

- RAPPORT D'ETUDE -

2022 N° 7/16

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

Cohorte 2021-2022 - Tendances 2004-2022

LAMBREMON J., NICOLAS D., CONTOURNET P., RIVOALLAN D., • Février 2023









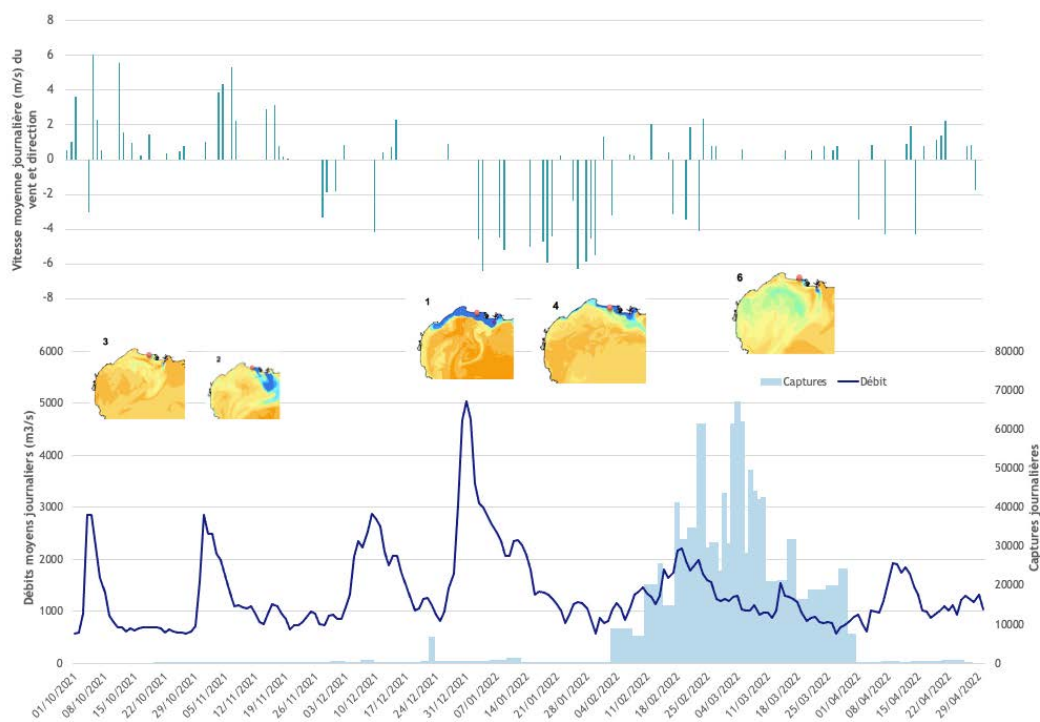


Figure 3 : Évolution du débit du Rhône et du vent (direction et intensité) au cours du suivi 2021-2022 confronté aux captures journalières (© SNPN - Réserve Naturelle Nationale de Camargue - 2022)

## b) Le Panache du grau de la Fourcade

D'autres facteurs régissent les captures plus localement. Au niveau de la côte camarguaise, il a été estimé que pour avoir un attrait effectif des civelles vers le grau de la Fourcade, un débit sortant minimum de 200 000 m<sup>3</sup>/jour durant au moins 5 jours consécutifs était corrélé à de fortes captures à la passe<sup>4</sup>. Cet attrait n'est cependant réalisé que lorsque les conditions sont favorables aux sorties d'eau, à savoir : lorsque les martelières sont ouvertes, ce qui est défini par les consignes de gestion établies en Commission Exécutive de l'Eau (CEDE), et lorsque le niveau de l'étang en amont du pertuis est supérieur à la mer, facteur influencé par les arrivées d'eau douce dans l'hydrosystème Vaccarès (précipitations et drainage agricole) et par le mistral (vent de secteur Nord qui induit une augmentation de la côte de la ligne d'eau au sud du système du Vaccarès et un abaissement du niveau marin).

- Précipitations et évolution des niveaux d'eau

L'année hydrologique précédent la période de suivi (septembre 2020 à août 2021) a été inférieure à la moyenne (un total de précipitations de 371 mm ; la moyenne s'élevant à 589 mm). Malgré des niveaux relativement bas dans l'ensemble des étangs, ceux du Vaccarès sont restés dans une plage de variation acceptable au regard des objectifs de gestion de la Réserve naturelle nationale de Camargue, hormis pour le mois d'octobre 2021.

Les pluies automnales ont ensuite permis une légère augmentation du niveau moyen du Vaccarès et ce jusqu'en décembre 2021. Les faibles précipitations du premier trimestre 2022 ne permettent pas par la suite de maintenir ce niveau bien qu'il reste dans une plage de variation accidentelle pour la saison, proche du 0 mNGF au mois de février 2022 (Figure 4).

<sup>4</sup> 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.



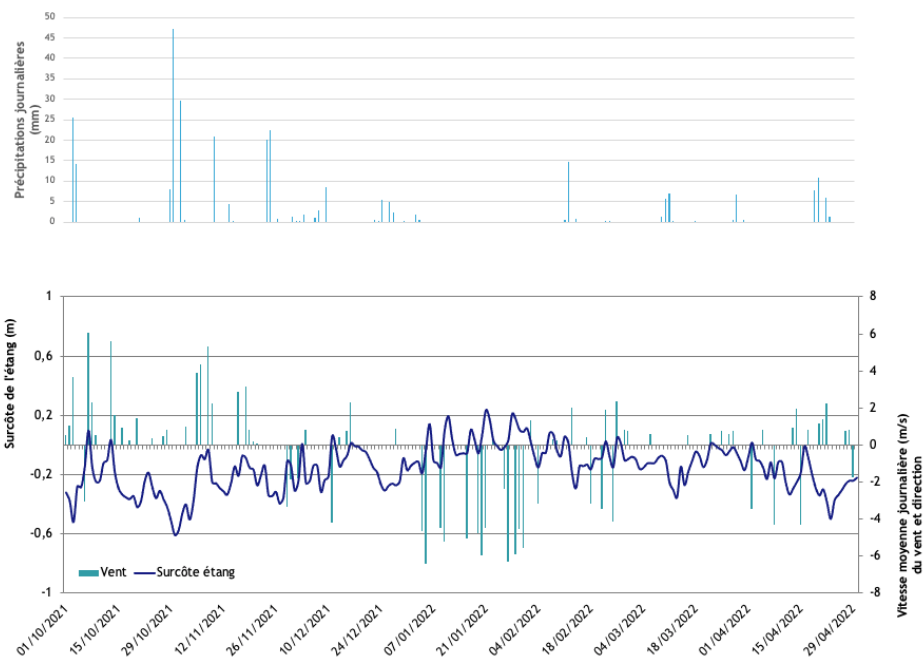


Figure 4 : Évolution de la surcote de l'étang en fonction du vent et des précipitations (Source SNPN)

- Ouverture du pertuis et volumes sortants

Entre les mois d'octobre et d'avril, le pertuis a été ouvert (minimum 1/2 vanne) 19% du temps dont la majorité des ouvertures concerne une demie martelière. L'ouverture mensuelle varie, quant à elle, entre 55% en janvier et 0% d'octobre à décembre. Ce n'est qu'à partir du mois de janvier que le niveau du Vaccarès permet des sorties d'eau (Figure 5 et 6).

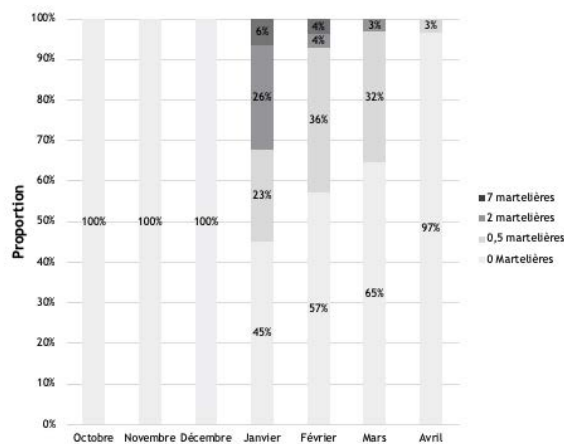


Figure 5 : Proportions mensuelles d'ouverture du pertuis (Source PNR de Camargue)

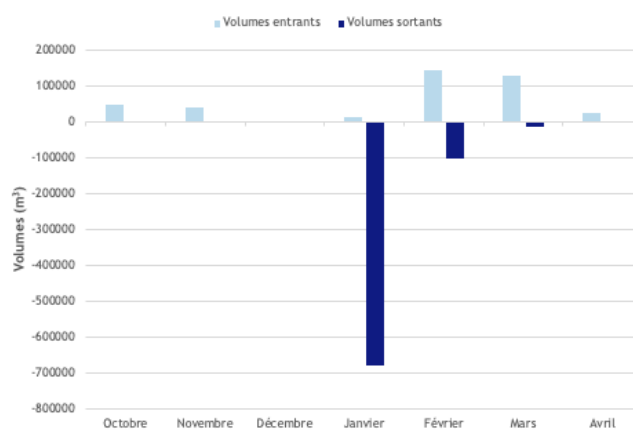


Figure 6 : Bilan hydrologique mensuel du pertuis de la Fourcade durant la saison 2021-2022

## 2.3 Mobilité et progression des civelles vers la passe

### a) Influence de la température

Au cours de la saison 2021/2022, la température moyenne journalière a oscillé entre 2,7°C (le 21 décembre) et 24,5°C (le 28 avril) et la majorité des captures a été enregistrée à une température comprise entre 9 et 15°C, ce qui est en accord avec la gamme de 9 à 12°C considérée comme optimale dans la littérature (Figure 7).

La majeure partie du suivi se caractérise par des températures favorables au mouvement des civelles (10,6°C en moyenne). Des fluctuations sous le seuil des 6°C sont toutefois observées du 29 novembre au 22 décembre puis du 11 au 27 janvier, températures qui semblent avoir été limitantes pour le déplacement des civelles.

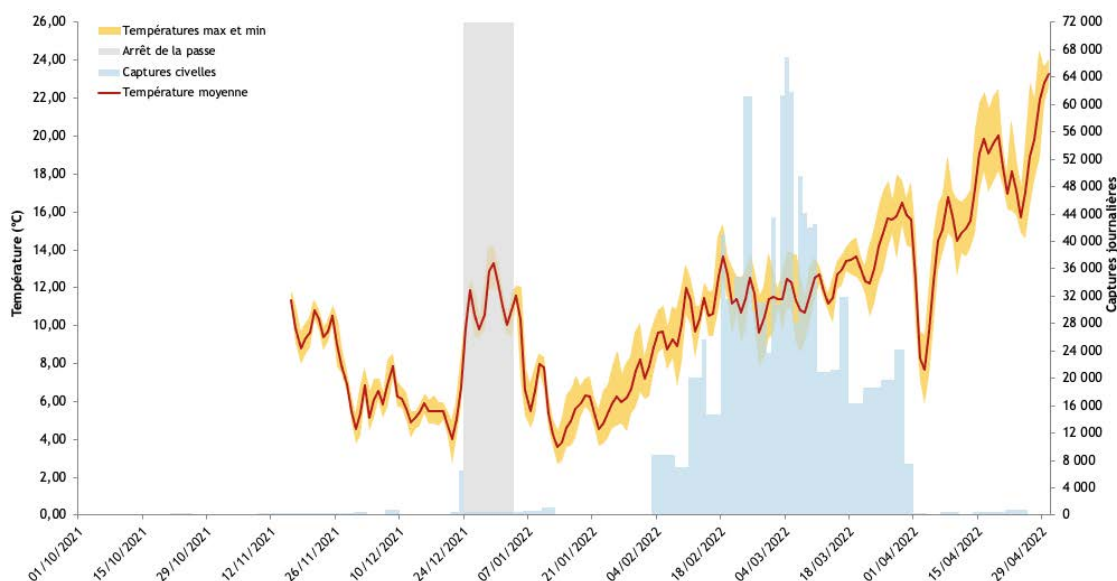


Figure 7 : Évolution de la température et des captures journalières au cours du suivi 2021-2022

### b) Progression vers la passe-piège

- Vitesses des écoulements au sein du grau

Les travaux de McLeave<sup>5</sup> montrent que les capacités de franchissement d'une civelle pour un écoulement laminaire sont très limitées (maximum de 3 m à une vitesse de 0,3 m/s). D'après une analyse menée en 2015, des volumes sortants supérieurs à 300 000 m<sup>3</sup> par jour limitent la progression des civelles en produisant des vitesses d'écoulement supérieures à 0,3 m/s. Ces conditions n'ont pas été retrouvées au cours de la saison 2021-2022, les civelles n'ont donc à priori pas rencontré de difficultés pour progresser dans le chenal.

<sup>5</sup> 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.

- Fonctionnement des pompes du canal de l'Éolienne

Le compteur horaire des pompes n'étant relevé que lors des passages de MRM, une analyse fine de leur fonctionnement est impossible. Des mesures ponctuelles au courantomètre des vitesses d'écoulements à l'exutoire du canal en 2015 font néanmoins état de vitesses nettement supérieures à la limite identifiée par McLeavee. Elles oscillaient en effet entre 0,8 m/s et 1 m/s (1 ou 2 pompes) sur une distance proche de 9 m, illustrant ainsi l'effet bloquant des écoulements engendrés par ces pompages en période de migration.

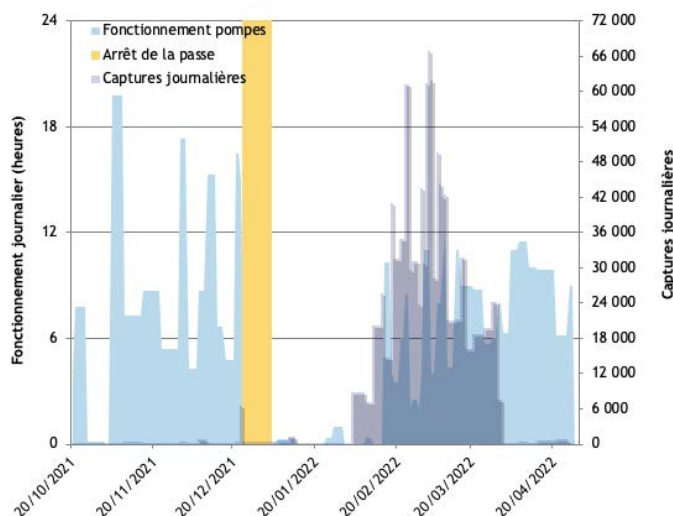


Figure 8 : Évolution des captures journalières confrontée au fonctionnement horaire

La saison 2021-2022 se caractérise par un fonctionnement moyen des pompes (5,8 heures par jour en moyenne, Figure 8). Elles auraient potentiellement retardé la progression des civelles vers la passe-piège de 3 à 4 jours début novembre, mi-décembre et mi-février avec plus de 12 heures de fonctionnement journalier, sans que l'effet sur les captures soit réellement significatif.

## 2.4 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. Compte tenu de la largeur du pertuis (8 m) et l'absence de rugosité au sein des martelières, il est très probable que le recrutement naturel se fasse principalement par des entrées d'eau et une migration passive *via* le pertuis. 15 relèves du filet positionné en amont du pertuis ont été réalisées du 1<sup>er</sup> février au 11 mars 2022. Un total de 9 040 civelles a été comptabilisé (Figure 9).

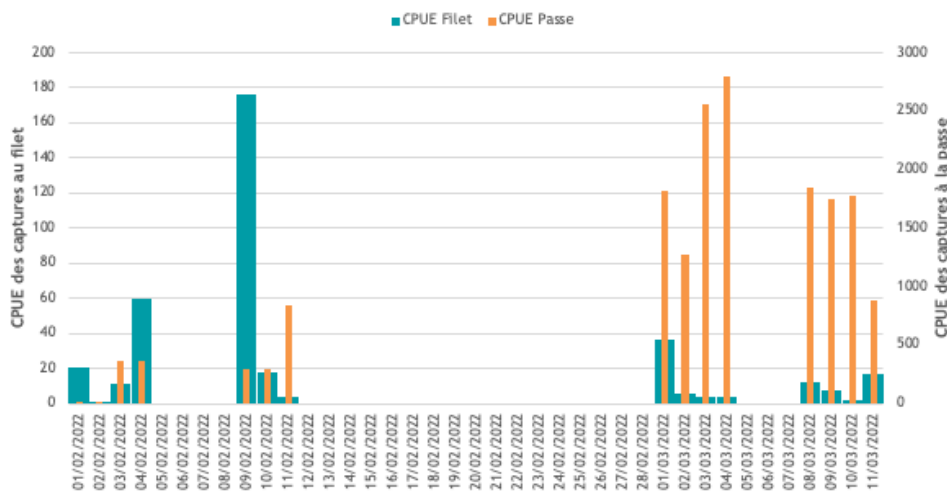


Figure 9 : Comparaison des CPUE (Captures par Unité d'Effort - civelles capturées par heure) des civelles capturées via le filet et la passe-piège pour la saison 2021-2022



Les deux premières sessions d'échantillonnages (du 1<sup>er</sup> au 4 février puis du 9 au 11 février) ont été réalisées avec l'ouverture d'une demie martelière et à la suite des sorties d'eau observées entre le 17 janvier et le 1<sup>er</sup> février (47 000 m<sup>3</sup> par jour en moyenne). Les jours de pose du filet pour les deux premières sessions concordent néanmoins avec des entrées d'eau (sauf le 11 février où des sorties d'eau sont observées). On pourrait dès lors penser que les civelles, attirées à la suite des sorties d'eau du mois de janvier, auraient profité du flux entrant afin d'accéder naturellement au Vaccarès.

Les 2 sessions suivantes, du 1<sup>er</sup> au 4 mars puis du 8 au 13 mars, sont quant à elles associées à des périodes de fermeture (sauf pour les 8 et 9 mars associés à un flux entrant). Les CPUE observées sont plus faibles en comparaison des deux premières sessions (respectivement 23 et 65,9 civelles par heure pour la première et seconde session contre 12,3 et 9,4 pour la troisième et quatrième session), tendance à l'inverse de ce qui est observé à la passe. La baisse de la CPUE peut s'expliquer d'une part par une fermetures des martelières sur la quasi-totalité de la période d'échantillonnage au filet. Par ailleurs, les CPUE élevés à la passe sous-entendent un passage préférentiel en direction de la station de l'Éolienne lors des deux dernières sessions de pose du filet.

## 2.5 Caractéristiques de la population migrante

L'analyse des tailles, poids et stades pigmentaires des civelles empruntant la passe a été réalisée sur **672** individus cette saison, le nombre d'analyses mensuelles variant en fonction des captures. L'analyse des civelles issues du recrutement naturel a quant à elle été réalisée sur **77** individus.

### a) Tailles moyennes

La taille moyenne de la cohorte 2021-2022 est de **68,2 mm** (comprise entre 56 le 3 mars et 79 mm le 23 février). Le poids moyen est de **253,8 mg** (minimum de 64 mg le 7 avril et maximum de 409 mg le 21 décembre).

La taille moyenne des civelles capturées au filet est quant à elle de **65,8 mm** (comprise entre 54 et 74 mm le 3 février) pour un poids moyen de **224 mg** (compris entre 73 et 352 mg le 3 février également).

### b) Stades pigmentaires

Les pics de captures observés à la passe-piège ne correspondent pas totalement à des individus arrivés récemment de la mer. La majorité des captures, observée entre les semaines 8 et 14 (mi-février à fin mars), présente en effet une prépondérance d'individus pigmentés (84% de civelles de stades supérieurs ou égaux à VIA1) (*Figure 10*). Ces résultats supposent une arrivée de civelles en janvier qui n'auraient pu progresser vers la passe-piège qu'en février après les sorties d'eau de janvier et lors de températures favorables.

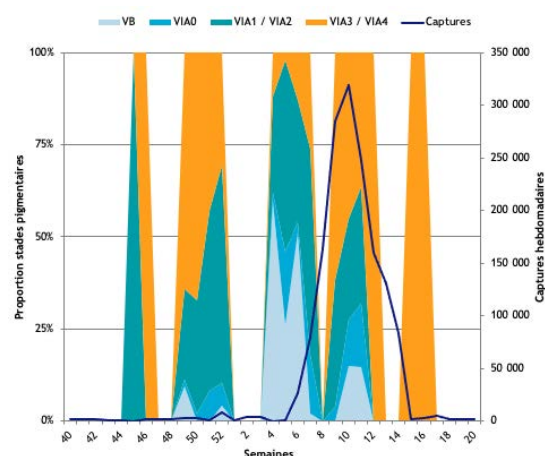


Figure 10 : Évolution des stades pigmentaires des individus capturés à la passe-piège

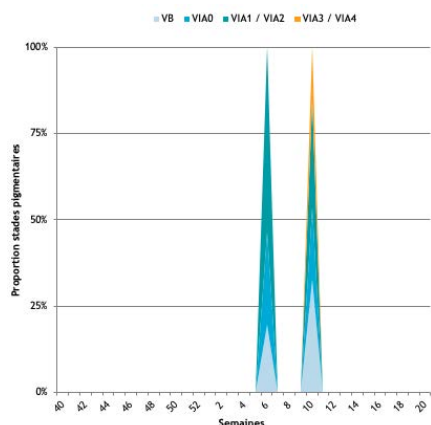


Figure 11 : Évolution des stades pigmentaires des individus capturés au filet

Les analyses des stades pigmentaires des civelles capturées au filet montrent au contraire une proportion non négligeable d'individus non pigmentés début février et début mars (49,5% de civelles aux stades VB et VIA0) (Figure 11). Ces résultats, comparés à ceux de la passe-piège, montreraient qu'il y ait toutefois eu une arrivée récente de civelles à cette période mais que celles-ci auraient préférentiellement colonisé le Vaccarès au travers des martelières du grau de la Fourcade.

## 2.6 Synthèse du recrutement 2021-2022

Les effectifs comptabilisés en 2021-2022 sont bons en se référant à la moyenne de ces 5 dernières années (1 538 593 individus contre 406 410 entre 2016 et 2021), et en comparaison de l'ensemble de la chronique de suivi (797 367 depuis 2004). Ces données sont corrélées avec ce qui est observé à l'échelle européenne et montrent néanmoins des effectifs très faibles en comparaison de ce qui était observé dans les années 1960 à 1979 (Indice du recrutement européen de 9,7% en 2022, voir 3.1).

Localement, l'absence de sorties d'eau jusqu'au mois de janvier n'aurait pas permis de générer un attrait important en mer. En complément, les sorties d'eau massives observées sur le mois de janvier, couplées aux températures défavorables à la migration continentale des civelles, pourraient expliquer que 98% des captures sont observées en février et en mars.

Durant le mois de février et mars, il est probable que les périodes d'ouverture des martelières et le flux entrant (respectivement 55% et 43% du temps avec 1/2 martelière ouverte) ait favorisé 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.

## 3 Évolution des résultats jusqu'en 2022

### 3.1 Captures annuelles et comparaison des tendances

La tendance du recrutement au Vaccarès était à la baisse pour chacune des saisons depuis 2015, tendance qui s'inverse avec le recrutement 2021-2022 (Figure 12).

La comparaison entre les cohortes fait apparaître une grande disparité dans les captures à l'échelle du suivi, bien qu'elles se stabilisent à un niveau inférieur à 10% en comparaison de ce qui était observé à l'échelle européenne dans les années 1960 à 1980.

Une comparaison est également possible avec le barrage d'Arzal sur la Vilaine (site index du Plan de Gestion Anguille), dont le protocole et la distance à la mer de l'installation se rapprochent le plus du suivi réalisé au grau de la Fourcade.

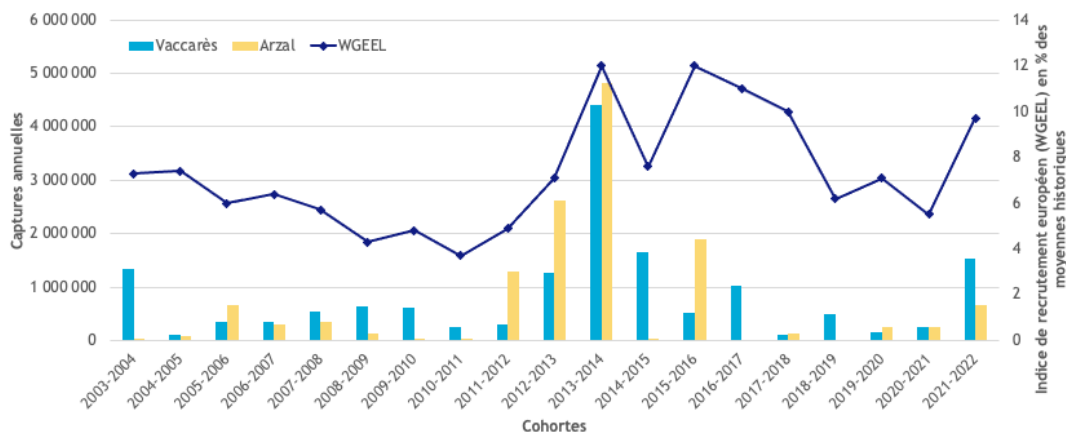


Figure 12 : Évolution de l'indice de recrutement et des captures de civelles sur les sites d'Arzal et du Vaccarès depuis 2004

L'évolution des résultats est globalement similaire entre les trois indicateurs, ce qui indique que les tendances seraient 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, bien que des différences ponctuelles puissent être observées les années durant lesquelles les mauvaises conditions hydroclimatiques perdurent.

Les données acquises depuis le lancement de ce suivi 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 2021-2022 est considéré **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/>

### 3.2 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).

La durée moyenne de la migration au niveau de la passe piège est de 72 jours soit environ 2 mois et demi. En 2021-2022, le principal de la migration s'étale sur 47 jours entre le 8 février et le 27 mars.

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, ce qui est le cas pour cette campagne de suivi.** 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 fin février alors que la médiane se situe aux environs du 15 février. Par conséquent, la moitié des effectifs sont généralement capturés en un mois. En 2022, on remarquera que la médiane se situe au début du mois de mars.

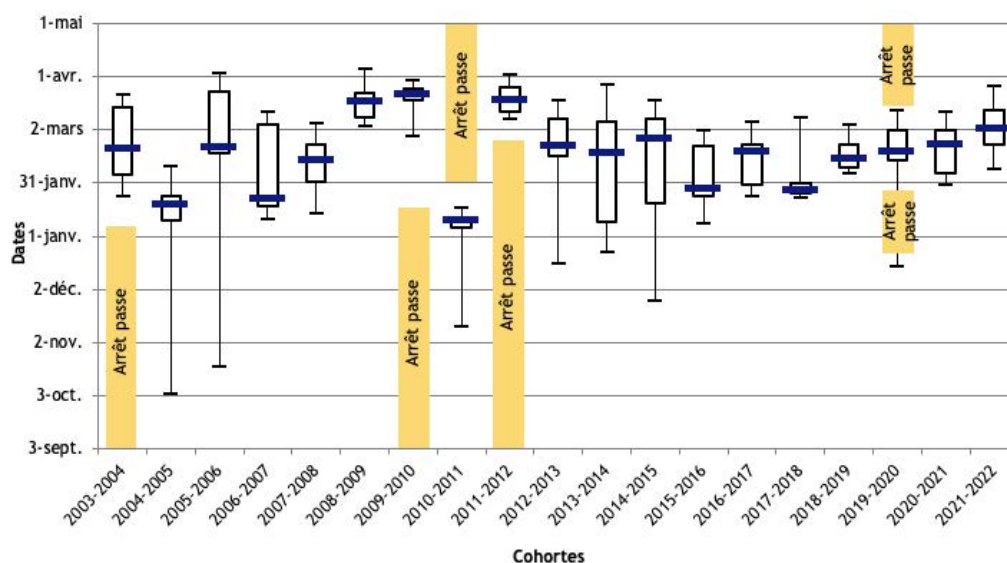


Figure 13 : Comparaison des flux migratoires des différentes cohortes depuis 2004

## 4 Captures à la station de la Capelière

La méthodologie liée à ce suivi est précisée dans le précédent rapport<sup>6</sup>.

### 4.1 Effort de pêche

Le nombre de relèves de filets valides par an fluctue, notamment en raison d'aléas météorologiques (filets décalés à cause du vent, étang gelé ou niveau d'eau trop élevé ou insuffisant). En moyenne, le taux de validité des 3 filets à civelles s'élève à  $90.9 \pm 18\%$  et à  $94.9 \pm 8.9\%$  pour la capétchade. Les filets de pêche sont relevés en moyenne toutes les 24h ( $1439 \pm 151$  min).

### 4.2 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 14). Ces variations dépendent d'une part des entrées de civelles dans le système et d'autre part de la météo lors de l'échantillonnage. A noter que la campagne de mars 2020 n'a pas été réalisée en raison du confinement lié à la crise COVID-19. Le recrutement de la saison 2021-2022 est supérieur à ceux observés lors des deux saisons précédentes, en accord avec ce qui a été observé au niveau du pertuis de la Fourcade et au niveau Européen.

<sup>6</sup> 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

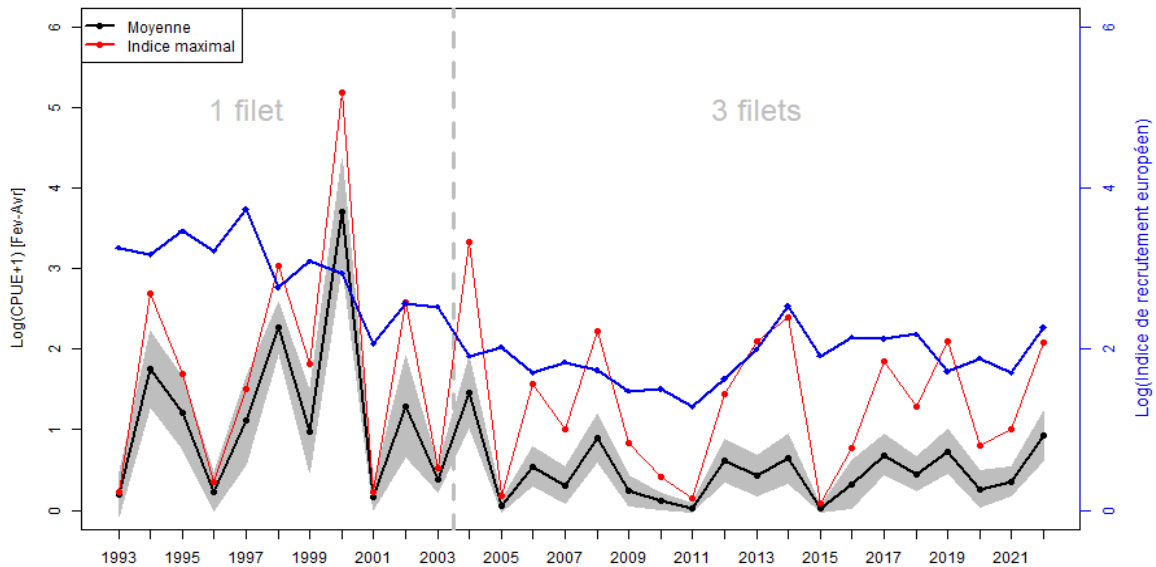


Figure 14 : CPUE (captures par unité d'effort de pêche) de civelles à la Capelière de Février à Avril depuis 1993 (données Tour du Valat/SNPN) sur une échelle logarithmique. A partir de 2004, 3 filets à civelles sont utilisés au lieu d'un. En noir est indiquée la moyenne annuelle des moyennes mensuelles 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 - ailleurs qu'en Mer du Nord (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 15). Les six dernières années, des tendances de recrutement similaires sont observées aux deux sites d'échantillonnage, avec un plus faible recrutement en 2018, 2020 et 2021 en comparaison avec 2017 et 2019, et une relative nette augmentation en 2022.

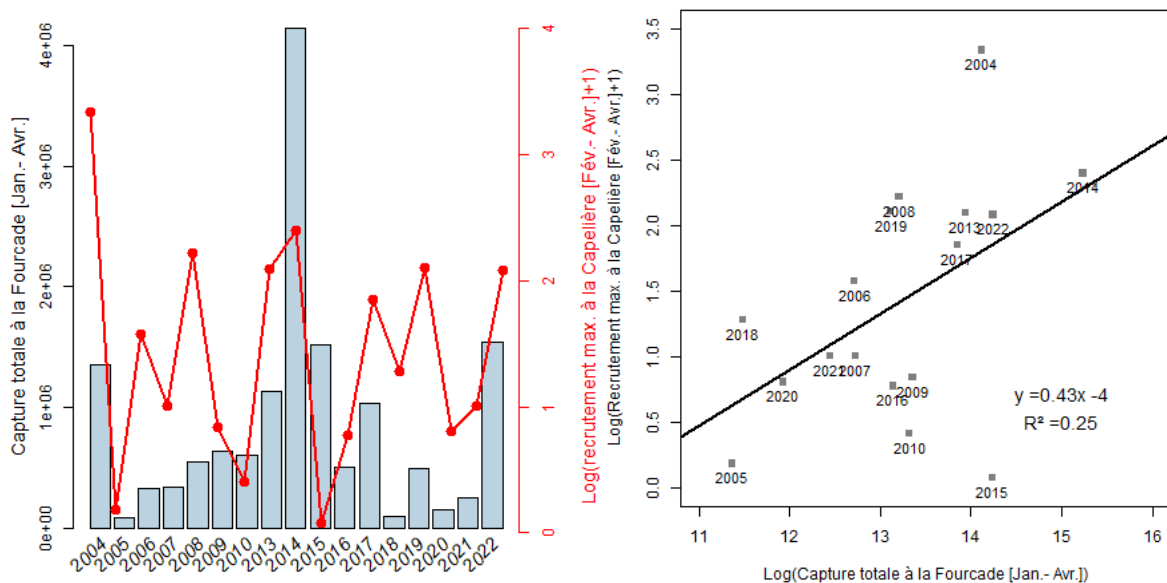


Figure 15 : A gauche, comparaison interannuelle des captures totales effectuées à la passe à civelles au grau de la Fourcade de Janvier à Avril (données MRM) et des estimations du nombre total de civelles obtenu à la Capelière entre Février et Avril (données Tour du Valat). Les années 2011 et 2012 où la passe à civelles n'a pas fonctionné pendant les mois de Janvier à Avril ont été ôtées. 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 § 2.4), mais également *via* les étangs et les marais des Salins de Camargue (suivis mensuels de 2016 à 2021). De plus, une analyse de la remontée des civelles à l'échelle du delta, avec le recours à du marquage-recapture et le suivi des paramètres environnementaux (débits, vitesse et sens du courant, niveaux d'eau, physico-chimie, etc.) est préconisée.

### 4.3 Captures d'anguilles jaunes et argentées

#### a) Évolution des captures

Les captures d'anguilles ces 30 dernières années sont globalement stables dans le Vaccarès (Figure 16), même si des variations interannuelles parfois importantes sont observées (coefficient de variation de 15.5% pour les captures en biomasse et de 31.9% pour les captures en nombre - données log-transformées).

Après 10 années où les captures en nombre se sont maintenues à des valeurs supérieures à la moyenne établie sur l'ensemble de la chronique de données, les années 2021 et 2022 présentent une nette diminution des effectifs.

Au total, 124 anguilles de stade anguillette, jaune ou argentée ont été capturées en 2022 par la capéchade aux mois de septembre à novembre et de avril à juin. En termes de CPUE, il s'agit de la troisième moyenne annuelle de CPUE la plus faible ( $5.2 \pm 4.5$  individus/24h pour la capéchade) depuis 1993 (en moyenne  $28.2 \pm 88$ ). En termes de biomasse, le total des captures se maintient cependant au niveau de la moyenne interannuelle ( $50.8 \pm 36$  kg). 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.

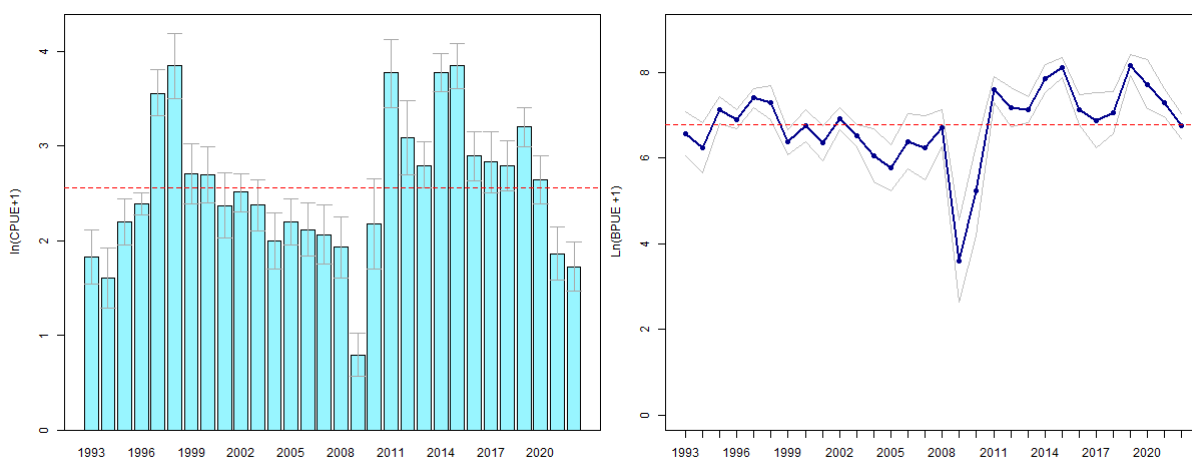


Figure 16 : Captures par unité d'effort en nombre (A, CPUE) et en biomasse (B, BPUE) de la capéchade six mois de l'année (avril-juin et septembre-novembre) à la station de la Capelière depuis 1993. Les données sont log-transformées et moyennées par mois puis par année. La moyenne interannuelle est indiquée 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

La Figure 17 montre la proportion relative des différents stades d'anguilles observés par année. 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. L'évolution des protocoles de mesures est précisée en légende et est disponible dans un rapport antérieur<sup>7</sup>.

De 1997 à 2005 et de 2009 à 2017, les captures d'anguilles sont largement dominées par les anguillettes ( $67.6 \pm 13.8\%$  en moyenne interannuelle), sauf entre 2006 et 2008 ( $20.3 \pm 9.2\%$ ) et depuis 2019 ( $8.8 \pm 7.2\%$ ).

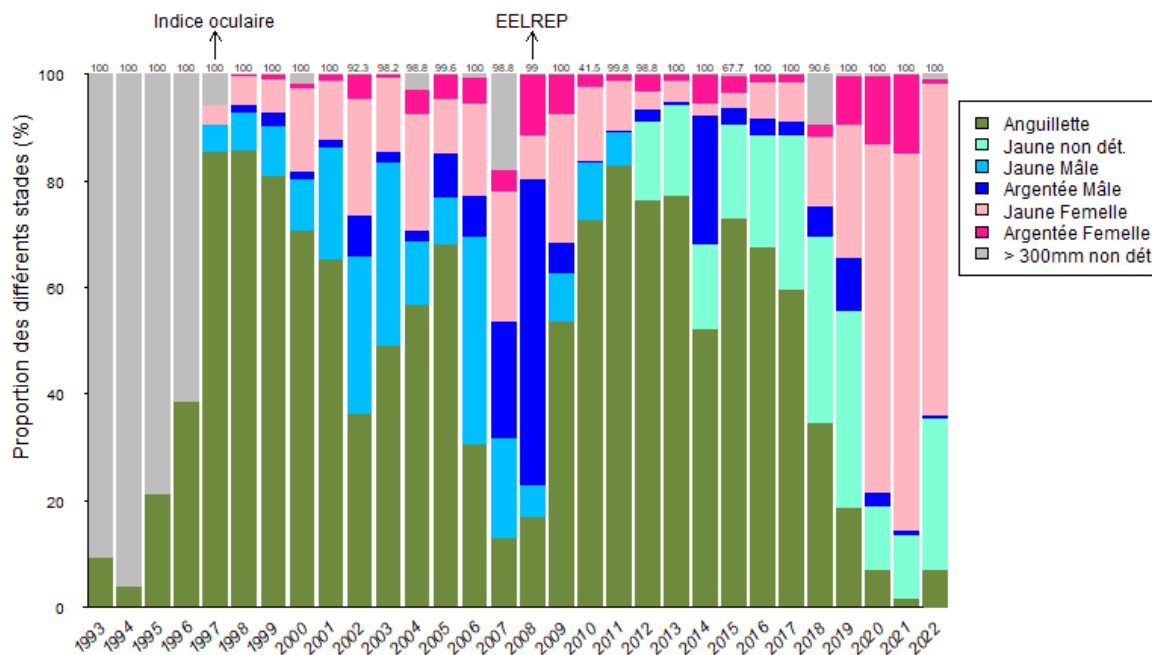


Figure 17 : Barplot représentant la proportion relative des différents stades d'anguilles identifiés par an obtenu dans la capêchade à la Capelière pour 6 mois de l'année (avril-juin et septembre-novembre). A partir de 1997, le diamètre des yeux est réalisé et permet de calculer l'indice de Pankhurst pour différencier les anguilles jaunes des anguilles argentées (indice oculaire supérieur à 8). A partir de 2008, la longueur de la nageoire pectorale est également mesurée, ce qui permet d'appliquer l'indice d'EELREP<sup>8</sup>. La proportion des individus avec des mesures complètes (taille, poids, diamètres des yeux et longueurs de la pectorale pour les individus supérieures à 30 cm à partir de 2008) par rapport au nombre total de captures par an est indiquée en haut de chaque barre (données Tour du Valat).

Depuis 2008, les individus argentés représentent en moyenne  $22.4 \pm 21.9\%$  des individus de plus de 30 cm de longueur (Figure 19).

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 années de 2020 à 2022 sont marquées par une forte représentation des anguilles jaunes femelles en comparaison avec les années passées (en moyenne  $10.2 \pm 7.8\%$  des captures de 2008 à 2019 contre  $66 \pm 4.3\%$  en 2020-2021).

<sup>7</sup> 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

<sup>8</sup> 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.

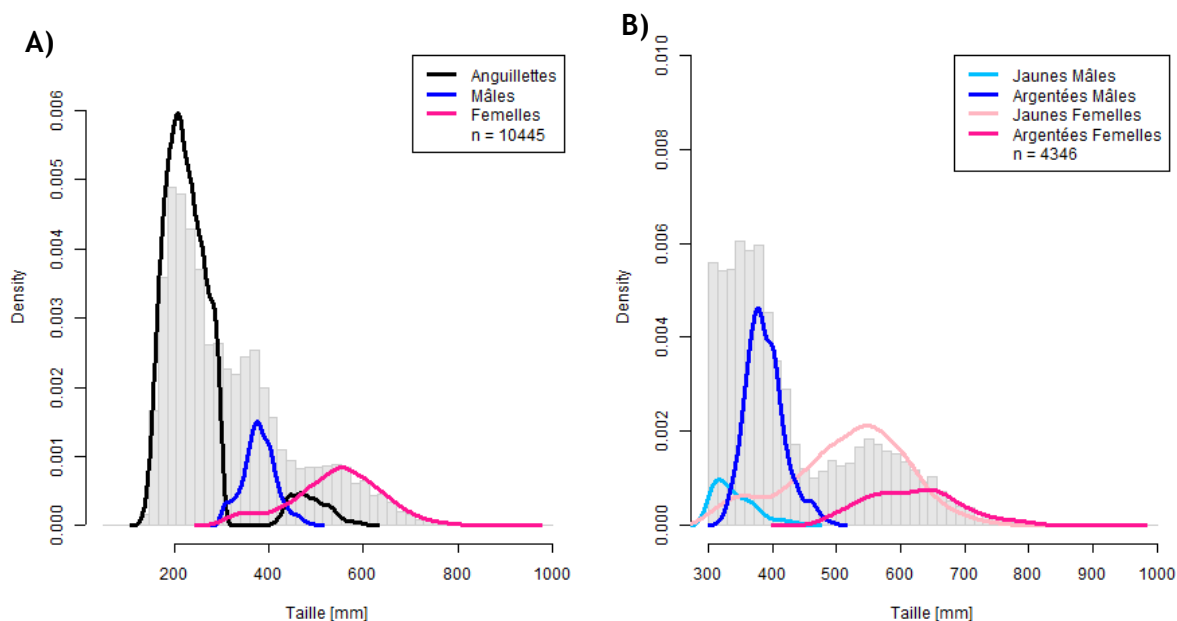


Figure 18 : Distribution en tailles des anguilles, (A) des stades anguillettes à argentées et (B) des stades jaunes à argentées (supérieures ou égales à 300 mm), capturées à la Capelière avec la capêchade depuis 2008 (données Tour du Valat).

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<sup>9</sup>.

Le sex-ratio observé chez les anguilles argentées du Vaccarès est depuis 2008, en moyenne, légèrement en faveur des femelles ( $53.5 \pm 25.2\%$ ). Alors que plus généralement, ce sont les anguilles argentées mâles qui dominent dans les lagunes méditerranéennes<sup>10</sup> (de 58% à 80%). Cependant, ce sex-ratio varie d'année en année dans le Vaccarès et la proportion des anguilles argentées mâles par rapport au nombre total d'anguilles argentées varie de 7% (en 2021) à 85% (en 1998) en fonction des années. Les milieux saumâtres, comme les lagunes, sont des milieux plus productifs que les milieux dulçaquicoles et les taux de croissances sont donc plus élevés<sup>11</sup>. Ces milieux présentent alors de fortes densités d'individus, ce qui influencerait la différenciation sexuelle en faveur des mâles<sup>12</sup>.

En 2020 et 2021, le sex-ratio est nettement en faveur des femelles (82 et 93% respectivement), pourtant l'étang du Vaccarès était relativement salé ( $26.8 \pm 3.8$  psu, de 2017 à 2021, données SNPN). Les densités encore relativement élevées en 2020 (n=70 anguilles argentées) diminuent en 2021 (n=17) et davantage en 2022, avec la capture de seulement deux anguilles argentées, dont une femelle et une mâle. Il serait intéressant d'approfondir les analyses pour mieux comprendre ces variations et il serait nécessaire de connaître dans quels territoires ces individus ont grandi (étang du Vaccarès ou milieux annexes) afin de mieux interpréter ce résultat.

<sup>9</sup> 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.

<sup>10</sup> MALLAWA A., LECOMTE-FINIGER R., « Comparative study of two populations of *Anguilla Anguilla* (Linnaeus 1758) eels from French Mediterranean lagoons (Bages-Sigean and Canet-Saint-Nazaire), Golfe du Lion, Thèse de doctorat 3<sup>e</sup> cycle, université de perpignan, 1987.

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> CRIVELLI A.J., 1998. L'Anguille dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse : une synthèse bibliographique. DIREN-DB RMC, publication COGEPOMI RMC, 83p.

## 5 Perspectives du suivi

Commencée en 2004, cette étude a pour objectifs de suivre l'évolution 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.

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. Une moyenne de 200 000 m<sup>3</sup>/jour pendant 5 jours avait alors été estimée nécessaire pour générer un attrait en mer significatif, bien que les salinités rencontrées nécessitent une analyse actualisée de ces conditions d'attrait. **Des réserves sont donc à émettre dans la façon d'aborder la notion d'attractivité et des conditions favorables au recrutement des civelles.**

Un postdoctorat a ainsi été lancé par la Tour du Valat en 2020 afin d'étudier la dynamique de recrutement des civelles en différents points du delta de Camargue et mieux caractériser la remontée des civelles. Colin et al. (2022)<sup>13</sup> indique que les faibles captures et la présence de stades avancés sont associées à des flux d'eau sortants importants. Au contraire, la présence de jeunes stades et l'augmentation des captures seraient corrélées à l'augmentation du nombre de martelières ouvertes associée à un faible flux d'eau sortant ou un flux d'eau entrant (migration passive des civelles). Ces analyses seraient à compléter avec des sessions de capture-marquage-recapture selon des conditions hydrauliques variées afin de pouvoir préconiser des mesures de gestion favorables au recrutement des civelles.

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. 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 Sainte 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 prévus à l'horizon 2024/2025).

La saison 2021-2022 représente la troisième année d'échantillonnage via la pose d'un verveux à alevins en amont du pertuis. Cet échantillonnage vise à apporter des éléments de réponse quant à l'identification des périodes et configurations hydrauliques favorables au recrutement naturel et ainsi adapter la gestion de l'ouvrage.

**En 2023, des civelles seront marquées par VIE (Visible Implant Elastomer) et relâchées en aval du filet. L'objectif est d'estimer le taux d'efficacité de piégeage du filet et mieux pouvoir comparer les captures du filet avec celles de la passe-piège.** Selon le retour d'expérience, le marquage sera étendu en 2024 et les civelles seront relâchées en aval du grau de la Fourcade afin de caractériser les déplacements des civelles selon les configurations hydrauliques rencontrées. La poursuite de ce suivi est ainsi essentielle, son évolution pourrait permettre une meilleure gestion de l'ouvrage et apprécier à terme l'efficacité de la future passe à poissons et ainsi nuancer les éventuelles variations de captures à la passe-piège.

<sup>13</sup> BOUCHARD C., BOUTRON O., LAMBREMONT J., DROUINEAU H., LAMBERT P., NICOLAS D., Impacts of environmental conditions and management of sluices gates on glass eel migration. Estuarine, Coastal and Shelf Science 279 (2022) 108139.

# 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

- Institut de Recherche 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

- Institut de Recherche de la Tour du Valat



## 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)

