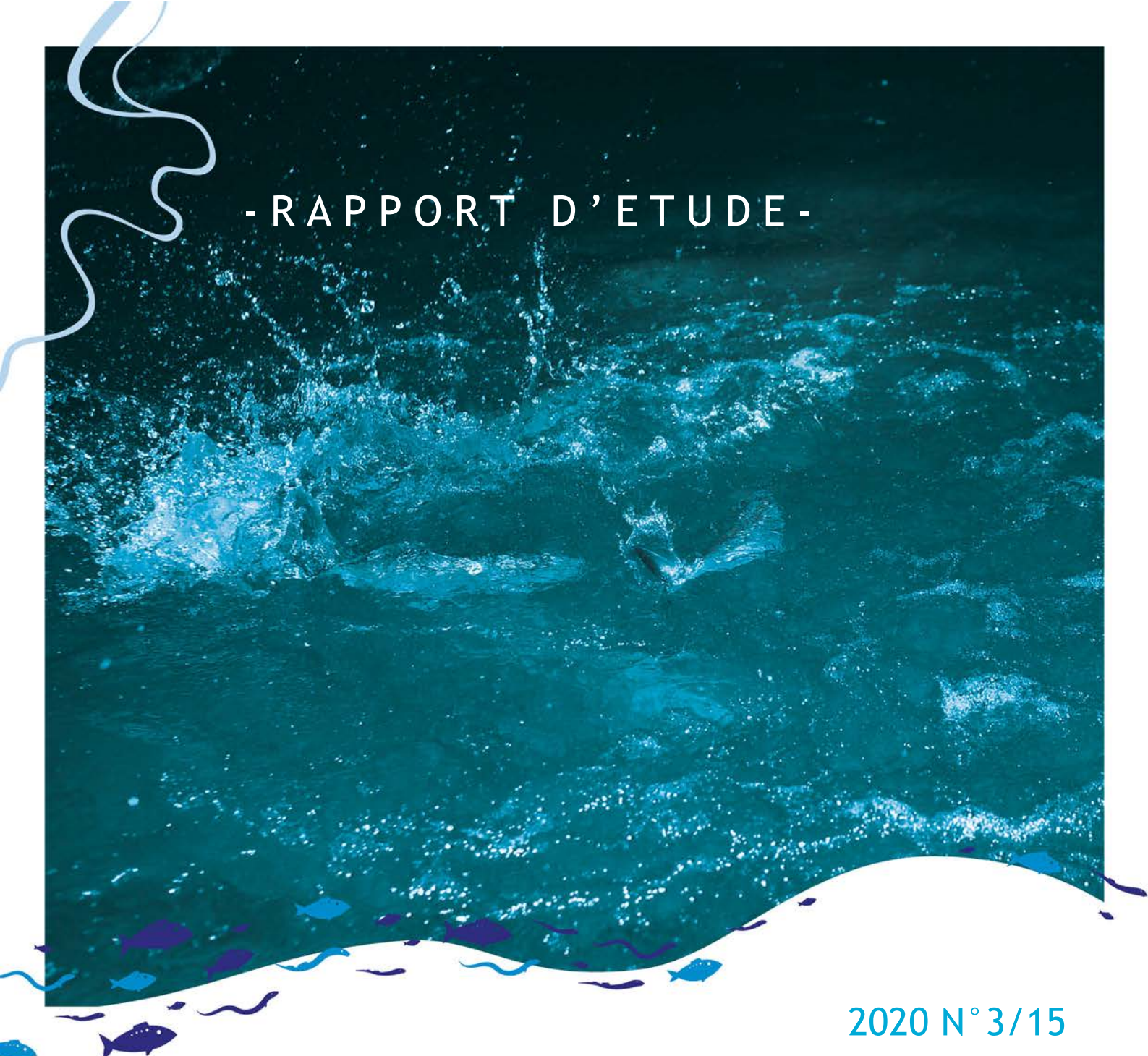




- RAPPORT D'ETUDE -

2020 N° 3/15

Suivi quantitatif des frayères d'aloses sur le bassin rhodanien

ALIX F., RIVOALLAN D., CAMPTON P., • mai 2021



Photo de couverture
© MRM / F.GARDIN.2007

Référence à citer

ALIX F., RIVOALLAN D., CAMPTOB, 2021. Suivi quantitatif des frayères d'aloses sur le bassin rhodanien. Campagne d'Études 2020. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. Nombre 35p + 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
- Région Auvergne Rhône Alpes
- Département du Gard
- Département de la Drôme
- Fédération Nationale pour la Pêche en France
- Compagnie Nationale du Rhône dans le cadre de ses missions d'intérêt général

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

- Fédérations Départementales de pêche de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, du Gard et du Vaucluse
- Services Départementaux de l'Office Français pour la Biodiversité des mêmes départements
- Compagnie Nationale du Rhône, Direction Régionale d'Avignon
- EPTB Ardèche
- Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche

PRESTATAIRES

- Association ECATE
- GECO Ingénierie

Résumé

Le suivi 2020 de la reproduction des aloses sur le Rhône aval s'intègre au Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée, dont l'Orientation 3 rappelle l'importance des suivis biologiques pour obtenir des indicateurs permettant de caractériser l'efficacité des actions entreprises et de suivre l'évolution des aires de migration et de colonisation par les différentes espèces de poissons.

Le suivi a été réalisé sur les sites historiques de la Cèze, de l'Ardèche et du Vieux Rhône de Donzère, respectivement suivis depuis 1997, 2000 et 1998, et renouvelé sur la Durance pour la quatrième année. Le Gardon n'a pu être suivi par faute de maîtrise d'ouvrage. L'une des frayères du Vidourle identifiée au PLAGEPOMI a été suivie (Saint Laurent d'Aigouze). La frayère de Moussoulens sur l'Aude a fait l'objet d'un suivi qualitatif à raison d'une dizaine de nuits d'observation au cours de la saison.

La fédération de pêche de l'Ardèche a porté le suivi sur l'Ardèche, la fédération de pêche des Bouches-du-Rhône et du Vaucluse ont assuré le suivi sur la Durance. Le suivi sur la Cèze et le Vieux Rhône de Donzère ont été mandatés par MRM et respectivement réalisés par GECO ingénierie et l'association ECATE. La fédération de pêche du Gard a assuré le suivi sur le Vidourle. Les nuits de prospections sur l'Aude ont été réalisées par la fédération de pêche de l'Aude et l'OFB11.

La reproduction a été observée sur chacun des cours d'eau suivis excepté le Vieux Rhône de Donzère. Le suivi n'a pu démarrer qu'à partir de la mi mai (confinement sanitaire) sur plusieurs des sites suivis : Ardèche, Vieux Rhône de Donzère et Vidourle. En ce qui concerne l'Ardèche et le Vieux Rhône de Donzère, ce n'est pas dommageable puisque ce sont des sites qui présentent de manière générale des conditions optimales qu'à la mi-mai. En revanche, pour le Vidourle, il est fort probable que la majeure partie de la saison de reproduction soit manquée.

Les suivis sur la Cèze, l'Ardèche et le Vieux Rhône de Donzère se sont bien déroulés grâce à des conditions favorables. Sur la Durance, 65 bulls ont été observés. Les restitutions importantes ce printemps semblent avoir ciselé la saison de reproduction en deux parties, avec des bulls dès la première nuit de suivi le 4 mai, des restitutions importantes de la mi-mai à la mi-juin et des bulls en fin de saison jusqu'au 9 juillet, date de la dernière nuit de suivi.

Sur la Cèze, l'ajustement de la stratégie de suivi mises en place en 2017 sur Chusclan en prospectant alternativement les 4 frayères se révèle une nouvelle fois judicieuse puisque 149 bulls ont été comptés lors de 16 nuits d'activité.

Sur l'Ardèche, une seule nuit d'activité a été constatée. Sur le Vieux Rhône de Donzère, aucun bull n'a été observé.

De manière générale, le nombre de bull observés cette année reste dans la tendance des dernières années à savoir une hausse par rapport aux 5 dernières années mais un résultat faible par rapport aux données historiques.

Sommaire

Introduction	6
1 Zone d'étude et méthodologie	8
1.1 L'Alose feinte de Méditerranée	8
1.2 Sites de suivi de la reproduction	8
1.3 Protocole de suivi	10
a) Suivi quantitatif de la reproduction - Sites PLAGEPOMI	10
b) Identification des frayères actives	10
c) Prospections complémentaires - suivi qualitatif	11
1.4 Suivi des conditions environnementales	11
1.5 Recueil et exploitation des données	11
a) Estimation des effectifs sur la zone de suivi	12
b) Bilan annuel et interannuel	12
2 Activité de reproduction et conditions environnementales	13
2.1 Observations lors de la campagne 2020	13
2.2 Influence des paramètres environnementaux sur la migration et l'activité de reproduction	15
a) Attrait en mer et arrivée des aloses	15
b) Gardon - Étage 1	16
c) Durance - Avignon - Étage 2	17
d) Cèze - Étage 3	19
e) Ardèche et Vieux Rhône de Donzère - Étage 4	21
f) Aude	22
g) Vidourle	23
2.3 Synthèse des observations - schéma de migration et de reproduction	24
a) Axe Rhône	24
b) Aude et Vidourle	25
3 Analyses interannuelles	26
4 Discussion et perspectives	27
4.1 Accessibilité des zones de reproduction	27
a) Axe Rhône	27
b) Affluents	28
c) Aude et Vidourle	29
4.2 Présence du silure	30
4.3 Évolution des suivis	30
a) Perspectives de suivis - saison 2021	30
b) Perspectives de suivis à moyen-termes	31
Conclusion	32
Bibliographie	33
Annexes	36

Introduction

Les poissons migrateurs amphihalins sont en déclin en Europe à cause de l'impact anthropique, en particulier la construction de barrages, la perte d'habitats, la pollution et la surpêche (Boyer *et al.*, 2001; De Groot, 2002). Les aloses, et en particulier l'alose feinte de Méditerranée (*Alosa agone*, anciennement *Alosa fallax rhodanensis*), endémique au bassin méditerranéen, bénéficient ainsi d'un statut de protection international (annexe III de la convention de Berne, annexe II de la directive Habitats de l'Union Européenne). En 2019, cette espèce a été classée « quasi menacée » sur la liste rouge des poissons d'eau douce de France et est classée « préoccupation mineure » à l'échelle internationale (Annexe 2) (Freyhof et Kottelat, 2008; UICN France, 2019).

Depuis les années 1990, une politique en faveur des poissons migrateurs a été impulsée sur le bassin Rhône-Méditerranée, pour permettre le retour de l'alose feinte de Méditerranée sur le Bas-Rhône et ses affluents, jusqu'à l'Ardèche. Les plans de gestion des poissons migrateurs successifs (PLAGEPOMI 1993-2003, 2004-2009 et 2010-2015) ont permis d'avancer sur la connaissance des grands migrateurs (alose, anguille, lamproie) et d'améliorer significativement les conditions de circulation de ces espèces.

C'est dans ce cadre que le suivi biologique des frayères d'aloses du bassin versant du Rhône est effectué depuis 1997 sur la Basse Cèze et le Port fluvial de l'Ardoise, sur le Vieux Rhône de Caderousse, puis sur le Vieux Rhône de Donzère en 1998 et sur l'Ardèche à partir de 2000. Depuis quelques années l'aire de répartition s'étend jusqu'à l'Ardèche, les objectifs de colonisation sont désormais la Drôme et l'Eyrieux sur l'Axe Rhône.

Avec l'augmentation de l'aire de répartition, l'orientation 3 du PLAGEPOMI 2016-2021 propose une optimisation et la rationalisation du dispositif de suivi existant qui doit permettre de :

- Connaître les tendances d'évolution des populations dans le temps et l'espace géographique
- Suivre la recolonisation du bassin et évaluer la réussite des actions menées en faveur des poissons migrateurs

D'autre part, le Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) préconise que les suivis historiques et fonctionnels pérennes soient progressivement transférés à une maîtrise d'ouvrage locale pour : i) une appropriation des enjeux à l'échelle du territoire ; ii) mobiliser des financements auxquels MRM a de plus en plus de difficulté à accéder ; iii) recentrer l'Association MRM sur son rôle de coordination et d'animation du PLAGEPOMI et lui permettre de développer les connaissances ou les suivis sur de nouveaux territoires.

Ainsi, depuis 2017 un transfert de maîtrise d'ouvrage vers les Fédérations de pêche de l'Ardèche, du Gard, du Vaucluse (2018) et des Bouches du Rhône (2019) a été réalisé et il faut souligner leur implication pour ce type de suivi, en particulier d'un point de vue financier.

L'année 2020 a permis de suivre les frayères du Vieux Rhône de Donzère, de l'Ardèche, de la Cèze et de la Durance sur l'axe Rhône ainsi que la frayère de Saint Laurent d'Aigouze sur le Vidourle et Moussoulens sur l'Aude. Quelques observations ont également été réalisées sur le Gardon. En accord avec les objectifs précédemment cités, ce rapport présente les observations 2020 du suivi de la reproduction et vise à établir un bilan de la situation de la migration génésique des aloses.

Ce bilan est construit à partir :

- des résultats du suivi des sites de référence du bassin du Rhône et des facteurs environnementaux
- des prospections réalisées ponctuellement sur des frayères potentielles (qui apportent des informations complémentaires indispensables à la compréhension des observations issues des suivis : limite de colonisation amont ; franchissement des ouvrages ; déterminisme de migration).
- du suivi de la pêche amateur à la ligne qui apporte des informations sur la migration et la répartition des géniteurs à l'échelle du bassin du Rhône (Matheron et *al.*, 2021).
- de l'analyse interannuelle des résultats pour resituer les observations de la campagne par rapport aux données historiques disponibles.

Des perspectives de suivis sont proposées pour la campagne 2021 et à moyens termes.

1 Zone d'étude et méthodologie

1.1 L'Alose feinte de Méditerranée

L'alose feinte de Méditerranée est un poisson migrateur endémique du bassin du Rhône. Cette espèce remonte les cours d'eau chaque printemps pour se reproduire en eau douce. La description du cycle de vie de l'alose feinte de Méditerranée est disponible sur le site de l'observatoire des poissons migrateurs amphihalins Rhône Méditerranée (<https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/alose-feinte-de-mediterranee/>)

La montaison des individus peut débuter dès le mois de mars, l'alose présente un rhéotactisme positif et un seuil thermique de migration de 11°C a été avancé (Arahamian *et al.*, 2002; Cassou-Leins *et al.*, 2000). La reproduction de l'alose a lieu au printemps entre les mois d'avril et juillet selon les conditions hydrologique et thermique (seuil thermique théorique de la reproduction des aloses : 16°C (Arahamian *et al.*, 2002; Cassou-Leins *et al.*, 2000)).

La reproduction de l'alose peut être quantifiée grâce aux dénombrements des actes de reproduction nommé « bull » (Figure 1).



Figure 1 : Bull d'aloses (© F. Gardin, 2007 / MRM)

1.2 Sites de suivi de la reproduction

Les sites suivis en 2020 sur le bassin Rhône-Méditerranée sont présentés en *Tableau 1* et *Figure 2*.

Tableau 1 : Sites de suivi de la reproduction des aloses en 2020

	Cours d'eau	Frayère	Type de frayère	Ouvrage le plus proche à l'amont (km)	Distance à la mer (km)	Nombre d'ouvrages Rhône	Nombre d'ouvrages affluents	Site PLAGEPOMI (Suivi quantitatif)
Axe Rhône	Durance	Callet	Substitution	0	89	1	1	OUI
	Cèze	Chusclan	Naturelle	0,2	119	2	1	OUI
	Ardèche	Saint Martin	Substitution	0	149	3	2	NON
		Sauze	Naturelle	30	150	3	3	NON
		Salavas-Ibie	Naturelle	1	179	3	3	OUI
		Petite Mer	Naturelle	0,5	179,5	3	3	NON
		Sous - Roche	Substitution	0	187	3	6	NON
	Rhône	Le Fraou	Naturelle	18	142	3	/	NON
		Grange écrasée	Naturelle	12,5	147,5	3	/	NON
		Barrage de Donzère	Substitution	0	160	3	/	OUI
Côtiers	Vidourle	Saint Laurent d'Aigouze	Substitution	0	11,8		1	OUI
	Aude	Moussoulens	Substitution	0	23,5		1	NON

* Une frayère de substitution se situe souvent en aval direct d'un ouvrage bloquant ou difficilement franchissable. Les aloses, ne pouvant migrer plus haut se retrouvent contraintes de frayer sur ce site.

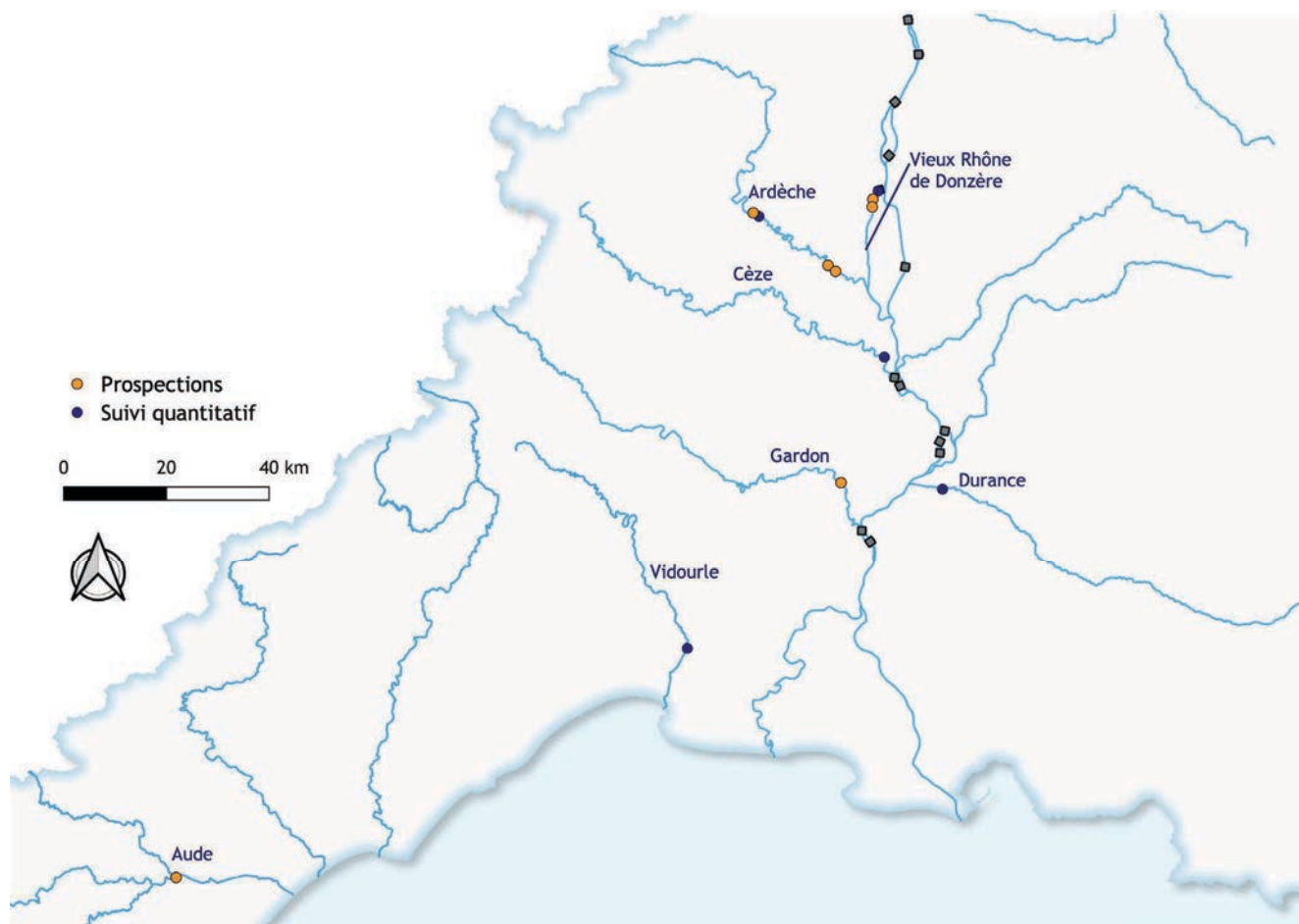


Figure 2 : Localisation des sites de suivis de la reproduction des aloses en 2020
L'ensemble des cartes des frayères sont présentées dans les annexes 3 à 9

On distingue les sites de suivi quantitatif, qui sont identifiés au PLAGEOMI 2016-2021 et les sites de prospections qui font le plus souvent objets de suivi qualitatif.

Des prospections complémentaires peuvent être réalisées pour répondre à des problématiques plus locales :

- Sur les frayères naturelles du Vieux Rhône de Donzère (Le Fraou et la Grange Écrasée), suite à la reproduction très réduite depuis 2011 au niveau du barrage de Donzère.
- Sur l'Ardèche à l'aval des gorges (Saint-Martin et Sauze), pour apporter des informations complémentaires sur la colonisation de l'Ardèche par l'alose, suite aux questionnements sur le franchissement des premiers seuils qui conditionnent l'accès à la frayère de référence de Salavas-Ibie.
- Sur l'Ardèche à l'amont de Vallon Pont-D'Arc au niveau du seuil de Sous-Roche pour évaluer le franchissement des 4 dispositifs de franchissement situés entre la frayère de Salavas-Ibie et la limite de colonisation, au niveau du seuil bloquant de Sous-Roche.

1.3 Protocole de suivi

a) Suivi quantitatif de la reproduction - Sites PLAGEPOMI

La méthode de suivi quantitatif consiste à compter et localiser les "bulls" de 23h00 à 4h00, une nuit sur deux, pendant une période de 46 nuits sur un site donné. Cette durée permet de couvrir l'ensemble de la période de reproduction sur le bassin du Rhône (Roussel et al., 2013). Une présence humaine assidue de deux personnes par frayère est la seule méthode actuellement validée.

Afin d'évaluer et de comparer le nombre de bulls sur la saison, le nombre de bulls observés est simplement multiplié par deux, par simple extrapolation (Roussel *et al.*, 2013a). Ce protocole commun a été mis en place en 2014 avec pour objectif de stabiliser et fiabiliser l'indicateur « bulls » en harmonisant l'effort de suivi sur l'ensemble des sites tout en permettant une comparaison avec les résultats antérieurs à 2014.

Les frayères suivies cette année sont :

- Gardon : Fournès (quelques nuits de prospections uniquement) (Annexe 3)
- Durance : Callet (Annexe 4)
- Cèze : Chusclan (Annexe 5)
- Vieux Rhône de Donzère : Barrage de Donzère, Fraou, Grange écrasée (Annexe 6)
- Ardèche : Salavas Ibie ; Petite Mer ; Sauze ; St Martin d'Ardèche (Annexe 7)
- Aude : Moussoulens (Annexe 8)
- Vidourle : Saint Laurent d'Aigouze (Annexe 9)

b) Identification des frayères actives

Les saisons précédentes ont montré la nécessité d'effectuer une alternance de frayères sur les sites où plusieurs frayères sont disponibles. C'est une technique qui fonctionne et qui a permis d'observer de nouveaux sites de frais actifs, c'est le cas de la Cèze, où des frayères sont mouvantes selon les années & les conditions hydrobiologiques sur quelques centaines de mètres en aval du seuil de Chusclan. Les zones de frayères intéressantes répertoriées à l'aval du seuil de Chusclan sont ainsi prospectées afin d'identifier la / les zone(s) de reproduction active et ainsi garder des résultats quantitatifs.

Les frayères sont prospectées selon le protocole suivant (Annexe 5) :

Nuit 1 : 23 h à 1h30 : une personne en F2 et une personne en F3 ; puis 1h30 à 4h : une personne en F4 et une personne en F5.

Nuit 3 : 23 h à 1h30 : une personne en F4 et une personne en F5 ; puis 1h30 à 4h : une personne en F2 et une personne en F3.

Une fois le site actif identifié, l'effort de suivi doit être concentré sur ce dernier, tout en maintenant une personne en prospection pour suivre un éventuel changement de site, lié aux conditions hydrologiques.

Le même principe est déployé sur l'Ardèche sur les frayères de Petite Mer et Salavas. En effet, lors des bonnes années de colonisation, l'une ou l'autre de ces frayères était active (Annexe 7).

Nuit 1 : 23 h à 1h30 - Salavas et 1h45 - 4h30 Petite Mer

Nuit 3 : 23 h 1h30 - Petite Mer et 1h45 - 4h30 Salavas

c) Prospections complémentaires - suivi qualitatif

En complément, des prospections sont organisées sur des frayères potentielles ou avérées afin de caractériser la dynamique de la reproduction ou de répondre à une problématique plus locale, notamment pour évaluer la fonctionnalité de certains dispositifs de franchissement.

Les prospections sont programmées en fonction des observations sur les sites de suivis quantitatifs, des observations sur le terrain par les techniciens et le retour des captures par les pêcheurs.

Le nombre de bulls observé lors des prospections ne peut être extrapolé comme sur les sites de suivi quantitatif car l'effort de suivi n'est pas homogène sur l'ensemble de la saison. On parle ici d'un nombre brut, qui donne un indice *qualitatif* de l'intensité de la reproduction et de la fréquentation des différents sites.

1.4 Suivi des conditions environnementales

Afin d'appréhender au mieux les conditions et le déterminisme de la reproduction des aloses, le débit et la température de l'eau sont relevés en parallèle du comptage des bulls (Menesson-Boisneau *et al.*, 2000) de la manière suivante :

- Débits moyens journaliers (Qjm) : suivis en temps réel sur les stations les plus proches des sites de suivi sur Vigicrue puis récupérés auprès de la CNR et de la Banque Hydro en fin de campagne ;
- Température de l'eau : mesurée manuellement en début et fin de nuit de suivi. Les températures moyennes journalières au niveau des quatre aménagements hydroélectriques de la CNR sont récupérées en fin de campagne (Vallabrègues, Avignon, Caderousse, Donzère) ; sur les affluents, les températures sont récupérées auprès des fédérations de pêches qui disposent de sondes thermiques à proximité des sites.

1.5 Recueil et exploitation des données

Toutes les données de terrain sont saisies dans un tableau commun par tous les prestataires dont le modèle est fourni par MRM. Le suivi de reproduction des aloses permet de connaître l'intensité de reproduction sur un site donné, en particulier l'évolution au cours de la saison de reproduction et d'en déduire le schéma de migration à l'échelle du bassin du Rhône. Trois types de schémas de migrations sont identifiés (*Annexe 8*) :

- Amont, caractérisé par des débits du Rhône faible, sous la barre des 2000m³/s le long de la saison, une colonisation préférentielle des canaux usinés et des observations d'aloses effectuées sur les zones amont (Ardèche, Vieux Rhône de Donzère)
- Aval, caractérisé par des débits du Rhône fort (supérieur à 2000m³/s), une colonisation préférentielle des vieux Rhône, et une forte colonisation du Gardon et de la Durance
- Intermédiaire, avec des débits fluctuants le long de la saison et une colonisation de l'ensemble de l'axe Rhône

Les données sont remplies en ligne et partagées entre l'ensemble des partenaires pour suivre et adapter au mieux les suivis et les prospections complémentaires. Ceci permet également d'alimenter régulièrement l'observatoire en direct du bassin RM (<https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/observatoire-en-direct/>).

En fin de suivi, les données sont centralisées par MRM dans une base de données interannuelle.

a) Estimation des effectifs sur la zone de suivi

L'estimation du nombre de géniteurs, en dépit des biais qu'elle comporte, constitue un indicateur intéressant à l'échelle de plusieurs saisons pour la gestion de la population d'un bassin versant (Baglinière et Elie, 2000).

La méthode de Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981) est utilisée. Plusieurs hypothèses doivent être émises - découlant d'observations sur la grande alose - pour permettre cette estimation :

- Le sex-ratio est égal à 1,
- Il y a deux individus par bull,
- Il n'y a ni émigration ni immigration,
- Les femelles fraient 5 à 7 fois

La population génitrice totale sur la zone (N) est ainsi estimée par :

$$N = 2 \times B / (5 \text{ à } 7) \quad \text{où B est le nombre de bulls total sur la frayère.}$$

Le domaine d'application de cette formule n'est valide qu'à partir d'un certain nombre de bulls (une centaine selon Baglinière et Elie, 2000). La méthode suppose également qu'une femelle effectue qu'un seul bull au cours d'une nuit, or, un travail récent effectué sur la grande alose a montré une grande variabilité de nombre de bull par femelle et au cours d'une nuit (2 à 8) pour une moyenne de 15 bulls par femelle au cours de la saison (Tentelier et al., 2018).

De plus, le nombre de bulls extrapolé à partir d'un suivi à une fréquence d'une nuit sur deux n'est représentatif du nombre réel de bulls sur une frayère qu'au-delà de la centaine (Roussel et al., 2013). Les données d'estimation du nombre de géniteurs présents sur une frayère sont donc fournies pour comparaison avec les années précédentes.

b) Bilan annuel et interannuel

Les données obtenues dans le cadre du suivi de la reproduction des aloses 2020 sont à analyser en **compléments des données obtenues dans le cadre d'autres suivis** tels que le suivi de la pêche amateur à la ligne. En effet, des premières analyses statistiques des jeux de données du suivi de la reproduction et de la pêche ont montré la complémentarité indéniable des deux suivis (Raoux et al., 2020).

Les analyses ADNe sur les axes qui font figures d'objectifs de colonisation amont sur l'axe Rhône (Eyrieux & Drôme), sur les zones fraîchement décroisées ou encore sur les zones où la présence de l'alose n'est pas reconnue comme étant récurrente sont à prendre en compte dans l'analyse de la migration annuelle. L'ensemble de ces données doit être complété par l'analyse des données de températures et de débits de l'année. *In fine*, l'objectif est de caractériser le schéma de migration des aloses sur l'axe Rhône et de suivre l'évolution de la population sur les fleuves côtiers.

L'ensemble de ces données est ensuite comparé d'année en année ce qui permet de dresser un constat d'évolution des descripteurs (nombre de bulls, CPUE) et ainsi émettre une hypothèse sur l'état de la population d'alose sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée.

2 Activité de reproduction et conditions environnementales

2.1 Observations lors de la campagne 2020

La reproduction a été observée sur la Durance, la Cèze, l'Ardèche, l'Aude et le Vidourle avec une activité de reproduction la plus importante sur la Cèze (*Tableau 2 & 3*).

Tableau 3 : Résultats des suivis de la reproduction sur l'axe Rhône pour l'année 2020

Axe Rhône	Durance	Cèze	Ardèche			Rhône	
	Seuil de Callet	Chusclan	Salavas – Ibie	Prospections amont	Prospections aval	Barrage Donzère	Prospections RCC
Première nuit de suivi	04/05/2020	04/05/2020	12/05/2020	27/05/2020	11/05/2020	11/05/2020	12/05/2020
Dernière nuit de suivi	09/07/2020	20/06/2020	29/06/2020	27/06/2020	28/06/2020	29/06/2020	30/06/2020
Période de suivi (j.)	66	47	48	33	48	49	49
Nombre de nuits de suivi	13	21	21	10	21	21	21
Nombre de nuits de fraie	8	16	0	0	1	0	0
en %	62%	76%	-	-	5%	-	-
Nombre max de bulls	27	19	-	-	11	-	-
Première nuit d'activité	04/05/2020	04/05/2020	-	-	21/05/2020	-	-
Dernière nuit d'activité	09/07/2020	10/06/2020	-	-	21/05/2020	-	-
Période d'activité (j.)	67	37	-	-	1	-	-
Nombre de bulls par nuit avec activité	8	9,31	-	-	11,00	-	-
Nombre de bulls par nuit (période)	1,97	6,34	-	-	-	-	-
Nombre de bulls (brut)	65	149	0	0	11	0	0
Nombre de bulls extrapolés	130	298	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Nb aloses min	37	85	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Nb aloses max	52	119,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a. : formule non applicable

Tableau 4 : Résultats des suivis de reproduction sur les fleuves côtiers pour l'année 2020

Fleuves Côtiers	Aude		Vidourle
	Moussoulens	Saint Nazaire	Saint Laurent d'Aigouze
Première nuit de suivi	05/05/2020	27/05/2020	11/05/2020
Dernière nuit de suivi	23/06/2020	16/06/2020	10/06/2020
Période de suivi (j.)	49	20	30
Nombre de nuits de suivi	10	3	15
Nombre de nuits de fraie	5	0	9
en %	50%	-	60%
Nombre max de bulls	32	-	12
Première nuit d'activité	05/05/2020	-	11/05/2020
Dernière nuit d'activité	16/06/2020	-	31/05/2020
Période d'activité (j.)	43	-	20
Nombre de bulls par nuit avec activité	16	-	3,56
Nombre de bulls par nuit (période)	-	-	2,13
Nombre de bulls (brut)	81	0	32
Nombre de bulls extrapolés	n.a.	n.a.	64
Nb aloses min	n.a.	n.a.	18
Nb aloses max	n.a.	n.a.	25,6

n.a. : formule non applicable

Sur la Durance, 65 bulls ont été observés, soit 130 extrapolés entre le 4 mai et le 9 juillet 2020. Bien que l'on soit bien loin des chiffres de 2015 où 2462 bulls avaient été observés, ces observations démontrent que les aloses se reproduisent régulièrement sur la Durance, même si l'accès aux frayères naturelles n'est pas possible pour le moment sur cet axe. A noter que la saison de reproduction a été marquée par de fortes restitutions entre le 8 mai et la mi-juin ce qui semble avoir eu un impact négatif sur la reproduction des aloses (absence d'observation sur cette période).

Sur les frayères de la Cèze, à Chusclan, 149 bulls ont été observés, soit 298 extrapolés. Il est probable que ce chiffre ne soit que partiel puisque l'ensemble des frayères n'est pas suivi en continu. Tout comme les années précédentes, la recherche de la zone de reproduction la plus active sur les 500m de linéaire intéressant s'est montrée efficace puisque des bulls ont été répertoriés sur 3 des 4 frayères identifiées. La frayère de la Falaise (F2) présentait cette année un faciès d'écoulement plus lent, donc moins attractif pour les aloses, ce qui explique l'absence de bull observé sur ce secteur.

De nouveau, aucune observation n'a été rapportée des frayères situées en amont des gorges de l'Ardèche, et ce depuis 2015. 11 bulls ont été observés sur la frayère de Sauze en une nuit d'activité. Les quelques données de captures d'aloses à la ligne remontées en cette saison 2020 marquée par la Covid tendent à montrer la colonisation de l'Ardèche (CPUE proche de 1 contre environ 0,5 en moyenne), il faut toutefois noter que parmi les 48 aloses capturées, la majorité l'ont été en aval du seuil de St Martin. Le seuil de St Martin d'Ardèche pose depuis plusieurs années questions : en effet, un atterrissement s'est formé en amont de la passe à poissons ce qui modifie les écoulements en son sein et pourrait rendre le franchissement de cet ouvrage difficile. A ce jour, l'entretien de la passe n'est pas assuré. Un pêcheur nous a communiqué la capture d'une alose à Vallon Pont d'Arc, soit en amont des gorges de l'Ardèche ce qui est la première observation d'alse en amont des gorges de l'Ardèche depuis 2015. Cette observation n'a pas été appuyée par d'autres retours (aucun bull observé à Salavas Ibie ou petite mer, le prélèvement ADNe en aval de sous Roche n'a pas révélé la présence de l'alse).

Une fois encore, la question de la localisation des sites de fraies sur l'Ardèche se pose : suivons-nous les bons sites ?

Sur le Vieux Rhône de Donzère aucun bull n'a été observé. Malheureusement, c'est depuis 2008 la 6^e année où aucun bull n'est observé, soit une année sur 2. A noter que depuis 2008, l'année la plus productive a été l'année 2009 avec 69 bulls puis l'année 2010 avec seulement 20 bulls. Bien que nous puissions nous poser la question de la localisation des frayères sur le Vieux Rhône de Donzère, la chute drastique du nombre de bulls depuis 2008 interpelle.

5 nuits de prospections ont été menées sur le Gardon le 12, 14, 22, 30 mai et 7 juin 2020. 15 bulls ont été dénombrés en deux nuits (22 et 30 mai 2020). Malheureusement, peu de données de captures sont parvenues à MRM pour cet affluent cette année (12 aloses capturées pour une CPUE de 0,5 ce qui est en deça de la moyenne). Nous pouvons néanmoins affirmer la présence de l'alse sur cet axe.

Sur le Vidourle, le suivi a été mené du 11 mai au 10 juin 2020. 32 bulls ont été dénombrés, soit 64 extrapolés. C'est peu par rapport aux suivis précédent sur ce site (448 bulls en 2017, 728 en 2014). Ce faible nombre de bulls peut s'expliquer par différents facteurs. Le suivi n'a pu démarrer qu'à la mi mai (confinement) alors que les conditions étaient favorables à la reproduction dès la mi-avril (températures de l'eau stabilisées au-delà de 16°C à compter du 12 avril 2020, données FDAAPMA30). De plus, des aloses avaient été vues à Villetelle, soit l'amont de la ZAP le 7 avril par un pêcheur sentinelle habitant à proximité. Il est également probable que le site de Saint Laurent d'Aigouze ne soit plus le plus représentatif de la fraie des aloses sur le Vidourle : en effet, 2020 est la 4^e année consécutive où des aloses sont observées en amont de la ZAP. Il apparaît pertinent d'envisager une alternance des frayères sur le Vidourle (SLA / Marsillargues / Villetelle) pour identifier la ou les frayères les plus productives.

Sur l'Aude, les 10 nuits de suivis qui ont été effectuées du 5 mai au 23 juin ont permis de balayer l'ensemble de la saison de reproduction des aloses. 81 aloses ont été observées sur la frayère de Moussoulens. Ce chiffre n'est pas extrapolable. Sur les 10 nuits effectuées, la moitié ont été productives. Quelques prospections ont été menées au droit de l'ouvrage du moulin de Saint Nazaire et n'ont pas permis d'observer d'alose. Cette absence d'observation va dans le sens de la reprise nécessaire de la passe à poissons du seuil de Moussoulens. Les efforts de suivis méritent d'être poursuivis sur cet axe.

2.2 Influence des paramètres environnementaux sur la migration et l'activité de reproduction

L'hydrologie et la température sont les principaux facteurs qui influencent la migration et la reproduction. Les aloses sont attirées lors de la migration par le(s) bras du Rhône où le débit est le plus élevé (rhéotactisme positif). Puis dans un second temps (en lien avec la maturation fractionnée des ovocytes), les aloses privilégient la recherche de zones favorables à la reproduction, principalement sur les affluents.

Pour retracer les observations de cette campagne 2020, les résultats sont présentés par étages de l'aval vers l'amont. Les étages sont séparés par les ouvrages hydroélectriques sur l'axe Rhône et les affluents qui s'y jettent (*Annexe 9*).

Concernant les fleuves côtiers, l'appel en mer est de la même manière constitué d'un débit attractif et d'une température clémente pour déclencher la migration, soit un seuil thermique de migration d'environ 11°C et un seuil thermique de reproduction de 16°C (Baglinière et al., 2000).

a) Attrait en mer et arrivée des aloses

Le seuil thermique de la migration des aloses sur le Rhône est resté stable au-delà de 11°C à compter du 10 mars 2020. (*Figure 3*).

Les débits du Rhône ont été soutenus du 2 au 19 mars 2020 avec un pic de débit à 4 816 m³/s le 7 mars (*Figure 4*). La stabilisation de la température au-delà de 11°C le 10 mars 2020, il paraît pertinent d'identifier la période du 10 au 19 mars comme étant un appel en mer.

Les débits sont restés plutôt faibles lors de la saison de montaison des aloses (régulièrement sous 2 000 m³/s, on constate un pic à 2 532 m³/s le 14 mai 2020) et des températures de l'eau plutôt clémentes. Ces faibles débits sont caractéristiques d'un schéma de migration amont des aloses (pour plus d'informations, consulter Matheron et al., 2021).

L'absence de pêche professionnelle, le peu de pêche amateur aux engins et l'ouverture mi-mai de la pêche loisir à l'alose ne permettent pas de confirmer que les températures clémentes ont permis une migration plus précoce des aloses.

Suivi quantitatif des frayères d'aloses - 2020 -

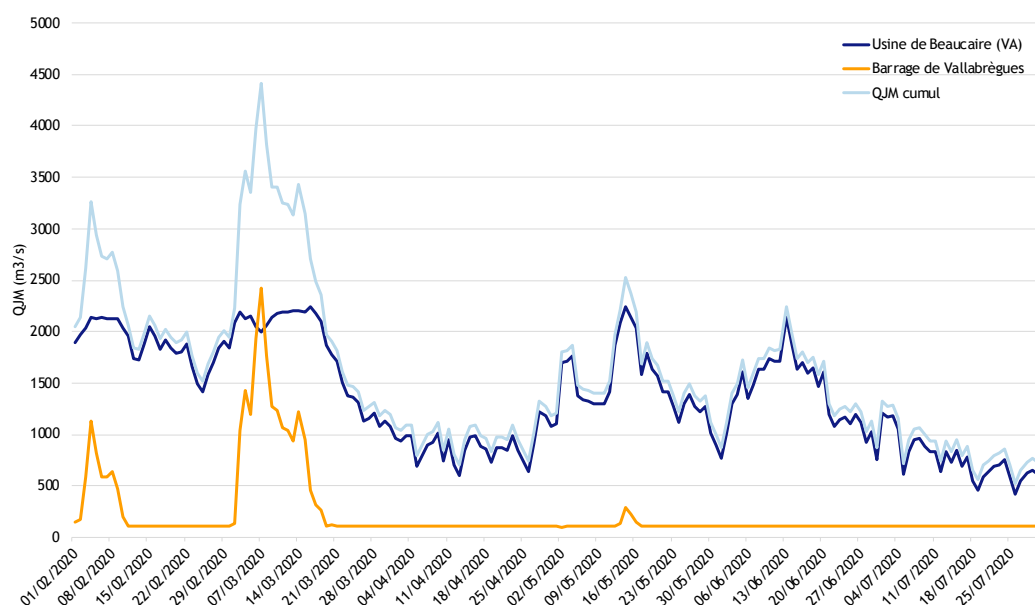


Figure 3 : Évolution du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Beaucaire-Vallabrègues
Source CNR

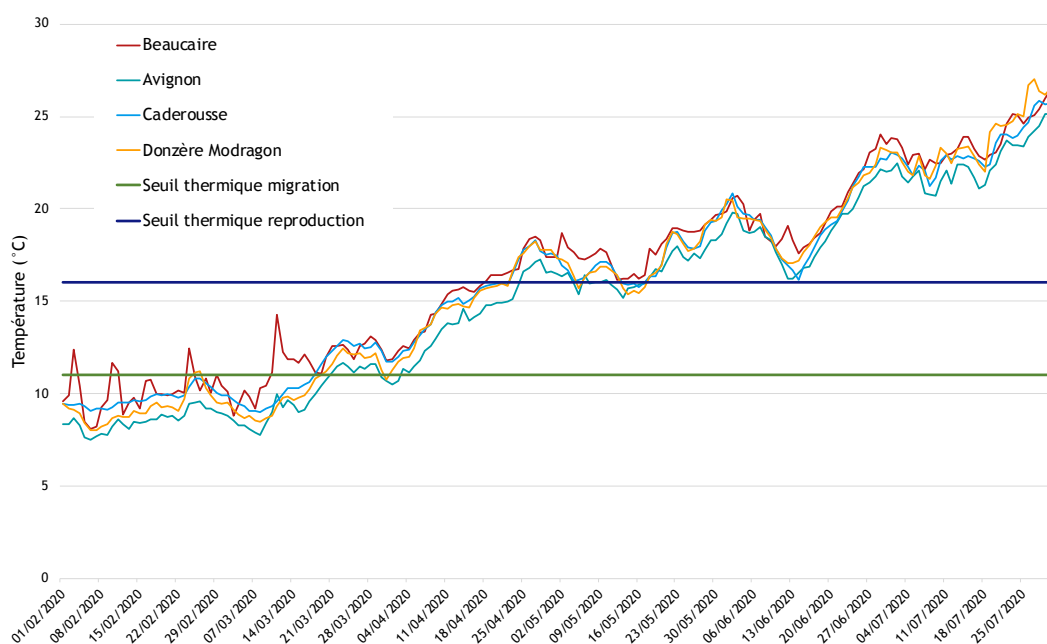


Figure 4 : Évolution de la température du Rhône au niveau des écluses des différents aménagements hydroélectriques - Source : CNR

b) Gardon - Étage 1

Le Gardon, premier affluent en rive droite du Rhône depuis la mer est accessible depuis 2012 avec la mise en service de la passe à poissons du seuil de Comps. Une étude de la recolonisation du Gardon par l'aloise a été menée en 2012 et 2015 (Mutel *et al.*, 2016a). Le Gardon joue un rôle important pour le maintien de la population d'Alose à l'échelle du bassin du Rhône, en lien avec l'hydrologie sur le couple RCC/Gardon qui influence à la fois l'attractivité et le franchissement du seuil de Beaucaire dont le dispositif de franchissement apparaît limitant pour l'aloise.

À partir de ces données, il ressort que la colonisation du Gardon est étroitement liée à l'hydrologie :

- Soit par rapport à l'attractivité du RCC de Beaucaire et du Gardon
- Soit par rapport au franchissement du seuil de Beaucaire sur le Rhône court-circuité, pour lequel il existerait un débit au-dessus duquel le franchissement serait non sélectif, estimé autour des 400 m³/s.

Depuis 2016, un suivi quantitatif est réalisé sur la frayère de Fournès qui avait été identifiée comme la plus favorable actuellement accessible (Mutel *et al.*, 2017).

L'hydrologie générale de l'année 2020 a favorisé la colonisation amont de l'aire de répartition actuelle des aloses sur l'axe Rhône (schéma de migration amont). Le Gardon est cette année resté très bas. Du 3 au 19 mars 2020, les débits soutenus provenant du barrage de Vallabrègues ont pu attirer les aloses vers le Gardon, d'autant plus que les températures étaient clémentes sur le Rhône à cette période. Cependant, la fenêtre où le Gardon paraît attractif est relativement courte en cette année 2020. Quelques nuits de prospections ont été organisées au cours du mois de mai 2020. Elles ont permis d'attester la reproduction de l'alse sur le Gardon cette année puisque 15 bulls ont pu être observés (Figure 5).

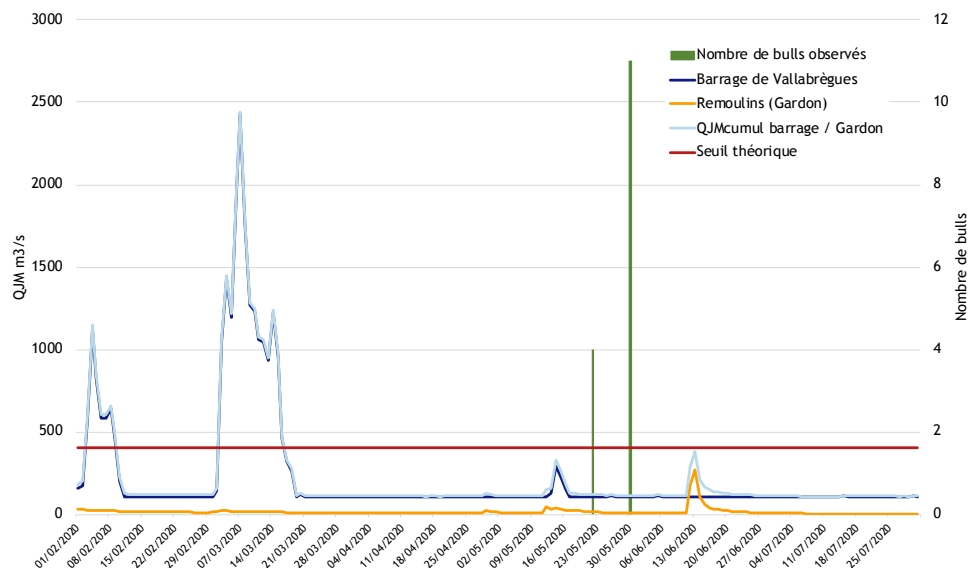


Figure 5 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit du Gardon
Sources : CNR / MRM

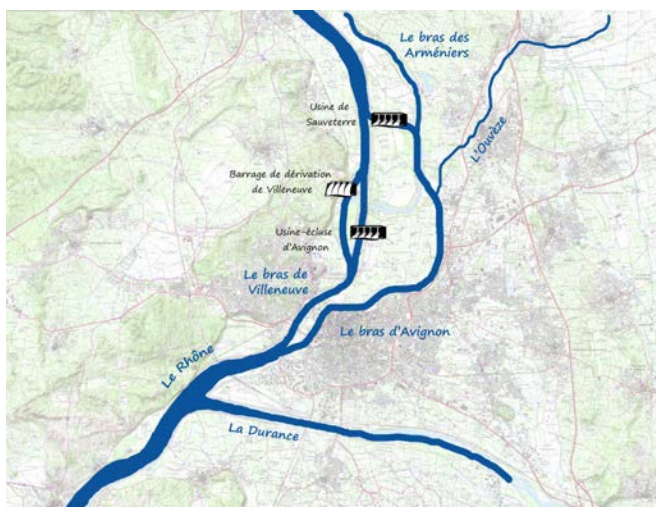


Figure 6 : Schéma des différents bras du Rhône à Avignon et de la Durance (Georgeon *et al.*, 2017)

c) Durance - Avignon - Étage 2

• Étage 2

La répartition des géniteurs à cet étage est cruciale car elle conditionne l'accès aux frayères de la Cèze, l'Ardèche et du Vieux Rhône de Donzère. Les aloses peuvent à ce niveau coloniser la Durance, ou un des bras du Rhône à Avignon.

La répartition des débits au niveau d'Avignon est atypique par rapport aux autres aménagements (3 bras aux débits gérés par le barrage usine de Sauveterre, le barrage de dérivation de Villeneuve et l'usine-écluse d'Avignon) (Figure 6).

L'étude de radiopistage de 2004 à 2007 a démontré qu'une fois engagées dans le bras d'Avignon, les aloses ne font pas demi-tour du fait de la longueur du tronçon (Roche *et al.*, 2007).

Grâce à la mise en eau de la passe à poissons de Sauveterre, le nombre de géniteurs ayant accès aux frayères situées sur la Cèze, l'Ardèche ou le Vieux Rhône de Donzère se veut plus important.

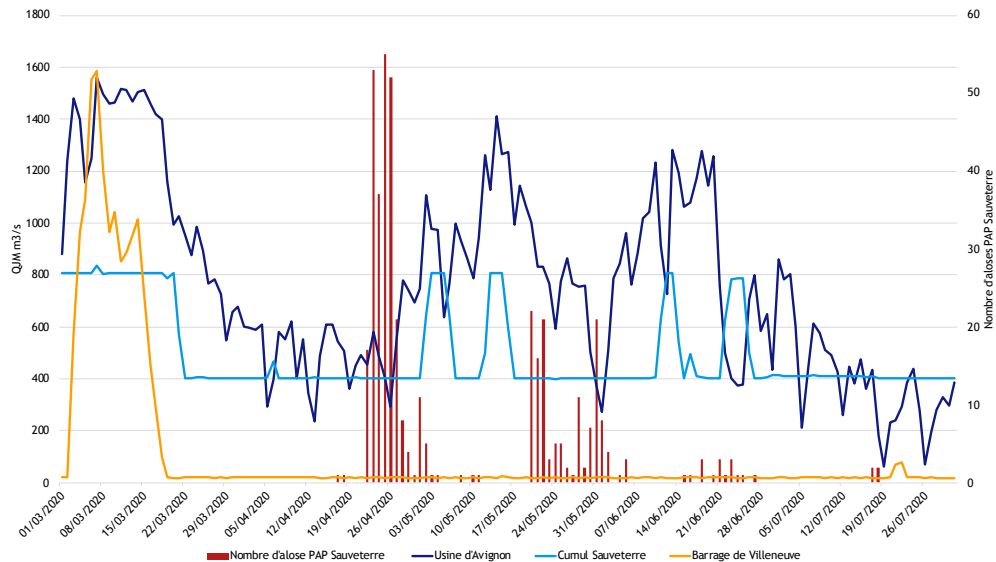


Figure 7 : Répartition des débits entre les différents bras d'Avignon & nombre d'aloses observées à la PAP de Sauveterre - Sources CNR / MRM

En 2018, plus de 3200 aloses avaient été observées à la passe à poissons de Sauveterre, en 2019, 521 aloses ont pu être comptabilisées. Un dysfonctionnement de la microcentrale attachée à la passe à poissons a cette année encore modifié le débit d'attrait de la passe, limitant potentiellement le passage des aloses.

Cette année, nous retrouvons le même schéma avec seulement 423 aloses comptabilisées. Le dysfonctionnement a été réparé le 17 juillet. Il est intéressant de constater le passage d'individus le 18 et 19 juillet suite à ces travaux.

Bien que peu de captures d'aloses soient déclarées en aval du barrage (témoignage de forte turbidité de l'eau / suivi de la pêche amateur à la ligne perturbée par la Covid-19 (Matheron *et al.*, 2021a), la passe à poissons de Sauveterre n'a cette année pas fonctionné de manière optimale (Matheron *et al.*, 2021b). Un retour d'expérience sur plusieurs années est néanmoins nécessaire pour mieux comprendre ces données. Il serait intéressant, à l'avenir, de voir si la quantité d'alose observées à la station de comptage est proportionnelle à l'attractivité relative des différents bras.

De manière générale, lors de la période de montaison, c'est le bras de Villeneuve qui a été le plus attractif. La majeure partie du débit est passé par l'usine éclusée d'Avignon qui a été la plus attractive (Figure 7).

- Durance

La Durance, principal affluent rive gauche du Rhône, peut s'avérer très attractive, avec des débits pouvant varier de 15 à 250 m³/s au printemps selon les restitutions. Le linéaire accessible de la Durance est limité aux 6 premiers kilomètres jusqu'à l'infranchissable seuil 68.

Le suivi de la reproduction a pu débuter le 4 mai 2020. Quelques bulls ont été observés dès cette date. La température de l'eau était alors déjà favorable à la reproduction des aloses. Au regard des débits des jours précédents et de l'appel en mer du Rhône dès la mi-mars, on peut conclure que la période de reproduction a démarré dès le mois d'avril.

Suite aux premières nuits de suivis, il s'en suit une période de restitution importante (Figure 8) du 10 mai au 15 juin pendant laquelle le suivi de la reproduction a été interrompu pour des raisons de sécurité et grâce au retour d'expérience des années précédentes qui permet d'observer que peu, voire aucun bull sont observés au-delà de 150 m³/s. Deux hypothèses peuvent être émises : soit les conditions d'observations ne sont pas remplies et les bulls sont impossibles à détecter (mauvaise visibilité, bruit ambiant trop important), soit dans ces conditions la reproduction des aloses est inhibée. Il est intéressant de constater que des bulls ont eu lieu jusqu'au 9 juillet, dès lors que les débits ont été plus bas. Il semblerait donc que les aloses aient attendu le retour de conditions favorables pour frayer de nouveau.

Face à ce constat, récurrent depuis plusieurs années (Mutel et al., 2017, Mutel et al., 2019, FDAAPPMA13, 2020, Alix et al., 2020), il serait intéressant de construire une étude visant à mieux appréhender l'impact des restitutions sur la reproduction de l'alose ainsi que sur la survie des pontes & juvéniles. En effet, les débits pouvant sur ce secteur varier du simple au double en quelques heures, il est légitime de se poser la question de la survie des pontes qui ont besoin d'une bonne oxygénation et d'une température pas trop élevée pour se développer.

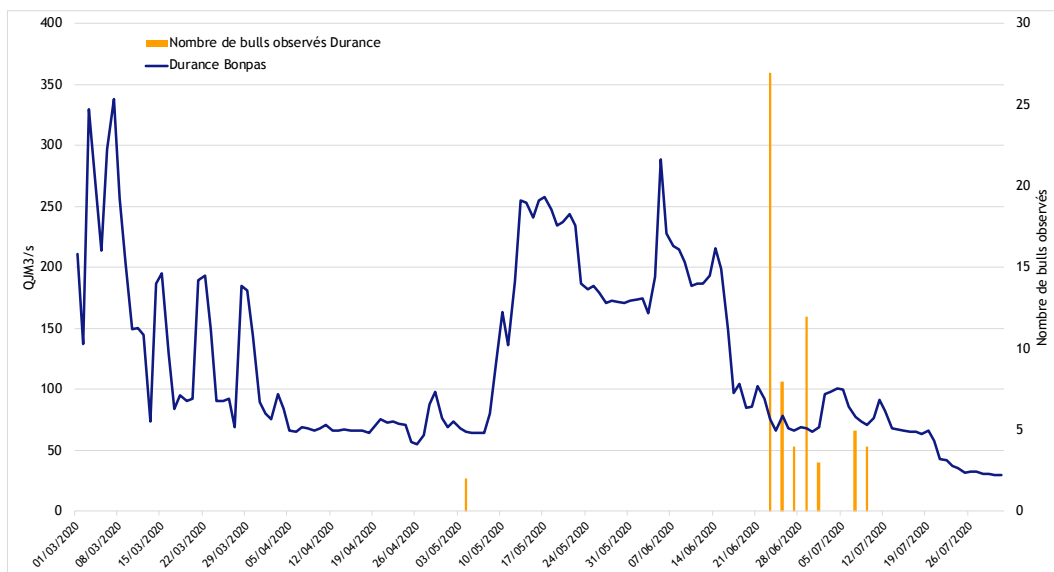


Figure 8 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit de la Durance - Sources CNR - FDAAPPMA 13&84

d) Cèze - Étage 3

La répartition du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Caderousse montre une surverse au début du mois de mars, mais celle-ci semble intervenir un peu tôt dans la saison pour expliquer l'attrait de la Cèze pour les aloses (à noter le passage de la première alose à Sauveterre le 18 avril) (Figure 9).

La Cèze a cette année présenté des niveaux de débits plutôt bas. Le suivi a pu démarrer par quelques prospections le 4 mai, date à laquelle la température de l'eau excédait déjà 16°C. L'équipe de suivi n'a pu être au complet qu'à compter du 9 mai. Il est probable que le début de la reproduction n'ait pas été observé. Les derniers bulls ont été observés le 10 juin 2020 (*Figure 10*). La Cèze a ensuite connu une crue avec un pic à 74 m³/s le 13 juin. Suite à cet épisode, les aloses semblaient avoir déserté le site (plus d'observation de géniteurs de la part de l'équipe de suivi).

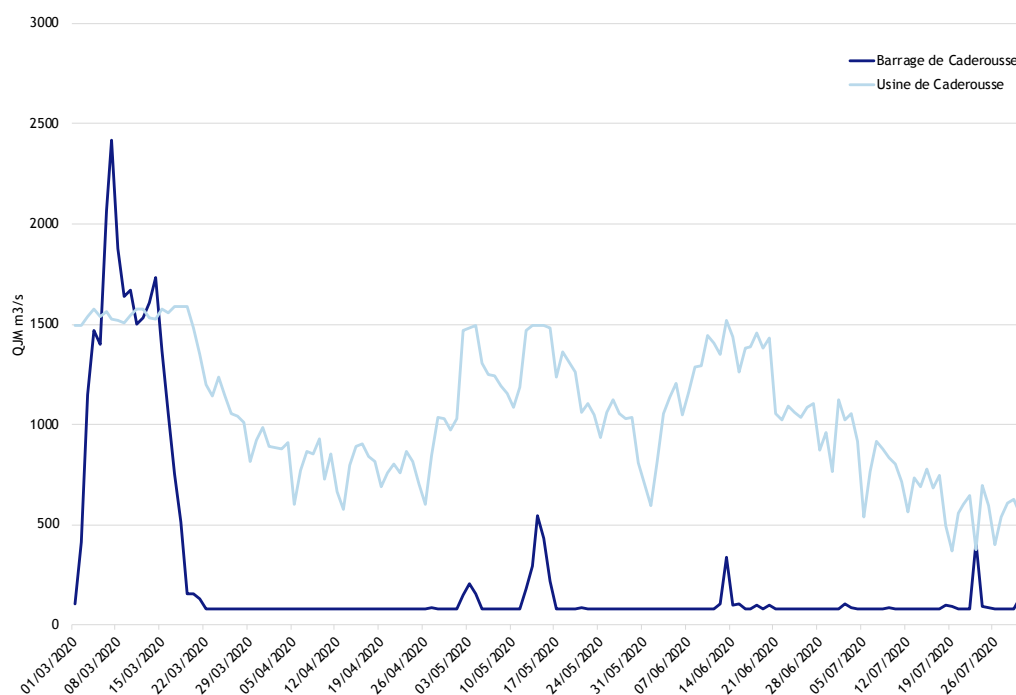


Figure 9 : Évolution du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Caderousse - Source CNR

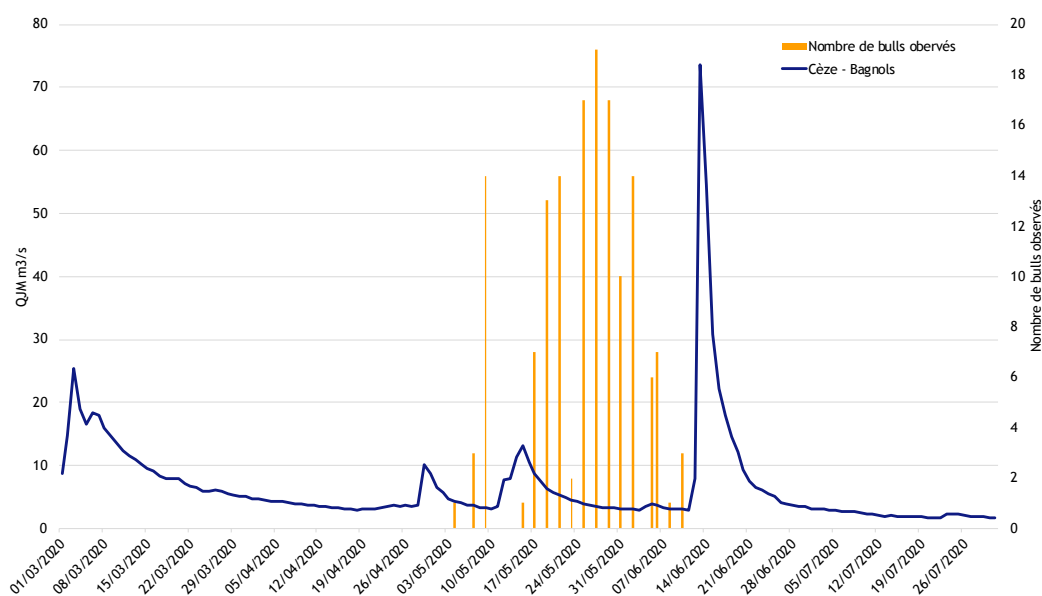


Figure 10 : Evolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit de la Cèze (Source : CNR / MRM)

e) Ardèche et Vieux Rhône de Donzère - Étage 4

Au niveau du Vieux Rhône de Donzère, aucun bull n'a pu être observé cette année. Les suiveurs sur le terrain ont néanmoins aperçu des géniteurs sur le secteur. Il se peut que ce soit la mauvaise zone qui soit suivie, de belles frayères naturelles étant disponibles en quantité sur ce linéaire. De plus, l'aval du barrage de Donzère ne présentait pas de faciès très intéressants cette année. Au niveau de ce secteur, on peut supposer que le vieux Rhône de Donzère a été assez peu attractif avec un débit au barrage équivalent au débit réservé sur presque la totalité de la saison (*Figure 11*). Il faut également noter la présence d'aloses en amont de l'ouvrage de Donzère-Mondragon (étage 5) puisque de l'ADN d'alose a été détecté sur le vieux Rhône de Rochemaure dans le prélèvement réalisé au mois de juin (Alix et al., 2021a).

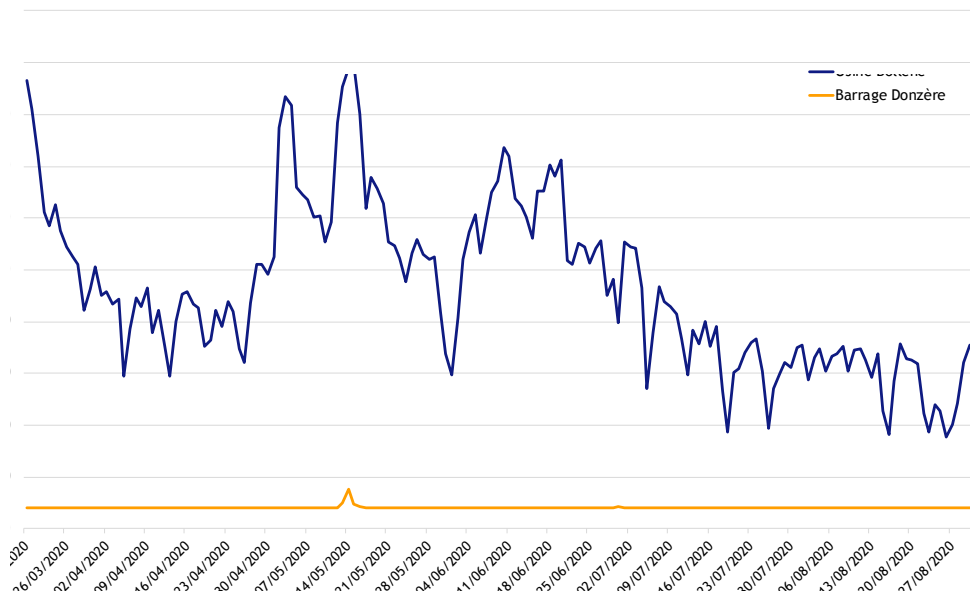


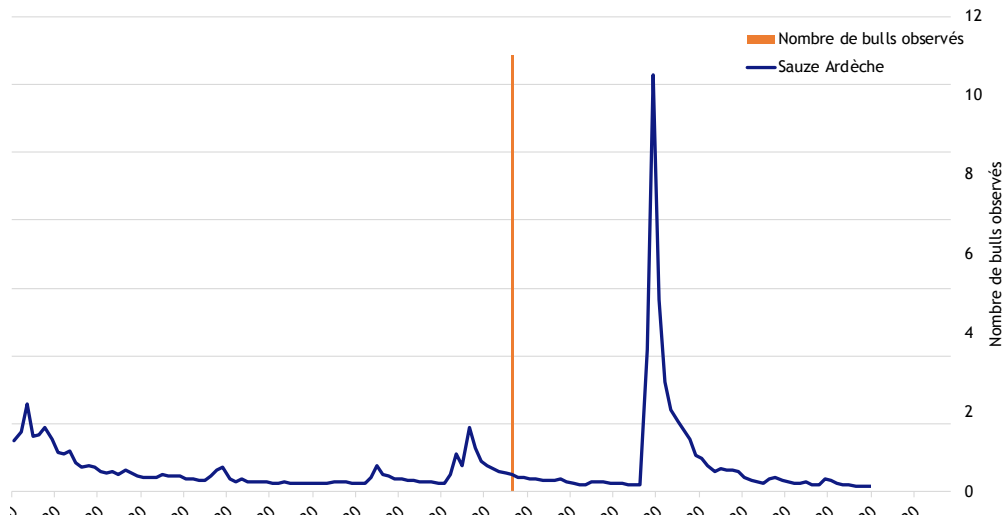
Figure 11 : Évolution du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Donzère-Bollène et bulls comptabilisés sur le Vieux Rhône de Donzère

des gorges de l'Ardèche, la question de la franchissabilité des trois seuils situés en aval de l'Ardèche est posée : à Pont Saint Esprit, au niveau du seuil de la confluence il semble depuis plusieurs années maintenant que la lame d'eau soit trop faible lorsque l'étiage est très marqué pour assurer le franchissement du seuil de la confluence. Il en est de même pour le seuil de Saint-Julien-de-Peyrolas.

La passe à poissons de Saint-Martin d'Ardèche peut-être difficilement franchissable à cause d'un atterrissement en amont de l'entrée hydraulique. Celui-ci limite le débit d'alimentation de la passe et donc son attractivité. Cette même problématique avait été observée au niveau de la passe à poissons de Comps (CNR) sur le Gardon et avait été résolue par la création d'un chenal amont pour faciliter les écoulements dans la passe.

L'entretien des passes à poissons est indispensable afin de permettre leur bon fonctionnement après construction et est à prévoir dès la création de l'ouvrage.

Le suivi de la reproduction sur l'Ardèche a démarré le 11 mai. Une seule nuit de reproduction a été observée le 21 mai à Sauze (11 bulls). Cela intervient après une petite montée des eaux entre le 13 et 18 mai 2020 (*Figure 12*) Il est possible que cette hausse de débits ait permis d'améliorer les possibilités de franchissements du seuil de St Martin. En aval du seuil de St martin, des géniteurs étaient présents (*Com. d'individus filmés en aval de l'ouvrage*), en revanche aucun bull n'y a été observé. Sur les sites suivis en amont des gorges de l'Ardèche (Petite Mer ; Salavas Ibie) aucun bull n'a été observé. La capture d'une alose à Vallon Pont d'Arc nous a été communiquée. C'est le premier signe des aloses en amont des gorges de l'Ardèche depuis 2016



l'Ardèche - Sources : CNR / FDAAPMA07

f) Aude

Sur l'Aude, on constate un pic de débit le 22 avril à 401 m³/s. Il est probable que ce soit cette crue qui a généré un appel en mer (*Figure 13*). En effet, les premiers bulls ont été observés le 5 mai 2020. Une seconde crue est ensuite survenue atteignant 543 m³/s le 12 mai dernier. La nuit suivante a eu lieu le 27 mai, la décrue était alors bien amorcée. Elle a permis d'observer 11 bulls. Au total, c'est 81 bulls qui ont été observés au cours de 10 nuits de suivis. Il se peut que cette crue ait eu un impact sur la reproduction des aloses cette année car elle est intervenue lors de la période la plus propice de la saison.

Si l'on rappelle l'historique des prospection bulls, en 2012, 195 bulls avaient été observés en 7 nuits et en 2017, 117 bulls en 3 nuits de suivis. Le nombre de bulls observés cette année est donc en deçà, mais il convient de rappeler que seul un suivi quantitatif permettrait de comparer ce type de données de manière fiable. En effet, il est possible que les nuits les plus actives n'aient pas été observées cette année.

Néanmoins, les données obtenues sont très intéressantes et montrent que la population d'alose présente sous l'ouvrage de Moussoulens est importante. Il est également intéressant que les 10 nuits balayent l'ensemble de la saison. Grâce à cela, nous pouvons identifier un pic d'activité entre le 27 mai 2020 et le 3 juin 2020. Ce type de prospections tout au long d'une saison mérite d'être reconduit.

Quelques passages ont été effectués à l'aval de l'ouvrage de St Nazaire. Ces prospections n'ont pas permis d'observer d'aloses. L'ouvrage de Moussoulens a été diagnostiqué comme problématique par l'OFB en 2018 pour le franchissement des aloses. L'absence d'observation et de capture en amont va dans le sens du diagnostic émis par l'OFB.

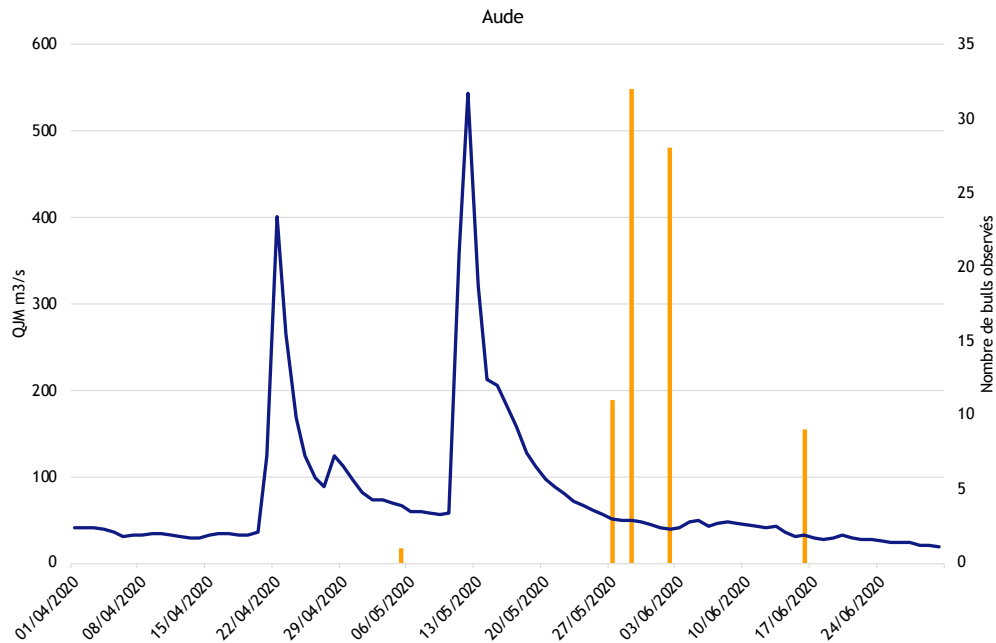


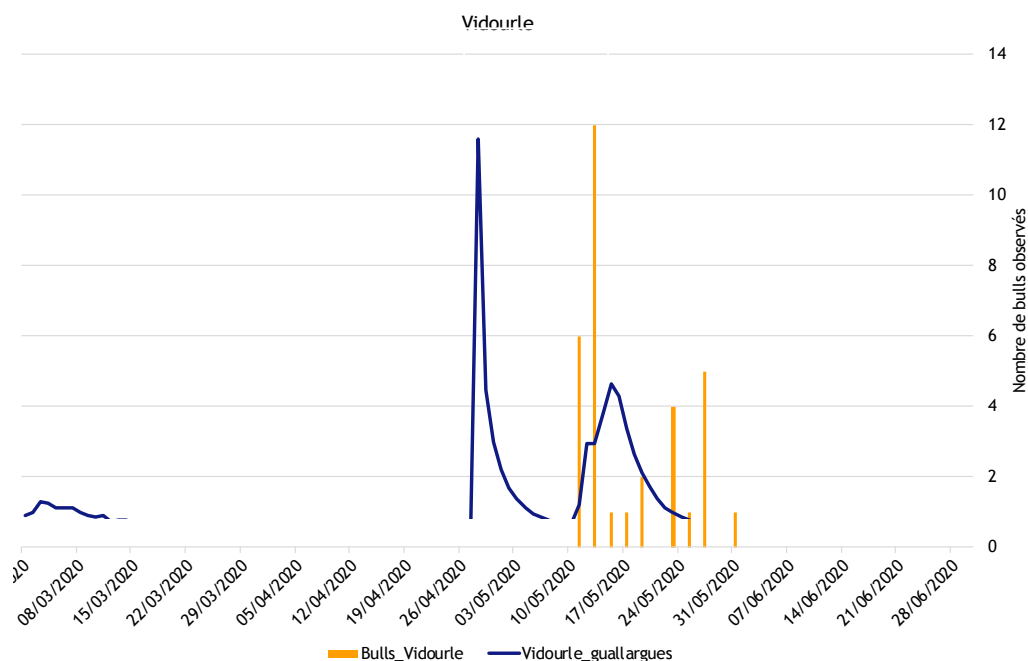
Figure 13 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et du débit de l'Aude
Sources : Banque Hydro (station Y16122040) / FDAAPPMA11 / OFB 11

g) Vidourle

Sur le Vidourle, le suivi a été mené sur le site de Saint Laurent d'Aigouze, soit le site de reproduction avéré situé le plus en aval sur l'axe. Le site de Saint Laurent d'Aigouze présente une frayère de substitution. Sur ce secteur, le suivi de la reproduction des aloses a pu démarrer au déconfinement, soit le 11 mai. La première observation d'alose nous a été communiquée au 7 avril en amont de l'ouvrage de Marsillargues par un pêcheur habitant à proximité. La reproduction sur le Vidourle est réputée précoce, cette année n'en fait pas exception et il se peut que les bulls qui ont été observés à la fin du mois de mai correspondent aux bulls de fin de saison (Figure 14).

Il serait également très intéressant de visiter les frayères situées en amont de la ZAP. Cela fait maintenant 3 ans que les aloses ont accès au Vidourle jusqu'à Villetelle. D'après les dires des pêcheurs présents sur place, celles-ci seraient présentes en grand nombre en amont de la ZAP. Le suivi sur ce secteur mérite d'être aménagé en conséquence.

Il est dans ces conditions difficiles de comparer le nombre de bulls observés aux chroniques disponibles sur ce site, en effet, il y a de très fortes suspicions que le pic de reproduction se soit produit pendant le confinement lorsque les équipes mobilisées ne pouvaient pas se rendre sur le terrain. Au regard des données des suivis précédents, le pic de reproduction des aloses sur le Vidourle semble se situer entre le 20 avril et le 15 mai. De plus, les retours de pêches obtenus en cette année particulière sont excellents et laissent présager une très belle année sur ce secteur (Matheron et al., 2021).



2.3 Synthèse des observations - schéma de migration et de reproduction

L'année 2020 a été marquée par des bulles observées sur la quasi-totalité des sites suivis, excepté l'amont des gorges de l'Ardèche et le Vieux Rhône de Donzère. Mis à part le Vidourle, la période des suivis sur chacun des sites peut être considérée comme représentative de la période de reproduction, bien que le signal de début de saison ait pu être manqué (Cèze, Durance notamment). **Ainsi, les résultats obtenus peuvent être considérés comme représentatifs de l'activité de reproduction sur ces frayères.**

a) Axe Rhône

D'année en année, 3 schémas annuels de colonisation des aloses dans le bassin du Rhône semblent se distinguer : amont, aval et intermédiaire (Matheron et *al.*, 2021a). L'année 2020 présente un schéma de migration de type amont.

Ce type de schéma est caractérisé par :

- **Des faibles débits du Rhône** (globalement inférieur à 2 000 m³/s sur l'ensemble de la saison)
- Une **colonisation préférentielle des chenaux de navigation**, plus attractifs que les tronçons court-circuités. Les aloses remontent alors bien sur l'ensemble du bassin jusqu'à l'Ardèche et la limite amont de répartition actuellement connue qu'est l'étage de Châteauneuf.
- L'observation d'un blocage au niveau du **barrage-usine de Sauveterre** avant la construction de la passe. Et maintenant potentiellement fort passage d'aloses à Sauveterre quand elle fonctionne de façon optimale.

De manière générale, la migration sur le chenal rhodanien est facilitée mais ne privilégie pas l'accès aux affluents (côté RCC). Toutefois, certaines années, des pics de crues peuvent modifier temporairement l'attractivité du bras court-circuité et favoriser la colonisation des affluents amonts.

L'année 2020 s'inscrit dans ce schéma de migration amont avec des débits plutôt faibles tout au long de la saison qui ont favorisé le transit des aloses via les canaux usinés.

Bien que des bulls aient été observés sur la Cèze et l'Ardèche, les observations de reproduction restent tout de même très faibles sur cette rivière où une seule nuit d'activité a été observée.

Sur le Vieux Rhône de Donzère, des bancs d'aloses ont été observés mais aucun acte de reproduction n'a pu être recensé malgré un effort de suivi conséquent sur cet axe.

Aucun bull n'a été observé sur l'amont des gorges de l'Ardèche également. Un retour de pêche d'une alose capturée à Vallon Pont d'Arc au cours de la saison a été communiqué à MRM (Matheron et *al.*, 2021) ce qui est le premier signal d'alose en amont des gorges de l'Ardèche depuis 2016.

Le Gardon et la Durance, premiers affluents de rive droite et gauche, ont été colonisés par les aloses (15 bulls en 5 nuits de prospections sur le Gardon, 12 aloses capturées rapportées à MRM). Sur la Durance, aucun retour de capture d'alose nous a été communiqué. 65 bulls ont été comptabilisés soit au tout début du suivi, ou bien tardivement dans la saison (fin juin/ juillet) encadrant une période de restitution importante.

b) Aude et Vidourle

Les bulls observés sur l'Aude en 10 nuits de suivis repartis tout au long de la saison apportent des informations très importantes et permettent d'observer l'évolution de la reproduction des aloses tout au long de la saison. Sur ce fleuve, la population d'alose est abondante et obtenir un signal de la reproduction est une information précieuse. Le barrage de Moussoulens apparaît comme un ouvrage très limitant pour les aloses.

En effet, celui-ci est ciblé par un diagnostic de l'OFB et les observations d'aloses en amont de cet ouvrage sont très rares.

Sur le Vidourle, il est très important de mettre les résultats obtenus en relation avec le suivi de la pêcherie à la ligne amateur et les conditions de suivis optimales qui n'ont pas pu être remplies à cause de l'épidémie de Covid-19.

Les résultats sont également à mettre en relation avec l'évolution de la continuité écologique sur ce secteur : le site de SLA n'est peut-être plus le plus représentatif de ce cours d'eau. Les retours de pêches obtenus sur ce secteur sont excellents (Matheron et *al.*, 2021).

Il est fort probable que le suivi de la reproduction qui a pu être mené en 2020 ne soit pas représentatif de la reproduction réelle des aloses sur cet axe cette année.

3 Analyses interannuelles

Sur le bassin du Rhône, le suivi de la reproduction a été initié à partir de 1997. En 1997, seule la frayère du port de l'Ardoise a été suivie. Le suivi au niveau du port de l'Ardoise a été abandonné à partir de 2016 pour rééquilibrer géographiquement l'effort de suivi et privilégier le suivi sur des frayères naturelles.

Une analyse des données disponibles fait apparaître que les résultats ne sont réellement comparables qu'à partir de 2004 (Mutel *et al.*, 2017). De 2004 à 2018, les efforts de suivis varient mais sont concentrés lors de la période de reproduction des aloses. Les suivis quantitatifs de la reproduction sont représentatifs de la reproduction sur les différents sites.

Avant 2004, certaines vérifications concernant le nombre de nuits et les dates de suivis doivent encore être réalisées pour certains sites pour pouvoir être intégrés à l'analyse. Cependant, il apparaît intéressant d'afficher les données disponibles qui permettent de montrer malgré un manque de précision que les aloses étaient bien présentes en amont du bassin (Figure 14) comme par exemple en 1998 où la reproduction a été observée sur le Vieux Rhône de Donzère et la Cèze.

La Figure 14 présente les résultats des suivis quantitatifs sur les différentes frayères suivies à partir de 1998 et des suivis quantitatifs depuis 2004.

En 2015 et 2016, un suivi quantitatif sur la Durance a été réalisé par EDF sur la frayère de substitution de Callet, en 2018 et 2019 ce sont les fédérations de pêche du Vaucluse et des Bouches du Rhône qui ont assuré le suivi.

Et enfin, à partir de 2016, un suivi quantitatif a été mis en place sur la frayère Fournès sur le Gardon mais n'a pas été reconduit lors de la campagne 2018. Il y a eu un suivi quantitatif simultanément sur l'ensemble des affluents colonisables sur seulement deux années : 2016 et 2019.

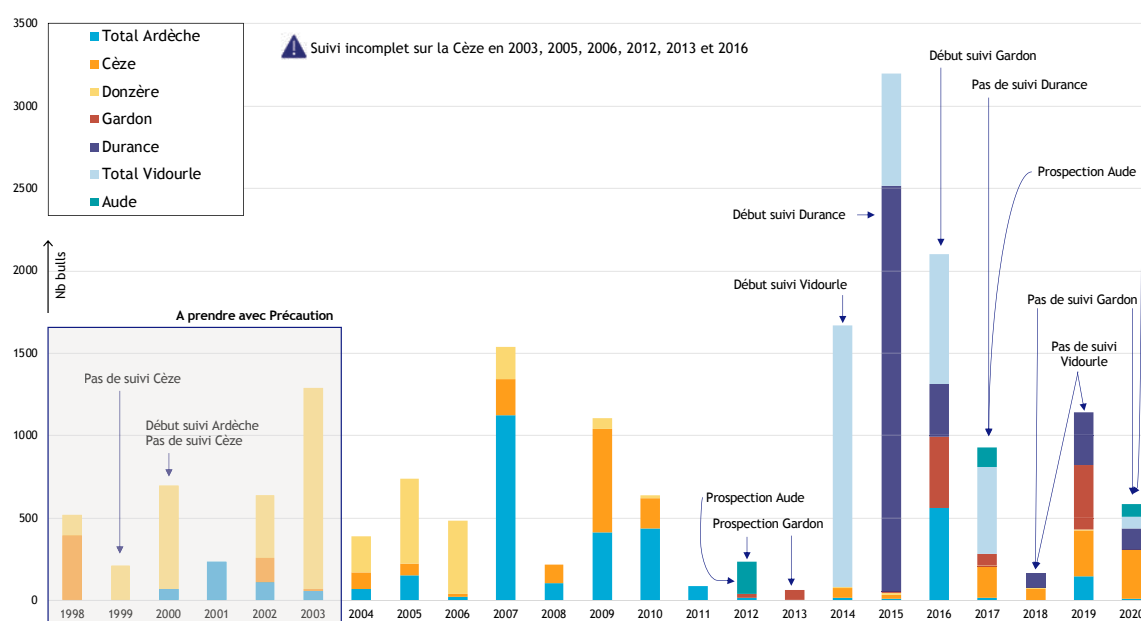


Figure 14 : Nombre de bulls comptabilisés sur chaque cours d'eau depuis 1998

À partir de la chronique de suivi disponible, les principales observations graphiques sont (Figure 14) :

- Une chute marquée de l'intensité de la reproduction à partir de 2011 sur les sites historiques amont : Cèze, Ardèche, Vieux Rhône de Donzère.
- Une reproduction très importante sur la Durance en 2015, significative en 2016, également observée en 2018, 2019 et 2020.
- Depuis 2012, une colonisation régulière du Gardon grâce à son décloisonnement avec l'aménagement du seuil de la confluence à Comps, démontré à partir des prospections puis du suivi quantitatif (Mutel *et al.*, 2016, 2017).

Ainsi, les questionnements suivants apparaissent :

- Peut-on expliquer la chute de l'intensité de la reproduction depuis 2011 ? En particulier sur les sites amont (Ardèche et Vieux Rhône de Donzère) ? A travers cette dernière question, nous interrogeons également l'effet de dilution de la population d'aloise. Grâce aux efforts entrepris pour la restauration de la continuité écologique sur le bassin Rhône Méditerranée, les aloses ont accès à de plus en plus d'habitats. Il apparaît donc de plus en plus compromis de vouloir suivre l'ensemble des frayères actives.
- Comment interpréter les résultats sur les nouveaux sites de suivi quantitatifs que sont la Durance et le Gardon ?
- Peut-on en déduire des informations sur l'évolution de la population d'aloses sur l'axe Rhône ? Il apparaît essentiel de prendre en compte l'ensemble des suivis autour de l'aloise pour mieux appréhender cette question.

4 Discussion et perspectives

4.1 Accessibilité des zones de reproduction

Les résultats des suivis de la reproduction doivent être resitués par rapport à l'évolution du contexte migratoire et notamment de la continuité écologique qui conditionne l'accès aux zones de reproduction.

a) Axe Rhône

Sur l'axe Rhône, le choix avait été fait dans les années 90 d'équiper les écluses comme dispositifs de franchissement sur les 3 premiers aménagements (Beaucaire Vallabrègues ; Avignon et Caderousse). Pour rappel, le cahier des charges préconise la réalisation d'au minimum 2 manœuvres quotidiennes d'éclusages à poissons complets, il devrait y avoir sur chacune des 3 écluses aval (Beaucaire, Avignon et Caderousse) au moins 216 éclusages à poissons complets réalisés chaque saison (mi-mars à juin). Cet objectif est presque atteint à Avignon et Caderousse mais peine à être mis en œuvre à Beaucaire. L'analyse plus détaillée du fonctionnement des écluses est présentée dans le rapport de la pêche sur l'axe Rhône (Matheron *et al.*, 2021).

La passe à poissons de Sauveterre a été mise en eau à l'automne 2017. Un certain nombre de géniteurs restera inévitablement en aval de l'ouvrage puisque qu'une efficacité de 50 à 70 % pour l'aloise est considérée comme excellente pour ce type d'aménagement (Groux *et al.*, 2015).

Il est difficile de conclure pour le moment sur l'effet de du décloisonnement du bras d'Avignon. Il est toutefois nécessaire d'indiquer que beaucoup moins d'aloses ont franchi le barrage de Sauveterre par la passe à poissons qu'en 2018 (3200 aloses comptabilisés en 2018 - 504 en 2019, 417 en 2020), en cause un dysfonctionnement du dispositif diminuant supposément son attractivité.

Un projet de construction d'une PCH voit le jour au niveau de Vallabrègues. Celle-ci sera accompagné d'une passe à poissons toutes espèces qui devraient permettre la réouverture d'une voie de migration sur le Rhône aux aloses. Il est néanmoins nécessaire de rester vigilant quant à l'attrait du Gardon et plus particulièrement de la passe à poissons de Comps qui pourraient être désavantagés par rapport aux débits d'attrait de la Passe à poissons de la future PCH (Figure 15).

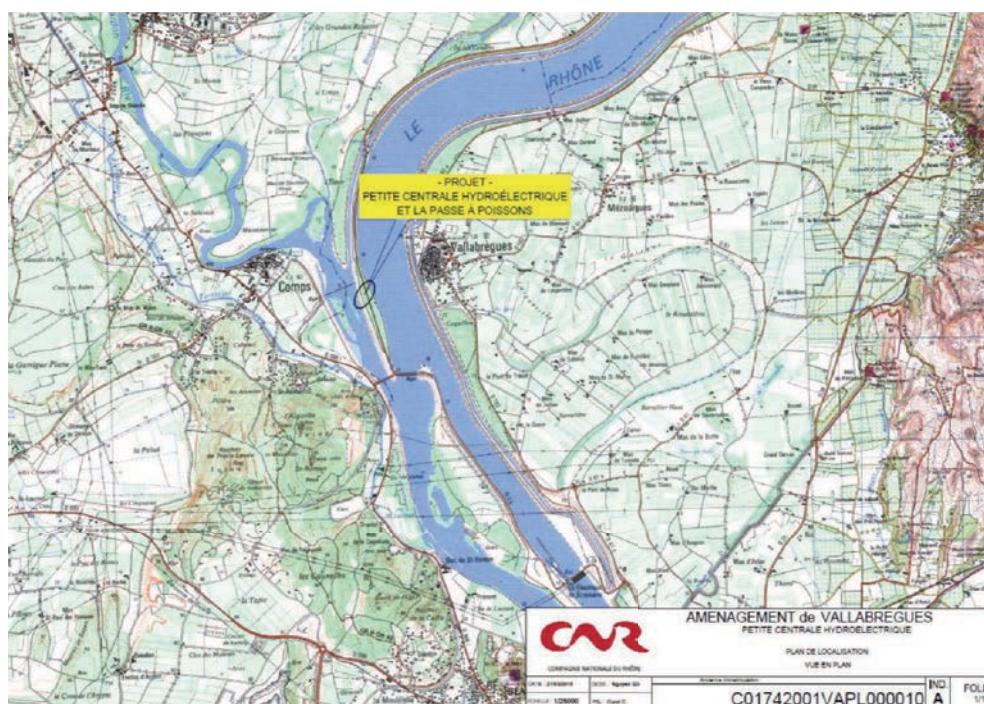


Figure 15 : Localisation du projet de PCH & Passe à poisson (© CNR)

b) Affluents

Le franchissement des seuils au niveau de certaines confluences conditionne encore l'accès aux frayères sur les affluents concernés et reste difficile pour l'alose dans certaines conditions hydrologiques.

La CNR a actuellement plusieurs projets de nouveaux dispositifs de franchissement dont certains ont été mis en place à l'été 2020. Ces dispositifs de franchissement piscicole permettront a priori de faciliter l'accès aux affluents concernés. Les ouvrages impliqués sont :

- Le seuil de Beaucaire (RCC de Vallabrègues) qui conditionne l'accès au Gardon
- Le seuil de Courtine sur la Durance
- Le seuil de la confluence de l'Ouvèze (travaux effectués en 2020)
- Le seuil de Codolet pour la confluence de la Cèze (travaux effectués en 2020)

Sur le Gardon, le linéaire accessible et la colonisation de l'axe devraient rapidement augmenter dans les années qui viennent car le seuil fusible de Lafoux a été détruit en octobre 2016 et un projet de reprise de la passe à poissons de Remoulins est en cours.

Le seuil de la confluence de l'Ouvèze a été équipé lors de l'étiage 2020. Ce nouvel équipement permettra une colonisation de ce cours d'eau dont les potentialités d'accueil pour l'aloise ont été démontrés (Campton *et al.*, 2017). Une étude de la recolonisation de ce cours d'eau par l'aloise pourra être entreprise sur le même principe que celle qui avait été conduite sur le Gardon entre 2012 et 2015 (Mutel *et al.*, 2016).

Pour la Cèze, la conception du dispositif du seuil de Codolet était mentionnée comme problématique depuis plusieurs années maintenant (Marty *et al.*, 2012). Celui-ci a été repris cette année, le printemps prochain permettra peut-être de voir un regain d'activité sur la Cèze.

Le projet d'aménagement du seuil de Chusclan est maintenant bien engagé. Les travaux devraient avoir lieu lors de l'étiage 2021 ou 2022. Au travers de l'étude habitats mené de 2015 à 2018, il a été montré que les habitats potentiellement les plus intéressants pour l'aloise sont situés en amont de Chusclan. Des aloses colonisent chaque année la Cèze et sont bloquées au niveau du seuil de Chusclan à seulement 6 km de la confluence (Mutel *et al.*, 2019b), l'aménagement de ce seuil permettra donc l'accès aux aloses à des frayères de bonne qualité.

c) Aude et Vidourle

Sur l'Aude, les aloses sont ralenties par l'ouvrage de Moussoulens, dont le franchissement semble limité par l'absence de chute à l'entrée piscicole, le dimensionnement des bassins et l'attrait de la passe (diagnostic OFB). La reprise de ce seuil semble nécessaire pour permettre l'accès aux frayères de bonne qualité situées en amont de Saint Nazaire (47 km de la mer), d'autant plus que le Moulin de Ferrioles, ouvrage en amont de Moussoulens est désormais équipé (Mutel *et al.*, 2019b).

Sur le Vidourle, les aloses ont maintenant accès à la totalité de la Zone d'Actions Prioritaires. L'ouvrage de Villetelle, qui constitue sa limite amont, a été équipé en 2020. Il sera donc intéressant de savoir si les aloses franchiront cet ouvrage les saisons prochaines.

d) Lien entre l'évolution de la continuité écologique et les données interannuelles

De plus en plus de secteurs sont accessibles et vont s'ouvrir prochainement. Par conséquent, il sera de plus en plus difficile d'obtenir une image précise de l'évolution de la population de l'aloise feinte de Méditerranée sur la seule base du suivi de la reproduction.

De plus, des frayères de meilleure qualité sont ou seront accessibles et il est possible que certains sites suivis depuis de nombreuses années ne soient plus représentatifs (cas de la frayère de St Laurent d'Aigouze sur le Vidourle par exemple).

Il est également difficile de suivre les bons sites sur les linéaires disposant d'une importante quantité de frayères de qualités (Ardèche ; Vieux Rhône de Donzère).

Par conséquent, les chroniques de données interannuelles doivent être consultées en ayant ces faits en mémoire.

4.2 Présence du silure

Les investigations menées en France sur le silure ne permettent pas de dégager des conclusions concernant un éventuel impact sur la population d'alose, sauf pour certains sites très particuliers. C'est par exemple le cas sur la Garonne où des études tendent à montrer l'impact négatif des silures sur les aloses aux droits d'ouvrages (Sylväranta et al., 2009, 2010 ; données non publiées MIGADO).

Il s'agit d'une espèce allochtone qui ne dispose d'aucun prédateur, si ce n'est-elle même : les gros silures se nourrissent d'un nombre important de leurs congénères plus petits, régulant ainsi la population.

Lors du suivi de la reproduction des aloses sur le bassin du Rhône et les fleuves côtiers, la présence de silures et le nombre de bulls attaqués sont intégrés aux fiches de terrain depuis 2012. Cette année encore, des silures ont été observés sur les frayères de la Cèze, sans pour autant que des attaques de bulls aient été observées. Les silures sont maintenant présents sur l'Ardèche de manière sporadique, mais des accumulations d'individus peuvent être observés en aval d'ouvrage comme à Saint-Martin d'Ardèche.

En revanche, sur le site de Saint-Laurent d'Aigouze sur le Vidourle, des attaques de bulls ont de nouveau été observées.

Il est certain que le silure a un impact sur les aloses sur les frayères de substitutions, que ce soit par prédation directe ou par « effarouchement » et donc perturbation du déroulement de la reproduction.

Néanmoins, la prédation des aloses par le silure ne peut être considérée comme l'unique responsable de la diminution de l'activité observée sur les frayères suivies. Elle est notamment amplifiée par l'accumulation des géniteurs en lien avec la sélectivité des ouvrages (frayère de substitution). En effet, l'impact du silure est considéré comme négligeable sur un milieu naturel sans obstacle à la migration. La perturbation est donc clairement favorisée par la présence d'obstacles qui favorisent la concentration des poissons, le silure étant avant tout opportuniste (Copp *et al.*, 2009).

L'impact du silure sur les migrateurs doit donc être étudié sur des sites spécifiques, mais ne doit en aucun cas constituer un prétexte pour ne pas agir sur les problèmes largement admis que rencontrent les poissons migrateurs : l'accès à des zones de reproduction de qualité.

4.3 Évolution des suivis

a) Perspectives de suivis - saison 2021

Sur l'Ardèche, les prospections en aval des Gorges sur la frayère de Sauze (particulièrement active en 2016, 2017 et dans une moindre mesure en 2019 & 2020) seront reconduites pour la campagne 2021, très probablement par la fédération de pêche de l'Ardèche.

Le suivi quantitatif au niveau du barrage de Donzère est maintenu. Les frayères naturelles du Vieux Rhône de Donzère devraient être prospectées plus largement, jusqu'à identifier des signes de présences d'aloses.

Les trois autres sites de suivis identifiés au PLAGEPOMI 2016 - 2021 (Durance au seuil 68 / Gardon à Fournès / Vidourle à Saint Laurent d'Aigouze et Marsillargues) devraient être portés par les FDAAPPMA 13 et/ou 84 pour la Durance et la FDAAPPMA 30 pour les autres sites.

Le suivi réalisé sur l'Aude en 2020 mérite d'être reconduit. Le PNR de la Narbonnaise devrait organiser des investigations en ce sens en 2021, en collaboration avec la Fédération de pêche de l'Aude, le service départemental 11 de l'OFB et MRM.

Il convient de souligner que la réalisation de ces suivis tels qu'annoncé est soumise à la difficulté d'obtenir des financements.

b) Perspectives de suivis à moyen-termes

Avec maintenant près de 20 ans de données sur certains sites, le suivi de la reproduction de l'alose reste indispensable pour évaluer l'évolution de la population d'alose à l'échelle du bassin.

Il faudra toutefois rester vigilant dans les années à venir pour parvenir à caractériser la représentativité des résultats obtenus sur les frayères de référence du PLAGEPOMI. En effet, avec l'augmentation du linéaire accessible, il n'est pas possible de suivre toutes les frayères actives.

Ceci démontre la complexité de mettre en place un dispositif de suivi représentatif de la population d'aloses ainsi que la nécessité de pérenniser et d'adapter ces suivis.

L'acquisition de données « bulls » sur l'ensemble du territoire et la connaissance des frayères actives restent primordiales, notamment dans des objectifs de gestion des milieux.

Les avancées sur l'utilisation des méthodes acoustiques pour le suivi de la reproduction s'avèrent prometteuses en complément d'un suivi manuel (Mutel et *al.*, 2018) (Alix et *al.*, 2021b). Des stations d'enregistrement seront à nouveau déployées sur certains sites en 2021. Une utilisation en routine pourrait permettre à court terme de multiplier le nombre de frayères sans pour autant augmenter le budget alloué à ces suivis.

Il apparaît aujourd'hui indispensable de ne pas conclure sur l'état de la population d'alose uniquement au travers du suivi de la reproduction, mais en considérant également les résultats issus des autres suivis producteurs de données aloses : suivis de la pêche à la ligne (Rhône et côtiers (Matheron et *al.*, 2021a et Matheron et *al.*, 2021c), Vidéo-comptage (Station de Sauveterre : Matheron et *al.*, 2021b ; Station de Bladier-Ricard FDAAPPMA34, 2020), apport de l'ADN environnemental (Alix et *al.*, 2021a).

Conclusion

Le suivi 2020 de la reproduction des aloses feintes de Méditerranée a été conduit sur la Durance, la Cèze, l'Ardèche, le Vieux Rhône de Donzère, le Vidourle et l'Aude. Des bulls ont été observés sur l'ensemble des cours d'eau excepté sur le Vieux Rhône de Donzère.

La Cèze a été une nouvelle fois la plus productive. L'adaptation de la stratégie de suivi (alternance de frayères en raison de l'absence d'observation de bulls malgré des captures à la ligne) est judicieuse et permet d'observer des bulls tous les ans depuis 2017.

Sur l'Ardèche, pour la 5^e année consécutive, aucune activité de reproduction n'a été observée sur les frayères situées en amont des gorges. 11 bulls ont été comptés sur le site de Sauze en aval des gorges en une nuit d'activité.

Au niveau du Vieux Rhône de Donzère, bien que des géniteurs aient été observés par l'équipe de suivi, aucune activité n'a été constatée.

Sur la Durance, la saison de reproduction 2020 a été marquée par de fortes restitutions qui semblent avoir scindé en deux la reproduction : une partie en début de saison jusqu'à mi mai et une partie en fin de saison, jusqu'au mois de juillet. Cette observation est sans précédent parmi la chronique de données disponibles sur la Durance et montre l'effet des restitutions sur le déroulement de la reproduction.

Les faibles débits observés cette année sur l'axe Rhône ont probablement favorisé la colonisation de l'amont de l'aire de répartition actuelle, comme en témoigne la présence de l'alose détectée dans le prélèvement ADNe du Vieux Rhône de Rochemaure.

32 bulls ont été observés sur le Vidourle. C'est très peu par rapport aux années précédentes, mais il est important de souligner que le suivi a pu démarrer que lors du déconfinement à la mi-mai, alors que les aloses étaient présentes sur site dès le mois d'avril avec des conditions optimales pour la reproduction. Il est également important de prendre en compte le fait que le site de Saint Laurent d'Aigouze n'est peut-être plus représentatif de la reproduction de l'alose feinte de Méditerranée sur ce cours d'eau (ensemble de la ZAP maintenant accessible).

Sur l'Aude, grâce à la volonté des acteurs locaux, 10 nuits de prospections réparties au cours de la saison ont été organisées. Elles ont permis d'observer 81 bulls, ce qui montre l'importance de l'axe Aude pour la population d'aloses de Méditerranée.

À terme, avec l'augmentation du linéaire accessible, le suivi de la reproduction à lui seul risque d'atteindre ses limites de représentativité et il sera difficile d'appréhender l'évolution de l'état de la population à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée.

L'utilisation d'outils complémentaires comme le vidéo-comptage (cas de Sauveterre ou de Bladier Ricard), la pêche à la ligne ou le réseau ADNe (en cours de construction) apporteront des informations cruciales. Les récentes avancées de la détection automatique des bulls par deep learning pourraient enfin permettre de multiplier le nombre de sites de suivi sans pour autant nécessiter une augmentation des moyens humains trop importante.

Il convient de préciser que l'ensemble de ces résultats et conclusions ne seraient pas possibles sans l'investissement des Fédérations de pêche pour la mise en œuvre de ce suivi historique et ce malgré les difficultés à mobiliser des financements spécifiques sur ce type d'action.

Bibliographie

ALIX F., RIVOALLAN D., 2021a. Construction d'un réseau ADNe Rhône-Méditerranée. Campagne d'Études 2019. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 37 p + annexes

ALIX, F., RIVOALLAN D., 2021b. Élaboration d'un système automatique acoustique de suivi de la reproduction des aloses. Campagne d'Études 2019. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 24p + Annexes

ALIX F., RIVOALLAN D., 2020. Suivi quantitatif des frayères d'aloses sur le bassin rhodanien. Campagne d'Études 2019. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 47p + annexes

APRAHAMIAN M. W., et APRAHAMIAN C. D., 2001, The Influence of Water Temperature and Flow on Year Class Strength of Twaite Shad (*Alosa fallax fallax*) From the River Severn, England. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. 953 - 972

BAGLINIERE J. L., et ELIE P., 2000, Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.), Quae Edition. Cemagref/Inra. 278pp

BOYER S., GUERRI O., ET PUSTELNIK G., 2001, Situation des programmes migrateurs sur l'ensemble des bassins versants Garonne et Dordogne. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. 344.

CAMPTON, P., GEORGEON, M., ABDALLAH, Y., ET LEBEL, I., 2017, Caractérisation des enjeux migrateurs sur l'Ouvèze Provençale, Contrat de rivière de l'Ouvèze., Volet Grands migrateurs de l'action B1_2: Diagnostic piscicole du bassin de l'Ouvèze. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

CASSOU-LEINS, F., ET CASSOU-LEINS, J. J., 1981, Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'alose *Alosa alosa* L. Institut national de polytechnique de Toulouse.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J. J., BOISNEAU P., et BAGLINIERE J. L., 2000, La reproduction. In Les Aloses, Cemagref-I, pp. 73-92. Éd. par J. L. Baglinière et P. Elie. Cemagref/Inra

COPP, G. H., ROBERT BRITTON, J., CUCHEROUSSET, J., GARCIA-BERTHOU, E., KIRK, R., PEELER, E., et STAKENAS, S., 2009, Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. Fish and Fisheries, 10: 252-282.

DE GROOT S. J., 2002, A review of the past and present status of anadromous fish species in The Netherlands: is restocking the Rhine feasible?

FDAAPPMA13, 2020, Suivi de la reproduction d'*Alosa agone* en aval du seuil de Callet (seuil 68), 1^{er} obstacle bloquant sur la Durance - 2019, 21p

FREYHOF J., et KOTTELAT M., 2008, *Alosa fallax*. e.T904A13092303 (Consulté le 5 avril 2017).

GEORGEON M., CAMPTON P., LEBEL I., 2017, Suivi des passes pièges à anguilles sur le Rhône aval, Campagne d'étude 2016 - Tendances 2008- 2016, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 43p. + Annexes

GROUX F., THERRIEN J., CHANSEAU M., COURRET D., et TETARD S., 2015, Actualisation des connaissances sur l'efficacité et la conception des dispositifs de montaison pour l'alose- Conservation and restoration of the Allis shad in the Gironde and Rhine watersheds.

MARTY V., RICHARD S., ET ROBIN M., 2012 Le seuil de Codolet (ROE 30979) - Fonctionnement actuel de la passe à poissons et proposition d'amélioration - Rapport technique. ONEMA.

MATHERON C., RIVOALLAN D., 2021a. Suivi de la pêcherie d'alse feinte de Méditerranée (*Alosa agone*) sur le bassin du Rhône. Campagne 2020, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 58 p + annexes

MATHERON C., RIVOALLAN D., 2021. Suivi de la station de vidéo-comptage de Sauveterre. Campagne d'Études 2019. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 52p + annexes

MATHERON C., RIVOALLAN D., 2021c. Suivi de la pêcherie d'alse feinte de Méditerranée (*Alosa agone*) sur les fleuves côtiers. Campagne 2021, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 58 p + annexes

MENESSON-BOISNEAU C., APRAHAMIAN M. W., SABATIE M. R., et CASSOU-LEINS J. J. 2000. Biologie des aloses : Caractéristiques des adultes. In Les Aloses, pp. 33-53. Éd. par J. L. Baglinière et P. Elie. Cemagref, INRA.

MUTEL M., ABDALHA Y., LEBEL I., 2016, Etude de la recolonisation du Bas Gardon par l'alse feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*) - Bilan 2012 à 2015. MRM (Association Migrateurs Rhône Méditerranée), bas Gardon.

MUTEL M., LEBEL I., 2017, Suivi quantitatif des frayères d'aloses du bassin rhodanien. Campagne d'études 2016. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

MUTEL M., CAMPTON P., 2018. Élaboration d'un système automatique de suivi de la reproduction des aloses - Campagne d'études 2017. Association MRM, 21 pp. + Annexes

MUTEL M., CAMPTON P., 2019a. Suivi quantitatif des frayères d'aloses du bassin rhodanien - Campagne d'études 2018. Association Migrateurs Rhône Méditerranée - 33 pages + Annexes

MUTEL M., CAMPTON P., 2019b. Actualisation des connaissances sur les habitats favorables à la reproduction de l'alse sur le bassin Rhône-Méditerranée - Campagne d'études 2018 - Rapport Association Migrateurs Rhône Méditerranée - 29 p + Annexes

RAOUX D., ALIX F., RIVOALLAN D., 2019. Étude croisée des données issues des suivis de la « Pêcherie » et de la « Reproduction » de l'alse feinte de Méditerranée sur l'axe Rhône. Campagne d'Études 2019. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. Nombre p 34 + annexes

ROCHE P., BALLE G., DELHOM J., GOMEZ, LEBEL I., SUBRA S., VANEL N., 2007, Etude par radiopistage de la migration de l'*Alosa* dans le Rhône aval. Rapport final - Synthèse 2004-2005- 2006.

ROUSSEL E., ABDALLAH Y., LEBEL I., 2013a. Analyses statistiques sur le jeu de données "frayères aloses" en vue d'une réduction de l'effort de suivi- campagne 2012. Biotope-MRM.

TANZILLI J.-C., et FAURE J.-P., 2016, L'installation du silure dans le bassin du Rhône : Bilan de trois décennies de suivi de l'espèce. Fédération Départementale de Pêche du Rhône.

TENTELIER C., 2018, Optimiser l'estimation des effectifs de géniteurs d'alse par l'observation du comportement reproducteur individuel, rapport final : INRA_2018_015_05, 32pp

UICN France, 2019, Liste rouge des poissons d'eau douce de France

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Bull d'aloses (© F. Gardin, 2007 / MRM).....	8
Figure 2 : Localisation des sites de suivis de la reproduction des aloses en 2020	
L'ensemble des cartes des frayères sont présentées dans les annexes 3 à 9	9
Figure 4 : Évolution du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Beaucaire-Vallabrègues - Source CNR.....	16
Figure 3 : Évolution de la température du Rhône au niveau des écluses des différents aménagements hydroélectriques - Source : CNR.....	16
Figure 5 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit du Gardon - Sources : CNR / MRM	17
Figure 6 : Schéma des différents bras du Rhône à Avignon et de la Durance (Georgeon et al., 2017).....	17
Figure 7 : Répartition des débits entre les différents bras d'Avignon & nombre d'aloses observées à la PAP de Sauveterre - Sources CNR / MRM	18
Figure 8 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit de la Durance - Sources CNR - FDAAPPMA 13&84	19
Figure 9 : Évolution du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Caderousse - Source CNR	20
Figure 10 : Evolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit de la Cèze (Source : CNR / MRM)	20
Figure 11 : Évolution du débit du Rhône au niveau de l'aménagement de Donzère-Bollène et bulls comptabilisé sur le Vieux Rhône de Donzère.....	21
Figure 12 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et évolution du débit de l'Ardèche - Sources : CNR / FDAAPPMA07	22
Figure 13 : Évolution du nombre de bulls au cours de la saison et du débit de l'Aude.....	23
Figure 14 : Évolution du nombre de bull au cours de la saison et du débit du Vidourle	24
Figure 15 : Localisation du projet de PCH & Passe à poisson (© CNR)	28
Tableau 1 : Sites de suivi de la reproduction des aloses en 2020.....	8
Tableau 1 : Sites de suivi de la reproduction des aloses en 2020.....	8
Tableau 2 : Résultats des suivis de la reproduction sur l'axe Rhône pour l'année 2020	13
Tableau 3 : Résultats des suivis de reproduction sur les fleuves côtiers pour l'année 2020	13

Liste des annexes

Annexe 1: Localisation de la frayère de Fournès sur le Gardon	36
Annexe 2 : Localisation de la frayère de Callet sur la Durance	37
Annexe 3 : Localisation des frayères suivies de la Cèze à Chusclan.....	38
Annexe 4 : Localisation des frayères suivies situées sur le Vieux Rhône de Donzère.	39
Annexe 5 : Localisation des frayères suivies situées sur l'Ardèche.....	42
Annexe 6 : Localisation de frayères situées sur l'Aude	45
Annexe 7 : Localisation des frayères situées sur le Vidourle	47
Annexe 8 : Schéma de migration axe Rhône	48
Annexe 9 : Zonation des différents étages du Rhône et résultats principaux du suivi de la pêche amateur à la ligne sur ces secteurs	49
Annexe 10 : Schéma de migration axe Rhône.....	57
Annexe 11 : Zonation des différents étages identifiés sur l'axe Rhône et résultats du suivi de la pêche amateur sur ces secteurs.....	58

Annexes

Annexe 1: Localisation de la frayère de Fournès sur le Gardon



Annexe 2 : Localisation de la frayère de Callet sur la Durance

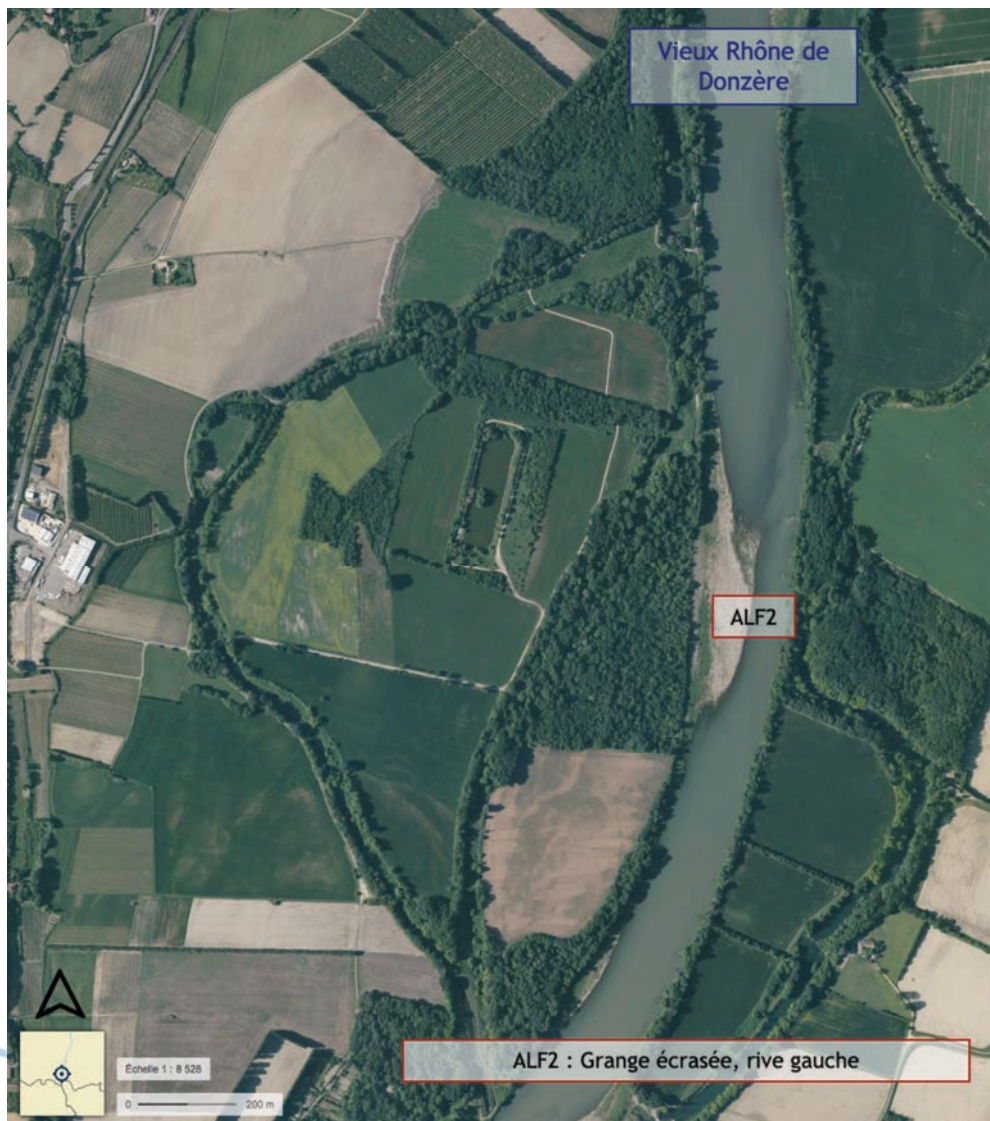


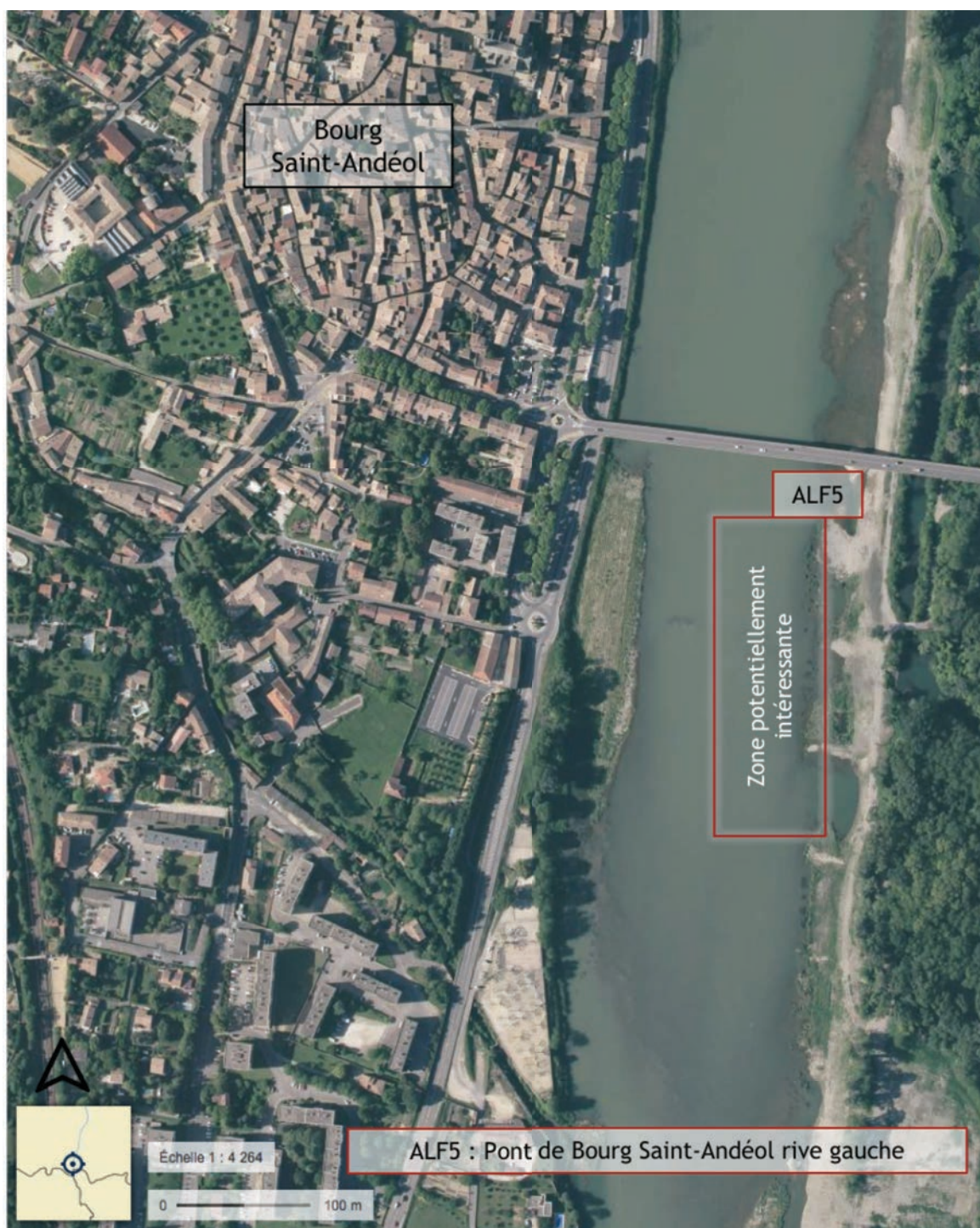
Annexe 3 : Localisation des frayères suivies de la Cèze à Chusclan



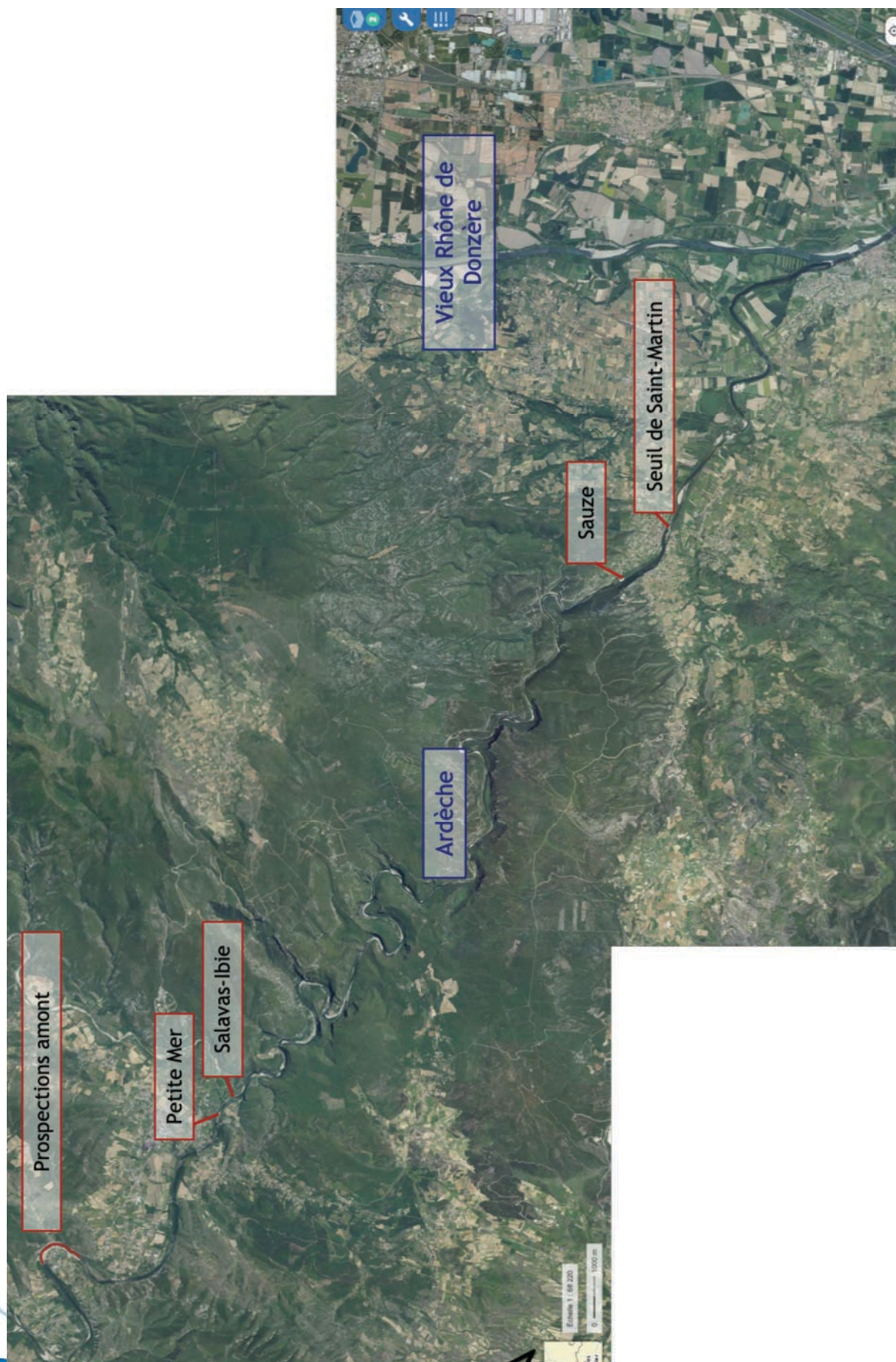
Annexe 4 : Localisation des frayères suivies situées sur le Vieux Rhône de Donzère







Annexe 5 : Localisation des frayères suivies situées sur l'Ardèche





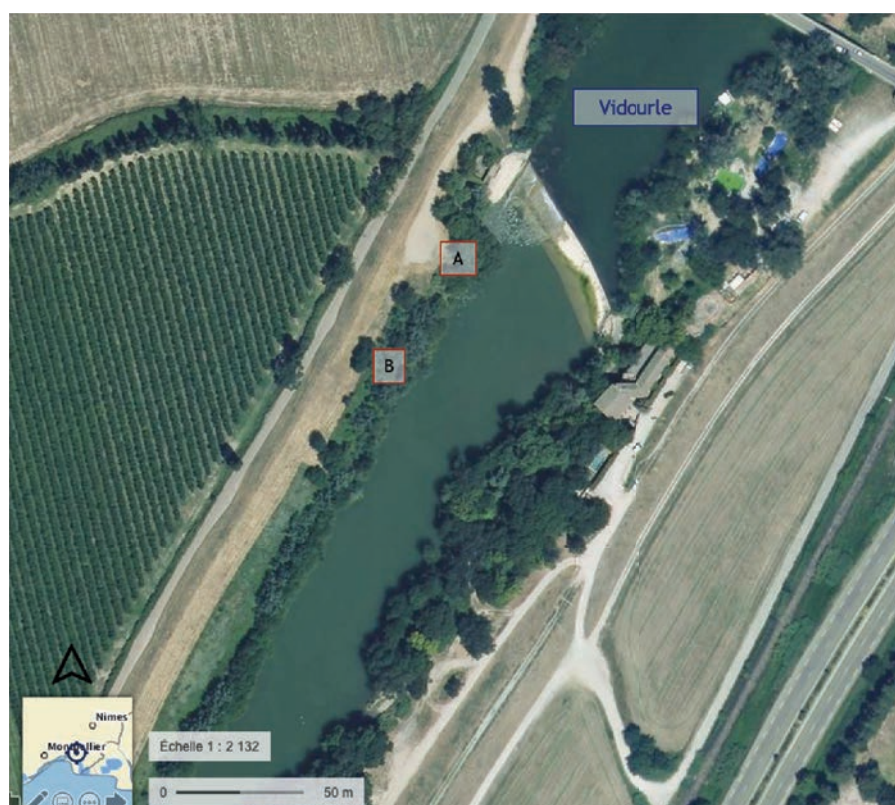
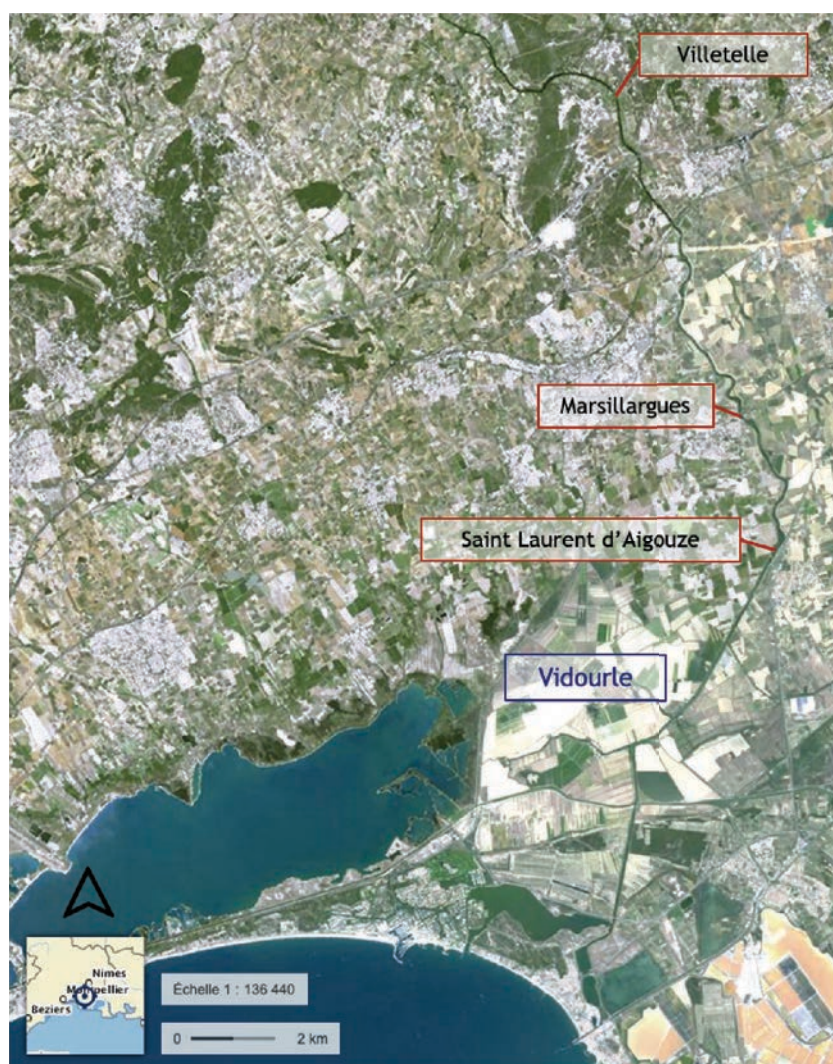


Annexe 6 : Localisation de frayères situées sur l'Aude





Annexe 7 : Localisation des frayères situées sur le Vidourle



Annexe 8 : Schéma de migration axe Rhône

D'année en année, 3 schémas annuels de colonisation des aloses dans le bassin du Rhône semblent se distinguer.

Schéma de colonisation de type « amont »

Ce type de schéma est caractérisé par :

- Des **faibles débits du Rhône** (globalement inférieur à 2 000 m³/s sur l'ensemble de la saison)
- Une **colonisation préférentielle des chenaux de navigation**, plus attractifs que les tronçons court-circuités. Les aloses remontent alors bien sur l'ensemble du bassin jusqu'à l'**Ardèche** et la limite amont de répartition actuellement connue qu'est l'**étage de Châteauneuf**.
- L'observation d'un blocage au niveau du **barrage-usine de Sauveterre** avant la construction de la passe. Et maintenant potentiellement fort passage d'aloses à Sauveterre quand elle fonctionne de façon optimale.

De manière générale, la migration sur le chenal rhodanien est facilitée mais ne privilégie pas l'accès aux affluents (côté RCC). Toutefois, certaines années, des pics de crues peuvent modifier temporairement l'attractivité du bras court-circuité et favoriser la colonisation des affluents amonts.

En tout état de cause, les descripteurs mettent en évidence le rôle majeur des éclusages spécifiques dans le déroulement de la migration.

Schéma de colonisation de type « aval »

Ce type de schéma est caractérisé par :

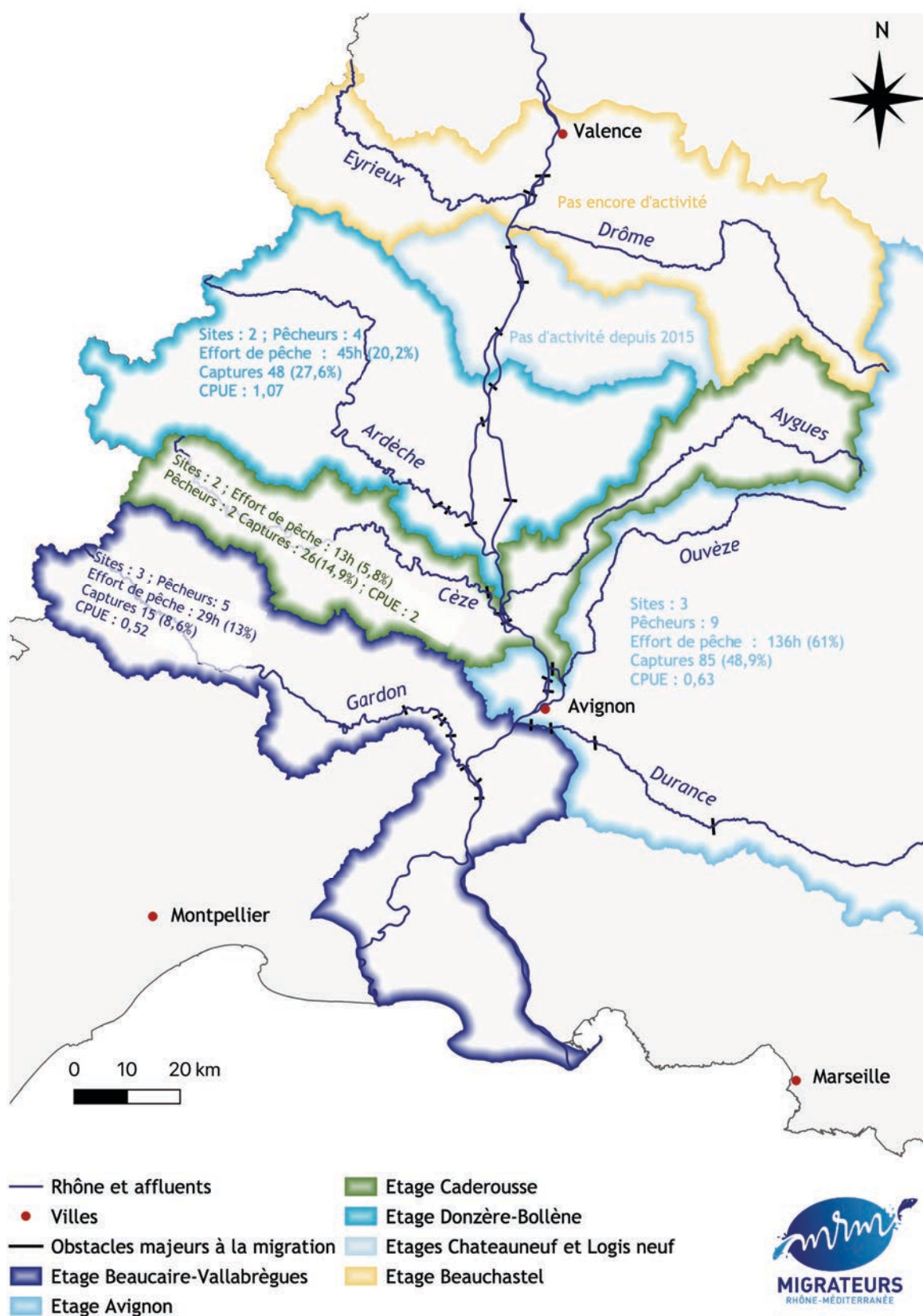
- De **forts débits du Rhône** (globalement autour de 3 000 m³/s avec des crues plus fréquentes).
- Une colonisation massive du bras court-circuité de Vallabrègues et du Gardon en fonction des conditions hydrologiques (étage n°1).
- Une colonisation faible des étages supérieurs.

Schéma de colonisation de type « intermédiaires »

Ce type de schéma est caractérisé par :

- Un régime hydrologique particulier (absence d'appel en mer suivi d'une crue importante/ nombreuses crues/ débit très faible...) modifiant l'attrait des différentes voies de migration durant la période de montaison.
- Une colonisation diversifiée, selon les conditions rencontrées.

Annexe 9 : Zonation des différents étages du Rhône et résultats principaux du suivi de la pêche amateur à la ligne sur ces secteurs



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

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

