

- RAPPORT D'ETUDE -



2020 N° 10/15

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

LAMBREMON J., RIVOALLAN D. • Février 2021



Photo de couverture
© MRM / 2020

Référence à citer

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

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)

Résumé

Afin de répondre aux exigences du Plan de Gestion Anguille et d'améliorer la connaissance de l'espèce pour en optimiser la gestion, le PLAGEPOMI 2016-2021 propose d'étudier quelles sont les pressions anthropiques (autres que les obstacles transversaux à la migration) sur lesquels il est possible d'agir et en particulier l'influence des stations de pompes du delta du Rhône sur leur migration.

En effet, sur ce territoire, les importants besoins en eau pour la riziculture conduisent chaque année au pompage de plus 400 millions de mètres cubes d'eau du Rhône entre les avril et d'octobre. Cette période culturale correspondant à celle de la migration des anguillettes, il est probable que l'influence de ces pompes sur le flux migrant soit significative.

A ce titre, MRM a réalisé en 2016 une étude de faisabilité d'échantillonnage des canaux d'irrigation sur le canal du Sambuc, reposant d'une part sur la connaissance du réseau de pompage et d'autre part sur la conception et l'expérimentation d'un protocole de suivi de l'influence de ce pompage sur la migration des anguilles.

Le suivi a débuté en 2018 et 2020 correspond donc à la troisième année d'échantillonnage sur la station de pompage du Sambuc. Du 5 juin au 15 septembre, 212 heures de piégeage ont été réparties sur 16 sessions d'échantillonnage. 29 anguillettes, 13 civelles et 75 autres individus appartenant à au moins 10 espèces différentes de poissons ont été capturés, soit 117 poissons au total.

Les anguilles pompées sont essentiellement de petites tailles et une proportion non négligeable de ces individus présente des lésions sévères. 19 des 42 anguilles capturées en 2020 sont concernées par ces lésions dont 3 présentant des anomalies sévères qui résultent probablement du passage dans les pompes et 16 retrouvées mortes sans blessures apparentes. Concernant ces dernières, cela pourrait être 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 (variations de pression par exemple).

Par ailleurs, une pompe appartenant au secteur privé est également recensée sur la station du Sambuc. Cette pompe, localisée en pied de berge en rive droite du Grand Rhône fait l'objet d'échantillonnages complémentaires par flottangs depuis 2018. En 2020, 13 relèves de flottangs ont été réalisées du 8 juillet au 8 septembre et 162 anguillettes ont été capturées.

Bien que la méthodologie employée par flottangs ne permette pas de comparer de manière exhaustive les résultats obtenus avec ceux des filets, elle apporte néanmoins des premiers éléments de réponse quant à l'influence des deux secteurs (collectif et privé).

La faisabilité d'échantillonner cette station privée par le biais de chaussettes dans l'optique de pouvoir mieux comparer les captures avec celles obtenues via le filet a ainsi été testée en 2020.

La méthodologie a été validée au travers de 6 tests d'échantillonnages. Les CPUE d'anguilles obtenues sont sensiblement inférieures à celles obtenues au filet (0,16 anguilles par heure contre 0,19 anguilles par heure au filet) bien que les captures via la chaussette ne représentent pas l'ensemble des anguilles pompées via cette station (diversification des voies). Celles pour les autres espèces sont quant à elles importantes (1,82 poissons par heure contre 0,34 poissons par heure au filet).

Enfin, le retour d'expérience des échantillonnages sur la station du Sambuc montre que les moyens humains disponibles ne permettent pas de répondre simultanément aux deux objectifs initiaux du suivi : (1) caractériser le recrutement du Rhône et (2) estimer l'influence du pompage sur la migration des anguilles.

L'effort doit ainsi être concentré sur la caractérisation de l'influence du pompage et de nouvelles pistes de réflexions doivent être engagées. Les investigations menées sur le site du Sambuc seront poursuivies afin d'attester des arrivées d'anguilles du Rhône au travers du système de pompage. En complément, la mise en place d'échantillonnages par pêches électriques sur des canaux de drainage associés à une procédure de capture-marquage-recapture pourrait être envisagée afin de connaître le devenir des individus pompés.

Sommaire

Introduction	7
1 Échantillonnage de la station du Sambuc	8
1.1 Canal d'irrigation	8
a) Site choisi	8
b) Caractéristiques de la station	9
1.2 Stratégie d'échantillonnage	9
a) Matériel utilisé	10
b) Période et fréquence d'échantillonnage	10
c) Traitement des captures	10
d) Tests sur le secteur privé	11
1.3 Campagne de suivi 2020 sur la station du Sambuc	12
a) Présentation des résultats	12
b) Connaissances biologiques	13
1.4 Résultats des tests d'échantillonnage sur le secteur privé	15
2 Perspectives de suivi à l'échelle du delta du Rhône	18
2.1 Rappel des objectifs initiaux et limites identifiées	18
a) Caractériser l'influence des pompages sur la migration des anguilles	18
b) Caractériser le recrutement du Rhône	20
2.2 Priorisation des objectifs	20
a) Influence du pompage selon le type de secteur	20
b) Devenir des individus pompés	22
Conclusions et Perspectives	23
Bibliographie	24
Liste des figures	28
Liste des tableaux	28
Liste des annexes	28

Introduction

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson migrateur amphihalins 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 (informations complémentaires disponibles sur le site de l'Observatoire des poissons migrateurs amphihalins Rhône-Méditerranée : <https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/anguille-europeenne-2/>). 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.

En outre, 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. Toutefois, compte tenu de la diversité des conditions environnementales de chaque milieu, il est impossible d'établir une relation entre le fleuve et la lagune et donc de caractériser à l'heure actuelle le recrutement du Rhône en termes de flux et de période de migration.

Par ailleurs, le manque d'eau et les remontées salines, caractéristiques de la plaine deltaïque du Rhône, nécessitent 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 donc 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, il est probable que l'influence de ces pompages sur le flux migrant soit significative.

Il a donc été proposé, dans le cadre de l'orientation 4 (Améliorer les connaissances sur les espèces et leur habitat) du PLAGEPOMI 2016-2021 et afin de répondre aux exigences du PGA notamment sur les pressions anthropiques, d'étudier la possibilité d'estimer l'impact des pompages agricoles sur les anguilles en migration (civelles et anguillettes) et d'apporter des éléments de connaissance sur le recrutement du Rhône.

Le suivi 2020 se concentre sur un retour d'expérience d'échantillonnage du canal de distribution de la station du Sambuc suite aux investigations menées en 2016 et aux échantillonnages menés depuis 2018. Les limites associées aux objectifs initialement identifiés sont également abordées et les perspectives d'évolution du suivi discutées. Les informations concernant le contexte de l'étude sont présentées en annexe (Annexe A).

1 Échantillonnage de la station du Sambuc

1.1 Canal d'irrigation

a) Site choisi

Compte tenu des données disponibles en termes de localisation et caractéristiques des stations de pompage, le choix du site dans l'étude de faisabilité de 2016 s'était concentré sur le territoire du PNR et l'île de Camargue. Ainsi, seules la rive droite du grand Rhône et la rive gauche du Petit Rhône avaient été étudiées.

Dans un premier temps, afin d'augmenter les possibilités de captures de civelles, il avait été décidé d'identifier une station de pompage la plus proche possible de l'embouchure du Rhône. Dans un second temps, afin d'optimiser l'échantillonnage, les caractéristiques du canal en termes de largeur, débit et matériaux (terre ou béton) avaient été étudiées.

Ainsi, parmi les ASA localisées sur l'île de Camargue, la station du Sambuc avait été choisie au vu de ses caractéristiques potentiellement favorables à un échantillonnage (canal bétonné de largeur de moins de 2 m, débit maximal d'équipement < à 1,5 m³/s, présence de compteurs permettant une analyse des volumes pompés). Cette station représente en effet la seconde station identifiée la plus proche de la mer (28 km) dont le canal possède les caractéristiques recherchées pour un échantillonnage (*Figure 1*). Par ailleurs, cette station a fait l'objet d'échantillonnages par la Tour du Valat et un certain nombre de

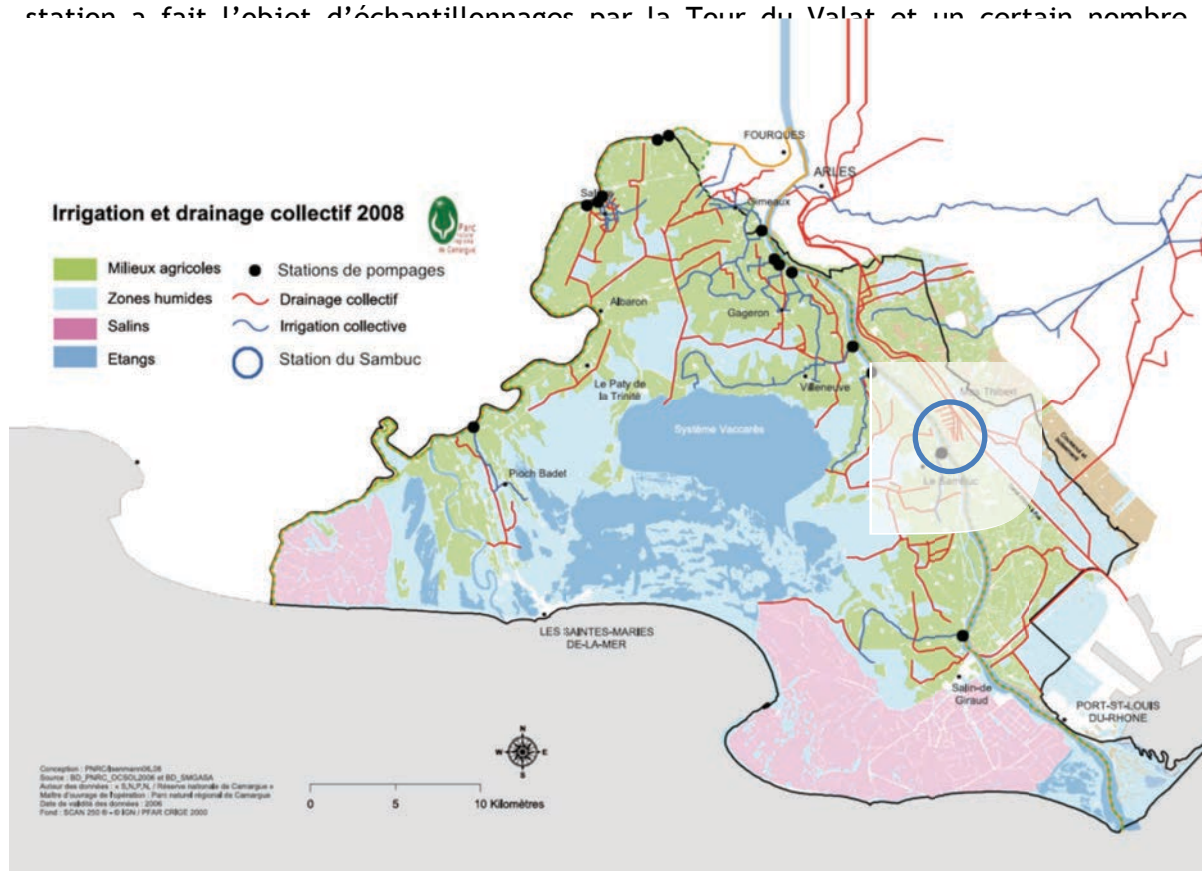


Figure 1 : Localisation des stations de pompage des ASA de l'île de Camargue (Source PNR)

b) Caractéristiques de la station

Cette prise d'eau est équipée de 2 pompes FLYGT de 500 l/s chacune et d'une pompe RATEAU de 200 l/s soit un débit maximum de 1 200 l/s. Concernant les caractéristiques de la prise d'eau, il est difficile d'obtenir des informations notamment sur la distance à la berge et la profondeur, car l'installation est ancienne. Toutefois, en général ces prises d'eau sont équipées d'une grille de 5 cm de vide de maille afin d'éviter de pomper de trop gros débris (Poizat *et al*, 1999).

Le canal de distribution associé à la station de pompage est en relief et bétonné sur une longueur de 4 km et sa largeur est de 2 m pour une profondeur de 1,2 m à la sortie des pompes (Figure 2). Ainsi, les vitesses d'écoulement mesurées à l'entrée du réseau varient entre 0,4 et 0,6 m/s.



Figure 2 : Canal et station du Sambuc

1.2 Stratégie d'échantillonnage

Le site d'échantillonnage a été identifié sur le canal de distribution de la station du Sambuc au plus près de la sortie des pompes afin d'éviter tout échappement d'individus dans les parcelles irriguées (Figure 3).



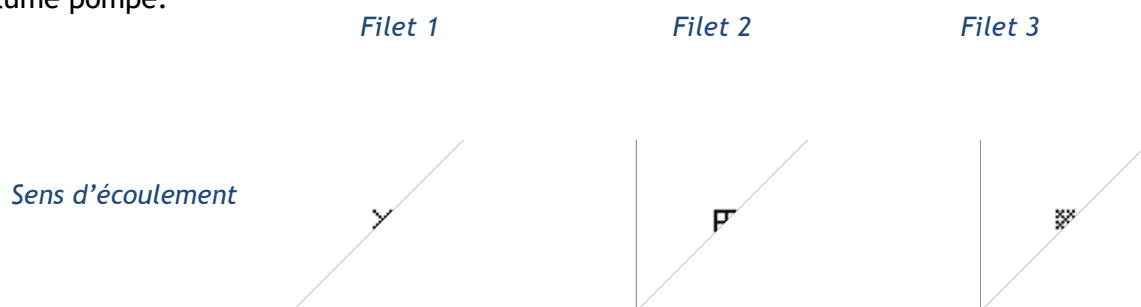
Figure 3 : Vue aérienne de la station de pompage du Sambuc (Source : Geoportail)

a) Matériel utilisé

3 pièges de type verveux ont successivement été installés au sein du canal de distribution.

Les deux premiers verveux de maille 10 mm et 6 mm permettent tout d'abord de piéger un maximum de débris et ainsi limiter le colmatage (*Figure 4*).

Un piège de type verveux de 1,5 mm de vide de maille a ensuite été installé à l'aval des deux autres verveux afin de pouvoir capturer les civelles. Ce piège a été monté sur des barres fixées aux deux côtés du canal et a été placé de manière à filtrer l'intégralité du volume pompé.



b) Période et fréquence d'échantillonnage

La période d'échantillonnage a été définie selon le fonctionnement de la station de pompage et les besoins en eau de la riziculture ; elle s'étale donc entre les mois d'avril et d'octobre (potentiellement 7 mois). Il a été décidé de réaliser les échantillonnages une fois par semaine pendant toute la période de fonctionnement des pompes avec une pose des filets la veille au soir et une relève le lendemain matin (généralement de 20:00 la veille à 7:00 le lendemain).

c) Traitement des captures

Les anguillettes capturées sont dénombrées et mesurées individuellement.

Les civelles, quant à elles, sont dénombrées, mesurées, pesées individuellement et leur stade pigmentaire déterminé (selon la méthodologie développée par Elie *et al.*, 1982).

Par ailleurs, dans le cas où le nombre de captures est trop important pour relever ces paramètres, un échantillon de 50 individus est réalisé pour chaque stade afin de déterminer le poids moyen d'un individu et ainsi estimer le nombre total d'anguilles (ou civelles) capturées. Les stades pigmentaires sont également réalisés sur l'échantillon de civelles.

Les autres espèces capturées sont uniquement identifiées et dénombrées puis l'ensemble des individus capturés est relâché dans le Rhône.

Enfin, l'état sanitaire de toutes les anguilles piégées est observé au cours des opérations de biométrie et permet notamment d'identifier les anomalies relatives au passage dans les pompes. Ces mesures sont basées sur la description des anomalies par les intervenants à partir de **codes pathologie** (outil d'observation développé par l'ONEMA et adapté par Elie et Girard (2014), qui repose sur des descripteurs de types pathologiques (lésions) et biologiques (macro parasites externes) visibles à l'œil nu et basé sur un code à 3 lettres et un chiffre) (*Annexe B*).

L'appréciation de la qualité sanitaire des individus capturés dans les filets se base sur l'**Indice pathologie (IP)** qui s'exprime de la manière suivante :

$$Ip = P \times Q$$

où **P** représente la prévalence de poissons atteints et **Q** la sévérité lésionnelle de chaque lésion observée.

L'**Indice pathologie global (IPG)** observé pour l'ensemble de la population étudiée est alors obtenu en additionnant les I_p relatif à chaque lésion observée et s'exprime donc de la manière suivante $IPG = \sum I_p$; la note maximale pouvant être obtenue étant de 4 (100 % des poissons atteints de sévérité 4). Ainsi, l'état de santé des poissons est interprété selon les classes suivantes :

Tableau 1 : Grille d'interprétation de l'Indice pathologie global (Ipg)

IPG	0 - 0,04	0,05 - 0,20	0,21 - 0,80	0,81 - 1,40	1,41 - 4
Condition	Excellente	Bonne	Précaire	Dégradée	Mauvaise

La prévalence (P) s'exprime par le ratio entre le nombre de poissons atteints et le nombre de poissons examinés. Ainsi, pour des valeurs supérieures à 5 %, la qualité du peuplement peut être considérée comme précaire et correspond à des milieux plus ou moins fortement dégradés (Girard, 1998).

La sévérité des anomalies donnée par les codes de quantification (1, 2, 3 ou 4) permet de compléter le jugement en modulant le résultat. En effet, des anomalies d'intensité 1 ou 2 atténuent l'appréciation de la qualité contrairement aux cas de présence d'anomalies d'intensité 3 ou 4 pour lesquels la population peut être considérée dans un état précaire avéré.

d) Tests sur le secteur privé

Au niveau de la station du Sambuc, une pompe appartenant au secteur privé est également recensée. Cette pompe est localisée en pied de berge en rive droite du Grand Rhône (Figure 5). L'eau pompée passe au travers d'une conduite forcée qui se divise en 3 voies distinctes dont l'alimentation dépend de la gestion locale des martelières. Une des voies passe sous le canal d'irrigation du Sambuc et atteint les rizières via des buses se divisant côté gauche et côté droit du canal.

Ce site n'a initialement pas été retenu dans le cadre de l'étude (diversification des voies de passage et caractéristiques du site rendant impossible un échantillonnage par filet), mais des tests via la pose de flottangs sont tout de même réalisés depuis 2018 afin d'attester la présence d'anguilles.

Les flottangs constituent en effet des habitats artificiels pour les anguilles, ciblant les individus de moins de 15 cm. Le principe d'utilisation de ces dispositifs est de multiplier les opérations de relèves afin d'obtenir une succession d'observations de présence/absence (données d'abondance non interprétables), traduisant alors la dynamique du flux.

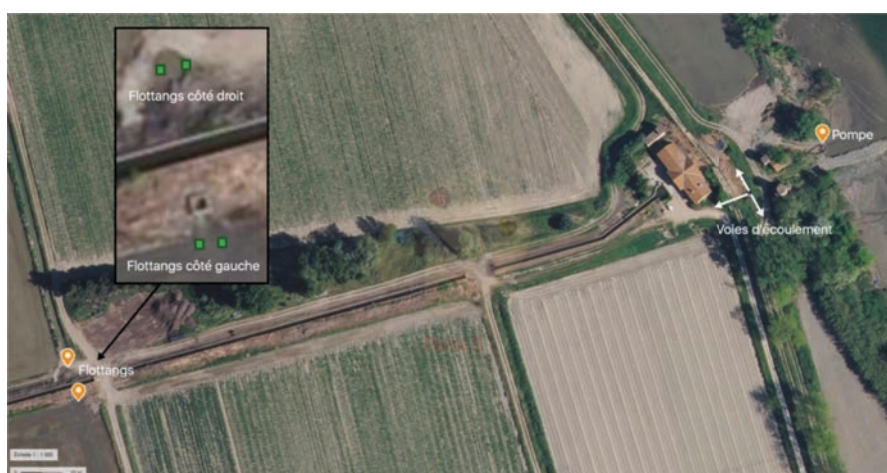


Figure 5 : Vue aérienne des sites avec pose de flottangs (Station du Sambuc)

Quatre flottangs ont ainsi été positionnés aux deux sorties de la conduite forcée passant sous le canal d'irrigation de la station du Sambuc. La relève des flottangs est assurée lors de la pose et de la relève hebdomadaire des filets du canal d'irrigation du Sambuc, soit deux fois par semaine. Le nombre et la taille des individus capturés sont notés lors de chaque relève.

En complément des flottangs, des tests ont également été menés en 2020 visant à étudier la faisabilité d'échantillonnage via la pose de chaussettes. Une chaussette a ainsi été positionnée directement sur la buse d'irrigation côté droit du canal, les relèves et poses étant calées sur celles des verveux.

1.3 Campagne de suivi 2020 sur la station du Sambuc

La propagation du Covid-19 a conduit au démarrage tardif de l'échantillonnage tandis que les faibles précipitations printanières en 2020 ont conduit à l'arrêt précoce du pompage et donc de l'échantillonnage. Le suivi a ainsi été effectif du **5 juin au 15 septembre 2020 (contre un début de suivi le 29 avril en 2019)** et représente **212 heures de piégeage** réparties sur **16 sessions d'échantillonnage**.

a) Présentation des résultats

29 anguillettes, 13 civelles et 75 autres individus appartenant à au moins 10 espèces ont été capturés (Ablette, Gardon, Goujon, Grémille, Brème, Pseudorasbora, Sandre, Silure, Spirlin, Chevesne), soit **117 poissons** au total (*Figure 6*).

Les anguilles représentent ainsi près de **35,9 %** de l'effectif global, proportions légèrement plus faibles par rapport aux campagnes 2016, 2018 et 2019 où 131, 84 et 92 anguilles avaient respectivement été capturées.

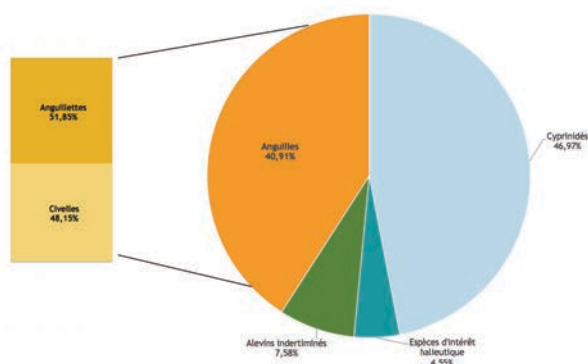


Figure 6 : Répartition des captures par espèces

La Capture Par Unité d'Effort (CPUE) globale s'élève donc à **0,5 poissons** (toutes espèces confondues) et **0,2 anguilles par heure** (civelles et anguillettes). Les volumes pompés lors de ces 16 sessions d'échantillonnage sont proches de 739 080 m³ au total, variant entre 5 400 m³ et 64 800 m³ par relève (Tableau 2). Les captures représentent dès lors près de 16 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 près de 2 216 le nombre d'individus pompés en 2020 dont 549 anguillettes et 246 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. Poizat et al (1998) estimaient quant à eux près de 14 700 individus pompés dont 926 anguilles sur le site du Sambuc.

Tableau 2 : Synthèse des résultats obtenus en 2020

Date (relève)	Heure pose	Heure relève	Effort (H)	Volume (m ³)	N_Ang	N_Civ	Autres sp
05/06/2020	16:00:00	07:00:00	15	64800	0	2	2
11/06/2020	16:00:00	07:00:00	15	64800	0	4	6
18/06/2020	16:00:00	07:30:00	15,5	66960	0	2	7
23/06/2020	16:00:00	07:00:00	15	54000	2	4	19
30/06/2020	16:00:00	06:30:00	14,5	52200	2	0	2
08/07/2020	17:30:00	07:00:00	12,5	54000	2	0	5
16/07/2020	18:30:00	07:00:00	11,5	49680	2	1	3
22/07/2020	19:30:00	08:00:00	11,5	49680	0	0	2
29/07/2020	19:30:00	08:00:00	11,5	49680	0	0	0
05/08/2020	18:30:00	08:00:00	12,5	54000	0	0	0
12/08/2020	18:30:00	08:00:00	12,5	54000	6	0	3
19/08/2020	18:30:00	08:00:00	12,5	54000	0	0	0
26/08/2020	18:30:00	09:00:00	13,5	48600	4	0	4
02/09/2020	18:30:00	08:00:00	12,5	9000	9	0	0
09/09/2020	18:30:00	07:00:00	11,5	8280	2	0	10
15/09/2020	18:00:00	09:00:00	15	5400	0	0	12

b) Connaissances biologiques

● Évolution des captures

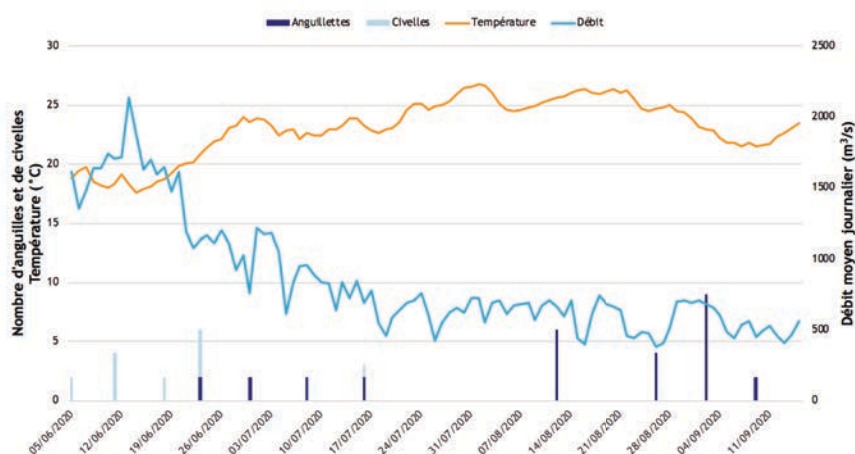


Figure 7 : Comparaison des captures de civelles et d'anguillettes par session d'échantillonnage

Sur les 16 sessions d'échantillonnages, 11 d'entre elles présentaient des captures d'anguilles dont 8 sessions avec captures d'anguillettes et 5 sessions avec captures de civelles. Les captures de civelles représentent 31 % des effectifs d'anguilles contre 69 % pour les anguillettes.

L'ensemble de ces captures se répartissent du 5 juin au 9 septembre avec les plus fortes captures le 2 septembre sans qu'elles soient associées à une hausse du débit. Les conditions hydrologiques en 2018 et 2019 étaient moins limitantes et les plus fortes captures étaient observées les 19 juin et 14 août en 2018 et le 19 juin en 2019 en lien probable avec des pics de débit dépassant les 1000 m³/s, observation en accord avec les captures obtenues sur les passes-pièges à anguilles du Rhône aval en lien avec les augmentations de débit (Lambremon *et al.*, 2020).

- Caractéristiques de la population migrante

Caractéristiques de la population de civelles

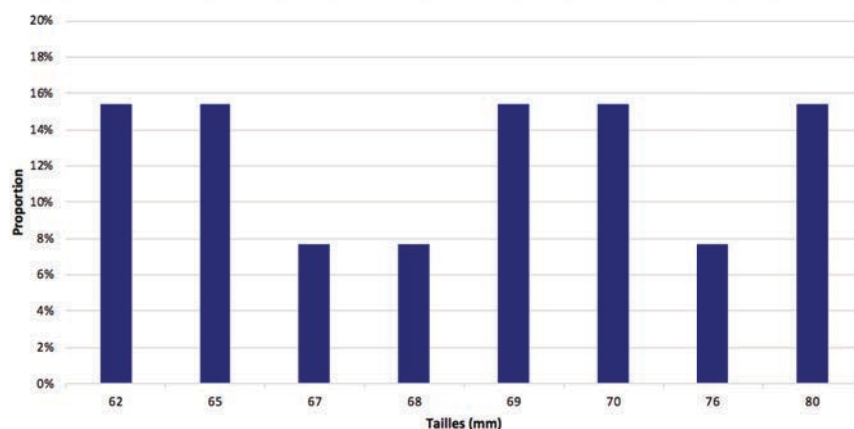


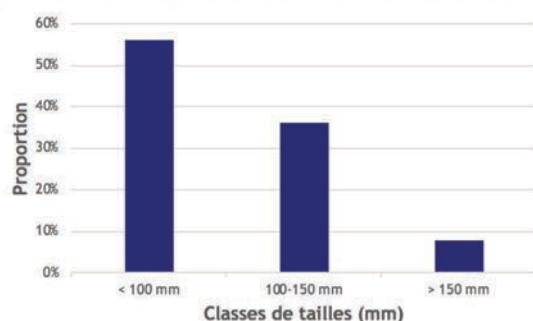
Figure 8 : Proportion des tailles des civelles capturées en 2020

Les civelles ont été observées du **5 juin** (début du suivi) au **16 juillet** réparties sur 5 sessions d'échantillonnage. Au total, ce sont donc **13 civelles** qui ont été comptabilisées avec une taille moyenne de **69 mm** (Figure 8). Le poids moyen n'a pas pu être calculé cette année car la majorité des civelles ont été retrouvées mortes dans le filet (10 civelles sur les 13 comptabilisées). Une seule civelle a été pesée cette saison et présentait un poids de 236 mg, résultat comparable 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 a également fait l'objet d'une analyse du stade pigmentaire en 2020 et présentait un stade précoce (VB le 16 juillet), témoignant d'une arrivée récente dans le système.

Des observations similaires avaient respectivement eu lieu en 2016, 2018 et 2019 avec des civelles non pigmentées observées jusque tard dans la saison (jusqu'au 4 septembre en 2019). Les faibles débits du Rhône observés sembleraient 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/s - Bravard et Clemens, 2008), salinité qui pourrait ralentir la pigmentation des civelles.

Caractéristiques de la population d'anguillettes



Concernant les anguillettes capturées pour la saison 2020, seules les données de tailles ont été référencées. Les analyses sur les **29 individus** capturés fixent une taille moyenne à **107,4 mm** avec une prépondérance d'individus dont la taille est inférieure à 100 mm (56% de l'ensemble des anguillettes comptabilisées), induisant une majorité d'individus capturés qui seraient arrivés au cours de la saison 2020 dans le système (Figure 9).

Figure 9 : Proportion des classes de tailles pour les anguillettes

Pathologies et mortalités observées

Parmi les 42 anguilles capturées (anguillettes et civelles), 3 présentaient visuellement des anomalies sanitaires (deux avec des plaies et une avec des érosions) et 16 supplémentaires ont été retrouvées mortes sans blessures apparentes.

En comptant l'ensemble des individus retrouvés morts avec ou sans blessures apparentes, 45,2 % des anguilles capturées en 2020 présente ainsi des anomalies. 4,8 % de ces individus présentent des lésions qui résultent très probablement du passage dans les pompes, ces dernières sont sévères (*Figure 10*). L'ensemble des individus retrouvés mort dans le filet ne présente 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). En considérant la sévérité de ces anomalies, l'indice pathologique calculé en 2020 révèle un état précaire de la population d'anguilles pompées ($I_{pg} = 0,69$).

A titre de comparaison, on observait lors du suivi de 2016, 2018 et 2019 respectivement 42%, 32 % et 19,3 % d'individus avec anomalies suggérant également un état précaire de la population.

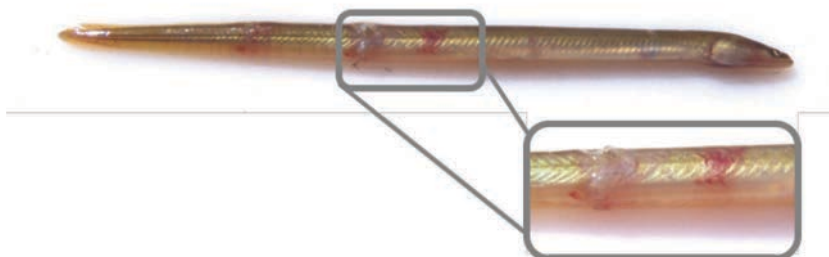


Figure 10 : Exemple de plaies observées sur une anguille piégée

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 pompage (King & O'Connor, 2007).

En termes de mortalité, Baumgartner et al (2009) 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 (McNabb *et al*, 2003, Neitzel *et al*, 2000, Neitzel *et al*, 2014). Les études réalisées spécifiquement sur les anguilles ne concernent que les individus argentés, Buysse et al (2013) 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 %.

1.4 Résultats des tests d'échantillonnage sur le secteur privé

13 relèves de flottangs ont été réalisées du 8 juillet au 8 septembre dont l'ensemble des captures sont référencées dans le tableau ci-dessous (Tableau 3). 162 anguillettes ont été capturées et aucune civelle n'a été observée au cours des relèves.

Tableau 3 : Synthèse des relèves de flottangs en 2020 (FG - FD : Flottangs Gauche - Droit)

Date (relève)	Heure (relève)	N_FG	N_FD	N_Total	Remarques
08/07/2020	08:00:00	0	2	2	
15/07/2020	19:00:00	5	10	15	
16/07/2020	08:00:00	3	7	10	
21/07/2020	18:30:00	3	15	18	1 flottang gauche coulé
22/07/2020	07:00:00	2	2	4	
28/07/2020	19:00:00	4	7	11	
29/07/2020	07:00:00	1	3	4	
04/08/2020	19:00:00	1	2	3	
11/08/2020	19:00:00	29	7	36	
12/08/2020	07:00:00	16	8	24	
18/08/2020	19:00:00	3	13	16	
19/08/2020	07:00:00	4	9	13	
08/09/2020	07:00:00	1	5	6	

La méthodologie employée pour ce suivi ne permet pas de comparer les résultats obtenus en termes d'abondance avec ceux du canal d'irrigation de la station du Sambuc. La justesse des données d'abondance obtenues via l'utilisation de flottangs n'est en effet pas avérée, les flottangs étant des habitats artificiels non piégeant pour les individus. De plus, trois voies d'échappement ont été dénombrées mais seulement une présentait les conditions favorables pour la pose de flottangs. Enfin, 4 flottangs ont été installés et il est possible que le nombre d'anguilles observé puisse différer selon le nombre de flottangs utilisés (différent du filet qui filtre la quasi-totalité de la colonne d'eau du canal). Il est également à noter que les anguilles captées par flottangs ne sont pas forcément des individus nouvellement arrivés dans le système (possibilité de stabulation des individus dans les trous d'eau au niveau desquels sont posés les flottangs).

Les résultats suivants (Figure 11) montrent la comparaison des captures obtenues sur les deux types de suivi. Les captures des relèves de flottangs avec un temps de pose d'une semaine (captures intermédiaires sur la figure) ont été dissociées des captures réalisées au moment de la relève des filets (temps de pose d'une nuit). En termes de présence/absence, certaines nuits où les deux types d'échantillonnage étaient mis en place présentent des différences dans les captures. Sur les 9 nuits où le filet et les flottangs étaient posés conjointement, 3 présentent des captures dans les deux systèmes (8 et 16 juillet et 12 août), 3 présentent seulement des captures dans les flottangs (22 et 29 juillet, 19 août) et 3 seulement dans le filet (26 août, 2 et 9 septembre).

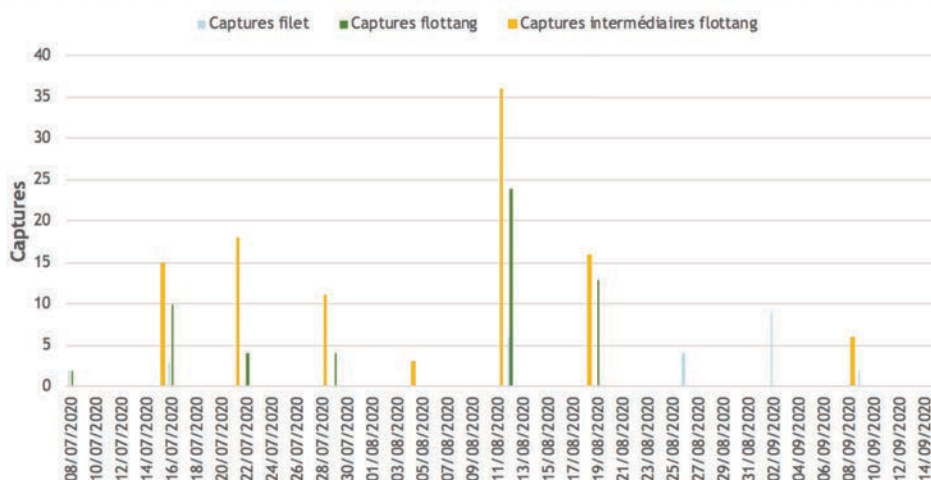


Figure 11 : Comparaison des captures des flottangs à celles obtenues par filet à la station du Sambuc en 2020

La taille moyenne des anguillettes capturées est de **80 mm** contre **107,4 mm** pour le suivi du canal d'irrigation de la station du Sambuc. On observe ainsi une répartition des classes de tailles différente entre les deux types de suivis (*Figure 12*).

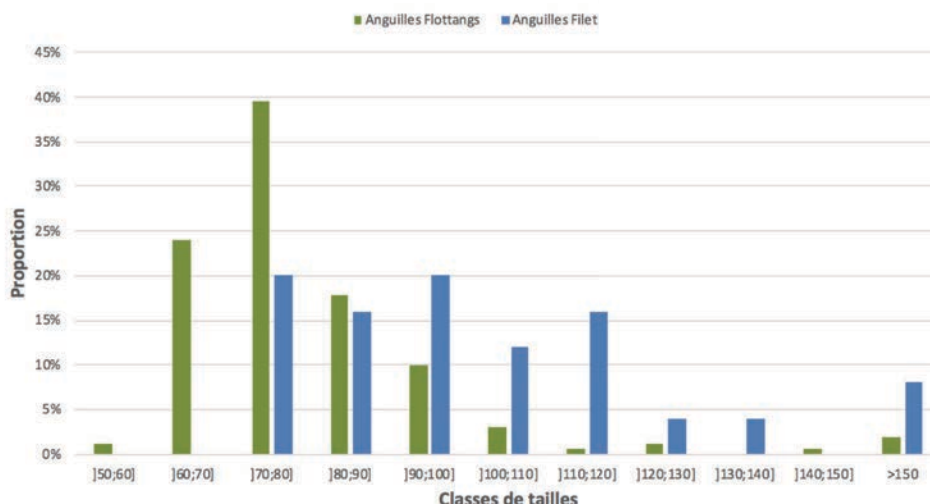


Figure 12 : Comparaison des proportions des classes de tailles d'anguilles sur les deux types de suivi en 2020

On observe notamment une proportion d'individus de l'année (inférieurs à 100 mm) supérieure dans les flottangs (93 % pour les captures par flottangs et 56 % pour les captures au filet). Cette observation soulignerait néanmoins que la majorité des individus capturés via les stations de pompage proviendrait d'individus arrivés au cours de l'année.

Bien que la comparaison de ces données avec celles issues des échantillonnages par filets ne nous permet que des analyses de présence/absence, elle apporte toutefois des premiers éléments de réponse quant aux possibles variations dans les captures entre les deux types de secteurs et l'implantation des pompes. On observe en effet des tendances différentes sur nos deux suivis (présence exclusive d'anguillettes sur les flottangs contrairement aux filets, présence ou non d'individus sur les flottangs ou le filet selon les dates de pose) qui pourraient non seulement impliquer une influence différente du pompage sur les anguilles selon les secteurs mais également des interprétations différentes sur la dynamique du recrutement dans le Rhône.

Afin de mieux pouvoir caractériser ces variations, un test d'échantillonnage complémentaire aux flottangs a été déployé en 2020 via la pose d'une chaussette de 10 m de long et de maille de 1,5 mm directement positionnée sur une des buses d'irrigation du côté droit du canal. 6 tests d'échantillonnages ont ainsi été déployés dans l'objectif de déterminer la faisabilité d'utilisation de ce type de piège (risque de colmatage des chaussettes). Les caractéristiques de ces échantillonnages ainsi que les captures associées sont présentées dans le tableau ci-dessous (*Tableau 4*).

Tableau 4 : Caractéristiques des tests d'échantillonnages par chaussette sur le secteur privé du Sambuc en 2020

Date (relève)	Heure (relève)	Effort (H)	N_Ang	Autres sp
16/07/2020	11:00:00	4	0	4
22/07/2020	11:00:00	3	0	0
29/07/2020	07:00:00	11	3	12
12/08/2020	07:00:00	11,5	1	31
19/08/2020	07:00:00	11	1	20
26/08/2020	09:00:00	15	3	25

Les deux premiers tests d'échantillonnages (16 et 22 juillet) présentent des temps de pose plus faibles que ceux du filet (respectivement 4h et 3h). Les captures ne peuvent donc pas être directement comparées à celles obtenues via le filet. Ces tests d'échantillonnages ont néanmoins permis de valider la méthode en s'assurant que le risque de colmatage était limité et que la chaussette pouvait être posée sur une nuit complète. Les captures des quatre sessions d'échantillonnage suivantes sont présentées ci-dessous (Figure 13).

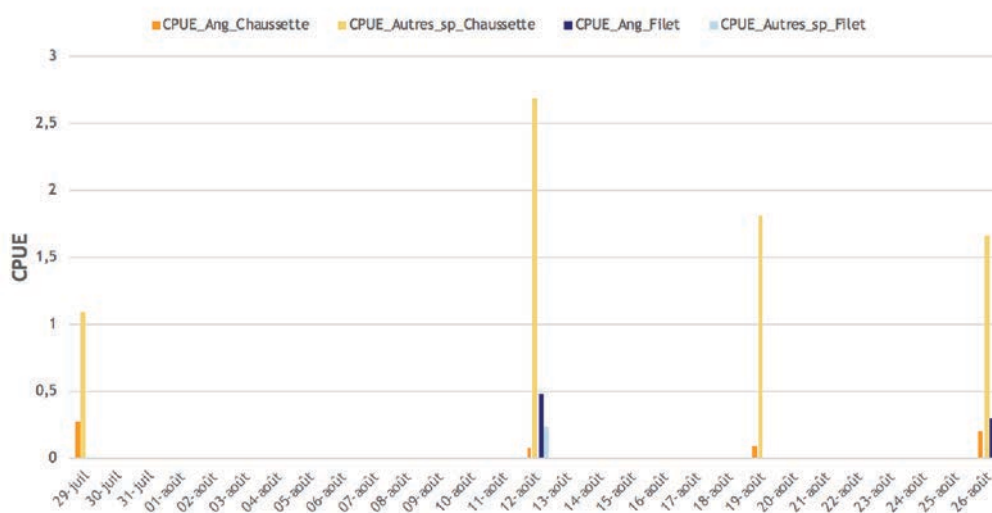


Figure 13 : Comparaison des CPUE obtenues entre le secteur collectif (filet) et privé (chaussette) au Sambuc en 2020

Aucune civelle n'a été capturée dans la chaussette et un total de 8 anguillettes ont été capturées sur les 4 sessions d'échantillonnage. Les CPUE obtenues via la chaussette sont donc relativement faibles et sensiblement inférieures à celles obtenues au filet (0,16 anguilles par heure pour la chaussette en moyenne contre 0,19 anguilles par heure au filet), bien que les captures via la chaussette ne représentent pas l'ensemble des anguilles pompées via cette station (diversification des voies). Les CPUE obtenues pour les autres espèces sont quant à elles importantes (1,82 poissons par heure contre 0,34 poissons par heure au filet) et pourraient attester d'une influence assez marquée de cette station. Ces 4 sessions tests ne permettent cependant pas d'établir des tendances claires et il conviendrait d'étendre les échantillonnages sur l'ensemble de la période de pose du filet en 2021 afin de mieux pouvoir comparer les résultats via ces deux méthodes de capture.

2 Perspectives de suivi à l'échelle du delta du Rhône

2.1 Rappel des objectifs initiaux et limites identifiées

a) Caractériser l'influence des pompages sur la migration des anguilles

Les prises d'eau des stations de pompage peuvent, selon leur implantation, avoir une influence plus marquée sur le flux d'anguilles en migration sur le Rhône. Par ailleurs, il est probable que l'implantation de ces prises d'eau diffère selon le secteur (privé ou collectif), impliquant alors une influence potentiellement différente entre secteurs.

Ainsi, des échantillonnages réalisés simultanément (afin d'être comparés) sur ces **différents types de prises d'eau** permettraient d'identifier le plus impactant sur le flux d'anguilles en migration sur le Rhône. Les résultats obtenus pourront par la suite être **extrapolés à l'ensemble des stations** de la zone d'étude, selon leurs volumes pompés, afin d'avoir une vision globale de cet impact à l'échelle du delta du Rhône.

Au-delà du nombre d'individus pompés dans le Rhône et de la mortalité induite par le passage au travers des pompes, le devenir des individus pompés est néanmoins 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 marais (Chauvelon *et al*, 1996). 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 canaux (Baumgartner *et al*, 2009).

La figure 14 montre les différentes voies de passage entre le réseau d'irrigation (canal d'irrigation sur la figure) et de drainage (Fumemorte sur la figure) en prenant pour exemple le bassin de Fumemorte dont la station du Sambuc fait partie (Poulet, 2014). 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.

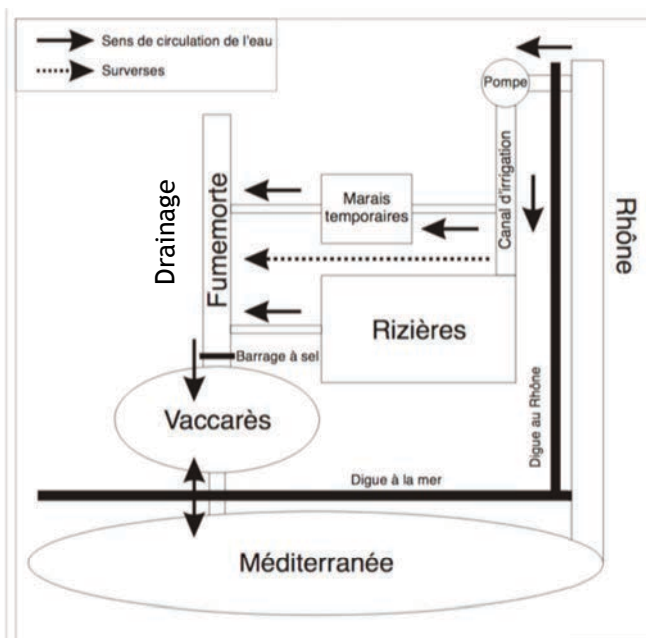


Figure 14 : Fonctionnement hydraulique du bassin de Fumemorte (Poulet, 2014)

Dans le cadre d'une surface poldérisée (l'eau de drainage retourne au Rhône par pompage), 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.

Les moyens et la méthodologie actuellement mis en place concernant la caractérisation de l'influence du pompage sur la migration des anguilles visent ainsi à **estimer la quantité d'anguilles prélevée chaque année au Rhône** mais ne permettent pas de statuer sur le devenir de ces individus.

b) Caractériser le recrutement du Rhône

Compte tenu de la diversité des conditions environnementales entre le Rhône et la lagune du Vaccarès, il est probable que le recrutement fluvial soit différent de celui observé à la passe-piège de la Fourcade que ce soit en termes de flux et périodes de migration. De même, les différences de débits, donc de vitesses d'écoulement, entre les deux bras du Rhône peuvent également influencer la répartition du flux.

Ainsi, des échantillonnages réalisés à l'échelle d'une année sur des canaux d'irrigation localisés sur les **deux bras du Rhône** apporteraient des éléments de réponse.

Par ailleurs, une meilleure connaissance du recrutement permettrait, selon les flux et périodes de migration, de mieux caractériser l'influence des pompes sur la migration des anguilles.

Étant donnée le nombre de stations à déployer (stations sur le secteur privé et collectif, sur le Petit et le Grand Rhône, en période culturale et hivernale, répondant chacune aux caractéristiques permettant un échantillonnage par filets), les **moyens humains disponibles ont été identifiés comme limite principale à l'atteinte de cet objectif**. De plus, le retour d'expérience du suivi réalisé sur la station du Sambuc montre qu'il est difficile de caractériser le recrutement du Rhône à raison d'une nuit d'échantillonnage par semaine, multipliant ainsi les moyens humains nécessaires pour répondre à cet objectif.

2.2 Priorisation des objectifs

a) Influence du pompage selon le type de secteur

Compte tenu des moyens humains disponibles, il semble difficile de répondre à l'ensemble des objectifs de façon simultanée (caractériser l'influence du pompage sur la migration des anguilles et obtenir des données du recrutement du Rhône), une priorisation doit ainsi être établie.

Comme souligné précédemment, une meilleure connaissance du recrutement du Rhône permettrait à long terme de mieux estimer l'influence du pompage à l'échelle du delta (attractivité du Petit Rhône et du Grand Rhône potentiellement différente). Les moyens humains ne permettent cependant pas de déployer nos échantillonnages sur un nombre important de stations et les efforts devront donc être portés sur la caractérisation de l'influence du pompage selon le type de secteur concerné.

Concernant la méthodologie employée, il est important d'identifier des stations privées proches de celle du Sambuc afin d'éviter au maximum les variations liées à la zone d'échantillonnage et obtenir ainsi un comparatif fiable entre les deux secteurs étudiés.

Dans cette optique, des tests de faisabilité ont été lancés en 2020 sur la station privée du Sambuc via la pose d'une chaussette de 10 m de long et de maille de 1,5 mm directement positionnée sur une des buses d'irrigation. Ces tests se sont montrés positifs et un échantillonnage sur l'ensemble de la période rizicole pourra être déployé dès 2021 via la pose de deux chaussettes sur une des 3 voies d'écoulement de la station privée du Sambuc. Bien que cette station présente une diversification des voies d'écoulement, son échantillonnage permettra d'obtenir un comparatif des deux types de secteurs plus fiable que ce qui était obtenu précédemment via les flottangs.

Si les moyens humains le permettent par la suite, une nouvelle station du secteur privé similaire à celle du Sambuc pourrait être échantillonnée (absence de diversification des voies d'écoulement). Le retour d'expérience de la station du Sambuc a en effet permis de déterminer les principales caractéristiques permettant un échantillonnage par filets. Le canal en béton et la largeur modérée du canal (2 mètres) ont en effet facilité la pose des engins.

Toutefois, il est apparu en 2016 quelques difficultés lorsque les capacités maximales des pompes étaient utilisées (3 pompes et un débit de 1,3 m³/s) ou lorsque le Rhône était en crue (augmentation du colmatage).

Ainsi, le choix de la station susceptible d'être retenue dépendra, d'une part, des caractéristiques du canal qui vont influencer l'efficacité de piégeage. **Les canaux bétonnés et de largeur modérée (+/- 2m)** semblent ainsi les plus efficaces.

D'autre part, le débit d'équipement ne doit pas être trop important pour éviter un colmatage trop rapide des engins de pêche. Les débits observés à la station du Sambuc lors des tests de faisabilité semblent donc être les débits limites selon les conditions d'échantillonnage.

Les stations retenues devront donc posséder un **débit maximal d'équipement inférieur à 1,5 m³/s**. Enfin, il est primordial d'échantillonner une station dont les volumes pompés peuvent être déterminés (pour des analyses de captures par volumes) dès lors, seule une **station équipée de compteurs** (volumétriques idéalement ou horaires) peut être retenue.

Des investigations pourront être menées afin de relever les principales caractéristiques de stations privées pré-identifiées qui pourraient correspondre aux besoins d'un échantillonnage sur le secteur privé (Tableau 5). Les propriétaires de ces stations devront être contactés afin de convenir d'une potentielle visite sur site qui permettra de rassembler des données utiles à la mise en place d'un échantillonnage :

- **Caractéristiques de la pompe** : type de pompe, fonctionnement (débit), implantation de la prise d'eau, présence ou non d'une grille de protection, mode de détermination des volumes pompés ;
- **Caractéristiques du canal d'irrigation** : largeur, longueur, profondeur, vitesse d'écoulement.

Tableau 5 : Stations privées susceptibles d'être retenues pour la mise en place d'un suivi

Bras	Rive	Stations	Débit max (m ³ /s)	Volumes annuels (millions de m ³)	Mode de détermination des volumes	Type de canal	Largeur (m)
Grand Rhône	Droite	Cazeau	0,53	4	?	Béton	?
Petit Rhône	Gauche	Mas d'Yvan	0,2	?	?	Béton	?
		Beaujeu de Castre	0,55	?	?	Béton	?

b) Devenir des individus pompés

La limite identifiée quant à la caractérisation de l'influence du pompage sur la migration des anguilles concerne le manque de données vis-à-vis du devenir des individus pompés. Les anguilles pompées peuvent-elles accéder aux canaux de drainage à la fin de la période culturale pour y grandir ? Qu'advient-il de ces individus au moment de leur migration de dévalaison ?

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 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), pourraient néanmoins apporter des éléments de compréhension.

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 Camargue (Allouche *et al*, 2015)), la question du devenir des individus pompés semble plus préoccupante (migration de dévalaison retardée voire impossible, mortalité engendrée par le passage dans les pompes).

Des tests d'échantillonnages par pêches électriques (moins chronophages qu'un échantillonnage par filets sur une longue période de suivi) sur des canaux de drainage de bassins poldérisés sont envisagés en 2021. Deux pêches tests seraient déployées à l'été 2021 afin d'établir la faisabilité de cette méthode (canaux larges, parfois profonds et pouvant présenter une forte turbidité). Les caractéristiques des canaux sur l'ensemble des bassins poldérisés recensés ont été pré-identifiées et sont présentées en annexe (*Annexe E*). Trois bassins présentant des canaux susceptibles d'être échantillonnés ont été relevés (ASCO des vidanges de Corrége et Camargue Major, ASA de la Sigoulette, ASA des Saintes Maries de la Mer) et l'autorisation des propriétaires nécessite d'être obtenue afin d'y réaliser des pêches. Ces pêches électriques, associées par la suite à des suivis de capture-marquage-recapture, pourraient à terme permettre de mieux caractériser le devenir des individus pompés.

Conclusions et Perspectives

Les investigations réalisées depuis 2016 ont permis d'obtenir un état des lieux des stations de pompes 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). Ainsi, 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. De plus, il s'avère que l'essentiel des prélèvements (95 %) sont effectués entre avril et octobre sur les deux types de secteurs pour les besoins de la riziculture.

L'année 2020 marque la troisième année d'échantillonnage pour la station du Sambuc et a permis d'estimer à près de 2 216 le nombre d'individus pompés dont 549 anguillettes et 246 civelles.

Bien que les deux objectifs initiaux (caractériser le recrutement du Rhône et estimer l'influence du pompage sur la migration des anguilles) puissent se compléter, le retour d'expérience des échantillonnages sur la station du Sambuc montre que les moyens humains disponibles ne permettent pas de répondre simultanément à ces deux objectifs et que l'effort doit être concentré sur la caractérisation de l'influence du pompage selon les secteurs. Ainsi, 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** est recommandé et a été initié en 2020. Le déploiement en 2021 d'un échantillonnage via l'utilisation des chaussettes sur la station privée du Sambuc calé sur la période de pose des filets permettra d'obtenir des éléments comparatifs sur les deux types de réseaux rencontrés.

Certaines stations privées sur lesquelles un échantillonnage peut être mis en place ont ainsi été pré-identifiées (stations proches du site de la station collective du Sambuc) et la faisabilité d'un échantillonnage sur une de ces stations doit être établie.

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 (conditions d'accès aux canaux de drainage, conditions de retour en mer lors de la migration de dévalaison). De nouvelles réflexions pourraient ainsi être engagées et des tests d'échantillonnages par pêches électriques menées en 2021. La mise en place de ce type d'échantillonnage sur des canaux de drainage de bassins poldérisés et non poldérisés, associées à des suivis de capture-marquage-recapture, pourraient à terme permettre de mieux caractériser le devenir des individus pompés.

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.

Bibliographie

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

ACOU A., 2006. Bases biologiques d'un modèle pour estimer la biomasse féconde de l'anguille européenne en fonction des recrues fluviales et du contexte de croissance : approche comparative à l'échelle de petits bassins versants. Thèse Université Rennes 1. 333p.

ADAM G., FEUNTEUN E., PROUZET P., RIGAUD C., 2008, L'Anguille européenne: indicateurs de présence et de colonisation, éditions Quae, 393p.

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.

ANTUNES C., TESCH F-W., 1997, A critical consideration of the metamorphosis zone when identifying daily rings in otoliths of European eels, *Anguilla anguilla* (L.). *Ecology of Freshwater Fish*, 6 : pp 102-107.

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

BERG T., STEEN J-B., 1965, Physiological mechanisms for aerial respiration in the eel., *Comp Biochem Physiol*, 15(4) : 469-84.

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

BRL ingénierie, 2004. Etude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue. Volume 1 : Etat des lieux - Diagnostic.

BRL ingénierie, 2012. Révision du SAGE Camargue Gardoise : Actualisation de l'état des lieux et du diagnostic. Partie 3 : Etat initial révisé du SAGE.

CHANCEREL F., 1994. La répartition de l'Anguille en France. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 335: 289-294.

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.

CREUTZBERG F., 1961. On the orientation of migrating elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.) in a tidal area, *Neth. J. Sea Res.* 1, 257-338.

DURIF C.M.F., VAN GINNEKEN V., DUFOUR S., MÜLLER T., ELIE P., 2009, Seasonal Evolution and Individual Differences in Silvering Eels from Different locations., Van den Thillart et al., Spawning Migration of the European Eel., Springer Science + Business Media B.V., Chapter 2, pp.13-38.

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

ELIE P. et GIRARD P., 2014. La santé des poissons sauvages : les Codes pathologie, un outil d'évaluation. *Edit. Association Santé Poissons Sauvages.* 286p.

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., 1998. Vie d'Anguille. *Eaux libres*, 24 : 4-7 24

ELIE P. & RIGAUD C., 1984, Etude 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.

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.

FEUNTEUN E., LAFAILLE P., ROBINET T., BRIAND C., BAISEZ C., OLIVIER J-M., ACOU A., 2003, A review of upstream migration and movements in inland waters by anguillid eels. Toward a general theory. In Aida K., Tsukamoto K., Yamauchi K., *Eel Biology*. Tokyo, Springer Verlag, 191-213

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.

GINDE D., 1995. L'irrigation et le drainage en Camargue. Description et fonctionnement des infrastructures hydrauliques. Réflexion pour une gestion globale de l'eau. Mémoire de fin d'études. ISARA-PNRC, 110 p.

HEURTEAUX P., 1996. L'eau et la riziculture en Camargue. L'irrigation et le drainage : Pourquoi ? Comment ?, Centre français du riz, p 109.

LAFAILLE P., CARAGUEL J.M., LEGAULT A., 2007. Temporal patterns in the upstream migration of European glass eel (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam, *Estuarine, coastal and shelf science*, 73(1-2) :81-91.

LAMBREMON J., CAMPTON P., MATHERON C., 2020. Suivi des passes pièges à anguilles sur le Rhône aval. Campagne d'Études 2019. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 54 p + annexes

LEGAULT A., 1988. Le franchissement des barrages par l'escalade de l'Anguille, Etude en Sèvre Niortaise, *Bull. Fr. Pêche Pisc.*, 308: 1-10

LECOMTE-FINIGER R., 1994, The early life of the European eel. *Nature*, 370 : 424 p.
LONJON J., 1963. La contribution du Petit-Rhône à l'irrigation et à l'assèchement de la Camargue et de la Petite Camargue. *Méditerranée*, n°2. p 49-65.

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., *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 78, 285-306.

MARCY B.C., 1973. Vulnerability and survival of young Connecticut River fish entrained at a nuclear power plant. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30, 131-134.

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.

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.

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 Pisc.* 352, p 31-43.

POIZAT G., CRIVELLI A.J., 1997. Use of seasonally flooded marshes by fish in a Mediterranean wetland: timing and demographic consequences. *Journal of Fish Biology* (1997) 51, 106-119.

PORCHER J.P., 1992. Les passes à Anguilles, *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 326-327 : p134-142

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.

SUANEZ, S. 1997. Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange littorale orientale du delta du Rhône. Thèse de doctorat en géographie physique. Université Aix Marseille I.

TESCH F.W., NIERMANN U., PLAGA A., 1986, Differences in development stage and stock density of larval *Anguilla anguilla* off the west coast of Europe. *Vie et Milieu*, 36 : pp 255-260.

TESCH F-W., NIERMANN U., 1992, Stock density of eel larvae (*Anguilla anguilla*) on the European continental slope, based on collections made between 1985 and 1989. *Ir. Fish. Invest. (Ser. A)*, 36 : pp 110-113.

TESCH F.W., 1998, Age and growth rates of North Atlantic eel larvae (*Anguilla ssp.*), based on published length data. Helgoländer Meeresunters., 52 : pp 75-83.

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.

WESTERBERG H., 1979, Counter-current orientation in the migration of the European eel. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 174 : 134-143.

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

WHITE E.M. & KNIGHTS B., 1997, Environmental factors affecting migration of the European eel in the Rivers Severn and Avon, England. J. Fish. Biol., 50, 1104-1116.

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

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des stations de pompage des ASA de l'île de Camargue	8
Figure 2 : Canal et station du Sambuc	9
Figure 3 : Vue aérienne de la station de pompage du Sambuc	9
Figure 4 : Schéma de l'installation des engins de pêche dans le canal d'irrigation du Sambuc	10
Figure 5 : Vue aérienne des sites avec pose de flottangs (Station du Sambuc)	11
Figure 6 : Répartition des captures par espèces	12
Figure 7 : Comparaison des captures de civelles et d'anguillettes par session d'échantillonnage.....	13
Figure 8 : Proportion des tailles des civelles capturées en 2020	14
Figure 9 : Proportion des classes de tailles pour les anguillettes.....	14
Figure 10 : Exemple de plaies observées sur une anguille piégée	15
Figure 11 : Comparaison des captures des flottangs à celles obtenues par filet à la station du Sambuc en 2020	16
Figure 12 : Comparaison des proportions des classes de tailles d'anguilles sur les deux types de suivi en 2020.....	17
Figure 13 : Comparaison des CPUE obtenues entre le secteur collectif (filet) et privé (chaussette) au Sambuc en 2020	18
Figure 14 : Fonctionnement hydraulique du bassin de Fumemorte (Poulet, 2014)	19

Liste des tableaux

Tableau 1 : Grille d'interprétation de l'Indice pathologie global (lpg)	11
Tableau 2 : Synthèse des résultats obtenus en 2020	13
Tableau 3 : Synthèse des relèves de flottangs en 2020 (FG - FD : Flottangs Gauche - Droit)	16
Tableau 4 : Caractéristiques des tests d'échantillonnages par chaussette sur le secteur privé du Sambuc en 2020	17
Tableau 5 : Stations privées susceptibles d'être retenues pour la mise en place d'un suivi	21

Liste des annexes

Annexe 1 : Contexte de l'étude et méthodologie d'échantillonnage	29
Annexe 2 : Grilles de codification et de quantification des anomalies visibles à l'œil nu .	36
Annexe 3 : Liste des stations de pompes recensées dans le delta du Rhône.....	37
Annexe 4 : Synthèse des caractéristiques de chaque station de pompage du réseau collectif du delta du Rhône	40
Annexe 5 : Caractéristiques des principaux canaux de drainage des bassins poldérisés (source : Étude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue - Volume 1 : Etat des lieux - Diagnostic. Parc Naturel Régional de Camargue, Octobre 2004).	41

Contexte de l'étude

L'Anguille européenne est le seul grand migrateur thalassotoque européen et présente une large distribution géographique, de l'Europe septentrionale (Islande, îles Féroé) en passant par l'Europe occidentale et méridionale (Açores, Canaries, Maroc) et l'ensemble du bassin méditerranéen. C'est une espèce opportuniste et ubiquiste capable de s'adapter à tous les types d'habitats accessibles (Chancerel, 1994 ; Elie & Rigaud, 1984 ; Ximenes *et al.*, 1986, Tzeng *et al.*, 1995, Feunteun *et al.*, 1998).

L'Anguille a un cycle de vie unique et encore mystérieux sur de nombreux points comme en atteste la figure ci-dessous :

EAUX CONTINENTALES

Zone de croissance

Tout type d'habitat : zones d'ombres, ruisseaux, lagunes, rivières, mares
 Sélectivisation de l'Anguille (E. dahlström et al., 2005)
 De 3 à 8 ans pour les mâles et 5 à 12 ans pour les femelles

Anguilles jaunes

Anguilles argentées

MER

Zone de reproduction

Mar de Sargasses
 Mars à juillet voire toute l'année (McLarney et al., 1998)
 600 à 600 m de profondeur voire à 2000 m (Dufour, 1996)
 Isotherme de 15°C

Géniteurs

Oufs

Mort ?

Leptocephales

Civelles

Anguillettes

METAMORPHOSE

Migration rapide

Migration lente

Migration transocéanique des larves

Migration de reproduction Automatique

À l'approche du plateau continental et à une longueur moyenne de 6 cm, les leptocéphales se métamorphosent en **civelles**, leur corps s'allonge et devient cylindrique. Après une courte phase de stabulation dans la zone littorale, elles entament une migration portée puis nagée dans les estuaires entre janvier et juin sur la façade méditerranéenne (Finiger, 1976).

Les civelles se pigmentent progressivement jusqu'à atteindre le stade **Anguilllette** (Figure 3) (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 leur maturation sexuelle. Cette phase varie de 4 à 20 ans pour les femelles et 2 à 15 ans pour les mâles.



Au terme de sa période continentale, l'Anguille subit une dernière métamorphose pour atteindre le stade **Anguille argentée** (Figure 4). Des changements physiologiques (changement de couleur, augmentation de la taille des yeux, de la taille des nageoires pectorales et de l'épaisseur de la peau, etc.) préparent l'Anguille à son retour vers la mer des Sargasses. La dévalaison des anguilles débute généralement à l'automne et se poursuit jusqu'au début du printemps (Durif *et al.*, 2009).

Capacités spécifiques

La nage : L'Anguille possède une faible capacité de nage, largement inférieure à celle des autres espèces migratrices. Elle diffère selon la taille et donc le stade de développement. Les individus les plus grands présentent les capacités de nage les plus importantes. Pour une anguille de l'ordre de 8 cm, la vitesse maximale de nage est de 0,5 m/s contre 1,14 m/s pour un individu de 60 cm. Les capacités de franchissement d'une civelle pour un écoulement laminaire et un substrat lisse sont donc assez restreintes. Pour une vitesse de 0,3 m/s, la distance maximale parcourue serait de 3 mètres et ne serait que d'une trentaine de centimètres pour une vitesse de 0,5 m/s (Porcher, 1992).

L'exondation : L'Anguille peut vivre hors de l'eau durant un temps exceptionnellement long pour un poisson à condition qu'elle ne se dessèche pas. Cette survie aérienne est rendue possible grâce notamment à l'existence d'échanges gazeux cutanés (Berg & Steen, 1965 in Legault 1988).

La reptation : Les anguillettes, avec leur corps allongé et leur faible poids, peuvent ramper notamment sur des murs verticaux à condition que ceux-ci soient humides et pas trop lisses. Cette capacité de reptation diminue avec l'augmentation de la taille des individus (Legault, 1988).

Comportement migratoire et dispersion continentale

Les arrivées de civelles en estuaire se font toute l'année avec une intensité qui varie selon une ou plusieurs courbes en cloche dont le pic apparaît plus ou moins tôt en fonction de la latitude de l'estuaire (arrivées plus tardives au nord et au sud de l'aire de répartition qu'au centre). En Camargue, ce pic est observé entre les mois de janvier et mars. Par ailleurs, la variabilité des facteurs océaniques agit sur les vagues successives de leptocéphales (issues d'une période de ponte étalée sur plusieurs mois) (in Adam *et al.*, 2008).

Les recrutements fluviaux sont ensuite modulés par l'action de différents facteurs hydroclimatiques continentaux. 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 pour des courants de 0,2 m/s, mais que pour des courants supérieurs à 0,36 m/s elles nagent près du fond ou bien s'enfouissent. 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). La température de l'eau peut affecter fortement la migration puisque, comme pour toute espèce poïkilotherme, elle agit sur le métabolisme et notamment sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux et sur la rapidité de la contraction musculaire, donc sur la nage.

Suite à la transformation en anguillettes, la dispersion non-densité-dépendante diminue au profit d'une dispersion densité-dépendante avec sélection de l'habitat. Toutefois, le comportement migratoire peut varier selon l'individu et 4 catégories peuvent ainsi se distinguer (Feunteun *et al.*, 2003) :

- Les fondateurs se sédentarisent dès qu'ils trouvent un habitat leur étant favorable ;
- Les pionniers effectuent la migration la plus importante vers les zones de croissance amont ;
- Les résidents s'installent sur une aire de répartition donnée pendant plusieurs années ;
- Les nomades circulent d'un habitat à l'autre pour croître et s'installer de manière transitoire.

La progression des individus se fait essentiellement de nuit, même si les plus jeunes anguilles peuvent migrer toute la journée (comportement lucifuge moins développé) et la progression en nage active se situe entre 10 et 45 km par an. Cependant, cette vitesse de progression est très variable en fonction des caractéristiques du système fluvial emprunté (cloisonnement et pente retardant la progression) et des individus. Ainsi, Feunteun *et al.* (2003), mettent en évidence l'existence d'individus rapides pouvant parcourir 200 km par an.

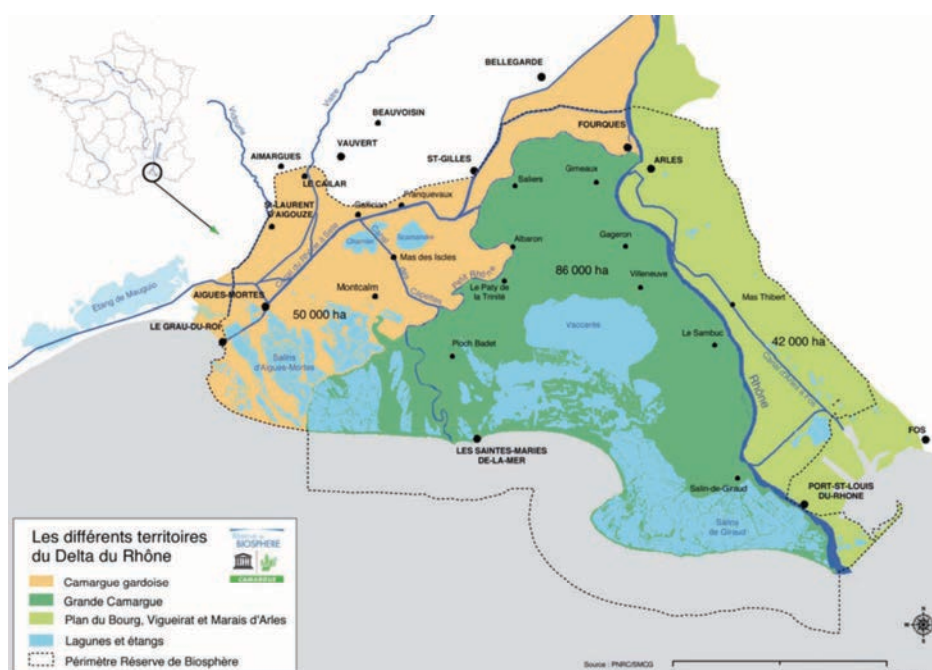
La taille des anguilles est un bon indicateur de leur comportement migratoire. Les suivis de migration des anguilles révèlent que les individus migrants sont essentiellement des individus dont la taille excède rarement 30 cm (White et Knights, 1997). Ainsi, plus les individus présentent une taille importante, plus leur caractère migratoire diminue.

Zone d'étude

Zonage du territoire et données disponibles

La zone d'étude concerne la plaine deltaïque du Rhône, plaine alluviale qui s'étend sur une superficie de près de 150 000 ha. Elle se divise en plusieurs unités géographiques : l'île de Camargue ou Grande Camargue entre les deux bras du Rhône (85 000 ha), la Camargue gardoise à l'ouest (35 000 ha) et le Plan du Bourg et Marais d'Arles et du Vigueirat à l'est (30 000 ha).

Ce large territoire correspond au périmètre de la Réserve de biosphère identifiée par l'UNESCO dans le cadre du programme Man And Biosphere. Le Parc Naturel Régional (PNR) intervient sur le territoire de la Grande Camargue et du Plan de Bourg alors que le Syndicat Mixte pour la Protection et la Gestion de la Camargue gardoise intervient sur la partie gardoise. Ces deux structures possèdent ainsi un certain nombre de données acquises dans le cadre notamment de la mise en place d'outils de gestion de l'eau (SAGE Camargue gardoise ou Contrat de delta) qui s'avèrent utiles aux investigations de cette étude.



Contraintes climatiques et pédologiques

Le climat méditerranéen est caractérisé par une longue période estivale durant laquelle les fortes températures, l'ensoleillement et la violence des vents entraînent une importante évaporation. Cette dernière, associée à la faiblesse des précipitations, contribue ainsi à un déficit hydrique. De plus, la relative proximité de la nappe aquifère salée liée à ce manque d'eau entraîne une salinisation des sols qui peut apparaître dès le mois de mars et se prolonger jusqu'en septembre (Chauvelon, 2002). Ainsi, durant des siècles, les fréquentes inondations du fleuve sont parvenues à compenser ce déficit, garantissant un certain équilibre. Bien évidemment, au-delà des bénéfices attendus, ces crues n'en étaient pas moins redoutées par les populations dont les efforts se trouvaient régulièrement anéantis. Ainsi, au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles, d'importants travaux de construction de digues insubmersibles ont été entrepris afin de protéger les habitations et les terres agricoles. Cet endiguement continu des 2 bras du Rhône a conduit à stabiliser les embouchures et accentuer le déficit hydrique de la plaine (Suanez 1997). Du fait du manque d'eau et des remontées salines, l'ensemble des activités humaines (et en particulier l'agriculture) nécessite des apports d'eau douce afin de compenser au mieux la sécheresse et les remontées capillaires qui déposent sur le sol le sel néfaste aux cultures (Chauvelon, 2002).

Aménagements hydrauliques

Le réseau hydraulique du delta doit son développement à l'essor de la vigne puis de la riziculture (après 1945). Il se décompose en un système d'irrigation et un système de drainage qui eux même se divisent selon leur mode de fonctionnement en un secteur collectif et un secteur privé. Les propriétés situées en bordure du Rhône disposent pratiquement toutes de stations de pompes et d'un réseau d'irrigation privé (Courrier du Parc, 1999). Par contre, les propriétés situées plus à l'intérieur des terres disposent d'eau d'irrigation grâce à un réseau collectif, géré par des Associations Syndicales Autorisées (ASA) dont certaines ont été créées il y a plusieurs siècles (Petite Montlong, 1508).

Les eaux d'irrigation sont conduites aux parcelles agricoles ou aux marais de chasse soit par un canal au niveau du sol nécessitant un relevage des eaux pour alimenter les parcelles les plus éloignées, soit par un canal en relief autorisant une irrigation gravitaire peu coûteuse (Chauvelon, 2002).

Contrairement à l'irrigation qui relève essentiellement du domaine privé, l'essentiel du drainage est réalisé dans un contexte collectif, l'ensemble de la plaine deltaïque se divise alors en 18 ASA de drainage pour un périmètre évalué à 56 000 ha.

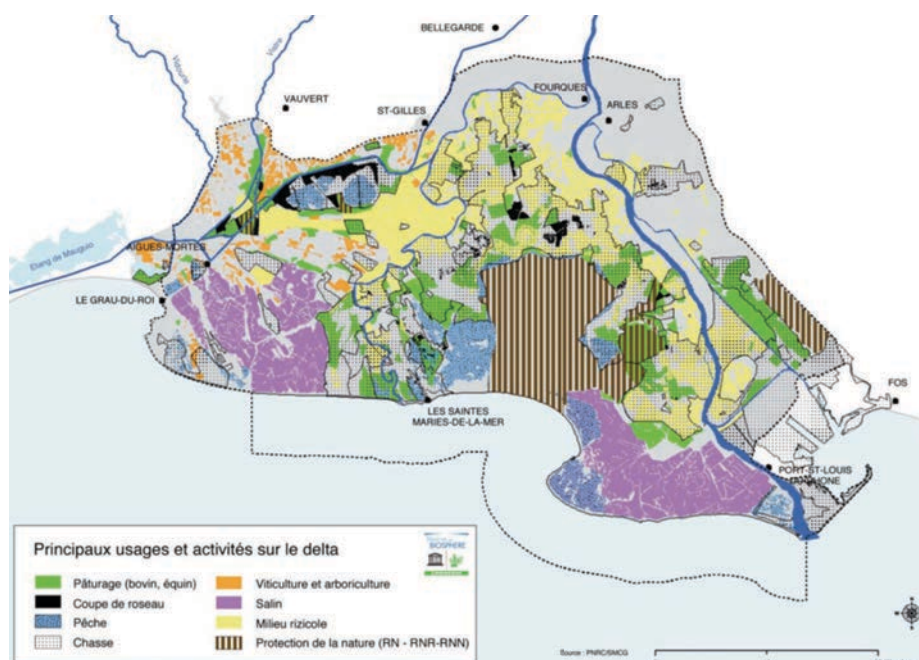
Usages et besoins en eau

Les potentialités du milieu physique camarguais offrent de nombreuses combinaisons d'activités, toutes dépendantes d'une ressource en eau, qu'elle soit douce, saumâtre ou salée, et qui par conséquent, peuvent être complémentaires ou concurrentes.

L'agriculture est ainsi le premier secteur d'activité en termes de superficie (36 % du territoire) et de consommation en eau. Ce secteur est largement dominé par la culture du riz (notamment en Grande Camargue où elle représente jusqu'à 80 % des terres cultivables) qui permet, par le principe d'inondation des parcelles, un dessalement des terres et donc une alternance des cultures (céréalières : blé, colza, sorgho, etc.) sur un cycle généralement de 3 ans. Les besoins estimés pour la culture du riz, de type camarguaise, s'élèvent ainsi chaque année à 23 000 mètres cubes d'eau par hectare, dont 9 000 à 11 000 sont évapotranspirés, 5 000 à 10 000 s'infiltrent et 8 000 à 12 000 sont exportés dans le milieu *via* le réseau de drainage. Plus en marge, la viticulture, le maraîchage et les vergers sont exploités sur d'anciens cordons sableux en bordure de littoral ou à l'intérieur des terres de la Camargue gardoise.

Les autres activités, telles que la chasse (mise en eau des marais pour attirer le gibier d'eau), la conservation de la nature, la coupe du roseau ou le pâturage (pour l'élevage emblématique des taureaux et chevaux de Camargue), dépendent ainsi largement du réseau agricole et des besoins de la riziculture.

Les salins (de Giraud à l'est et d'Aigues Mortes à l'ouest) représentent quant à eux 15 % du territoire mais utilisent exclusivement de l'eau de mer (125 millions de mètres cubes par an).



Caractérisation du réseau collectif et du réseau privé

Entre Arles et la mer, près de 170 stations de pompes sont recensées sur les 2 bras du Rhône (Courier du Parc, 1999) (Annexe B), dont la capacité potentielle de prélèvements s'élèverait au total à plus de 63 m³/s. Selon les différentes études menées en grande Camargue et en Camargue gardoise, l'ensemble des volumes prélevés dans les 2 bras du Rhône s'élèverait entre 450 et 500 millions de mètres cubes en moyenne chaque année (Allouche *et al*, 2015, Chauvelon *et al*, 1996, Gindre *et al*, 1995, Heurteaux, 1996, Poizat *et al*, 1999). La majorité de ces volumes serait prélevée en Grande Camargue (80 %) alors qu'au contraire, les volumes du Plan du Bourg seraient négligeables. En outre, avec 123 stations et 35 m³/s, le Petit Rhône, qui ne reçoit que 10 à 14 % du débit total du fleuve, serait le plus sollicité.

		N_stations		Capacité (m3/s)		Volumes annuels (millions de m3)	
Petit Rhône	RD	76	123	18	35	50	160
	RG	47		17		110	
Grand Rhône	RD	29	47	28	28	290	290
	RG	18		?		?	
TOTAL		170		63		450	

Par ailleurs, en moyenne, 95 % du volume annuel est pompé durant la période culturale, entre les mois d'avril et de septembre. Les prélèvements seraient majoritaires durant les mois de juillet et d'août où plus de 100 millions de mètres cubes seraient pompés.

- Bonne connaissance du réseau collectif

Stations de pompes et capacités de prélèvements

Localisation	Nombre d'ASA	Nombre de stations	Capacité de prélèvement
Grand Rhône	8	26	23 m ³ /s
Petit Rhône	13		22 m ³ /s

Sur l'ensemble de la zone d'étude, 21 ASA équipées de stations de pompage sont dénombrées dont 13 prélèvent dans le Petit Rhône et 8 dans le Grand Rhône. Certaines d'entre elles possédant plusieurs stations, ce sont ainsi près de 26 stations de pompage qui prélèvent dans les 2 bras du Rhône (Annexe 4).

Avec 17 stations de pompage et une cinquantaine de pompes installées (32 sur le Grand Rhône et 18 sur le petit Rhône), la grande Camargue est l'entité géographique la plus équipée et possède ainsi la plus grande capacité de prélèvement de la zone d'étude. La capacité maximale estimée s'élève donc à plus de 30 m³/s (Courrier du Parc, 1999).

La Camargue gardoise compte, quant à elle, 7 stations de pompes (et une quinzaine de pompes) qui représentent une capacité de prélèvement d'environ 12 m³/s (BRL, 2012).

Enfin, le Plan du Bourg avec seulement 2 ASA qui prélèvent directement dans le Grand Rhône ne présente qu'une faible capacité de prélèvement (supposée à environ 3 m³/s).

Ainsi, les prélèvements potentiels du secteur collectif s'élèvent à environ 45 m³/s sur la zone d'étude, dont la majorité est localisée sur le Grand Rhône et plus particulièrement sur la rive droite (environ 23 m³/s, soit 53 % du débit potentiel total).

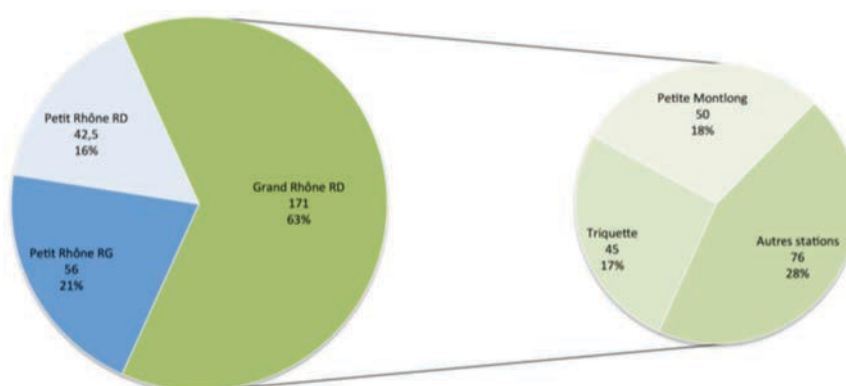
Volumes prélevés

Certaines stations sont équipées de compteurs volumétriques permettant de quantifier de manière fiable les volumes prélevés. Ces stations sont toutefois peu nombreuses et la plupart des pompes du secteur collectif est équipée de compteurs horaires permettant, à partir du temps d'utilisation des pompes et de leur débit nominal, de quantifier les volumes prélevés (Courrier du Parc, 1999). Enfin, lorsqu'il n'y a pas de compteur, les volumes sont déterminés à partir des données utilisées pour les calculs des redevances de l'Agence de l'eau (BRL, 2012). Les volumes pompés par les 21 ASA de la zone d'étude s'élèvent ainsi à environ 240 millions de mètres cubes en moyenne chaque année (Tableau 4).

Les méthodes de calcul concernant les ASA situées en rive droite du Petit Rhône n'étant pas très fiables (basées sur les redevances de l'Agence de l'eau), il est très probable que les quantités soient sous estimées. D'après les analyses de BRL en 2012, dans le cadre du SAGE Camargue Gardoise à partir des données de la chambre d'Agriculture du Gard, les rizières représenteraient une superficie de l'ordre de 1 700 hectares dans le périmètre de ces ASA. En considérant que 25 000 m³/ha/an soient nécessaires pour la culture du riz, les besoins en eau seraient alors de plus de 40 millions de mètres cubes et non 12 comme cela a pu être déterminé. Cette nouvelle estimation est en accord avec les volumes calculés lors de l'étude de Lonjon (1963) sur la contribution du Petit Rhône à l'irrigation de la Camargue (42,3 millions de m³). Ainsi, ce serait au total plus de 270 millions de mètres cubes pompés chaque année par les ASA.

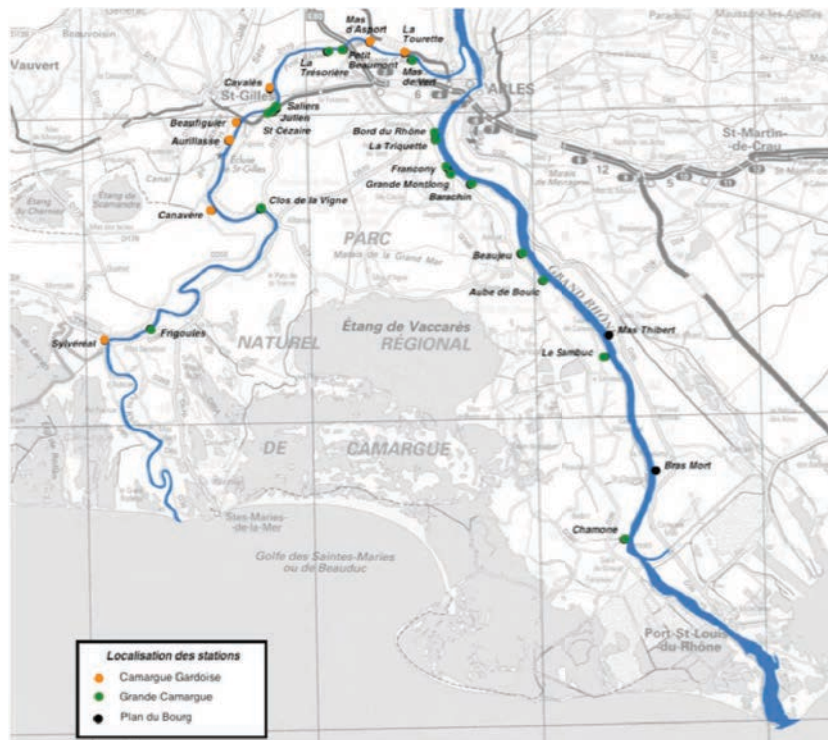
Avec plus de 170 millions de mètres cubes pompés chaque année ce sont les 6 ASA localisées en rive droite du Grand Rhône qui prélèvent le plus, et particulièrement celles de la Triquette et de la Petite Montlong qui prélèvent respectivement 45 et 50 millions de mètres cubes par an (BRL, 2004).

Les prélèvements du Petit Rhône s'élèveraient quant à eux à un peu moins de 100 millions de mètres cubes par an en considérant les volumes recalculés pour les ASA de la rive droite (respectivement 40 et 56 millions de mètres cubes pour la rive droite et la rive gauche), les volumes étant de l'ordre de 15 millions de mètres cubes pour les ASA effectuant les prélèvements les plus importants sur ce bras (Mas de Vert, Saliers et Petit Beaumont).



Caractéristiques des canaux d'irrigation

Les canaux d'amenée en relief sont majoritairement en terre (au nombre de 11) ou en béton (11), seules 4 stations possèdent des conduites forcées enterrées (Beaumont, Clos de la Vigne, Mas d'Asport et Mas Thibert). Ces canaux font en moyenne une largeur de 2 mètres, excepté pour les stations de Barrachin (3 m) et de Chamone (4 m) qui sont plus larges.



- Un important réseau privé restant à caractériser

Le courrier du Parc n°48/49 (Gindre *et al*, 1999), indique que le secteur d'irrigation privé desservait 74 exploitations agricoles sur l'île de Camargue (23 sur la rive droite du Grand Rhône et 51 sur la rive gauche du Petit Rhône) et comptait 100 unités de pompages (38 sur le Grand Rhône et 62 sur le Petit Rhône) en 1994 (Chauvelon, 1996) dont le débit d'équipement total s'élevait à 27,9 m³/s. Les stations de pompages étant le plus souvent démunies de compteurs horaires, l'estimation des volumes pompés n'a pu être déterminée qu'à partir d'échantillonnages et extrapolations (Gindre, 1995 ; Chauvelon, 1996). Les volumes ainsi calculés s'élevaient à 175 millions de mètres cubes en 1994, soit 44 % du volume total pompé en Grande Camargue.

Par ailleurs, peu de données existent concernant le secteur privé de la rive droite du Petit Rhône. Toutefois, Lonjon (1963) dans son étude comptabilisait une trentaine de stations de pompage sur ce secteur dont l'équipement serait approximativement de 6 m³/s.

Le secteur privé représente donc une proportion non négligeable des volumes prélevés qu'il est difficile de caractériser individuellement tant le nombre de pompes est important sur la zone d'étude.

Annexe 2 : Grilles de codification et de quantification des anomalies visibles à l'œil nu

Les 2 premières lettres correspondant à un type de lésion (ou parasite), la troisième à la localisation de l'altération et le chiffre quant à lui renseigne sur la sévérité de l'altération et/ou l'abondance parasitaire. La sévérité est déclinée en 5 classes (0 absence - 4 très forte altération)

Grille de codification des anomalies anatomo-morphologiques externes et des ectoparasites des poissons visibles à l'œil nu

Altérations anatomo-morphologiques	AA	Localisations anatomiques	Code
Absence d'organes	AO	Tout le corps	C
Bulles de gaz	BG	Tête	T
Déformations, difformités et malformations	AD	Mâchoire	M
Erosions	ER	Bouche	G
Nécroses	NE	Barbillon	J
Hypersécrétion de mucus	HM	Narine	N
Hypertrophie et hyperplasie	HY	Œil	Y
Lésions hémorragiques et congestives	HE	Opércule (fente branchiale chez l'anguille)	O
Maigreur	AM	Branchie (sauf pour l'anguille)	B
Plaies et lésions anciennes (cicatrices)	PL	Dos (= face pigmentée ou zénithale)	D
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs	TG	Colonne vertébrale	V
Ulcères (hémorragiques) et ulcérations	UH	Flanc	F
Etat pathologique multiforme	ZO	Ligne latérale	L
Altérations de la couleur	AC	Ecaille	E
Opacité	OP	Abdomen (= face aveugle ou nadirale)	A
Coloration sombre (mélanose)	CS	Orifice urogénital (anus)	U
Coloration terne ou pâle, dépigmentation	CT	Nageoire dorsale	H
Parasitisme	PA	Nageoire pectorale	P
Points blancs	PB	Nageoire pelvienne	R
Points noirs	PN	Nageoire anale	S
Crustacés	PC	Nageoire caudale	Q
Hirudiné (sangues)	PH	Nageoire adipeuse (salmonidés seulement)	J
Champignons	PM	Pédoncule caudal	K

Grille de quantification des anomalies et du parasitisme externes

Nombre de lésions (N) et/ou abondance parasitaire (Ab)	Code	Taux (%) de recouvrement corporel (S ²)	Code
N = 0 et/ou absence (Ab)	0	S ² = 0%	0
N < 3 et/ou abondance (Ab) faible	1	S ² < 5%	1
N = 4-6 et/ou abondance (Ab) moyenne	2	S ² = 5-10%	2
N = 7-10 et/ou abondance (Ab) forte	3	S ² = 10-20%	3
N = > 10 et/ou abondance (Ab) très forte	4	S ² = >20%	4

NB : Codification d'un « Individu sain » (i.e. ne présentant aucune lésion ni aucun parasite externe) : 0

Annexe 3 : Liste des stations de pompes recensées dans le delta du Rhône

Bras	Rive	Lieu-dit	X	Y	Débit max (m³/s)	ASA
Grand Rhône	Gauche	Mas d'Antonelle	794986	1829620		
		Grand Passon	795887	1831550		
		Bras Mort	795827	1832564		ASA du Bras Mort
		Tour de Parade	795693	1833416		
		Amont Tour Parade	795429	1834120		
		Aval Petit Boisviel	795238	1834643		
		Petit Bois Viel	794800	1835374		
		Isle St Pierre	794595	1837512		
		Ilon du Cassaire	793216	1838034		
		Mas Bonnet aval	793021	1840797		
		Mas Bonnet amont	792730	1841313		ASA Mas Thibert
		Mas Thibert	792018	1842189		
		Champtercier	791261	1842938		
		Les Becasses	790474	1843728		
		Galignan	788076	1846564		
		Le Grand Mollégès	787156	1849282		
		Plan du Bourg	786494	1849826		
		Mas de la Ville	785178	1850341		
	Droite	La Triquette Bord du Rhône	782485	1852802	3	ASA de la Triquette
		La Triquette	782402	1852624	4	ASA de la Triquette
		Franconi	783306	1850884	0,4	ASA de la Grande Montlong
		Grande Montlong	783458	1850740	0,5	ASA de la Grande Montlong
		Petite Montlong	784182	1850235	2,6	Asa de la Petite Montlong
		Mas Neuf des Sansouires	785610	1849770		
		Mas Terrin	787318	1848111		
		Angery des Sansouires	787346	1847067		
		Mas Millet	787475	1846535		
		Beaujeu	787840	1845858	3,2	Asa de la Petite Montlong
		Beaujeu (privé)	787840	1845858		
		Aube de Bouic	789082	1844189	3	ASA de l'Aube de Bouic
		L'Armelière	789636	1843723		
		Mas Giraud	790291	1843283	1	
		Tour de Cazeau amont	792117	1841375		
		Tour de Cazeau aval	792320	1841155	0,5	
		Le Sambuc	792985	1839518	1,3	ASA du Sambuc
		Le Sambuc (privé)	793026	1839523		
		La Commanderie	794024	1837833		
		Le petis Patis	794157	1836448	0,7	
		Grand Manusclat	794514	1834899	0,7	
		Bois verdun	794244	1833896	0,55	
		Griffeuille	794547	1833280	0,7	
		Louisiane	795257	1831511	0,3	
		L'Amérique	794349	1829450	0,3	
		Chamone	794231	1828567	5,2	ASA du Japon
		Salin de Giraud	795024	1827154		
		Bracarin	795296	1826844		

<i>Bras</i>	<i>Rive</i>	<i>Lieu-dit</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Débit max (m³/s)</i>	<i>ASA</i>
Petit Rhône	Gauche	Mas de Vert	780773	1857596	2	ASA Mas de Vert
		Petit Mas de Rey	779772	1857654	0,12	
		Mas d'Yvan	779772	1857654	0,2	
		Grignard	778468	1858146		
		Beaumont	776986	1858257	0,5	ASA Petit Beaumont
		La Tresorière	776085	1857961	1,5	ASA Petit Beaumont
		Mas du Roy	775701	1857930	0,25	
		Mas de grille	774822	1857855	0,4	
		Mas de grille aval	774480	1857667		
		Léotaud	774136	1857694		
		Beaujeu de Castres	772842	1856008	0,55	
		Mas de Rigaudon	773028	1855145	0,15	
		Moulin de Saliers	772866	1854523	0,7	ASA Salier
		La Vinasse amont	772326	1854197	0,4	ASA Salier
		La vinase	772213	1854192	1,5	ASA St Cesaïre Salier
		La Cabanette	771359	1853955	0,15	
		Figares	770589	1853046	0,25	
		Les Roussettes	770361	1852323		
		La Galante amont	769881	1851324	0,2	
		La Galante	769806	1850913		
		Case Brune	769619	1850256	0,15	
		Lauricet	769199	1848602	0,25	
		Mas de la Vigne	771277	1847982	0,25	ASA du Clos de la Vigne
		Mas du Juge	772310	1848294	0,25	
		Albaron	772727	1847945		
		Mejanès	772939	1847630		
		Combet	772958	1847172	0,15	
		Clos de la Royalette	772328	1846353		
		Clos de la Royalette aval	772271	1846023		
		Bouvet	772007	1845581	0,15	
		Le Jasse amont	771916	1845344		
		Le Jasse aval	771794	1845280		
		Les Bruns aval	770828	1844569	0,0017	
		Mas d'Eymini	769463	1844780		
		Mas Ventabren	768307	1844276	0,0023	
		Mas Sud d'Eymini	768355	1843345		
		Cabanes du Vaccarès	768076	1842383	0,0046	
		Château d'Avignon	767618	1841906	0,007	
		Mas du Pamperdu	766011	1841551		
		Mas du Pamperdu aval	765855	1841491		
		Frigoules	765479	1849737	1,1	ASA Frigoules
		Mas de Sénébier	764406	1840450	0,0034	
		Mas de Jonquièrre	762990	1839737	0,0016	
		Château d'Astouin	764254	1838336	0,0046	
		Baumelles	764178	1837045	0,0014	
		Mas Cayet	764003	1835955		
		Château de Fourques	783933	1857281	0,05	

Droite	Domaine de la Tourette	780852	1857733	0,8	ASA de Beaucaire
	Mas d'Adrien	779551	1857829	0,3	
	Mas D'asport	778156	1858609	1,5	ASA de la plaine de Fourques
	Amont Mas de la Borde	777128	1858636		
	Mas du Grand Argence	776417	1858073	0,3	
	Domaine de la Grande Cabane	775466	1858011	1,2	
	Domaine de Marsane	774932	1858078		
	Usine de la Reyranglade	774076	1857955	0,55	
	Mas du village	773415	1857617	0,25	
	Mas Berthaud	773017	1857062	0,25	
	Auzière	772552	1856095	0,005	
	Cavalès	772770	1855310	0,6	ASA de l'Esperance
	Beaufiguier	770637	1853570	0,2	ASA de St Gilles
	Aurillasse / La Saque	770170	1852679	1,3	ASA des Aurillasses
	Mas Bousquet	769255	1849921	0,25	
	Espeyran	768961	1849554	1,6	
	St Roch	768729	1849253	0,25	
	La Fosse / Canavère	769001	1848556	4	ASA de Canavère
	Mas Marignan	770720	1847587	0,2	
	La Motte	772831	1847424	0,2	
	Claire farine	772059	1846299	0,2	
	Claire Farine aval	771942	1845986		
	Beauregard	771383	1845137	0,5	
	Montplaisir amont	770567	1844720		
	Montplaisir	770056	1844886	0,2	
	Bel Air	769129	1844980	0,22	
	Les Pradeaux amont	768866	1844885	0,27	
	Les Pradeaux	768703	1844775	0,22	
	Les Pradeaux aval	768476	1844615	0,25	
	Mas neuf de Capette	767064	1843449	0,18	
	Mas neuf de Capette aval	767628	1843346	0,1	
	Mas de Capette amont	767646	1842175	0,3	
	Mas de Capette	766449	1842180		
	Station de Capette	765796	1842240		
	Astation de Montcalm	765802	1842191	0,1	
	Mas de Liviers	764479	1840719	1,2	
	Sylvéréal	763462	1840611	3,6	ASA de Sylvéréal
	Mas du juge (petite abbaye)	763630	1838211		
	Pin Fourcat	763692	1836735	0,25	
	Magot	763676	1836225		
	Le Grad Sauvage	764256	1835004		
	Le Grand Sauvage aval	764410	1834899		
	Etang d'Icard	765396	1832021	0,1	
	136			60,6	26 stations ASA

Annexe 4 : Synthèse des caractéristiques de chaque station de pompage du réseau collectif du delta du Rhône

Bras	Rive	ASA	Stations	Nbre pompes	Débit max (m ³ /s)	Volumes annuels (millions de m ³)	Mode de détermination des volumes	Type de canal	Largeur (m)
Grand Rhône	Gauche	Mas Thibert	Mas Thibert - Rhône	1	?	?	?	Conduite	-
		Bras Mort	Bras Mort	3	?	?	?	Béton	2
	Droite 32 pompes 23,1 m ³ /s 171 M m ³	Triquette	La Triquette	5	4,0	45	Compteur horaire	Terre	2
			Bord du Rhône	3	3,0		Compteur horaire	Terre	2
		Grande Montlong	Grande Montlong	2	0,5	8	Compteur horaire	Béton	2
			Francony	1	0,4		Compteur horaire	Béton	2
		Petite Montlong	Barachin	3	2,6	50	Compteur horaire	Béton	3
			Beaujeu	4	3,2		Compteur horaire	Béton	1,6
		Aube de Bouic	Aube de Bouic	5	3,0	24	Compteur horaire	Terre	2,2
		Le Sambuc	Le Sambuc	3	1,3	14	Compteur horaire	Béton	2
		Le Japon	Chamone	6	5,2	30	Compteur horaire	Terre	4
Petit Rhône	Gauche 18 pompes 8 m ³ /s 56 M m ³	Petit Beaumont	Beaumont	2	0,5	12	Compteur horaire	Conduite	-
			Tresorière	3	1,5		Compteur horaire	Terre	
		Mas de Vert	Mas de Vert	5	2,0	15	Compteur horaire	Béton	1,8
			Julian	1	0,4		Compteur horaire	Béton	1,4
		Saliers	Saliers	2	0,7	13	Compteur horaire	Béton	2,4
		St Cesaïre - Saliers	St Cesaïre - Saliers	2	1,5	9	Compteur horaire	Béton	2
		Frigoules	Frigoules	2	1,1	4	Compteur horaire	Terre	2
		Clos de la Vigne	Clos de la Vigne	1	0,3	3	Compteur horaire	Conduite	-
	Droite 17 pompes 12 m ³ /s 12 M m ³	Beaucaire	La Tourette	2	0,8	2,8	Compteur volumétrique	Béton	2
		Plaine de Fourques	Mas d'Asport	3	1,5	3,2	Compteur volumétrique	Conduite	-
TOTAL	TOTAL	Esperance	Cavalès	2	0,6	1 *	Forfait irrigation	Terre	2
		St Gilles	Beaufiguier	1	0,2	0,55 *	Forfait irrigation	Conduite	-
		Aurillasse	Aurillasse	2	1,3	1,3 *	Forfait irrigation	Béton	1,5
		Canavère	Canavère	4	4,0	1,5 *	Forfait irrigation	Béton	2
		Sylvéréal	Sylvéréal	3	3,6	1,5 *	Forfait irrigation	Terre	12
				71	43,1	238,9			

* valeurs très probablement sous estimées

Annexe 5 : Caractéristiques des principaux canaux de drainage des bassins poldérisés
 (source : Étude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue - Volume 1 : État des lieux - Diagnostic. Parc Naturel Régional de Camargue, Octobre 2004.)

	Fonction	Faisabilité	Caractéristiques des canaux associés			
			Longueur	Profondeur	Exutoire	Remarques
ASCO du canal du Japon	Assainissement des terres par pompage vers le Grand Rhône et vers la mer	?? Fonctionnement hydraulique complexe des canaux avec parfois des difficultés pour dissocier l'irrigation du drainage.	Canal du Pèbre			
			3,5 km	1,5 m	Mer	
			Canal du Versadou			
			5 km	1 m	Mer	écoulage via le puits de la Comtesse
			Canal du Barcarin			
			7,5 km	1,5 m	Grand Rhône	
ASCO des vidanges de Corrége et Camargue Major	Assainissement des terres par pompage vers le Petit et le Grand Rhône et vers le Vaccarès	?? Profondeur importante des principaux canaux - Stations potentielles dans le canal d'Albaron (mais le canal de Rousty peut s'écouler gravitairement au Vaccarès selon l'ouverture du clapet)	Canal des Charlots et de rivière			
			2 km	1,2 m	Grand Rhône	
			Canal de Rousty			
			12 km	3 m	Vaccarès	possibilité d'écoulage si clapet ouvert
			Canal d'Albaron			
			6 km	3 m	Petit Rhône	
			Égout de la Grand'Mar			
			8 km	4 m		
ASA de la Grande Roubine et égout de Montlong	Assainissement des terres par rejet (gravitaire) dans le canal de la Grand'Mar (ASCO Corrége et Camargue Major)	Pas prioritaire (rejet dans l'ASCO Corrége et Camargue Major)	Égout de Beaujeu			
			5,6 km	4 m	Grand Rhône	ne fonctionne qu'en cas de fortes pluies
			Égout de la Grande-Montlong			
			2,6 km	1,5 m		
ASA de l'égout de Meyran-Praredon	Assainissement des terres par écoulement des eaux dans la vidange de Rousty	Pas prioritaire (rejet dans l'ASCO Corrége et Camargue Major)	Absence de données			
			Égout de Meyran			
			4,4 km	1 à 3 m	Rousty	
			Branche des plaines			
ASA de l'égout de Benevent	Assainissement des terres par écoulement des eaux dans la vidange de Rousty	Pas prioritaire (rejet dans l'ASCO Corrége et Camargue Major)	3,8 km	?	Rousty	
			Égout de Praredon			
			4,75 km	?	Rousty	
			Égout de Benevent			
ASA de l'égout et des Fosses d'écoulage de Saliers	Assainissement des terres par écoulement des eaux dans le canal d'Albaron	Pas prioritaire (rejet dans l'ASCO Corrége et Camargue Major)	4,9 km	3 à 6 m	Albaron	
			Canal principal			
			?	?	Albaron	
			Canal secondaire des Roncelles			
			?	?		
			Tronçon du Mas de la Vigne			
ASA de l'égout du Mas de Thor	Assainissement des terres par écoulement des eaux dans la vidange de Rousty	Pas prioritaire (rejet dans l'ASCO Corrége et Camargue Major)	?	?		
			Fossé d'écoulage de Saliers			
			?	?		
			Égout du Mas de Thor			
ASA de l'égout des Avergues de Gimeaux	Assainissement des terres par écoulement des eaux dans la vidange de Rousty	Pas prioritaire (rejet dans l'ASCO Corrége et Camargue Major)	4,5 m	1,5 à 2 m	Rousty	
			Canal principal			
			4,9 km	3 m	Rousty	
			Canal secondaire			
ASA de la Sigoulette	Assainissement des terres de pompage des eaux vers le Petit Rhône et possibilité d'écoulage des eaux vers l'étang du Vaccarès	Système complexe mais potentiellement intéressant à échantillonner	8,7 km	?		
			Canal du grand Gallègue			
			3 km	?		
			Canal de la Sigoulette - Vaccarès			
ASA des Saintes Maries de la Mer	Assainissement des terres du bassin des Saintes-Maries-de-la-Mer, par rejet des eaux dans le Petit Rhône et dans la mer	?? Stations potentiellement intéressantes sur la Roubine du Pamperdu ou le Canal de la Fadaise	5,5 km	1,2 m	Vaccarès	écoulage seulement lorsque le niveau du Vaccarès est plus bas (rare)
			Canal de la Sigoulette - Station			
			8,5 km	1 m	Petit Rhône	
			Roubine de Pamperdu			
			2,2 km	2 m	Canal de la Fadaise	
			Canal de la Fadaise			
			2,1 km	2 m	Petit Rhône	possibilité d'alimentation de l'étang de Ginès
			Roubine de la Perculière			
			1 km	2 m		
			Roubine de l'Avocade			
			1 km	2 m		lien entre les marais de Couvin et l'étang de Consécanière
			Roubine des Cinq Gorges			
			?	?		
			Roubine de Cacharel			
ASA des Saintes Maries de la Mer	Assainissement des terres du bassin des Saintes-Maries-de-la-Mer, par rejet des eaux dans le Petit Rhône et dans la mer	?? Stations potentiellement intéressantes sur la Roubine du Pamperdu ou le Canal de la Fadaise	?	?	Canal du Levadon - Launes - mer	vidange de l'étang des Impériaux
			Roubine de Couvin			
			?	?		
			Roubine de Barrachin			
ASA des Saintes Maries de la Mer	Assainissement des terres du bassin des Saintes-Maries-de-la-Mer, par rejet des eaux dans le Petit Rhône et dans la mer	?? Stations potentiellement intéressantes sur la Roubine du Pamperdu ou le Canal de la Fadaise	?	?	Canal des Launes - mer	

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

