

- RAPPORT D'ETUDE -



2021 N° 11/16

Influence des stations de pompage du Rhône aval sur les anguilles en migration

LAMBREMON J., RIVOALLAN D. • Février 2022



Photo de couverture
© MRM / 2020

Référence à citer

LAMBREMON J., RIVOALLAN D., 2022. Influence des stations de pompage du Rhône aval sur les anguilles en migration. Campagne d'Études 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 14 p

1 Contexte et objectifs de l'étude

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson migrateur amphihaline thalassotoque en danger critique d'extinction. Elle est classée en liste rouge de l'UICN et subit de nombreuses pressions (d'origines anthropiques et naturelles) qui affectent chaque phase de son cycle biologique. Les caractéristiques générales de l'espèce ainsi que des précisions sur ses différents stades de développement sont disponibles en suivant ce lien : <https://www.migrateursrhonemediterranee.org/anguille/>

L'effondrement continu de son stock observé sur l'ensemble de son aire de répartition a conduit, en 2007, à l'instauration d'un règlement européen en faveur de l'espèce (n°1100/2007). Chaque état membre a ainsi élaboré un plan de gestion national (PGA) dont le principal objectif est de réduire la mortalité d'origine anthropique afin d'assurer l'échappement vers la mer d'au moins 40 % de la biomasse pristine.

Dans le cadre des précédents Plans de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) du bassin Rhône-Méditerranée, des passes-pièges à anguilles ont été installées dans le bassin afin d'apprécier l'évolution de la population d'Anguille et de mieux comprendre les dynamiques migratoires. Un premier dispositif, installé en 2003 sur la commune des Saintes Maries de la Mer, permet de suivre le recrutement en civelles de la façade méditerranéenne française. Ce suivi constitue le seul suivi pérenne dans cette région puisque la pêche de la civelle y est interdite, contrairement à la façade atlantique. Un second site de suivi, installé en 2006 sur l'aménagement hydroélectrique de la CNR de Beaucaire / Vallabrègues (premier ouvrage rencontré sur le Rhône depuis la mer), permet quant à lui de suivre la colonisation du fleuve.

Au travers de l'orientation 4 du PLAGEPOMI 2016-2021 (Améliorer les connaissances sur les espèces et leur habitat), et afin de répondre aux exigences du PGA notamment sur les pressions anthropiques, il a également été proposé d'étudier l'impact des pompes agricoles sur les anguilles en migration (civelles et anguillettes).

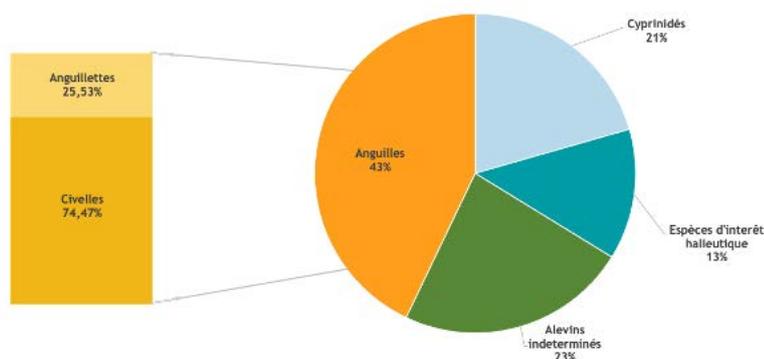
Le manque d'eau et les remontées salines, caractéristiques de la plaine deltaïque du Rhône, nécessitent en effet des apports d'eau douce essentiels aux diverses activités humaines de ce territoire. L'agriculture, et particulièrement les emblématiques rizières de Camargue, a ainsi contribué à la mise en place d'un dense réseau d'irrigation et à l'installation de nombreuses stations de pompage sur les rives du Rhône. Les besoins en eau de la riziculture provoquent ainsi chaque année d'importants pompages d'eau du Rhône entre les mois d'avril et d'octobre. Cette période correspondant à celle de la migration des anguillettes et dans une certaine mesure à celle des civelles, il est probable que l'influence de ces pompes sur le flux migrant soit significative. Le protocole et modalités d'échantillonnage associés à cette étude sont précisés dans le lien suivant : <https://www.migrateursrhonemediterranee.org/impact-stations-pompage/>

La campagne 2021 représente la dernière saison d'échantillonnage du canal de distribution de la station du Sambuc, faisant suite aux investigations menées en 2016 et aux échantillonnages lancés en 2018. Après des réflexions menées en 2020 et témoignant l'impossibilité en termes de moyens humains de quantifier à l'échelle du delta le nombre d'anguilles pompées, il est apparu nécessaire de statuer sur le devenir des individus pompés. Les nouvelles investigations réalisées à ce sujet par le biais d'échantillonnages par pêche électrique et pose de filets seront dès lors présentées ainsi que les perspectives d'évolution de l'étude.

2 Campagne de suivi sur la station du Sambuc

2.1 Captures totales

Le suivi a été effectif du **28 mai au 29 septembre 2021** et représente **237,5 heures de piégeage** réparties sur **18 sessions d'échantillonnage**.



24 anguillettes, 70 civelles et 125 autres individus appartenant à au moins 9 espèces (présence d'individus indéterminés) ont été capturés (Ablette, Blennie, Brème, Chevesne, Goujon, Grémille, Loche franche, Perche, Silure glane), soit **219 poissons** au total (Figure 1).

Figure 1 : Répartition des captures par espèces

Les anguilles représentent ainsi **42,9 %** de l'effectif global, proportions sensiblement similaires aux campagnes 2016, 2018, 2019 et supérieures à celles de 2020 où respectivement 131, 84, 92 et 42 anguilles avaient été capturées.

Tableau 1 : Synthèse des résultats obtenus en 2021

Date (relève)	Heure pose	Heure relève	Effort (H)	Volume (m ³)	N_Ang	N_Civ	Autres sp
28/05/2021	18:00	7:30	13,5	34020	1	9	2
03/06/2021	18:00	8:30	17,0	73440	1	7	7
10/06/2021	18:00	7:30	13,5	34020	0	20	12
17/06/2021	18:00	7:00	16,0	28800	0	7	4
25/06/2021	18:00	7:00	15,0	27000	0	1	0
01/07/2021	18:00	6:30	12,5	45000	1	6	4
08/07/2021	18:00	6:30	12,5	45000	0	2	0
13/07/2021	18:00	6:30	12,5	45000	0	11	26
21/07/2021	18:00	6:30	12,5	45000	5	4	30
28/07/2021	18:00	6:30	12,5	45000	0	0	0
03/08/2021	18:00	6:30	12,5	45000	0	0	2
11/08/2021	18:00	6:30	12,5	22500	2	2	1
18/08/2021	18:00	6:30	12,5	45000	1	0	3
25/08/2021	18:00	6:30	12,5	45000	0	1	0
01/09/2021	18:00	6:30	12,5	22500	3	0	3
08/09/2021	18:00	6:30	12,5	4500	0	0	2
15/09/2021	18:00	6:30	12,5	9000	1	0	24
29/09/2021	18:00	6:30	12,5	9000	9	0	5

La Capture Par Unité d'Effort (CPUE) globale s'élève à **0,7 poisson** (toutes espèces confondues) et **0,4 anguille par heure** (civelles et anguillettes). Les volumes pompés lors de ces 18 sessions d'échantillonnage sont proches de **624 780 m³** au total, variant entre **4 500 m³** et **73 440 m³** par relève (Tableau 1). Les captures représentent dès lors près de 35 poissons capturés pour 100 000 m³ d'eau pompés dans le Rhône. En considérant qu'en moyenne 14 millions de mètres cubes sont pompés par an à la station du Sambuc, on estime à plus de **4 907** le nombre d'individus pompés en 2021 dont 538 anguillettes et 1 569 civelles.

En comparaison, l'échantillonnage en **2018** estimait près de **6 900** individus pompés dont 1 280 anguillettes et 763 civelles, celui de **2019**, **3 340** individus dont 448 anguilles et 1 269 civelles et celui de **2020**, **2 216** individus dont 549 anguillettes et 246 civelles. Poizat et al (1999)¹ estimaient quant à eux près de 14 700 individus pompés dont 926 anguilles sur le site du Sambuc.

2.2 Connaissances biologiques

a) Évolution des captures

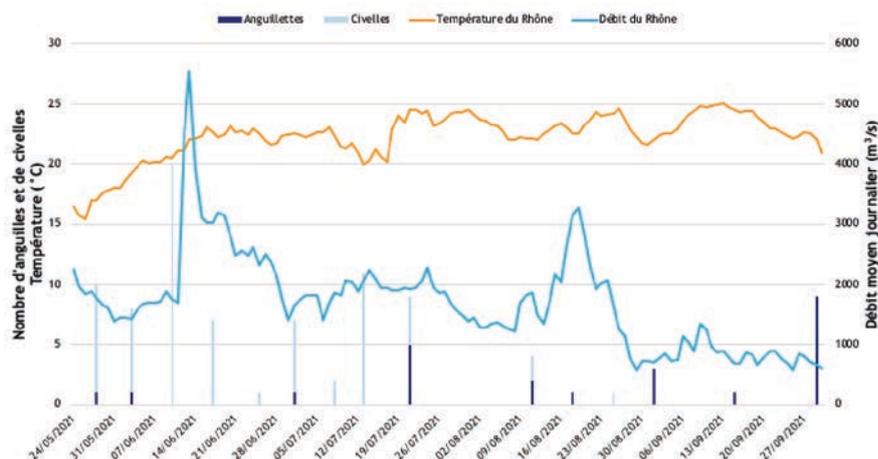


Figure 2 : Comparaison des captures de civelles et d'anguillettes par session d'échantillonnage

L'ensemble des captures se répartissent du **28 mai au 29 septembre** avec les plus fortes captures le **10 juin**. On observe ainsi des anguilles sur l'ensemble de la période de suivi pour cette saison, ce qui soulève la question de l'influence des stations de pompage fonctionnant hors période rizicole.

Ces captures ne sont pas associées à une hausse significative de débit, bien que celui-ci était supérieur à 1000 m³/s depuis le lancement du suivi. A titre de comparaison, en 2018 et 2019 (conditions hydrologiques limitantes en 2020 ne permettant pas de comparaison), les plus fortes captures étaient respectivement observées le 19 juin ainsi que le 14 août et le 19 juin, en lien probable avec des pics de débit dépassant les 1000 m³/s. Ces observations sont en accord avec les captures obtenues sur les passes-pièges à anguilles du Rhône aval qui montrent des déplacements d'anguilles majoritaires au-delà de ce seuil de débit².

b) Caractéristiques de la population migrante

- Caractéristiques de la population de civelles

Les civelles ont été observées du **28 mai** (début du suivi) au **25 août**, réparties sur 11 sessions d'échantillonnage. Au total, ce sont donc **70 civelles** qui ont été comptabilisées avec une taille moyenne de **65,9 mm**, pour un poids moyen de **230,5 mg**. Ces résultats sont comparables à ceux de 2018 et 2019 (65,6 mm et 252,2 mg en moyenne pour 2018 et 65 mm et 231,5 mg en moyenne en 2019, une seule civelle de 236 mg pesée en 2020).

¹ POIZAT G., CHAUVELON P., ROSECCHI E., CRIVELLI A.J., 1999. Passage de poissons du Rhône par les pompes d'irrigation de Camargue : Premiers résultats. *Bull. Fr. Pêche Pisci.* 352, p 31-43.

² LAMBREMONT J., RIVOALLAN D., 2022. Suivi des passes pièges à anguilles sur le Rhône aval. Campagne d'Études 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

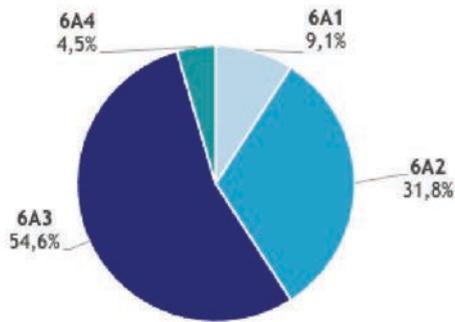


Figure 3 : Proportion des stades pigmentaires des civelles

22 civelles ont fait l'objet d'une analyse du stade pigmentaire en 2021 et présentaient des stades évolués (100 % supérieurs ou égaux à VB et VA0) (Figure 3). 48 civelles n'ont cependant pas pu faire l'objet d'analyses car elles ont été retrouvées mortes dans les filets. En 2016, 2018 et 2019, des civelles non pigmentées avaient été observées jusque tard dans la saison (jusqu'au 4 septembre en 2019). Les faibles débits du Rhône semblaient alors provoquer chaque année une remontée du biseau salé jusqu'à proximité de la station de pompage (observé jusqu'au PK 303 - soit environ 25km de l'embouchure du Grand Rhône - pour des débits compris entre 600 et 800 m³/s³), salinité qui aurait pu ralentir la pigmentation des civelles.

- Caractéristiques de la population d'anguillettes

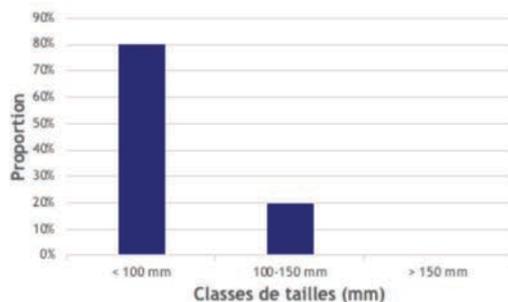


Figure 4 : Proportion des classes de tailles pour les anguillettes

Concernant les anguillettes de la saison 2021, seules les données de tailles ont été référencées. Les analyses fixent une taille moyenne à **83,4 mm** avec une prépondérance d'individus dont la taille est inférieure à 100 mm (80% de l'ensemble des anguillettes comptabilisées), induisant une majorité d'individus capturés qui seraient arrivés au cours de la saison 2021 dans le système (Figure 4).

- Pathologies et mortalités observées

Parmi les 94 anguilles capturées (anguillettes et civelles), 1 seule présentait visuellement des anomalies sanitaires (nécrose) et 62 supplémentaires ont été retrouvées mortes sans blessures apparentes.

En comptant l'ensemble des individus retrouvés morts avec ou sans blessures apparentes, **67 %** des anguilles capturées en 2021 présente ainsi des pathologies. **1,6 %** de ces individus présentent des lésions qui résultent très probablement du passage dans les pompes, ces dernières étant sévères (nécroses). L'ensemble des individus retrouvés mort dans le filet ne présentant pas de blessures apparentes, il est alors possible que leur mort soit la résultante de leur placage au fond du piège (fort courant et résistance au filet), sans qu'il soit toutefois possible d'exclure que le passage dans les pompes puisse induire une mortalité retardée (lésions internes dues au changement de pression et fortes turbulences). A titre de comparaison, on observait lors du suivi de 2016, 2018, 2019 et 2020 respectivement 42 %, 32 %, 19,3 % et 45,2 % d'individus avec des anomalies suggérant également un état précaire de la population.

Les études récentes sur les différents types de pompes montrent qu'en l'absence de grilles au niveau de celles-ci (pour rappel, la pompe de la station du Sambuc est équipée d'une grille de 5 cm de vide de maille), tous les stades et classes de tailles de poissons sont susceptibles d'être prélevés par les systèmes de pompage⁴.

³ BRAVARD J.-P., CLEMENS A., 2008. Le Rhône en 100 Questions, ZABR, GRAIE, Villeurbanne, 295 p.

⁴ KING A.J., O'CONNOR J.P., Native fish entrapment in irrigation systems: A step towards understanding the significance of the problem, 2007. Ecological Management and Restoration. Volume 8, Issue 1 (32-37).

En termes de mortalité, Baumgartner et al (2009)⁵ suggéraient une influence plus importante des pompes à hélices (types de pompes supposées utilisées au Sambuc) sur les individus de tailles < 50 mm et > 200 mm avec les plus gros individus blessés directement par les pales des hélices et les plus petits individus sujets quant à eux aux changements de pression et fortes turbulences induisant des phénomènes de cisaillement^{6 7}). Les études réalisées spécifiquement sur les anguilles ne concernent que les individus argentés, Buysse et al (2013)⁸ constataient cependant une mortalité plus importante des pompes à hélice en comparaison des pompes à vis d'Archimède avec respectivement 97 ± 5 % de mortalité contre 17 ± 7 % à 19 ± 11 %.

Pour information, aucune relève de chaussettes ni de flottangs n'a pu être réalisée en 2021 en raison de l'absence de pompage sur la station privée du site du Sambuc (se référer aux rapports des suivis 2018, 2019 et 2020 pour de plus amples informations sur ces échantillonnages : <https://www.migrateursrhonemediterranee.org/rapports-detudes/>).

2.3 Conclusion des échantillonnages de la station du Sambuc

Les échantillonnages réalisés depuis 2018 sur la station de pompage du Sambuc nous ont permis d'attester la présence d'anguilles dans les canaux d'irrigation à la suite de leur pompage dans le Rhône.

Les investigations réalisées depuis 2016 ont également permis d'obtenir un état des lieux des stations de pompage présentes dans le delta du Rhône. Près de 170 unités de pompage ont été identifiées entre Arles et la mer dont la grande majorité appartient au secteur privé (près de 150). Le nombre important de ces stations de pompage privées, bien que leurs capacités individuelles de prélèvements soient plus faibles que celles du secteur collectif, conduit à un prélèvement quasiment équivalent à celui des 26 stations collectives (entre 450 et 500 millions de mètres cubes en moyenne chaque année sur l'ensemble des stations⁹).

Les résultats des échantillonnages au Sambuc, bien que présentant des variations annuelles importantes (**estimation moyenne de 1 665 anguilles pompées par an entre 2018 et 2021**), pourraient ainsi indiquer une influence non négligeable du pompage sur les anguilles en migration à l'échelle des 170 unités de pompage du Rhône.

Compte tenu des moyens humains disponibles, il est néanmoins apparu difficile de répondre aux objectifs initialement fixés : (1) caractériser l'influence du pompage sur la migration des anguilles et (2) obtenir des données du recrutement du Rhône.

Répondre à ces objectifs reviendrait en effet à réaliser des échantillonnages simultanés sur des stations appartenant aux secteurs privés et collectifs (l'influence des stations pouvant varier selon la localisation des pompes), multiplier ces stations sur le Grand Rhône et le Petit Rhône (la densité d'anguilles pouvant être sensiblement différente entre les deux bras du Rhône), mais également de les réaliser à l'échelle d'une année (certaines stations fonctionnant au-delà de la période rizicole).

⁵ BAUMGARTNER L.J., REYNOLDS N.K., CAMERON L. & STANGER J.G. (2009) Effects of irrigation pumps on riverine fish. Fisheries Management and Ecology 16, 429-437.

⁶ MCNABB C.D., LISTON C.R and BORTHWICK, S.M. (2003). Passage of juvenile Chinook salmon and other fish species through achimedes lifts and a Hidrostral pump at Red Bluff, California. Transactions of the American Fisheries Society, 132: 326-334.

⁷ NEITZEL DA, RICHMOND MC, DAUBLE DD, MUELLER RP, MORSUND RA, ABERNETHY CS, GUENSCH GR and CADA GF. (2000). Laboratory studies on the effects of shear on fish: Final report. US Department of Energy, Idaho.

⁸ BUYSSE D., MOUTON A.M., STEVENS M., VAN DEN NEUCKER T., COECK J., 2013. Mortality of European eel after downstream migration through two types of pumping stations. Research Institute for Nature and Forest (INBO), Brussels, Belgium. Fisheries Management and Ecology, 2013. Doi: 10.1111/fme.12046

⁹ ALLOUCHE A., DERVIEUX A., NICOLAS L., « Adaptation aux changements par renaturation dans une zone humide littorale, le delta du Rhône (France du Sud). Une réponse à l'épuisement d'une gestion concertée de l'eau ? », Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement [En ligne], 25-26 / 2015, mise en ligne le 31 mars 2015, consulté le 19 juillet 2015. URL : <http://tem.revues.org/2768> ; DOI : 10.4000/tem.2768

À la suite du constat d'impossibilité technique de quantifier de manière précise le nombre d'anguilles pompées sur le territoire, des réflexions ont été menées en 2020¹⁰ et proposent de s'intéresser au devenir des individus pompés.

3 Échantillonnages sur le canal de la Sigoulette

Au-delà du nombre d'individus pompés dans le Rhône et de la mortalité induite par le passage au travers des pompes, le devenir de ces individus est en effet inconnu à ce jour.

Les canaux d'irrigation se retrouvant à sec en dehors de la période d'exploitation des rizières, la seule potentialité de survie pour les individus pompés semble être d'atteindre les canaux de drainage qui restent alimentés en eau par les précipitations automnales et hivernales via les marais¹¹. La survie au sein des canaux de drainage semble ensuite fortement liée aux conditions hydrologiques, habitats disponibles et qualité de l'eau au sein de ces canaux⁵.

La figure 5 montre les différentes voies de passage entre le réseau d'irrigation (canal d'irrigation sur la figure) et de drainage (Fumemorte sur la figure)¹². On observe ainsi trois voies de passages possibles entre le réseau d'irrigation et de drainage : les rizières (mortalité probable des individus avec faible profondeur, fortes températures et prédation élevée), les marais temporaires et enfin un passage possible par surverse (selon la gestion locale des martelières), lorsque les deux types de canaux se côtoient.

Deux possibilités se dégagent alors selon que nous nous trouvons au sein d'une surface poldérisée ou non. Dans le cadre d'une surface poldérisée (l'eau de drainage retourne au Rhône par pompage et non au Vaccarès comme sur la figure), déterminer le devenir des individus pompés revient à estimer la proportion d'individus colonisant le réseau de drainage et celle à nouveau pompée vers le Rhône. Dans le cadre d'une surface non poldérisée (cas du bassin du Fumemorte où l'eau de drainage s'écoule gravitairement dans le Vaccarès), déterminer le devenir des individus revient à estimer le nombre d'anguilles pompées venant se rajouter à la population du Vaccarès.

Dans le cadre des bassins non-poldérisés, comme pour le bassin du Fumemorte où l'eau s'écoule gravitairement vers le Vaccarès, la question du devenir des individus pompés est donc complexe dans le sens où les anguilles présentes dans le canal de drainage peuvent provenir à la fois du Vaccarès et du réseau de pompage. Un suivi du peuplement piscicole réalisé par la Tour du Valat depuis 1993 sur le canal du Fumemorte et associé à d'autres suivis (capture-marquage-recapture des anguilles depuis 2001, suivi télémétrique par RFID depuis 2018), pourrait néanmoins apporter des éléments de compréhension.

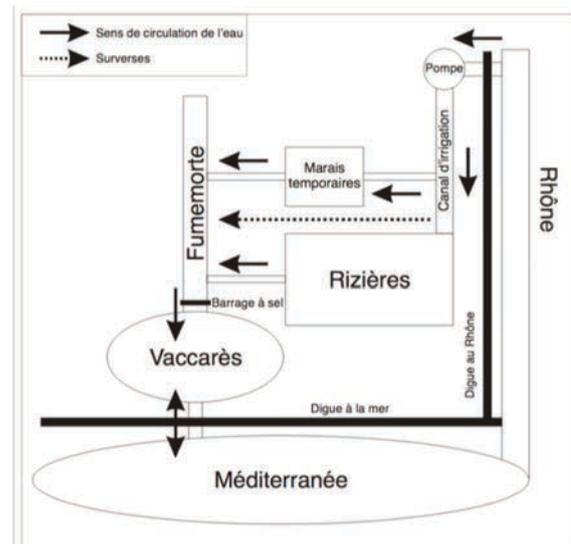


Figure 5 : Fonctionnement hydraulique du bassin de Fumemorte¹²

¹⁰ LAMBREMON J., RIVOALLAN D., 2021. Influence des stations de pompage du Rhône sur les anguilles en migration. Campagne d'Études 2020. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 29 p + annexes

¹¹ CHAUVELON P., 1996. Hydrologie quantitative d'une zone humide CHAUVELON P., MATHEVET R., 2002. Carrefour des eaux à l'interface nature - société : l'hydrosystème camarguais. *Faire Savoir* n°2, p 57-64. COURRIER DU PARC n°48/49, 1999. Usage de l'eau et équipements hydrauliques en Camargue.

¹² POULET N., Le sandre (*Sander lucioperca* (L.)) : Biologie, comportement et dynamique des populations en Camargue (Bouches du Rhône, France). Écologie, Environnement. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2014. Français.

Dans le cadre des bassins poldérisés où l'eau de drainage retourne à nouveau au Rhône par pompage (55 % de la surface de l'île de Camargue¹³), la question du devenir des individus pompés semble plus préoccupante et ce sont sur ces bassins que l'effort d'échantillonnage devra être réalisé (migration de dévalaison retardée voire impossible, mortalité engendrée par le passage dans les pompes).

3.1 Faisabilité d'échantillonnage

L'Association Syndicale Autorisée (ASA) du canal de la Sigoulette, localisée dans la zone ouest de la Camargue, constitue un de ces bassins poldérisés qui permet un assainissement des terres par pompage des eaux vers le Petit Rhône (avec cependant une seconde possibilité d'écoulage vers le Vaccarès mais restreinte car dépendante du niveau du Vaccarès et de l'orientation des vents¹⁴).

Son fonctionnement hydraulique est complexe (Figure 6), mais l'ensemble des canaux confluent vers le canal principal (Michel sur la figure). Ce canal se termine par la station de pompage de la Sigoulette, constituée de deux pompes centrifuges pouvant rejeter 1,7 m³/s au Rhône.

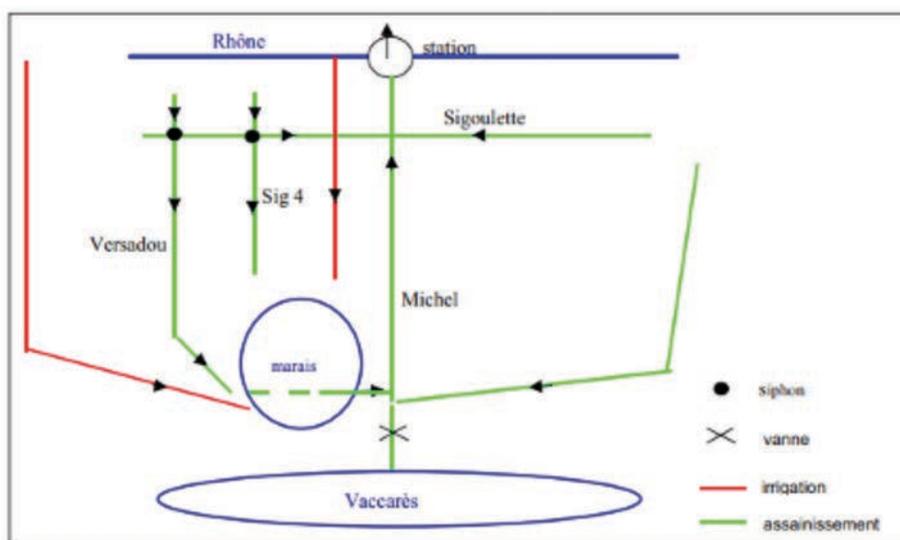


Figure 6 : Fonctionnement hydraulique de l'ASA de la Sigoulette (BRLi - PNRC, 2004)

Afin d'attester la présence d'anguilles sur le secteur et déterminer quelle méthodologie d'échantillonnage est la plus adaptée sur ce type de canaux (canaux larges, parfois profonds et pouvant présenter une forte turbidité), des tests par pêches électriques et relèves de filets ont été déployés en 2021 sur le canal de la Sigoulette (Figure 7).

¹³ ALLOUCHE A., DERVIEUX A., NICOLAS L., « Adaptation aux changements par renaturation dans une zone humide littorale, le delta du Rhône (France du Sud). Une réponse à l'épuisement d'une gestion concertée de l'eau ? », Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement [En ligne], 25-26 / 2015, mise en ligne le 31 mars 2015, consulté le 19 juillet 2015. URL : <http://tem.revues.org/2768> ; DOI : 10.4000/tem.2768

¹⁴ Étude hydraulique et hydrobiologique des systèmes de canaux en Camargue / BRLi - PNRC / Février 2004

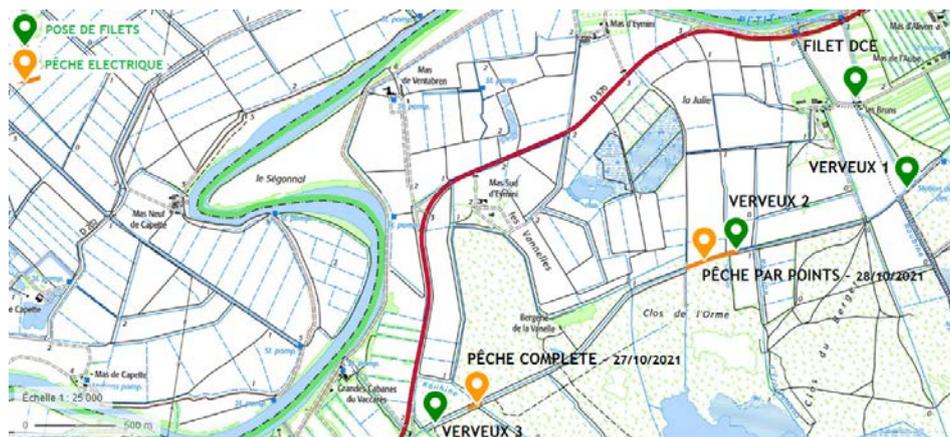


Figure 7 : Localisation des sites de pêches électriques et pose de filets en 2021

Deux pêches tests ont été réalisées les 27 et 28 octobre 2021, une pêche complète à pied (84 m de longueur, 6,5 m de largeur en moyenne et profondeur maximale de 70 cm) et une pêche par points (75 points répartis sur 328 m de longueur, 7 m de largeur en moyenne et profondeur maximale de 1,10 m).

En complément, 4 sites de pose de filets ont été mis en place en collaboration avec la Tour du Valat : un site où était positionné un filet de type DCE (maille de 4 mm, plus tard remplacé par deux verveux de 6 mm) et trois autres sites où étaient positionnés deux verveux (6 mm) en quinconce (pour barrer la totalité du canal et permettre une capture dans les deux sens d'écoulement : pompe - Vaccarès et Vaccarès - pompe).

Lors de la première session, seules les stations « DCE » « verveux 1 » et « verveux 2 » ont été mises en place. Les filets ont été posés le 25 octobre au soir et relevés les 27, 28 et 29 octobre au matin.

Étant donné que l'efficacité des filets est étroitement liée à l'activité des anguilles, deux autres sessions d'échantillonnages ont été réalisés. Aux vues de la faible efficacité du filet DCE, celui-ci a été remplacé par deux verveux. En complément, un troisième site (« verveux 3 ») présentant également 2 verveux a été ajouté. La seconde session consistait alors en une pose le 22 novembre et des relèves les 23, 24, 25 et 26 novembre. La troisième session consistait quant à elle en une pose le 7 décembre et des relèves les 8, 9 et 10 décembre.

Pour chacune des méthodes employées, seules les anguilles étaient dénombrées, mesurées et pesées ainsi que leur état sanitaire renseigné. Les autres espèces n'ont fait l'objet que d'une qualification en présence/absence.

3.2 Résultats des captures par pêches électriques et filets

a) Résultats des pêches électriques

La pêche électrique complète du **27 octobre** n'a pu être réalisée qu'au travers d'un seul passage de 36 minutes (turbidité trop importante à la suite du premier passage), et a révélé la présence de **4** anguilles et de 6 autres espèces (Carassin, Perche, Perche soleil, Rotengle, Sandre, Silure glane).

Les anguilles capturées présentaient une taille moyenne de **194 mm** pour un poids moyen de **9,4 g**.

La pêche électrique par points du **28 octobre** (117 minutes) a révélé la présence d'une **seule** anguille et de 6 autres espèces (Ablette, Carassin, Perche, Perche soleil, Rotengle, Sandre, Silure glane). L'anguille présentait une taille de **763 mm** pour un poids de **1 011 g**.

b) Résultats des captures aux filets

14 anguilles ont été capturées lors de la première session du **25 au 29 octobre** (1 anguille sur le site « verveux 1 » au plus proche des pompes et 13 anguilles sur le site « verveux 2 »). Les anguilles présentaient une taille moyenne de **499 mm** pour un poids moyen de **285,8 g**. La CPUE moyenne de cette session était de 0,04 anguille par heure.

20 anguilles ont été capturées lors de la seconde session du **22 au 26 novembre** (2 anguilles sur le site « DCE », 7 anguilles sur le site « verveux 1 », 10 anguilles sur le site « verveux 2 » et 1 anguille sur le site « verveux 3 »). Les anguilles présentaient une taille moyenne de **634 mm** pour un poids moyen de **557,5 g**. La CPUE moyenne de cette session était de 0,03 anguille par heure.

6 anguilles ont été capturées lors de la troisième session du **7 au 10 décembre** (2 anguilles sur le site « verveux 2 » et 4 anguilles sur le site « verveux 3 »). Les anguilles présentaient une taille moyenne de **546,3 mm** pour un poids moyen de **393,1 g**. La CPUE moyenne de cette session était de 0,01 anguille par heure.

Sur l'ensemble des 3 sessions, ce sont donc **40 anguilles** qui ont été capturées et qui présentaient une taille moyenne de **573,7 mm** pour un poids moyen de **437,7g**. La CPUE moyenne de l'ensemble des sessions s'élève à 0,02 anguille par heure.

Par ailleurs, la présence de 22 autres espèces a été notée sur l'ensemble des relèves des filets (Ablette, Athérine, Bouvière, Brème, Carassin, Caridine, Carpe, Chevesne, Crevette des marais, Crevette rose, Ecrevisse de louisiane, Epinoche, Gambusie, Gammare, Gardon, Goujon asiatique, Mulet cabot, Mulet porc, Perche soleil, Poisson chat, Rotengle, Sandre et Silure glane).

c) Limites des méthodes et préconisations

Avant toute analyse, il est important de souligner que des travaux de curage ont été réalisés sur le canal au cours des semaines précédant nos échantillonnages. Il est dès lors probable que les travaux entrepris aient pu biaiser nos captures. Il conviendra de se rapprocher du garde du canal si de nouveaux échantillonnages ont lieu en 2022 sur ce bassin afin d'être destinataires de ce type d'informations et pouvoir adapter nos échantillonnages.

Dans un premier lieu, la méthode par pêche électrique s'est révélée complexe à mettre en place dans des canaux présentant de fortes turbidités ainsi qu'un envasement important.

En ce qui concerne la pêche complète à pied, les conditions nécessaires à sa réalisation ne semblent pas pouvoir être étendues à large échelle. L'envasement important des canaux rend en effet complexe une prospection à pied et l'augmentation de la turbidité à la suite du premier passage n'a pas permis la réalisation d'un second, diminuant de surcroît l'efficacité de la pêche. Ceci est particulièrement problématique pour les anguilles dont la capture nécessite généralement plusieurs passages. Bien qu'il soit possible que la densité d'anguilles soit relativement faible dans le secteur étudié, ce constat est appuyé par les 40 anguilles capturées au filet qui laissent supposer une faible efficacité de la pêche électrique (seulement 4 anguilles observées avec une taille moyenne de 194 mm).

En outre, le nombre de personnes mobilisées reste important sur une demi-journée de pêche (11 personnes : 2 anodes, 4 épuisettes, 1 sécurité, 2 seaux, 2 biométrie).

Concernant la pêche par points, elle nécessite moins de monde (6 personnes maximum sur une demi-journée : 1 anode, 1 épuisette, 1 sécurité, 1 manœuvre bateau, 2 biométrie), mais nécessite l'emploi d'un bateau.

Néanmoins, bien que la pêche partielle vise à obtenir un échantillon le plus représentatif du peuplement du secteur étudié (composition d'espèces, abondances et structure en âge), elle ne permet pas d'estimer les densités et biomasses absolues des populations¹⁵.

Enfin, l'efficacité d'une pêche par points dans ce type de canaux reste relative puisque seulement une anguille a été observée.

La pose et relève des filets nécessite quant à elle moins de personnel, seulement 2 personnes, avec un temps de travail néanmoins réparti sur une session d'une semaine.

Cette méthode semble plus adaptée aux contraintes associées aux types de canaux rencontrés, bien que l'emploi d'un bateau puisse être nécessaire selon les caractéristiques du canal et les accès disponibles par la berge.

L'emploi de filets semble enfin révéler une image plus représentative du stock en place, puisqu'un total de 40 anguilles a été capturé au travers des 3 sessions d'échantillonnages contre 5 anguilles lors des pêches électriques.

L'échantillonnage par engin passif reste néanmoins complexe dans le sens où l'efficacité de capture dépend en partie de l'activité quotidienne des anguilles et donc des conditions environnementales.

En outre, le principal inconvénient de la méthode concerne la sélectivité des engins sur les petites classes de taille (utilisation de verveux de 6 mm). En effet, l'utilisation de ces engins, ne permet pas de capturer des individus qui auraient colonisés le Rhône récemment et auraient été pompés. Par contre, la présence d'anguilles de grandes tailles laisse supposer qu'à minima, une partie des anguilles pompées dans le Rhône lors de leur phase de colonisation, aient réalisé leur croissance dans le canal.

Pour conclure, la mise en place de filets semble être la méthode la moins contraignante et la plus adaptée à la capture d'anguilles dans les canaux de drainage (profondeur généralement supérieure à 70 cm et fort envasement rendant une pêche complète impossible). Pour être efficace, la méthodologie généralement appliquée vise la pose de verveux de 6 mm tous les 100 m de fossé, associés à 4 relèves successives. L'estimation du stock en place est dès lors possible au travers d'opérations de marquage-recapture (formule de Peterson)¹⁶. Cette méthode est néanmoins sélective vis-à-vis des petites classes de taille et des réflexions autour de la pose complémentaire de verveux de 1,5 mm pourront être engagées.

L'emploi d'engins passifs dont l'efficacité est tributaire de l'activité des anguilles sous-entend également une certaine flexibilité dans les dates de poses et relèves et il conviendrait de préconiser un minimum de deux sessions d'échantillonnages dans l'éventualité de mauvaises conditions de captures.

En outre, avant de statuer sur la méthode choisie, la caractérisation des canaux susceptibles d'être échantillonnés (longueur, profondeur, envasement, conductivité, salinité, fonctionnement hydraulique), doit être établie.

¹⁵ BELLIARD J., DITCHE JM., ROSET N., DEMBSKI S., Novembre 2012. Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité. Dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons. Office national de l'eau et des milieux aquatiques.

¹⁶ ROUL M., BESSE T., 2013. Suivi de l'anguille dans les marais salés atlantiques. Tableau de bord Anguille LOGRAMI, 20 pages.

4 Conclusion et perspectives

L'année **2021** marque la dernière année d'échantillonnage pour la station du Sambuc et a permis d'estimer à près de 4 907 le nombre d'individus pompés dont **2 107 anguilles**. En comparaison, l'échantillonnage en 2018 estimait 2 043 anguilles pompées, celui de 2019, 1 717 anguilles et celui de 2020, 795 anguilles. Ces résultats, ramenés aux **170** unités de pompage du Rhône, pourraient indiquer une **influence non négligeable** du pompage sur les anguilles en migration bien que l'on ne soit pas en mesure de la quantifier précisément.

Dans le but d'établir l'influence globale du pompage à l'échelle du territoire, un échantillonnage simultané sur les stations du **réseau privé et collectif** était recommandé. Les stations de pompage pouvant en effet selon leur implantation exercer une influence plus marquée sur le flux d'anguilles en migration sur le Rhône. Certaines stations privées sur lesquelles un échantillonnage pouvait être mis en place ont ainsi été pré-identifiées (stations proches du site de la station collective du Sambuc), et le déploiement d'échantillonnages par flottangs sur la station privée du Sambuc a été initié en 2018. De nouveaux tests par chaussettes ont été réalisés sur cette même station en 2020 et il était prévu d'étendre ces échantillonnages en 2021 en les calant sur la période de pose des filets afin d'obtenir des éléments comparatifs sur les deux types de réseaux rencontrés. Les conditions hydrologiques de 2021 n'ont cependant permis que la pose de filets sur la station collective du Sambuc et les moyens humains disponibles à ce jour ne permettent pas de reconduire l'ensemble de ces échantillonnages à l'échelle d'une saison.

La pose de flottangs a néanmoins permis d'attester la présence d'anguilles sur le secteur privé (309 anguilles sur 25 relèves en 2019, 212 anguilles sur 35 relèves en 2019 et 162 anguilles sur 13 relèves en 2020), bien que la méthodologie employée ne permette pas de comparer ces résultats en termes d'abondance avec ceux du canal d'irrigation de la station du Sambuc (les flottangs étant des habitats artificiels non piégeant). Les tests d'échantillonnages déployés en 2020 via la pose d'une chaussette sur une des buses d'irrigation de la station privée ont comptabilisé 8 anguillettes sur 4 sessions. Les CPUE obtenues étaient sensiblement inférieures à celles obtenues au filet mais l'ensemble des voies de diversification n'étaient pas échantillonnées par les chaussettes, ce qui pourrait sous-entendre une influence plus forte de la station appartenant au réseau privé (0,16 anguille par heure via la chaussette sur une seule des 4 voies contre 0,19 anguille par heure aux filets sur la totalité du canal).

En outre, la limite identifiée quant à la caractérisation de l'influence du pompage sur la migration des anguilles concerne le manque de données quant au devenir des individus pompés. De nouvelles réflexions ont ainsi été engagées et des tests d'échantillonnages par pêches électriques et filets ont été menées en 2021 sur un canal appartenant à l'ASA de la Sigoulette. Ces tests montrent que l'utilisation de verveux serait plus adaptée aux canaux de drainage (profondeur supérieure à 70 cm et fort envasement) et potentiellement plus efficace pour capturer des anguilles (40 anguilles capturées au travers de 10 relèves de 5 à 8 filets contre 5 anguilles sur deux pêches électriques, une complète et une par point). Une caractérisation plus fine des canaux à échantillonner est néanmoins nécessaire avant de statuer sur la méthode envisagée.

Trois bassins poldérisés présentant des canaux susceptibles d'être échantillonnés ont été relevés (ASA de la Sigoulette, ASCO des vidanges de Corrèges et Camargue Major, ASA des Saintes Maries de la Mer) et l'autorisation des propriétaires devra être obtenue afin d'envisager des échantillonnages. Ces échantillonnages, associées à des suivis de capture-marquage-recapture, pourraient à terme permettre de mieux caractériser le devenir des individus pompés.

Ces nouvelles investigations s'intègrent à un projet actuellement mené par l'OFB et la Tour du Valat sur les connectivités intra-lagunaires de deux sites : le bassin du Fumemorte (bassin non poldérisé) et le site des Grandes Cabanes du Vaccarès Sud (bassin poldérisé).

Les objectifs de ce projet sont : (1) étudier la démographie et le comportement migratoire de l'anguille jaune dans ces deux bassins, (2) évaluer le devenir des anguilles présentes sur le site des Grandes Cabanes fonctionnant en huit clos, (3) évaluer le projet de reconnexion des marais des Grandes Cabanes au Vaccarès. Ce projet repose notamment sur la mise en place d'un suivi télémétrique par RFID et d'un suivi par pêche en capture-marquage-recapture (CMR). Il a été amorcé en 2021 et est prévu sur une durée de 4 à 5 ans.

Les connaissances qui pourront être acquises à l'échelle des trois bassins poldérisés présélectionnés, couplées à celles acquises par le projet développé par l'OFB et la Tour du Valat, permettraient d'obtenir une vision complète du devenir des individus pompés à l'échelle du delta.

Dès lors, ce n'est qu'au terme de ces travaux que des mesures de gestion, ou d'équipement, pourront être proposées afin de réduire l'influence des prises d'eau sur la population d'anguilles du Rhône.

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

- Parc Naturel Régional de Camargue
- Association Syndicale Autorisée du Sambuc
- Syndicat Mixte de Gestion des Associations Syndicales du Pays d'Arles (SMGAS)

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

