fait état que des points principaux abordés lors de la réunion. Pour toute information complémentaire, demande de modification ou de transmission de documents vous pouvez contacter :

Régis Vianet

Parc naturel régional de Camargue  
Mas du Pont de Rousty - 13 200 Arles  
04 90 97 19 26 / eau@parc-camargue.fr



Relevé de décisions CEDE – 19/12/2019

**Relevé de décisions de la réunion CEDE**  
**19/12/2019**

Lieu : SMGAS

**Présents :**

VANDEWALLE Philippe	SNPN / Réserve de Camargue
MIGNE Emmanuelle	SNPN / Réserve de Camargue
LIABOEUF Gilbert	Mairie des Saintes Maries de la Mer
BOU Laure	PNRC
HENAULT Isabelle	Mairie des Saintes Maries de la Mer / PNRC
DE PARIS Céline	SYMADREM
MARCOS Claire	SMGAS du Pays d'Arles
RAVIOL Pierre	SMGAS du Pays d'Arles
VIANET Régis	PNRC
PUECH Magali	PNRC
DERVIEUX Alain	DESMID-UMR ESPACE
BOUTRON Olivier	Tour du Valat
CUISSARD	ACCM/ASCO Corrège Major
DALLE Léa	DDTM 13
BENOIT Jean Claude	Comité local des pêches
LAMBREMON Jordane	Association MRM

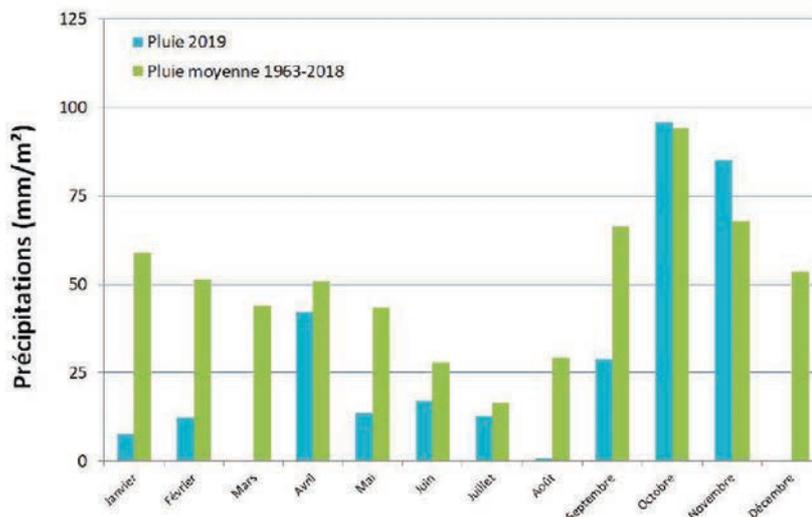
**Excusés :**

ALLEGRE Lionel	CD 13
CHEIRON Anaïs	SNPN / Réserve de Camargue



2.2.2. Pluviométrie

Relevé de décisions CEDE – 19/12/2019



**Figure 2 : Précipitations au poste climatologique de la station Arles - Valat (Météo France)**  
 En bleu : précipitations mensuelles pour 2019.  
 En vert : précipitations moyennes mensuelles calculées sur la période 1963-2018.  
 Calculs réalisés par E. Luna-Laurent, Tour du Valat.

La pluviométrie de novembre 2019 a été supérieure à la moyenne de la chronique 63-2018.

2.2.3. Echanges avec la mer au niveau du pertuis de la Fourcade et du site de Fumemorte :  
 bilan en termes de volume

date	Site Fourcade	Site Fumemorte
Octobre 2019	le volume sorti des Impériaux vers la mer est négligeable. le volume entré de la mer vers les Impériaux est négligeable. <b>Soit un bilan « entrée-sortie » négligeable</b>	il est sorti environ -0.166 Mm <sup>3</sup> du Vaccarès vers le Fumemorte il est entré environ 2.098 Mm <sup>3</sup> du Fumemorte vers le Vaccarès <b>Soit un bilan « entrée-sortie » d'environ 1.932 Mm<sup>3</sup></b>
Novembre 2019	<b>Pas de bilan « entrée-sortie » possible (décalage des données instrumentales)</b>	il est sorti environ -0.041 Mm <sup>3</sup> du Vaccarès vers le Fumemorte il est entré environ 4.011 Mm <sup>3</sup> du Fumemorte vers le Vaccarès <b>Soit un bilan « entrée-sortie » d'environ 3.970 Mm<sup>3</sup></b>

Décembre 2019 (jusqu'au 15 Décembre)	<b>Pas de bilan « entrée-sortie » possible (décalage des données instrumentales)</b>	il est sorti environ $-0.067 \text{ Mm}^3$ du Vaccarès vers le Fumemorte il est entré environ $2.529 \text{ Mm}^3$ du Fumemorte vers le Vaccarès <b>Soit un bilan « entrée-sortie » d'environ <math>2.463 \text{ Mm}^3</math></b>
--------------------------------------	--	---

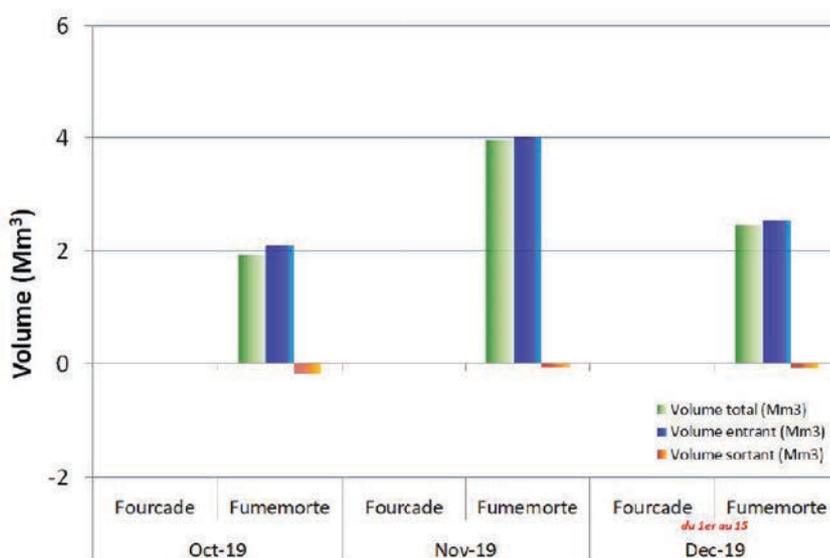


Figure 3 : Bilans en termes de volume d'eau entrant et sortant du système.

Les volumes ( $\text{Mm}^3$ ) de la Fourcade ont été calculés à partir des données de niveaux d'eau de la SNPN (Emmanuelle Migne) et des manipulations des vannes (Mairie des Saintes-Maries de la Mer).

Les volumes ( $\text{Mm}^3$ ) du Fumemorte ont été calculés à partir des données de niveau et de débit du SMGAS.  
 Calculs réalisés par E. Luna-Laurent, Tour du Valat

### 3. Situation hydrosaline et hydrométrique

#### 3.1. 2.1. Données hydrométriques du Vaccarès

En décembre 2019, il a été observé une remontée à  $+0,12\text{m NGF}$  du Vaccarès.





Relevé de décisions CEDE – 19/12/2019

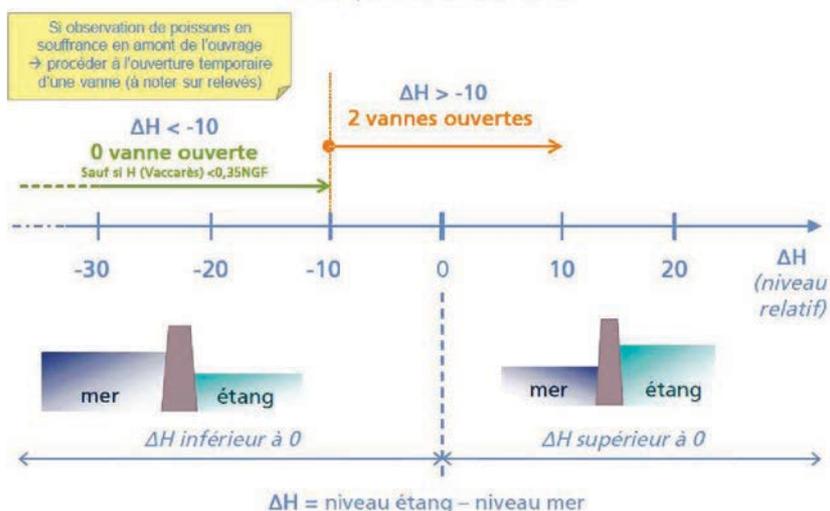
**Préconisations de gestion du pertuis de la Fourcade**

- 10 <  $\Delta H$             2 vannes ouvertes
- $\Delta H < -10$             toutes vannes fermées

$\Delta H$  = niveau étang - niveau mer

**Préconisations de gestion – Pertuis de la Fourcade**

À compter du 01 octobre 2019



En fin de séance, il a été demandé un tour de table des membres de la CEDE pour échanger les avis des gestionnaires présents suite à la présentation des résultats des analyses d'eau dans le canal de Rousty :

- ⇒ La majorité des membres de la CEDE n'est pas favorable à recevoir les eaux de drainage agricole du canal de Rousty dans le Vaccarès si celles-ci ne sont pas qualitativement satisfaisantes.
- ⇒ Il est donc acté de faire analyser l'eau avant d'ouvrir les vannes pour éviter l'effet « cocktail » des substances toxiques.
- ⇒ Une prochaine analyse d'eau sera réalisée par l'ASCO Corrège major surtout en période rizicole (une analyse est par ailleurs préconisée en janvier et une autre mi mars, avant la saison).

La prochaine CEDE est fixée au 05/02/2020.



Relevé de décisions CEDE – 05/02/2020

## Relevé de décisions de la réunion CEDE

**05/02/2020**

Lieu : locaux du PNRC

**14 Présents :**

Nom	Structure	présence	diffusio
UNTERNER Robert	DDTM13	X	X
BLANC Marie-Cécile	Sous-Préfecture d'Arles	X	X
BERTRAND Stéphanie	CD13	X	X
MIGNE Emmanuelle	SNPN / Réserve de Camargue	X	X
BOU Laure	PNRC	X	X
MAYER Marie	PNRC	X	X
MANICACCI Tao	SYMADREM	X	X
LUNA LAURENT Emilie	Tour du Valat	X	X
RAVIOL Pierre	SMGAS du Pays d'Arles	X	X
PUECH Magali	PNRC	X	X
DERVIEUX Alain	DESMID-UMR ESPACE	X	X
CHOMARD Nicolas	DDTM 13	X	X
BENOIT Jean Claude	Comité local des pêches	X	X
LAMBREMON Jordane	Association MRM	X	X
CHEIRON Anaïs	SNPN / Réserve de Camargue	excusée	X
MARCOS Claire	SMGAS	excusée	X
BOUTRON Olivier	Tour du Valat	excusée	X
JACOB Caroline	DDTM	excusée	X
VAN MIGOM Karin	Sous préfecture Arles	excusée	X



Relevé de décisions CEDE – 05/02/2020

En vert : précipitations moyennes mensuelles calculées sur la période 1963-2018.

Calculs réalisés par E. Luna-Laurent, Tour du Valat.

1.2.3. Echanges avec la mer au niveau du pertuis de la Fourcade : bilan en terme de volume

date	Site Fourcade	Site Fumemorte
Décembre 2019	<p><b>Site Fourcade (du 16 au 31):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il est sorti environ -0.321 Mm<sup>3</sup> des Impériaux vers la mer</li> <li>- il est entré environ 0.03 Mm<sup>3</sup> de la mer vers les Impériaux</li> </ul> <p><b>un bilan « entrée-sortie » d'environ -0.290 Mm<sup>3</sup></b></p>	<p><b>Site Fumemorte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il est sorti environ -0.200 Mm<sup>3</sup> du Vaccarès vers le Fumemorte</li> <li>- il est entré environ 4.268 Mm<sup>3</sup> du Fumemorte vers le Vaccarès</li> </ul> <p><b>bilan « entrée-sortie » d'environ 4.068 Mm<sup>3</sup></b></p>
Janvier 2020	<p><b>Site Fourcade (du 1<sup>er</sup> au 20):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il est sorti environ -1.693 Mm<sup>3</sup> des Impériaux vers la mer</li> <li>- il est entré environ 0.051 Mm<sup>3</sup> de la mer vers les Impériaux</li> </ul> <p><b>un bilan « entrée-sortie » d'environ -1.642 Mm<sup>3</sup></b></p>	<p><b>Site Fumemorte (du 1<sup>er</sup> au 22):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il est sorti environ -0.159 Mm<sup>3</sup> du Vaccarès vers le Fumemorte</li> <li>- il est entré environ 1.318 Mm<sup>3</sup> du Fumemorte vers le Vaccarès</li> </ul> <p><b>un bilan « entrée-sortie » d'environ 1.123 Mm<sup>3</sup></b></p>

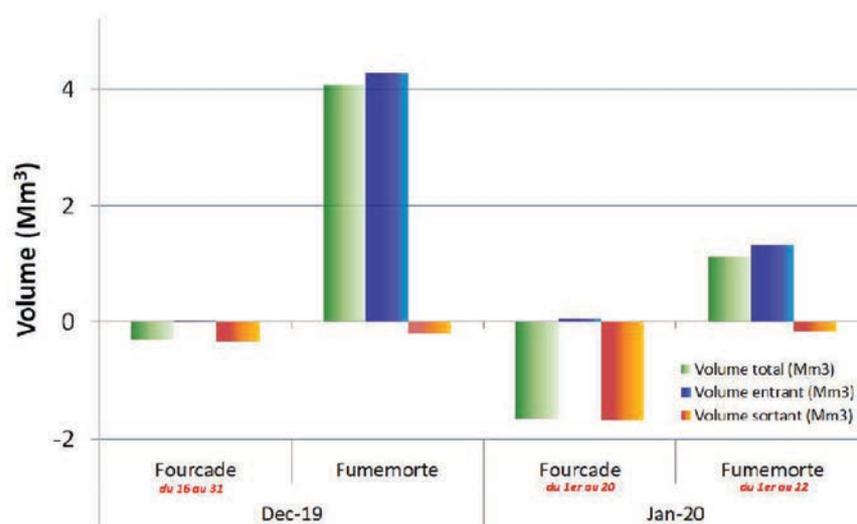


Figure 8 : Bilans en termes de volume d'eau entrant et sortant du système.

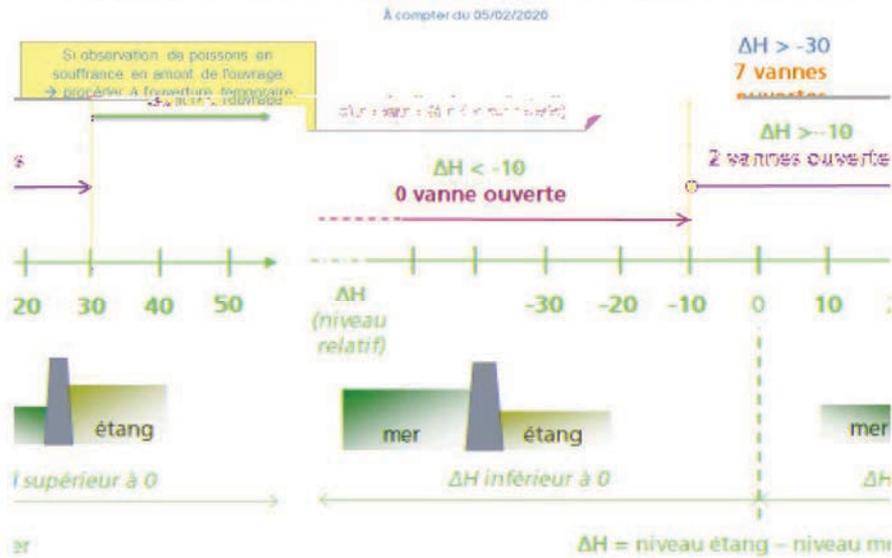
Les volumes (Mm<sup>3</sup>) de la Fourcade ont été calculés à partir des données de niveaux d'eau de la SNPN (Emmanuelle Migne) et des manipulations des vannes (Mairie des Saintes-Maries de la Mer).

Les volumes (Mm<sup>3</sup>) du Fumemorte ont été calculés à partir des données de niveau et de débit du SMGAS.



Relevé de décisions CEDE – 05/02/2020

### Préconisations de gestion – Pertuis de la Fourcade



## 2. Analyse d'eau : qualité

Le PNRC demande validation à M. Cuissard pour vérifier l'agrément du Laboratoire contacté par l'Asco Corrège Major.

Il serait alors pertinent de continuer les analyses d'eau en mars et juin 2020.

⇒ Demande de confirmation des financements de M. Cuissard.

Sur la question du planning d'échantillonnage :

M.Dervieux rappelle qu'il s'était prononcé pour rejeter l'eau à Rousty dans le Vaccarès car comparé à ce qui vient du Fumemorte, c'est toujours de l'eau douce qui entre.

Il est rappelé qu'il serait opportun d'associer une mesure de débit.

M. Chomard précise que cette réflexion relève du bon sens, néanmoins, les services de l'Etat ne peuvent pas acter l'apport d'eau douce sans avoir un regard sur la qualité de celle-ci. Une série d'analyse est nécessaire (sur du long terme).

## Financeurs

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée ne pourrait agir sans l'engagement durable de ses partenaires financiers



## Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique :

- Ain
- Alpes de Haute-Provence
- Hautes-Alpes
- Alpes-Maritimes
- Ardèche
- Aude
- Bouches-du-Rhône
- Corse
- Drôme
- Gard
- Hérault
- Isère
- Loire
- Pyrénées-Orientales
- Rhône
- Haute-Saône
- Saône et Loire
- Savoie
- Haute-Savoie
- Var
- Vaucluse

Association Régionale des Fédérations de Pêche de PACA (ARFPPMA PACA)

Association Régionale des Fédérations de Pêche Auvergne Rhône-Alpes (ARPARA).

ASSOCIATION MIGRATEURS  
RHÔNE-MÉDITERRANÉE

ZI Nord, rue André Chamson, 13200 Arles  
contact@migrateursrhonemediterranee.org  
Tél. : 04 90 93 39 32  
[www.migrateursrhonemediterranee.org](http://www.migrateursrhonemediterranee.org)

