



Aout 2021

## Mise en évidence de la reproduction de l'Alose feinte méditerranéenne (*Alosa agone*) sur le Vidourle et le Gardon



Fédération de la pêche du Gard  
34 rue Gustave Eiffel  
Zac de Grézan, 30000 Nîmes Cedex1  
Tél : 04 66 02 91 61





## Sommaire

I.	Introduction .....	1
II.	Zone d'étude et méthodologie.....	3
II.1.	Présentation des zones d'études sur le Vidourle .....	3
1.1.	Saint-Laurent-d'Aigouze .....	4
1.2.	Villetelle.....	4
1.3.	Roque d'Aubais .....	5
II.2.	Présentation de la zone d'étude sur le Gardon .....	6
II.3.	Présentation de l'espèce.....	7
II.4.	Méthodologie.....	10
4.1.	Protocole de suivi alose.....	10
4.2.	Suivi acoustique .....	13
4.3.	ADN environnemental .....	13
III.	Résultats .....	15
III.1.	Nombre de bull.....	15
1.1.	Vidourle .....	15
1.2.	Gardon.....	17
III.2.	Influence des paramètres environnementaux sur l'activité reproductrice.....	19
1.3.	Le débit .....	19
1.4.	La température .....	22
1.5.	La prédation par le silure glane ( <i>Silurus glanis</i> ).....	27
III.3.	Description du frai.....	29
3.1.	Déroulement d'une nuit .....	29
3.2.	Variations dans l'espace.....	31
III.4.	Comparaison avec les années précédentes .....	33
III.5.	Résultats de l'ADNe.....	34
IV.	Discussion .....	35

V. Conclusion.....	39
Bibliographie.....	43

## I. Introduction

L'Alose feinte méditerranéenne *Alosa agone* (Scopoli, 1786) est une espèce migratrice amphihaline de la famille des Clupéidés. Elle fréquente les eaux marines littorales pour effectuer sa croissance et migre vers les eaux douces à substrat caillouteux pour sa reproduction. On parle dans ce cas de migration génésique (*i.e.* de reproduction), itéropare (*i.e.* plusieurs au cours d'une vie) et anadrome (Le Corre *et al.*, 2000).

Au cours du XXe siècle, l'aire de répartition de l'alose feinte méditerranéenne a fortement régressé, en raison notamment de la multiplication des obstacles à l'écoulement. De ce fait, cette espèce est protégée en France au titre de l'article 1 de l'arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national (J.O.R.F. du 22 décembre 1988, page 16036). Elle est classée vulnérable sur la liste rouge de l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (UICN) des poissons d'eau douce de France métropolitaine établie en 2009 (UICN *et al.*, 2010) et est également inscrite à l'annexe II et V de la directive Habitat, faune, flore (J.O.U.E 206 du 22.07.1992, p. 7-50).

Par ailleurs, l'Alose feinte méditerranéenne (*Alosa agone*) est une espèce dont les capacités de migration en eau douce sont relativement limitées (déplacement en surface et en bancs, vitesse de nage, endurance) (Larinier & Travade, 1994). De ce fait, elle peut éprouver plus de difficultés à franchir certains obstacles à l'écoulement que d'autres espèces retrouvées en milieu dulçaquicole. Dans un contexte de continuité écologique et de restauration de la libre circulation des espèces piscicoles, cette espèce peut donc être considérée comme un bon indicateur biologique (Larinier *et al.*, 1994).

Bien que cette espèce soit moins pêchée que la Grande alose, l'alose feinte méditerranéenne fait tout de même l'objet d'une pression de pêche suffisante pour menacer la pérennité de ses stocks. Cette espèce a donc un intérêt patrimonial, mais également halieutique. C'est pourquoi la Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques (FDAAPPMA) du Gard a décidé de suivre cette espèce afin de mieux la préserver.

L'étude comporte donc plusieurs objectifs :

- Observer le bon déroulement de la reproduction de l'alose feinte méditerranéenne sur plusieurs sites de frayère (Saint Laurent d'Aigouze, Villetelle et la Roque d'Aubais sur le Vidourle et Fournès sur le Gardon),

- Relever les attaques par les silures (*Silurus glanis*) des aloses en cours de *bull* sur ces sites afin d'estimer la pression de prédation sur les reproducteurs,
- Mesurer l'efficacité des aménagements réalisés en faveur de la continuité écologique au travers de la mise en évidence d'individus en amont des ouvrages hydrauliques limitant leur libre circulation.

La Fédération de pêche du Gard a décidé de poursuivre le suivi réalisé par l'association des Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM). L'étude, initiée en 2005 par MRM, portait dans un premier temps sur la fonctionnalité des dispositifs de franchissement des premiers obstacles et sur la présence des aloses. Les sites de suivi qui ont été retenus sont conformes au futur programme de suivi du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs du bassin Rhône-Méditerranée 2022 - 2027 (PLAGEPOMI). Le premier de ces sites est celui de la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze sur le Vidourle. Le suivi reproducteur des aloses sur ce site a débuté en 2008 avec MRM, puis poursuivi en 2017 par la Fédération de Pêche du Gard et est basé sur une méthode pouvant comparer objectivement les sites entre eux. Néanmoins, cette année 2021, il a été décidé d'étendre l'étude sur le Vidourle aux sites de frayères de Villetelle et de la Roque d'Aubais notamment pour mesurer l'efficacité de la passe à poisson du seuil de Villetelle (mise en place fin 2020) vis-à-vis de la continuité écologique. Ce suivi permettra aussi de confirmer la franchissabilité de la passe à poissons de Gallargues-le-Montueux construite en 2014. Enfin, le dernier site de cette étude est celui de la frayère en aval du seuil de Fournès sur le Gardon. Le suivi reproducteur des aloses sur ce site par MRM et la FDAAPPMA30 existe depuis 2016.

## II. Zone d'étude et méthodologie

### II.1. Présentation des zones d'études sur le Vidourle

Les zones étudiées sont situées le long du Vidourle, fleuve qui prend sa source dans les Cévennes et se jette dans la Méditerranée. Le Vidourle draine un bassin versant de 830 km<sup>2</sup> et possède un linéaire de 95,2 km. Son débit annuel moyen est de 7,58 m<sup>3</sup>/s. Son régime hydrologique est de type pluvial cévenol, caractérisé par des hautes eaux en automne et en hiver et un débit moyen mensuel pouvant dépasser les 15 m<sup>3</sup>/s en Janvier. Il s'ensuit une baisse progressive des débits se terminant en une période d'étiage de juin à août, mois au cours desquels le débit descend à moins de 0,5 m<sup>3</sup>/s. Le suivi qualitatif de la reproduction sur le Vidourle s'est concentré sur plusieurs frayères qui sont présentées ci-dessous (Fig.1).

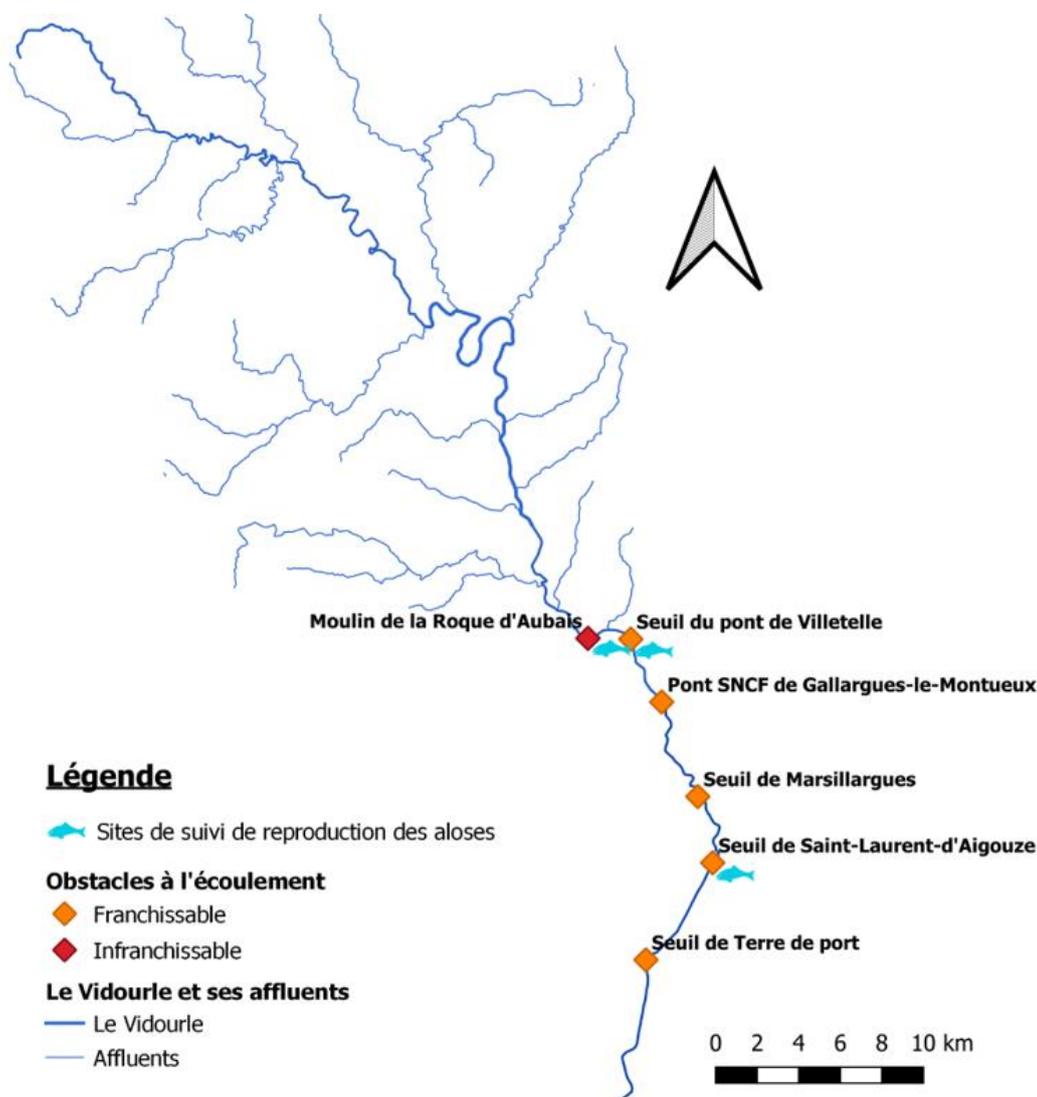


Figure 1 : Site de suivi des aloses sur le Vidourle

### 1.1. Saint-Laurent-d'Aigouze

Le suivi se déroule sur une frayère située à l'aval du seuil de Saint-Laurent-d'Aigouze qui se trouve à 11 km de l'embouchure. Saint-Laurent-d'Aigouze est le second obstacle rencontré par les aloses depuis l'embouchure du fleuve après le barrage anti-sel (Terre de Port). Cette frayère fait l'objet d'un suivi se concentrant directement à l'aval de l'obstacle occupant une surface d'environ 2000 m<sup>2</sup> (Fig. 2). Il s'agit d'une frayère de substitution qui est la première zone de frai rencontrée par les aloses lors de leur montaison. Les radiers de cette zone sont jugés "intéressants" pour la reproduction des aloses (Mutel, 2018) d'après le système de notation de la qualité des frayères établi par l'OFB (Marty, 2014). La frayère s'étale sur un linéaire de 50m avec une profondeur qui varie entre 0,7 m et 0,9 m. Enfin, la zone d'activité principale de reproduction des géniteurs se situe en rive droite.



**Figure 2 : Délimitation de la zone de suivi défini en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Vidourle, à Saint Laurent-d'Aigouze.**

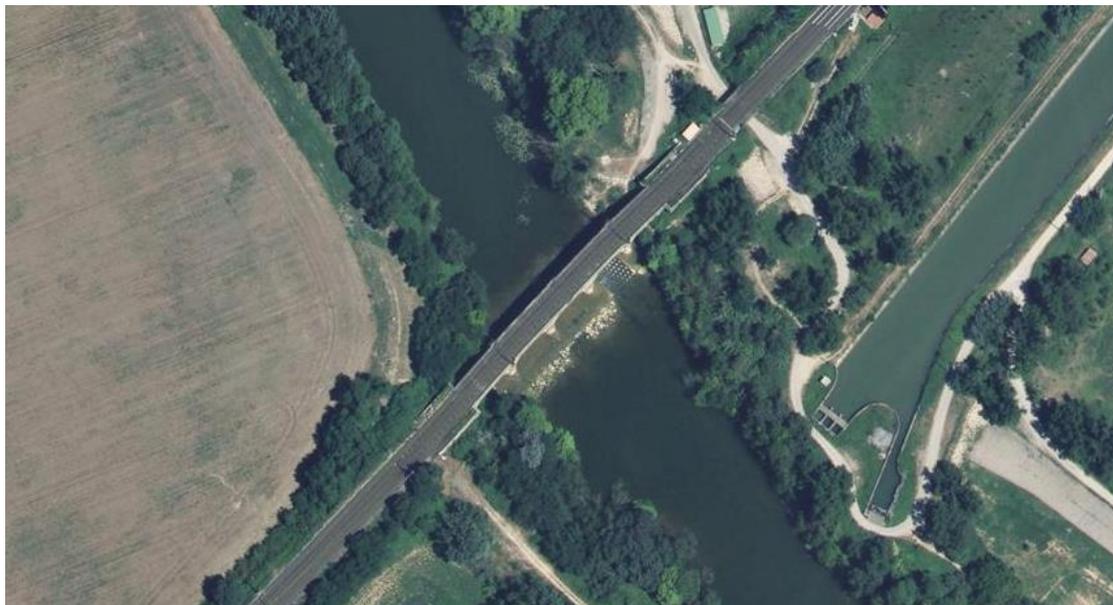
### 1.2. Villetelle

Le suivi se situe sur une frayère située à l'aval du seuil de Villetelle situé à 23,5 km de l'embouchure. Villetelle est le cinquième obstacle rencontré par les aloses depuis l'embouchure du fleuve et se situe après le barrage anti-sel (Terre de Port) et le seuil à Saint-Laurent-d'Aigouze. Cette frayère fait l'objet d'un suivi se concentrant directement à l'aval de l'obstacle occupant une surface d'environ 2300 m<sup>2</sup> (Fig.3). Cette frayère est une frayère de substitution dont les radiers sont jugés "très intéressants" pour la reproduction des aloses (Mutel, 2018) d'après le système de notation de la qualité des frayères établi par l'OFB (Marty, 2014). La zone d'activité principale de reproduction des géniteurs se situe en rive droite.



**Figure 3 : Délimitation de la zone de suivi défini en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Vidourle à Villetelle**

La SNCF a souhaité vérifier la fonctionnalité de la passe à poissons sur le seuil de Gallargues-le-Montoux (Fig.4). Cette passe a été construite en 2014 et est située à 3,7 km en aval du seuil de Villetelle. Le suivi de la reproduction des aloses sur ce site permettra donc de confirmer leur passage par cette passe.



**Figure 4 : Seuil et passe à poisson sur le Vidourle à Gallargues-le-Montoux**

### 1.3. Roque d'Aubais

Le suivi se situe sur une frayère située à l'amont du seuil de Villetelle et à 28 km de l'embouchure. La Roque d'Aubais est le sixième obstacle rencontré par les aloses depuis l'embouchure du fleuve après le barrage anti-sel (Terre de Port), le seuil à Saint-Laurent-

d'Aigouze, le seuil de Gallargues-le-Montueux et celui de Villetelle. Cette frayère fait l'objet d'un suivi se concentrant directement à l'aval de l'obstacle occupant une surface d'environ 11 000 m<sup>2</sup> (Fig. 5). Ce site a été sélectionné pour vérifier la fonctionnalité de la passe à poissons installée en 2020 à Villetelle. Cette frayère est une frayère de substitution qui serait probablement jugée "peu intéressante" voire "inintéressante" pour la reproduction des aloses d'après le système de notation de la qualité des frayères établi par l'OFB (Marty, 2014). En effet, cette zone ne présente pas réellement de radiers, une profondeur trop importante (> 1.2m) et une vitesse de courant à priori trop faible (< 0.8 m/s)



**Figure 5 : Délimitation de la zone de suivi défini en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Vidourle à Roque d'Aubais.**

## II.2. Présentation de la zone d'étude sur le Gardon

La zone étudiée se situe le long du Gardon, fleuve qui prend sa source dans les Cévennes. Il traverse ensuite le Gard pour se jeter dans le Rhône au niveau de Vallabrègues. Le Gardon draine un bassin versant de plus de 2000 km<sup>2</sup> et possède un linéaire de 127,6 km. Son débit annuel moyen est de 32,7 m<sup>3</sup>/s. Son régime hydrologique est de type pluvial cévenol, qui se caractérise par des hautes eaux en automne et en hiver, ainsi qu'un débit moyen mensuel pouvant dépasser les 60 m<sup>3</sup>/s en Janvier. Il s'ensuit une baisse progressive des débits, se terminant en une période d'étiage en Juillet et Août, mois au cours desquels le débit descend à moins de 4,53 m<sup>3</sup>/s. Le suivi qualitatif de la reproduction sur le Gardon s'est concentré sur la frayère du Gardon à Fournès.

Le suivi se déroule sur une frayère située à l'aval du seuil de Fournès situé à 14 km de la confluence avec le Rhône. Le seuil de Fournès est le quatrième obstacle rencontré depuis la confluence avec le Rhône. Cette frayère naturelle fait l'objet de suivi depuis 2016 et se concentre directement à l'aval de l'obstacle occupant une surface d'environ 20 000 m<sup>2</sup> (Fig. 6).

Les radiers de cette zone sont jugés "très intéressants" pour la reproduction des aloses (Mutel, 2018) d'après le système de notation de la qualité des frayères établi par l'OFB (Marty, 2014). Enfin, la zone d'activité principale de reproduction des géniteurs se situe en rive droite.



Figure 6 : Délimitation de la zone de suivi en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Gardon àournès.

### II.3. Présentation de l'espèce

L'aloise feinte méditerranéenne *Alosa agone* (Fig. 7) est un poisson migrateur amphihalín de la famille des Clupéidés, endémique du bassin méditerranéen.



Figure 7 : Photographie de *Alosa agone* (source : MRM)

Elle effectue la plus grande partie de son cycle de développement en mer et se reproduit en eau douce (*i.e.* migration génésique anadrome, Fig. 8). Pour cela, les aloses feintes méditerranéennes se rapprochent de la côte au mois de février avant d'entamer leur montaison vers les fleuves et rivières à partir du mois de mars, et ce jusqu'en juillet, avec un pic d'individus

entre avril et mai (Baglinière *et al.*, 1996 ; M. Le Corre *et al.*, 1997a ; Douchement, 1981 ; Gallois 1946 & 1947 ; Lebel *et al.*, 1999 ; Rameye *et al.*, 1976 ; L. Roule, 1925a). Les aloses retournent en eau douce après 2 à 5 ans en mer pour les mâles, généralement un an de plus pour les femelles (Le Corre *et al.*, 1997a). Les aloses peuvent alors parcourir plusieurs kilomètres afin de trouver un habitat propice pour leur reproduction. Après éclosion des œufs en rivière, les alosons débutent leur migration de dévalaison vers l'aval courant juin-juillet et dure jusque fin octobre (Crivelli & Poizat, 2001).

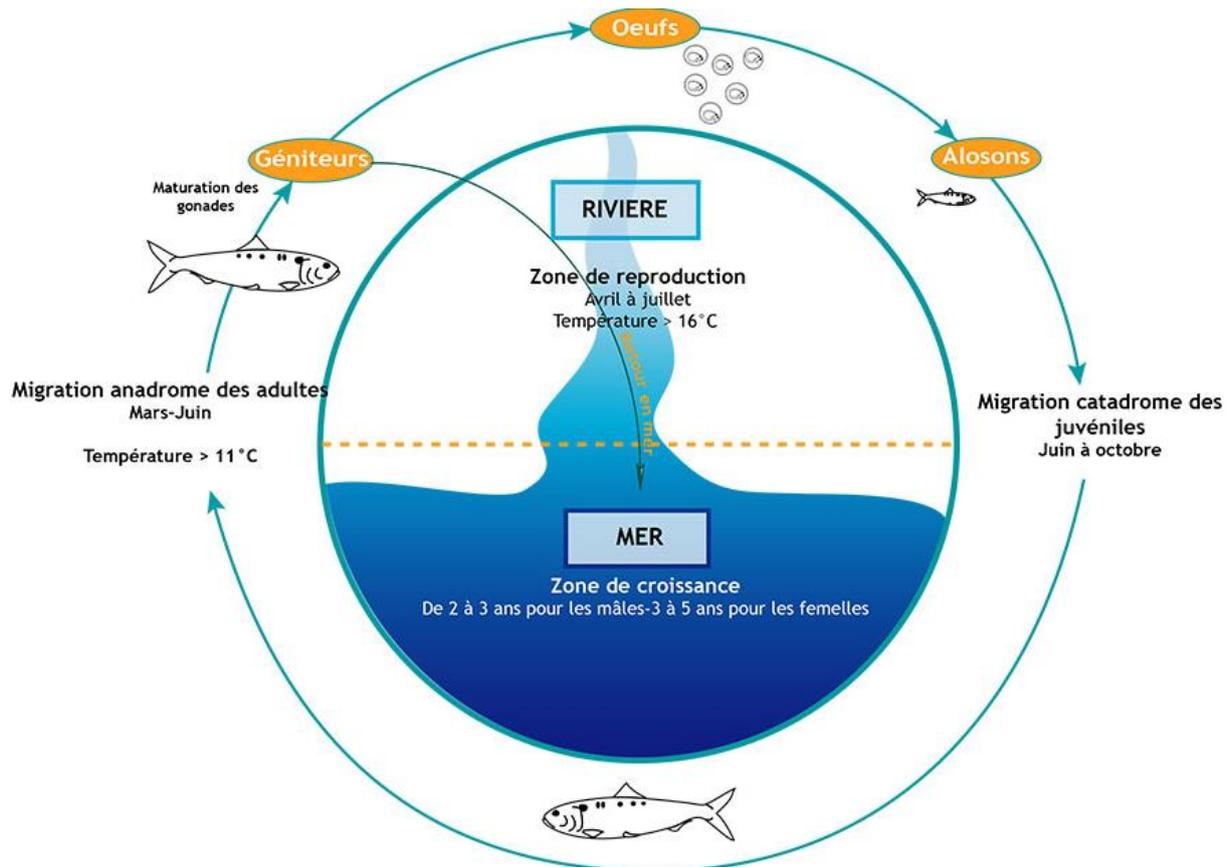


Figure 8 : Cycle biologique de l'aloise.

Source : Association Migrateurs Rhône-Méditerranée

La migration anadrome de l'aloise est contrôlée par des facteurs biologiques. Les deux principaux, d'après Rameye *et al.* (1976), sont le débit, essentiel pour permettre l'appel des poissons en zone littorale, et la température. Cette dernière doit se situer entre 10°C et 14°C pour que la migration s'initie (Baglinière *et al.*, 1996 ; Gallois, 1947 ; Rameye *et al.*, 1976). De manière plus précise, Mennesson-Boisneau et Boisneau (1990) définissent un seuil minimum de 10,5 - 11°C. Pour le débit, celui-ci doit être suffisant pour permettre aux individus de retrouver l'estuaire d'un fleuve (*i.e.* débit d'appel) et effectuer la migration de montaison sans

difficulté (*i.e.* débit minimum biologique) ; mais il peut être néfaste dans le cas d'une augmentation brusque du débit (*i.e.* phénomène de crue) (Aprahamian, 1982 ; Mennesson-Boisneau & Boisneau, 1990 ; Sabatié, 1993).

La reproduction a lieu la nuit, d'avril à juin, lorsque la température est au minimum de 16°C (Aprahamian *et al.*, 2003 ; Baglinière and Elie, 2000 ; Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981 ; Roule, 1922 ; Louis Roule, 1925b).

D'après certains auteurs, les frayères favorables à la reproduction doivent posséder les caractéristiques suivantes (Fig. 9) :

- Hauteur d'eau de 0,8m à 2,0m (Cassou-Leins & Panisello (non publié) cité par Cassou-Leins *et al.*, 2000),
- Vitesse de courant de 0,5 à 2,0 m/s (Le Corre *et al.*, 1997b ; Genoud, 1997; Genoud, 1999);
- Granulométrie caractérisée par un substrat sablo-vaseux (Gallois, 1946) et/ou des cailloux et des pierres fines, permettant l'incubation des œufs en évitant leur asphyxie (Rameye *et al.*, 1976).

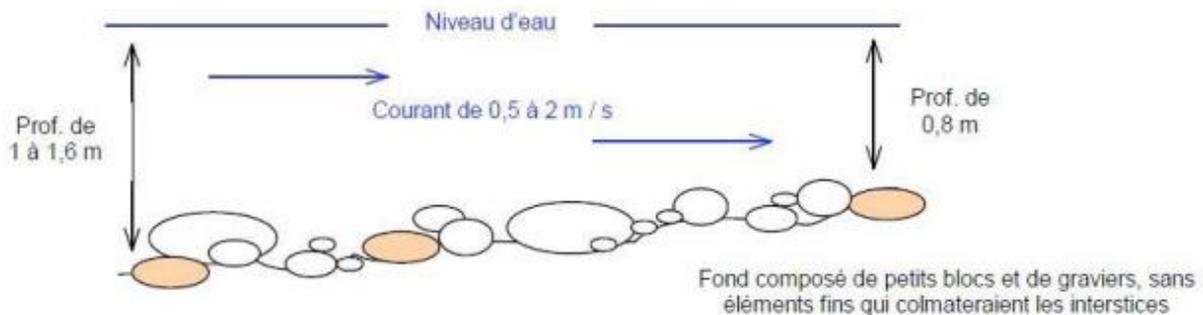


Figure 9 : Schéma d'une frayère théorique (source MRM)

Le comportement de reproduction est appelé « *bull* » et est caractéristique de cette espèce (Fig. 10). Il se définit comme un mouvement circulaire, incluant dans la plupart des cas (>70%) deux géniteurs qui frappent la surface de l'eau flanc contre flanc à l'aide de leur nageoire caudale (Le Corre, 1999 ; Genoud 1999 & 2001). Cela favorise la dispersion des œufs émis par les géniteurs et donc la fécondation. Cet acte de ponte, exclusivement nocturne, dure de deux à cinq secondes (Cassou-Leins, 1995 ; Le Corre, 1999) et le son qu'il émet peut être audible jusqu'à 50dB (Cassou-Leins *et al.*, 2000). La plupart des géniteurs regagnent la mer après la

reproduction dès le début de l'été. Par ailleurs, il s'agit d'une espèce itéropare, c'est-à-dire une espèce qui se reproduit plusieurs fois au cours de leur vie.



Figure 10 : Photographie d'un bull d'alse feinte (source : MRM)

*Alosa agone* a une fécondité relative d'environ 100 000 œufs / kg de femelle (Cassou-Leins & Panisello (non publié) cité par Aprahamian *et al.*, 2003), contrairement à la sous-espèce *Alosa agone* pour qui la fécondité relative est de  $4,3 \cdot 10^4$  œufs / kg. Les œufs ont une taille qui varie entre 0,8 à 1,2 mm avant hydratation (Gallois, 1946) et un temps d'incubation de 96h à 18-20°C (Chiappi, 1933) ou de 80h à 20,5- 23,5°C (Hoestlandt, 1947). Entre trois et cinq semaines après la fin de l'éclosion des œufs, les juvéniles entament leur dévalaison pendant laquelle ils vont croître pour atteindre une taille comprise entre 68 mm et 161 mm (Gendre, 1997 ; Menella & Tabardel, 1994 ; Tabardel, 1995), pouvant aller jusqu'à 213 mm (Crivelli & Poizat, 2001). Leur alimentation est alors composée principalement de petits poissons et de crustacés.

## II.4. Méthodologie

### 4.1. Protocole de suivi alose

- Période du suivi

La période de suivi a été choisie en relation avec la bibliographie générale et les études antérieures réalisées sur le Vidourle et le Gardon. Ainsi, en 2021, le suivi qualitatif de la reproduction s'est déroulé du 12 avril au 11 juin. Les nuits de la semaine du 10 mai ont été annulées suite aux pluies importantes qui ont occasionnés des débits importants. Le suivi a donc eu lieu sur 9 semaines.

Le site de Villetelle a été suivi sur 8 nuits au total dont deux réalisées par l'association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM). Le site du Gardon a été suivi sur 9 nuits. Le site de Saint-Laurent-d'Aigouze a été suivi seulement deux nuits durant les deux premières semaines.

En effet le suivi de la reproduction des aloses sur ce site est utile pour déterminer le début de la reproduction mais également de la montaison des aloses pour l'ensemble du Vidourle, ce site étant celui le plus en aval des sites de suivi sur le Vidourle. Après ces deux semaines de suivi à Saint-Laurent-d'Aigouze le reste des nuits ont été consacré au suivi de la frayère de la Roque d'Aubais durant 5 nuits.

- Le suivi des *bulls*

La méthode de suivi consiste à localiser et dénombrer les *bulls* pendant la période de reproduction une nuit par semaine sur deux mois pour chaque site excepté Saint-Laurent-d'Aigouze et la Roque d'Aubais. La présence humaine est la seule technique efficace reconnue à ce jour. Deux personnes ont été mobilisées à partir de 23h jusqu'à 4h30 au plus tard.

Pour chaque bull observé, ont été notés sur les fiches de suivi :

- Les initiales des observateurs ;
- L'heure ;
- La durée du bull en seconde ;
- Le nombre de participants (aloses observées) ;
- La prédation ou non de silures lors du bull ;
- Sa localisation sur la carte.

Concernant la localisation, la frayère a été découpée en plusieurs secteurs selon la typographie de la zone (Exemple de Saint-Laurent-d'Aigouze : Fig. 11). La position des compteurs de nuit a été indiquée sur les zones « A » et « B ».

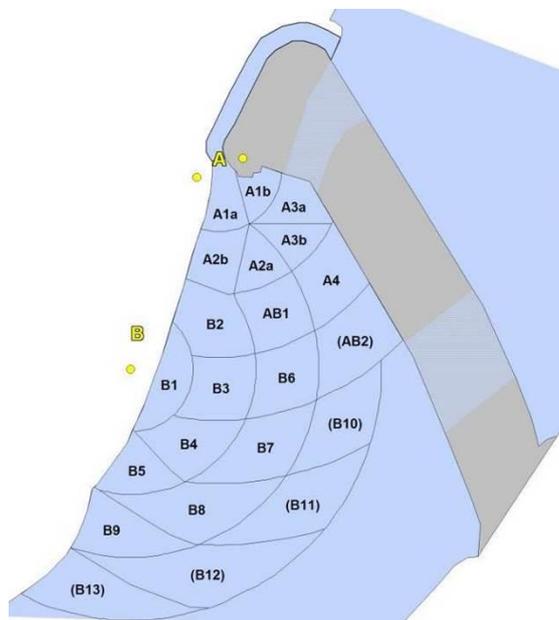


Figure 11 : Localisation des points de suivi A et B sur le secteur de la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze

Enfin, afin d'éviter les doubles comptages, les compteurs n'ont compté que les secteurs correspondant à leur « lettre » (secteurs B1 à B13 par exemple pour le compteur du point B de Saint-Laurent-d'Aigouze) plus ceux « intermédiaires » (AB1 et AB2). Pour ces derniers, une comparaison horaire a été effectuée à chaque fin de nuit pour ne pas qu'un bull soit compté deux fois (il y a double comptage si les 2 compteurs ont noté un bull à la même heure sur le même secteur).

- Facteurs abiotiques :

Parallèlement au suivi biologique, plusieurs paramètres environnementaux sont relevés :

- Des paramètres météorologiques : vent (présence, intensité), pluie, température de l'air et luminosité ;
- La phase lunaire ;
- La température de l'eau en début et en fin de comptage, en bordure de berge ;
- Le débit moyen journalier, obtenu à l'aide des données en libre accès mises à disposition sur le site internet de la *Banque Hydro* (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>). Les sites de référence sélectionnés sont la station de Sommière sur le Vidourle pour tous les sites et la station de Remoulins pour le Gardon ;
- Le débit réel à 01h de chaque nuit de suivi, correspondant au pic d'activité, obtenue le jour suivant d'après le site internet Hydroreel (<https://www.rdbmrc.com/hydroreel2/index.php>). Les sites de référence sélectionnés sont la station de Sommière sur le Vidourle pour tous les sites et la station de Remoulins pour le Gardon.

#### 4.2. Suivi acoustique

L'association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) a lancé en 2004 un projet d'automatisation du suivi de la reproduction des aloses feintes. Pour cela, l'objectif est de développer un algorithme sur les bases du Deep-Learning permettant de détecter automatiquement les bulls via un enregistrement de l'environnement sonore de la zone de fraie des aloses. Le but final de ce projet est d'optimiser le suivi de la reproduction en ayant la possibilité de suivre plusieurs sites au même moment (Alix & Rivoallan, 2020).

La fédération de pêche du Gard participe à ce projet depuis 2019. Sur chaque site de suivi de la reproduction des aloses, un micro est placé sur une des deux zones de suivi. Le choix de son emplacement dépend du bruit de fond mais également de la zone la plus favorable à la fraie. Tous les enregistrements sont par la suite transmis à MRM afin d'alimenter le logiciel de Deep-Learning et de l'entraîner à reconnaître de manière plus efficace un « bull ».

#### 4.3. ADN environnemental

L'ADN environnemental (ADNe) est un ensemble d'informations génétique présent de manière libre dans l'environnement. L'ADNe a l'avantage d'être extrait d'échantillons environnementaux sans avoir besoin d'isoler des individus cibles comme pour les études génétiques classiques. Cet ADNe peut provenir des fèces, de l'urine, de tissus organiques ou encore des gamètes que les individus libèrent dans l'environnement. La détection de l'ADN d'un organisme prouve sa présence actuelle ou récente dans le milieu échantillonné. L'ADNe est présent entre 1 et 25 jours après sa libération par un organisme dans le milieu aquatique (Dejean *et al.*, 2011).

La fédération de pêche du Gard a effectué plusieurs prélèvements d'ADN environnemental le 11 mai 2021 dans le Vidourle sur deux sites différents : un en amont du seuil de la Roque d'Aubais et un en aval de ce même seuil (Fig.12 et Fig.13).

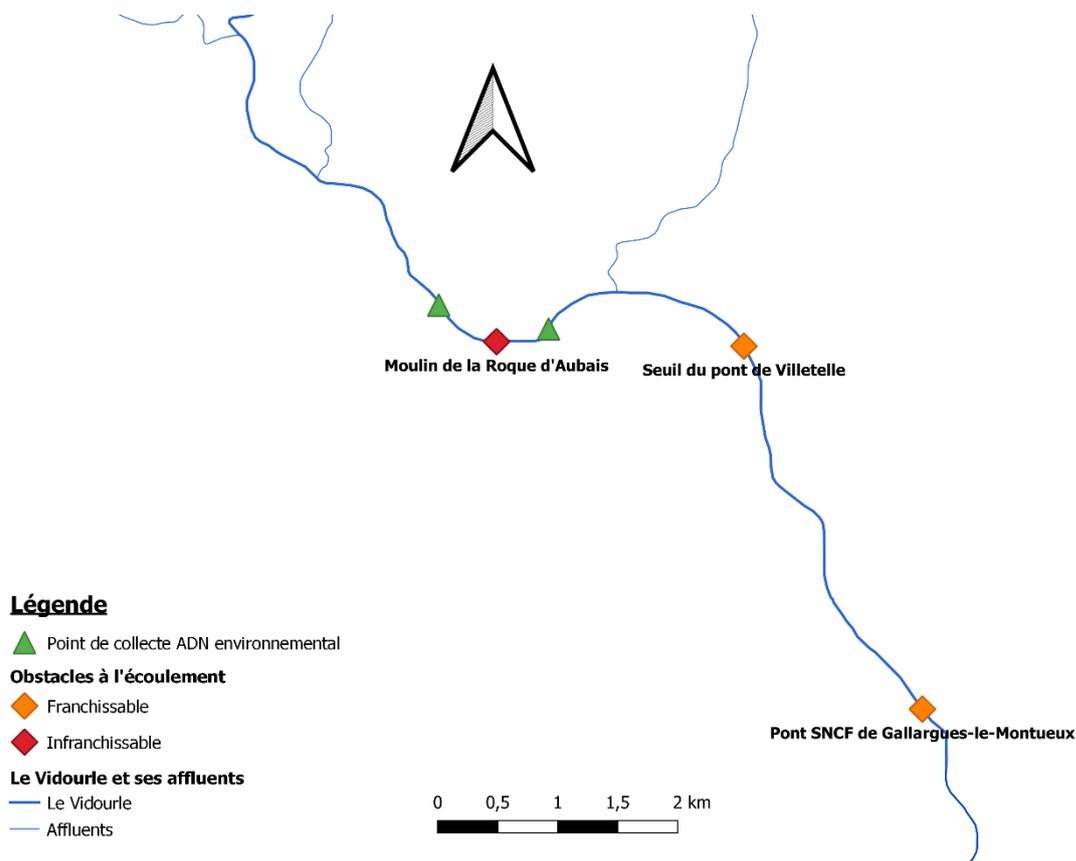


Figure 13 : Lieux de prélèvements de l'ADNe sur le Vidourle



Figure 12 : Prélèvements d'ADN environnemental sur le Vidourle

Le but de cette étude est de confirmer la présence d'aloses feintes en aval du seuil et de déterminer leur potentielle présence en amont de ce dernier. Cette étude permettra aussi de noter la présence de toutes les autres espèces piscicoles de la zone d'étude. Les lieux choisis sont des points de contraction du Vidourle où le courant s'accélère, l'ADNe y est donc plus concentré favorisant la détection des différentes espèces du milieu par leur ADN. Le protocole suivi est celui de SPYGEN pour les milieux aquatique courants. Le protocole consiste à filtrer l'eau du cours d'eau sur une membrane pendant 30 minutes puis d'isoler cette membrane dans une

solution tampon permettant de conserver l'ADN. Cette action est répliquée afin d'obtenir deux échantillons pour un site d'étude. Les échantillons sont ensuite envoyés au laboratoire SPYGEN pour y être analysés.

### III. Résultats

#### III.1. Nombre de bull

##### 1.1. Vidourle

Le suivi qualitatif de la reproduction de l'Alose feinte méditerranéenne (*Alosa agone*) sur le Vidourle a été réalisé du 12 avril au 7 juin 2021. Sur les 15 nuits de comptage, 82 bulls ont été dénombrés sur 5 nuits différentes (Tab.1).

Tableau 1 : Bilan du suivi 2021 sur le Vidourle

Début - Fin comptage	12/04/2021	07/06/2021
Effort de suivi moyen (hh:mm)	02:54	
Température de l'eau min et max de la période suivis (°C)	12	23
Débit min - max de la période suivis (cm <sup>3</sup> /s)	0.65	5.85

Nombre de nuit suivie	15	
Nombre de nuit avec et sans bull	5	10
Nombre de bulls comptés	82	
Nombre moyen de bull par nuit	5	
Nombre moyen de bull par nuit avec activités	16	
Nombre maximal de bulls en une nuit	30	

- Saint-Laurent-d'Aigouze

Le suivi qualitatif sur Saint-Laurent-d'Aigouze a été réalisé du 16 avril au 23 avril 2021. Sur les 2 nuits de comptage, 30 bulls ont été dénombrés, tous durant la nuit du 23 avril (Tab.2). Cette année, la reproduction a commencé le 23 avril sur ce site.

Tableau 2: Bilan du suivi 2021 sur Saint-Laurent-d'Aigouze

Début - Fin comptage	16/04/2021	23/04/2021
Effort de suivi moyen (hh:mm)	03:15	

Température de l'eau min et max de la période suivis (°C)	13.2	15.7
Débit min - max de la période suivis (cm <sup>3</sup> /s)	0.7	0.76

Nombre de nuit suivie	2	
Nombre de nuit avec et sans bull	1	1
Nombre de bulls comptés	30	
Nombre moyen de bull par nuit	15	
Nombre moyen de bull par nuit avec activités	30	
Nombre maximal de bulls en une nuit	30	

- Villetelle

Le suivi qualitatif sur Villetelle a été réalisé du 12 avril au 7 juin 2021. Sur les 8 nuits de comptage, 52 bulls ont été dénombrés (Tab.3).

Tableau 3: Bilan du suivi 2021 sur Villetelle

Début - Fin comptage	12/04/2021	07/06/2021
Effort de suivi moyen (hh:mm)	03:04	

Température de l'eau min et max de la période suivis (°C)	12	23
Débit min - max de la période suivis (cm <sup>3</sup> /s)	0.65	5.85

Nombre de nuit suivie	8	
Nombre de nuit avec et sans bull	4	4
Nombre de bulls comptés	52	
Nombre moyen de bull par nuit	7	
Nombre moyen de bull par nuit avec activités	13	
Nombre maximal de bulls en une nuit	24	

L'activité reproductrice s'est déroulée sur 4 nuits, elle s'est déroulée exclusivement au mois de mai (Fig.14). La semaine du 10 mai a été une semaine avec de fortes pluies. La nuit de suivi du 10 mai a donc été annulé. Le 17 mai, le débit était encore assez important et la turbidité forte. Cela pourrait expliquer le faible nombre de bull cette nuit-là. Aucune nuit de reproduction n'a été comptabilisée aux mois d'avril et juin.

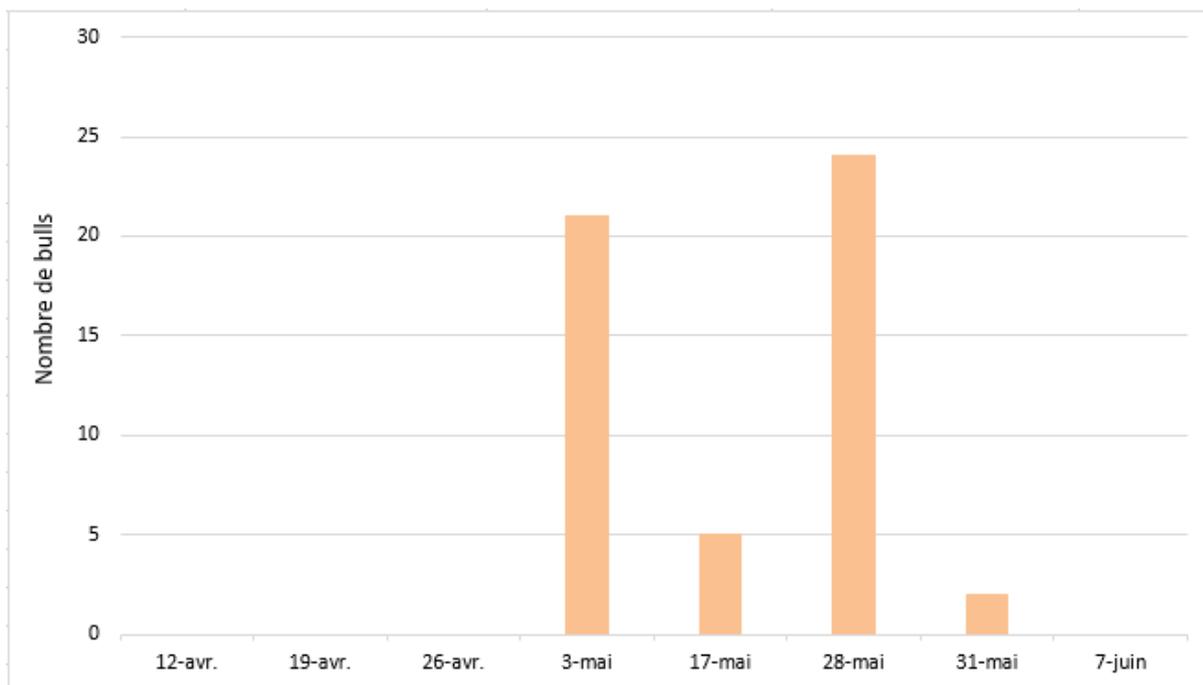


Figure 14 : Évolution du nombre de bulls lors des nuits de suivi sur Villetelle

- Roque d'Aubais

Le suivi qualitatif sur Roque d'Aubais a été réalisé du 3 mai au 4 juin 2021. Sur les 5 nuits de comptage, aucun bull n'a été dénombré (Tab.4).

Tableau 4 : Bilan du suivi 2021 pour Roque d'Aubais

Début - Fin comptage	03/05/2021	04/06/2021
Effort de suivi moyen (hh:mm)	02:31	

Température de l'eau min et max de la période suivis (°C)	15.2	22
Débit min - max de la période suivis (cm <sup>3</sup> /s)	0.85	3.22

Nombre de nuit suivie	5	
Nombre de nuit avec et sans bull	0	5
Nombre de bulls comptés	0	
Nombre moyen de bull par nuit	0	
Nombre moyen de bull par nuit avec activités	0	
Nombre maximal de bulls en une nuit	0	

## 1.2. Gardon

Le suivi qualitatif sur le Gardon a été réalisé du 14 avril au 11 juin 2021. Sur les 9 nuits de comptage, 52 bulls ont été dénombrés (Tab.5).

Tableau 5 : Bilan du suivi 2021 sur le Gardon

Début - Fin comptage	14/04/2021	11/06/2021
Effort de suivi moyen (hh:mm)	02:06	

Température de l'eau min et max de la période suivis (°C)	11.8	21.7
Débit min - max de la période suivis (cm <sup>3</sup> /s)	6.12	18.1

Nombre de nuit suivie	9	
Nombre de nuit avec et sans bull	5	4
Nombre de bulls comptés	52	
Nombre moyen de bull par nuit	6	
Nombre moyen de bull par nuit avec activités	10	
Nombre maximal de bulls en une nuit	15	

L'activité reproductrice s'est déroulée sur 5 nuits, elle s'est déroulée aux mois de mai et juin (Fig.15). La semaine du 10 mai a été une semaine avec de fortes pluies. La nuit de suivi du 12 mai a donc été annulé dû aux débits importants. Du 26 mai au 11 juin, une période de reproduction continue est observée avec au moins 5 bulls par nuit. Le pic de reproduction apparaît sur les deux dernières nuits de suivi, le 9 et le 11 juin, avec 15 bulls chaque nuit.

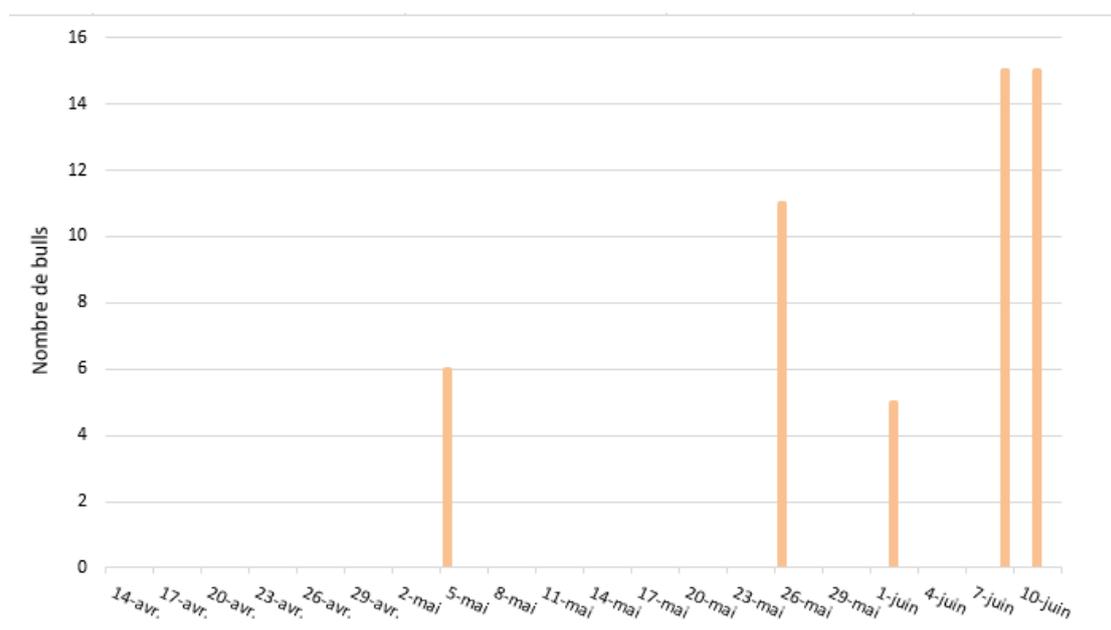


Figure 15: Évolution du nombre de bulls lors des nuits de suivi sur le Gardon à Fournès

## III.2. Influence des paramètres environnementaux sur l'activité reproductrice

### 1.3. Le débit

#### a. Sur le Vidourle

En observant les débits du Vidourle à Sommière, depuis le début de l'année, un coup d'eau est visible à la fin du mois de février atteignant les 27 m<sup>3</sup>/s. Un autre coup d'eau est observable début mai avec un débit avoisinant les 105 m<sup>3</sup>/s à son maximum (Fig. 16).

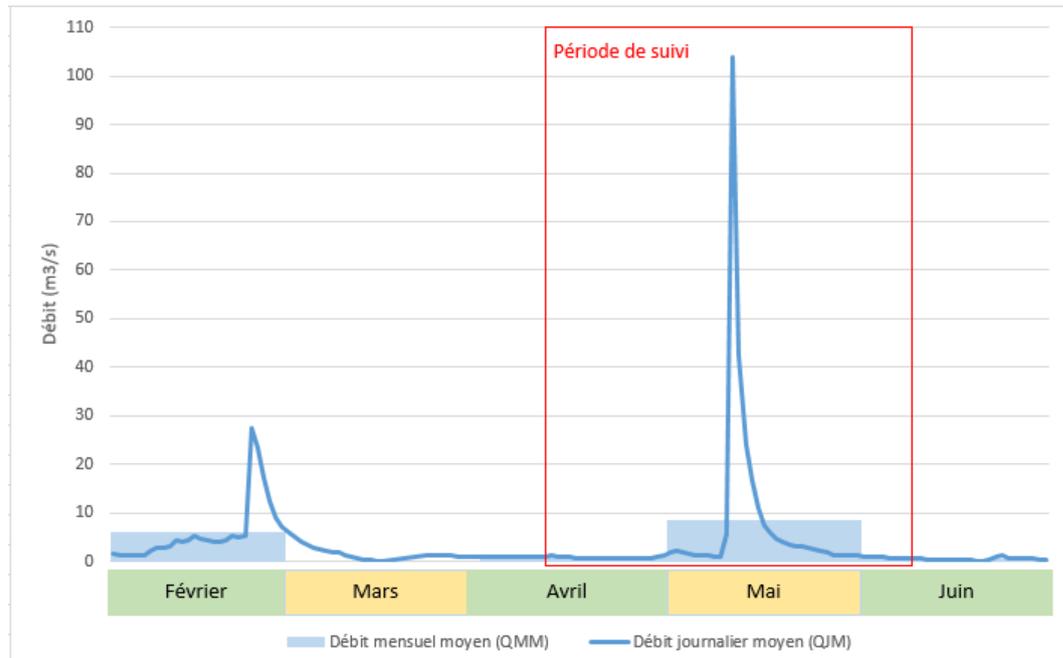


Figure 16 : Évolution des débits journaliers moyen (QJM, courbe) et moyen mensuels (QMM, histogramme) du Vidourle du 1<sup>er</sup> février au 30 juin 2021

Un pic de crue avec un débit de 104 m<sup>3</sup>/s a été enregistré la nuit du 11 mai (Fig. 16). Les premiers bulls sur Villetelle ont été observés le 3 mai 2021. Suite aux fortes pluies, les observateurs ont dénombré seulement 5 bulls le 17 mai alors qu'ils en ont observé 21 la nuit du 3 mai (Fig. 17).

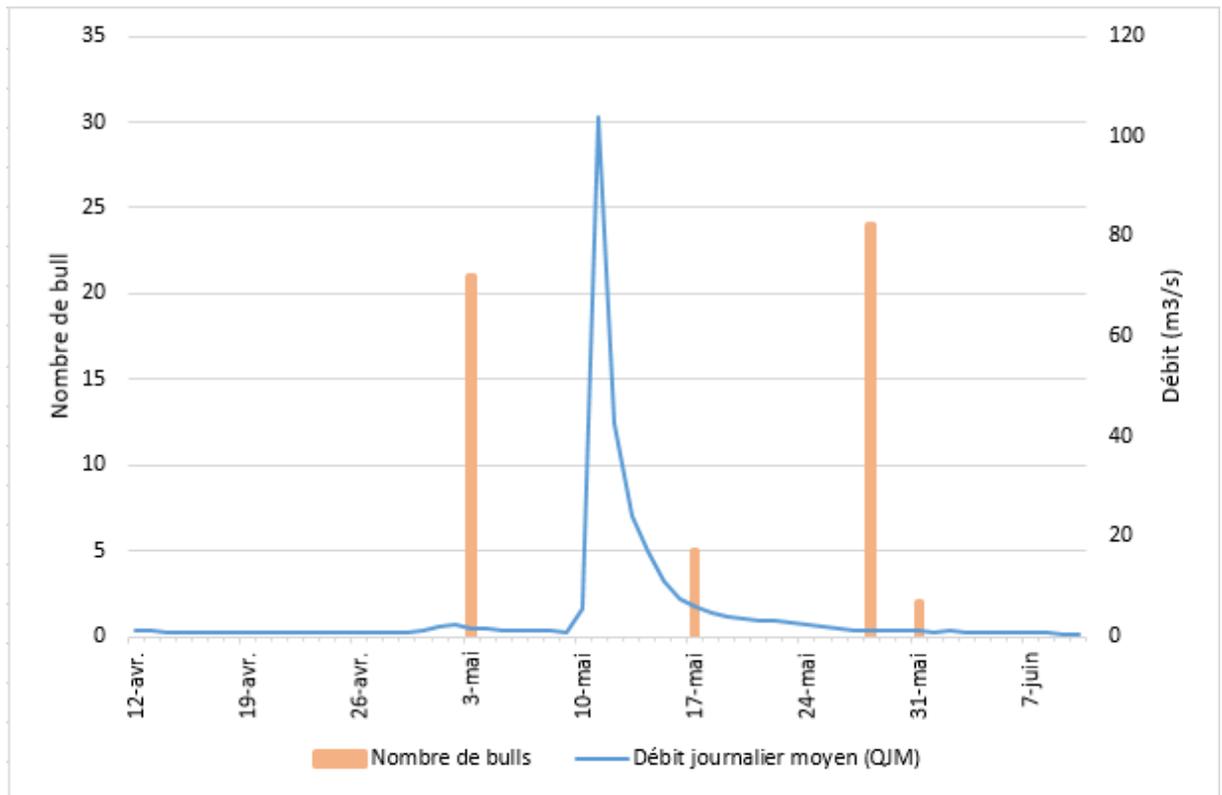


Figure 17 : Évolution du nombre de bulls en fonction du débit sur Villetelle

## Sur le Gardon

En regardant les débits du Gardon à Remoulins, un coup d'eau est visible début mai avec un débit avoisinant les 370 m<sup>3</sup>/s à son maximum (Fig.18).

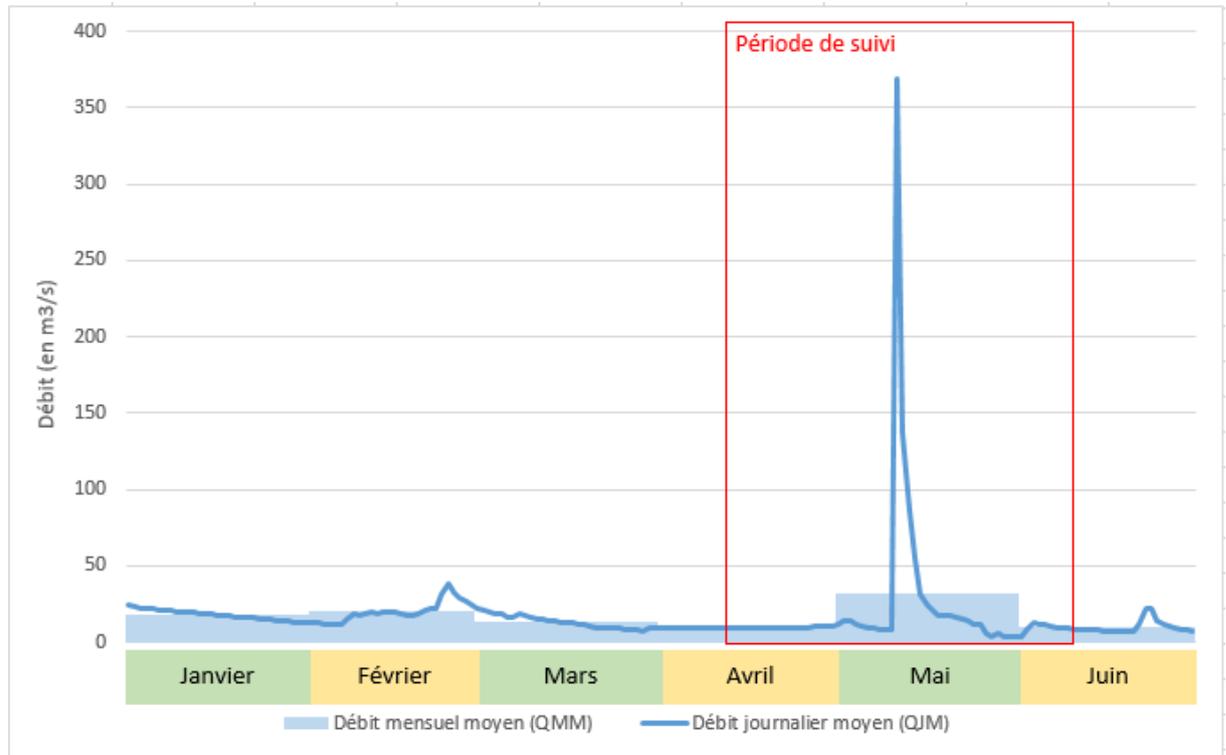


Figure 18 : Évolution des débits journaliers moyen (QJM, courbe) et moyen mensuels (QMM, histogramme) du Gardon du 1er janvier au 30 juin 2021

Les variations de débit influencent fortement l'activité reproductrice des aloses. Un pic de crue de 369 m<sup>3</sup>/s a été enregistré la nuit du 11 mai. Le début de la reproduction des aloses sur le Gardon est le 5 mai 2021. Cependant, après la crue, il faut attendre bien après la décrue pour observer de nouveau des « bulls » fin mai, (Fig. 19).

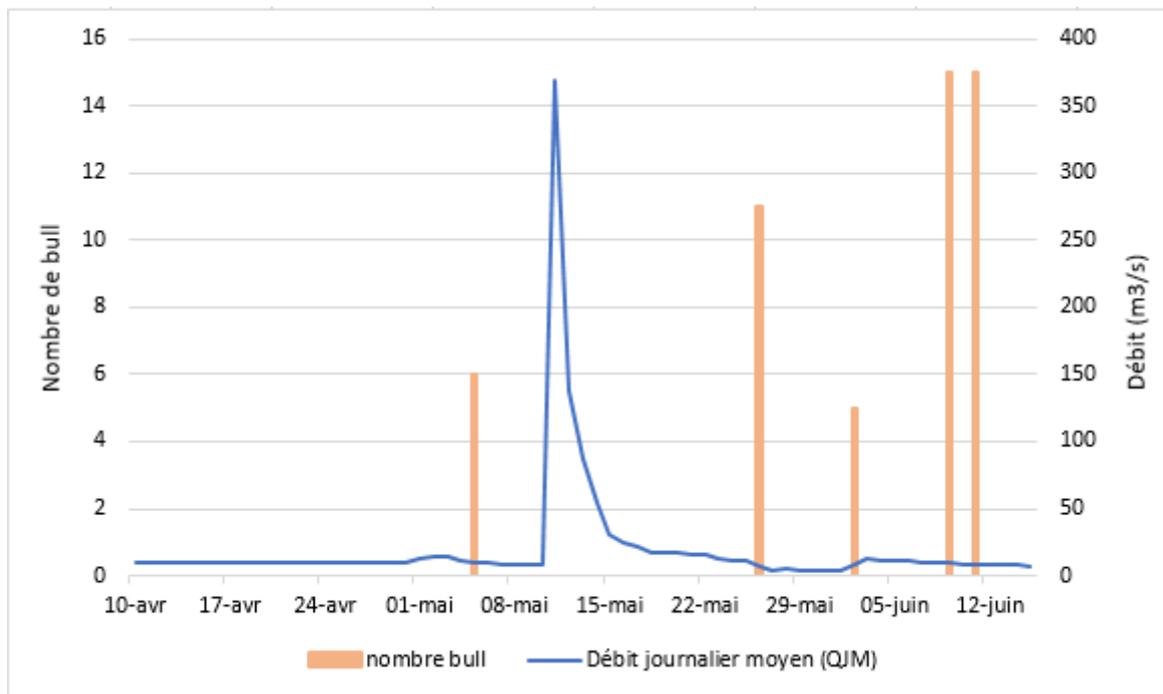


Figure 19: Évolution du nombre de bulls en fonction du débit sur le Gardon

#### 1.4. La température

##### a. Sur le Vidourle

- Saint-Laurent-d'Aigouze

Sur les deux nuits suivies cette année, la température moyenne de l'eau était de 13.45°C la première nuit et a atteint 15.4°C la seconde nuit. Sur cette période, la température de l'eau moyenne de l'eau par nuit n'a jamais dépassé le seuil théorique de 16°C, à partir duquel les aloses se reproduisent (Fig. 20).

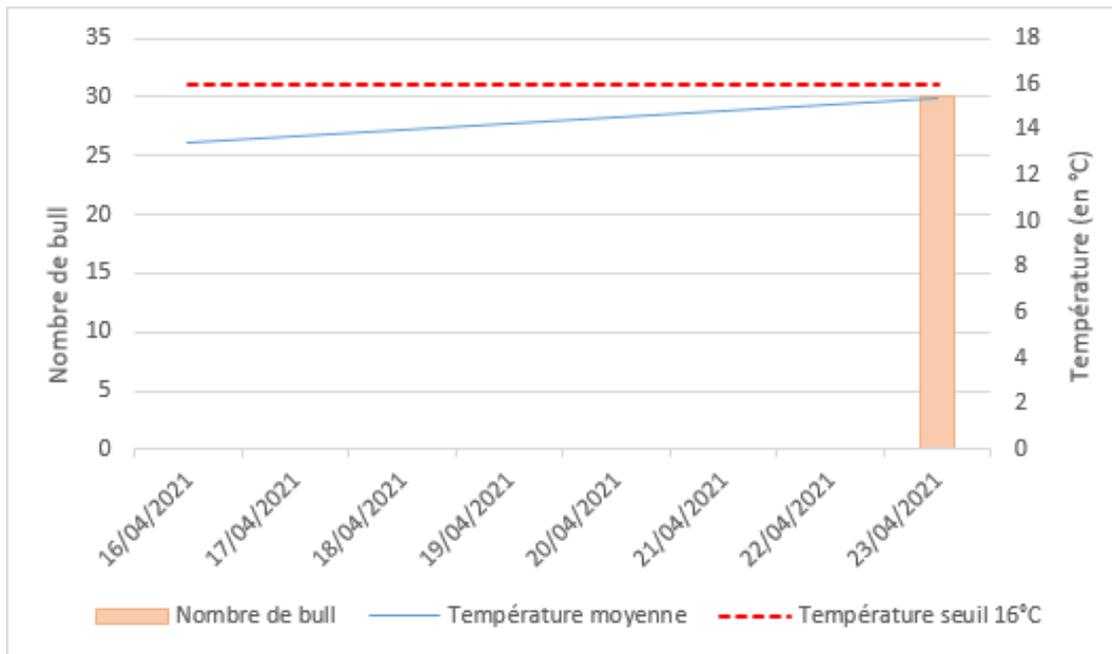


Figure 20 : Évolution du nombre de bulls et de la température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi à Saint-Laurent-d'Aigouze

L'abondance des bulls a été à son maximum lorsque la température de l'eau était comprise entre 15°C et 16°C (Fig.21). En effet, 100% des bulls totaux ont été observés dans cette gamme de température. Entre 13°C et 14°C, aucun bull n'a été observé.

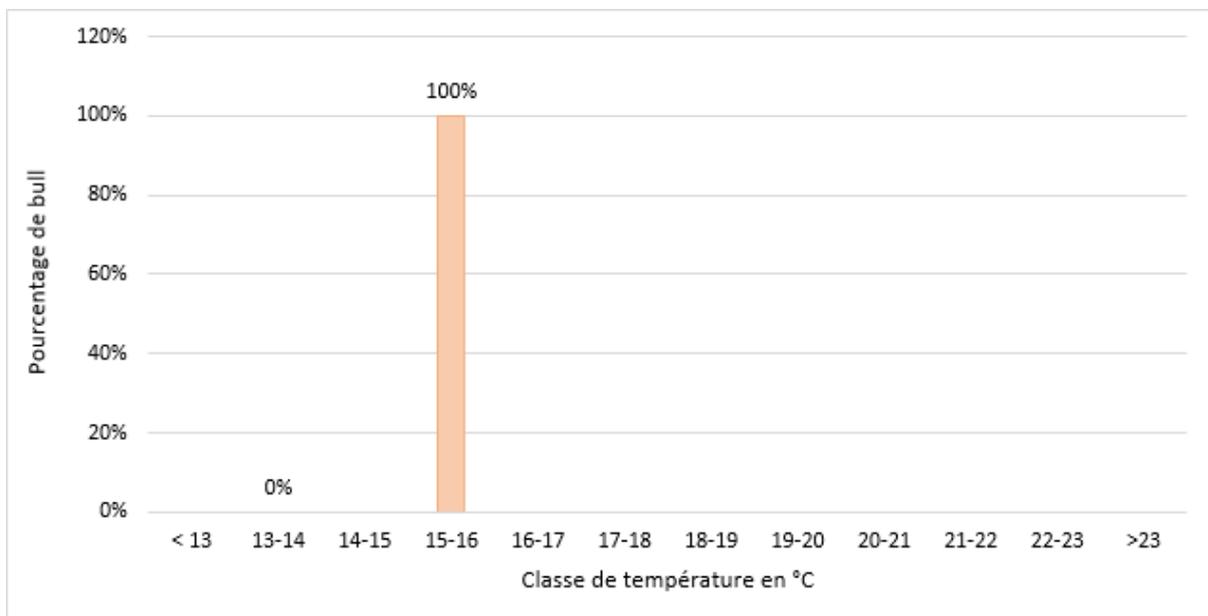


Figure 21 : Distribution des bulls observés par classe de température moyenne (°C) de l'eau (relevée lors des suivis) à Saint-Laurent d'Aigouze

- Villetelle

Sur la période de suivi, la température moyenne de l'eau par nuit était au minimum de 12.7°C et a atteint au maximum 22.7°C. Durant cette phase, la température de l'eau moyenne est passé au-dessus du seuil théorique à partir du 3 mai (Fig. 22).

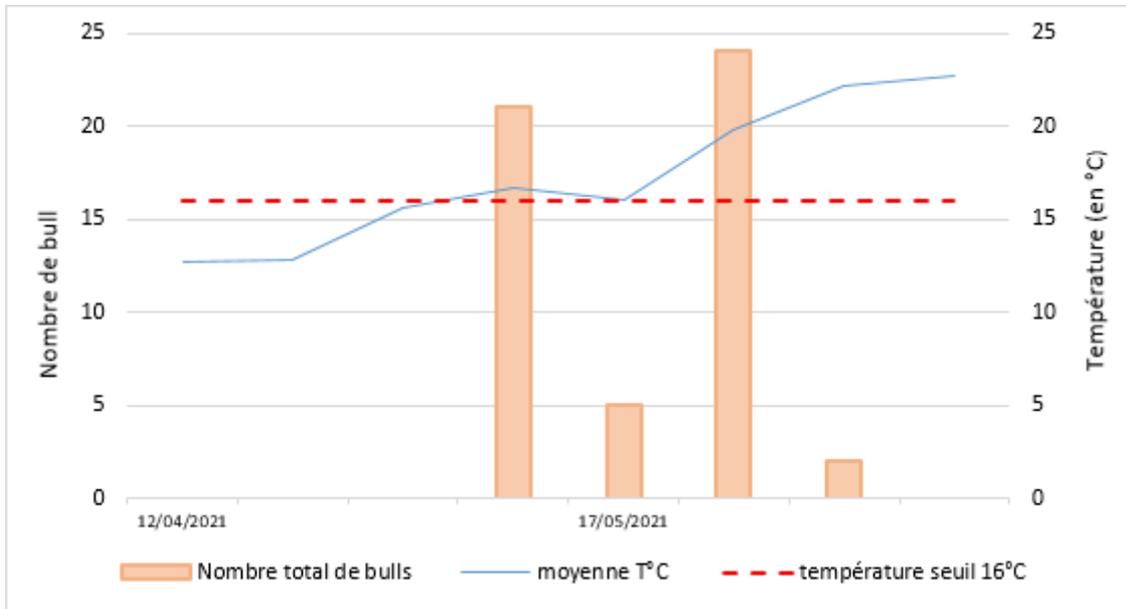


Figure 22 : Évolution du nombre de bulls et de la température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi à Villetelle

L'abondance des bulls a été à son maximum lorsque la température de l'eau était comprise entre 16°C et 17°C (Fig.23). En effet, 50% des bulls totaux ont été observés dans cette gamme de température.

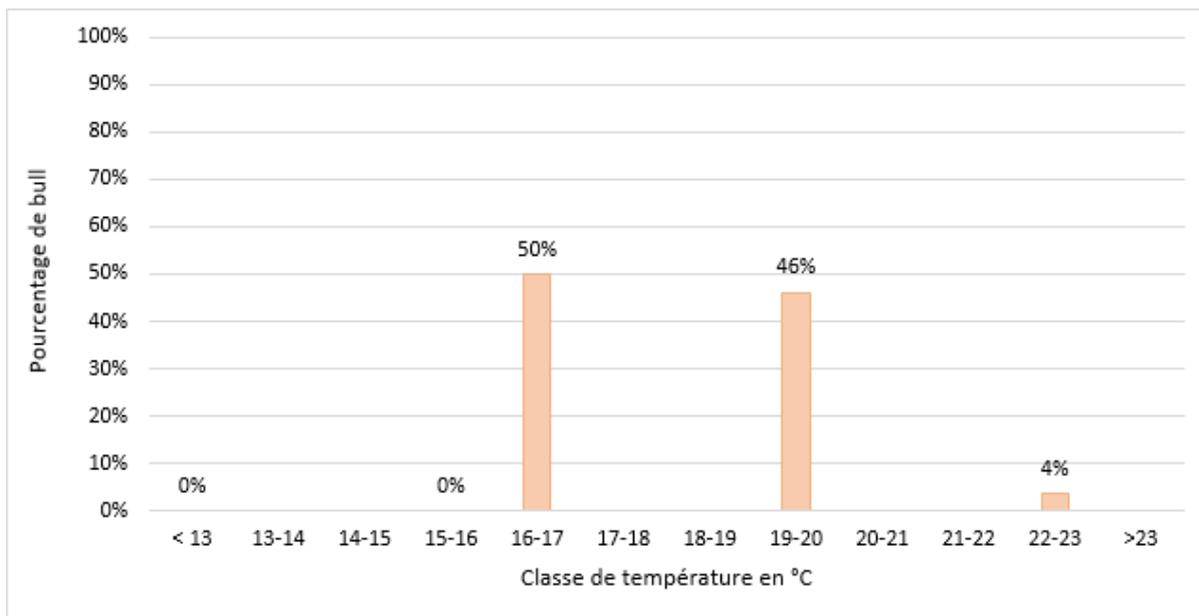


Figure 23 : Distribution des bulls observés par classe de température moyenne (°C) de l'eau (relevée lors des suivis) à Villetelle

- Roque d'Aubais

La température moyenne de l'eau par nuit était au minimum de 15.7°C et a atteint au maximum 21.9°C sur la période de suivi. Durant cette phase, la température de l'eau moyenne a toujours été au-dessus du seuil théorique de 16°C (Fig. 24). Cependant, aucun bull n'a été observé durant les nuits de suivi en 2021.

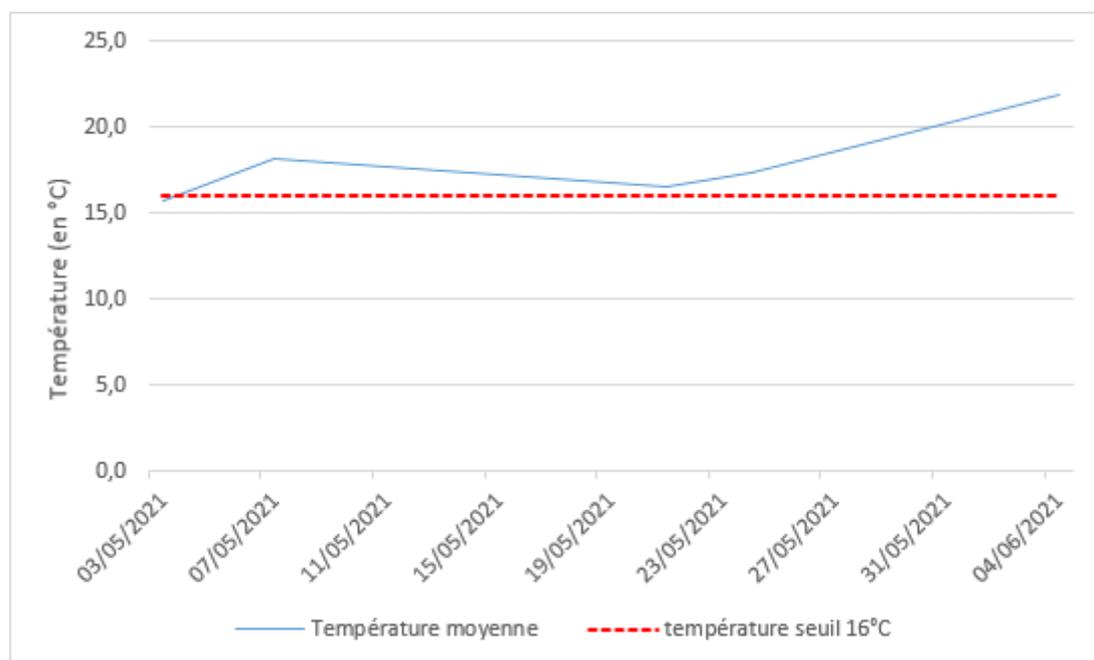


Figure 24 : Température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi à Roque d'Aubais

b. Sur le Gardon

Sur la période de suivi, la température moyenne de l'eau était au minimum de 12.35°C et a atteint au maximum 21.3°C. Sur cette période, la température de l'eau moyenne était en dessous du seuil théorique du 14 avril au 5 mai (Fig. 25).

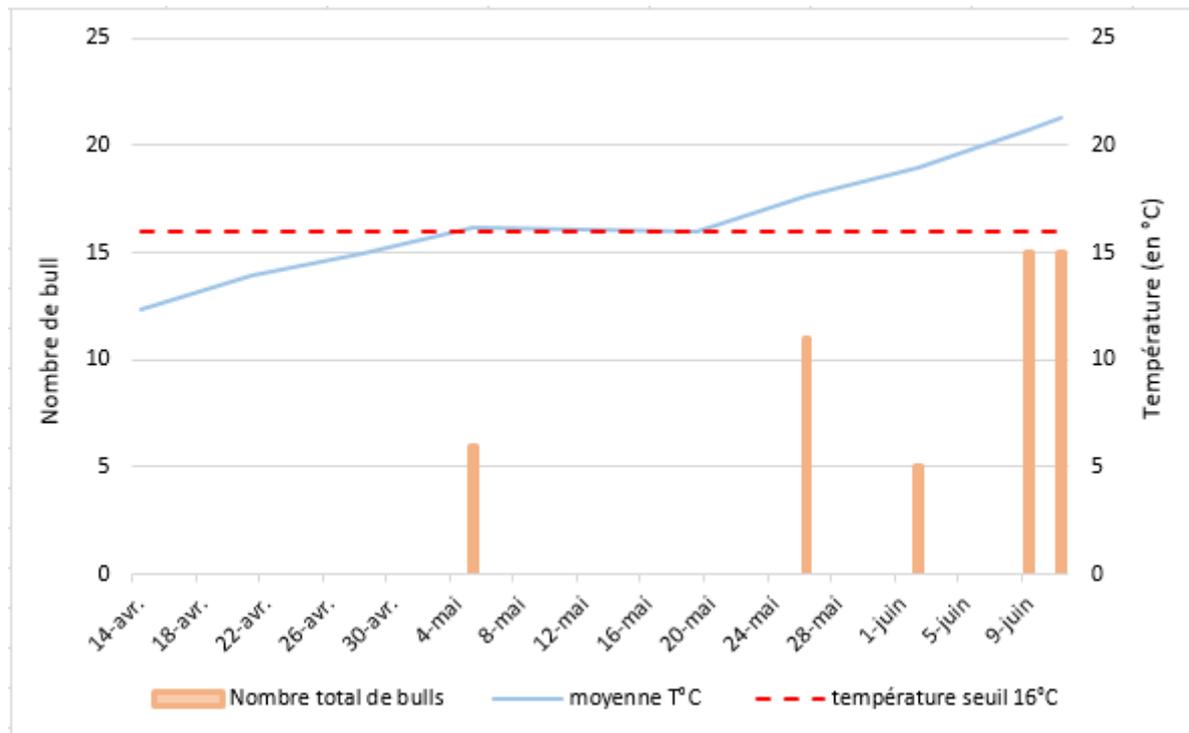


Figure 25 : Évolution du nombre de bulls et de la température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi sur le Gardon

L'abondance des bulls a été à son maximum lorsque la température de l'eau était comprise entre 20°C et 22°C (Fig.26). En effet, cette classe de température comporte 58% des bulls totaux.

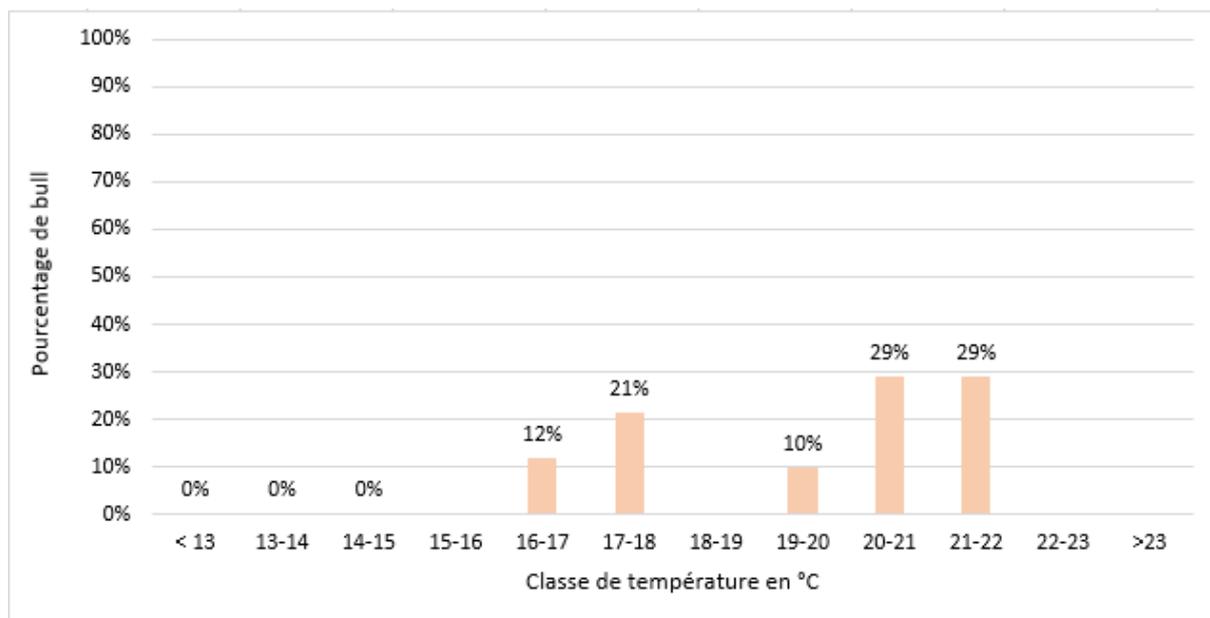


Figure 26 : Distribution des bulls observés par classe de température moyenne (°C) de l'eau (relevée lors des suivis) sur le Gardon

#### 1.5. La prédation par le silure glane (*Silurus glanis*)

##### a. Vidourle

- Saint-Laurent-d'Aigouze

La proportion de bulls ayant présentée une attaque de silure sur cette station est importante. En effet, 37% des bulls ont subi une attaque de silure et 13% ont été avortés dû à l'attaque d'un silure durant la période de suivi (Fig.27). Les données de 2017 et 2020 sur cette même station montrait que 42% des bulls étaient attaqués. Il semble y avoir une légère diminution de la prédation par le silure glane par rapport aux deux années précédentes. Cependant, le nombre de nuit de comptage étaient plus importants en 2017 et 2020, 30 et 15 jours respectivement.

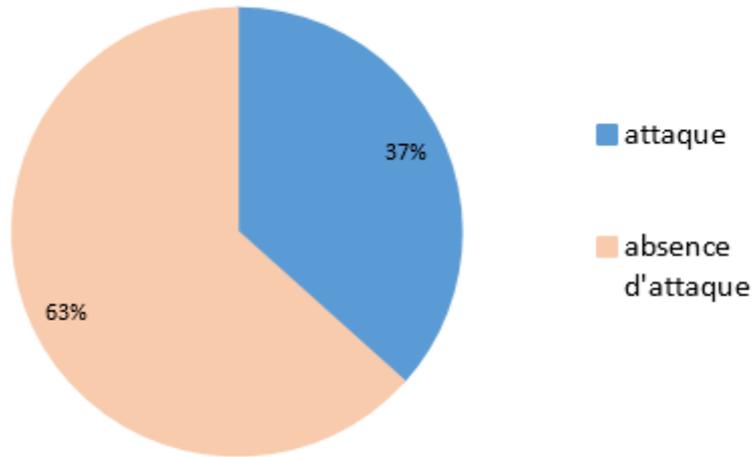


Figure 27 : Proportion des attaques de silure lors des bulls à Saint-Laurent-d'Aigouze

- Villetelle

La proportion de bulls ayant présentée une attaque de silure était de 10% à Villetelle (Fig.28). Moins de 1% des bulls ayant subi une attaque ont été avortés.

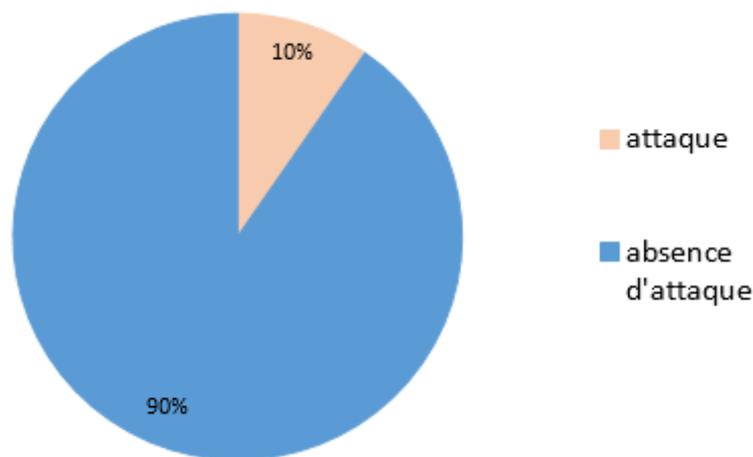


Figure 28 : Proportion des attaques de silure lors des bulls à Villetelle

*b. Gardon*

Aucune attaque de silure n'a été observée lors des bulls sur le Gardon. Ce résultat est comparable aux données obtenues en 2017 et 2019.

### III.3. Description du frai

#### 3.1. Déroulement d'une nuit

##### a. Vidourle

- Saint-Laurent-d'Aigouze

La plage horaire du frai le plus important se situe entre 1h et 1h30 (40% des bulls), correspondant au pic d'activité, et 20% entre 1h30 et 2h (Fig.29). Si on regroupe ces deux plages horaires, 60% des bulls ont eu lieu entre 1h et 2h du matin. Le nombre de bull décroît ensuite et devient nul à partir de 2h30.

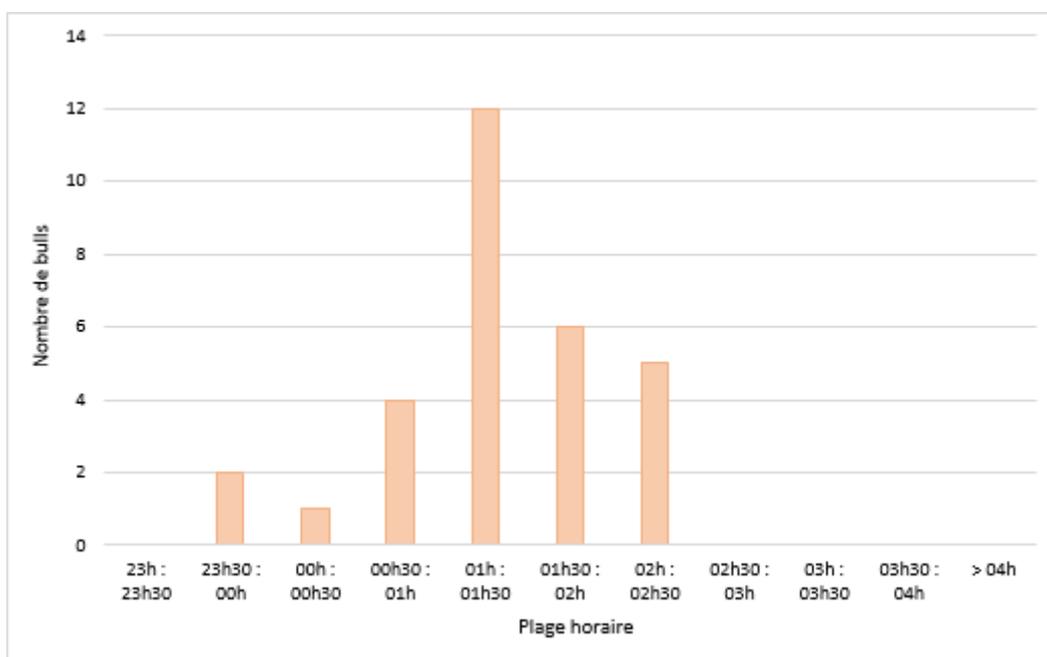


Figure 29 : Nombre de bulls observés en fonction de l'heure (pas de temps de 30min) à Saint-Laurent-d'Aigouze sur le Vidourle

- Villetelle

La plage horaire du frai le plus important se situe entre 00h30 et 1h (33% des bulls), correspondant au pic d'activité, et 21% entre 1h et 1h30 (Fig.30). Si on regroupe ces deux plages horaires, 54% des bulls ont eu lieu entre 00h30 et 1h30 du matin. Le nombre de bull décroît ensuite et devient nul à partir de 2h.

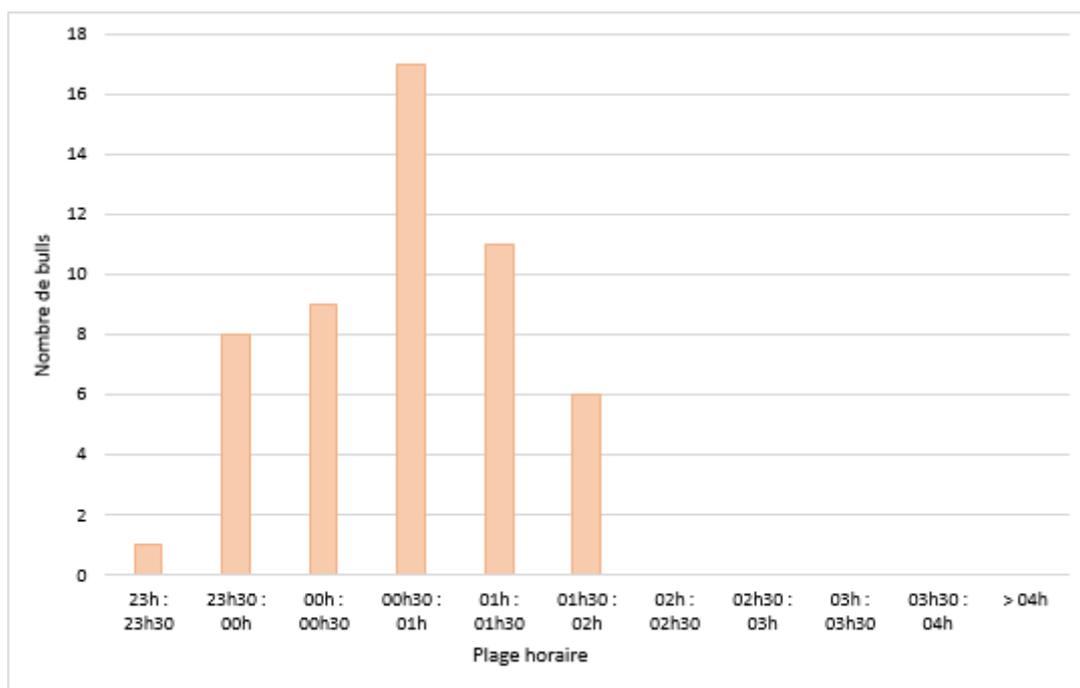


Figure 30 : Nombre de bulls observés en fonction de l'heure (pas de temps de 30min) à Villetelle sur le Vidourle

*b. Gardon*

La plage horaire du frai le plus important se situe entre 23h30 et minuit (33% des bulls), correspondant au pic d'activité, et 25% entre 00h30 et 1h (Fig.31). 69% des bulls ont eu lieu entre 23h30 et 1h du matin. Le nombre de bull décroît à partir de 1h et devient nul à partir de 2h.

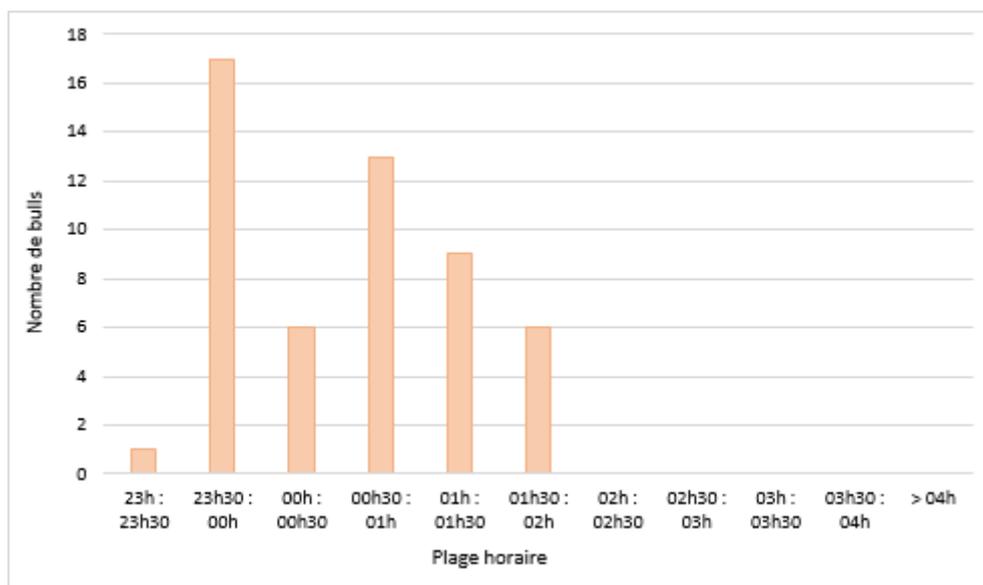


Figure 31 : Nombre de bulls observés en fonction de l'heure (pas de temps de 30min) à Fournès sur le Gardon

### 3.2. Variations dans l'espace

#### a. Vidourle

- Saint-Laurent-d'Aigouze

La répartition dans l'espace est assez inégale. En effet, 73% des bulls ont été observés dans la zone B contre 17% en A et 10% en AB (Fig.32).

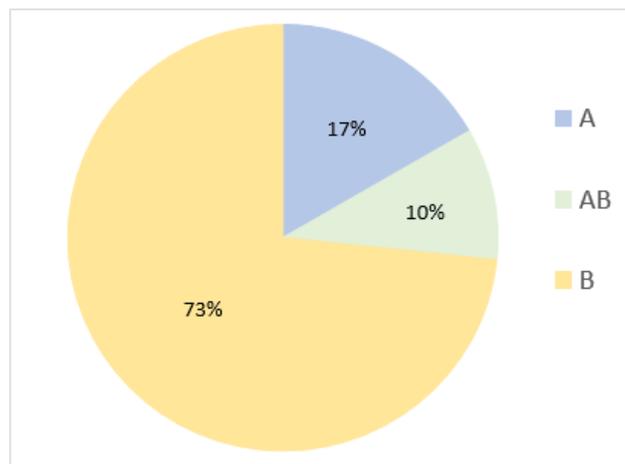


Figure 32 : Répartition des bulls sur les trois grandes zones de la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze

Des zones préférentielles sont également observables sur la frayère puisque 20% des bulls ont été observés dans un seul secteur, le secteur B8 (Fig.33) et 10% respectivement pour les secteurs B1, B2 et B6. Ces quatre secteurs représentent à eux seuls 50% de la répartition des bulls et représentent le foyer de la frayère.

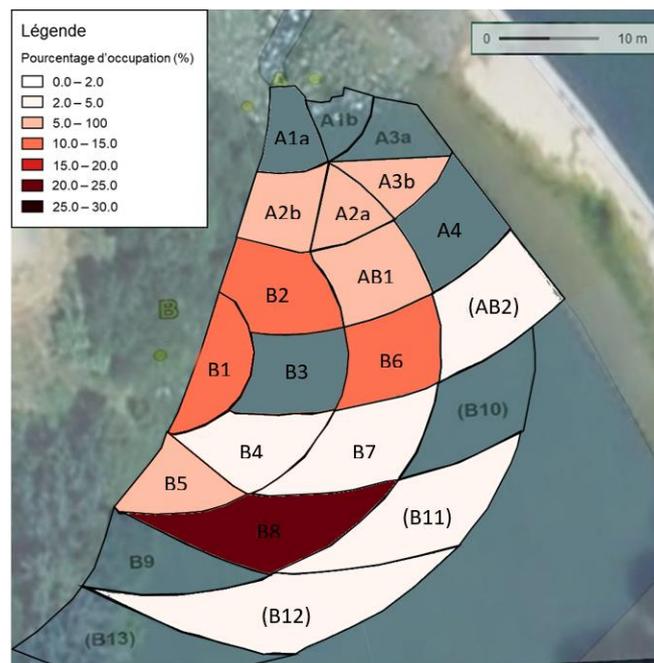


Figure 33 : Répartition des bulls par secteurs dans la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze

- Villetelle

La répartition dans l'espace est assez inégale. En effet, 87% des bulls ont été observés dans la zone A contre 11% en B et 2% en AB (Fig.34). La carte de la répartition des bulls n'a pas été réalisée pour ce site car les secteurs précis n'ont pas nécessairement été relevés à chaque nuit de suivi par les observateurs.

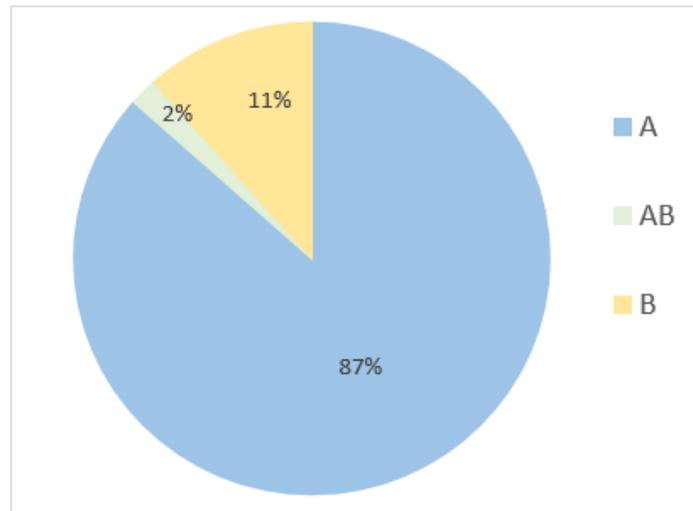


Figure 34 : Répartition des bulls sur les trois grandes zones de la frayère de Villetelle

*b. Gardon*

La répartition dans l'espace est inégale. En effet, 96% des bulls ont été observés dans la zone A contre 2% respectivement en B et AB (Fig.35).

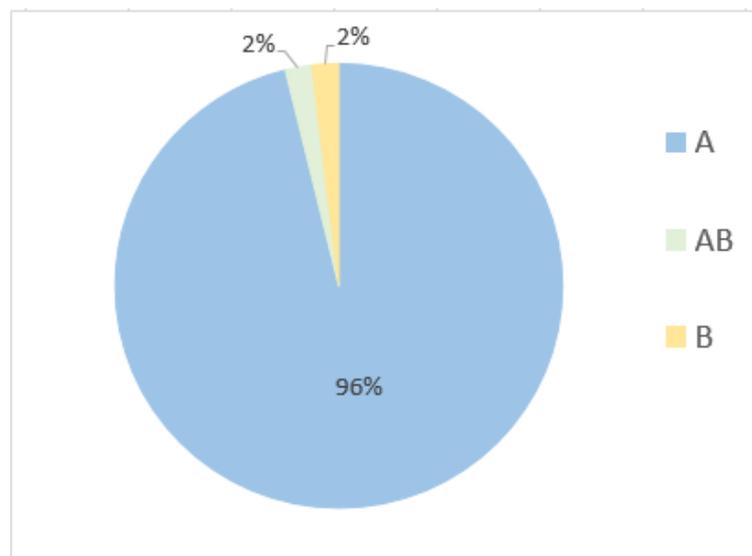


Figure 35 : Répartition des bulls sur les trois grandes zones de la frayère du Gardon

Des zones préférentielles sont également observables sur la frayère puisque 25% des bulls ont été observés dans un seul secteur, le secteur A5 (Fig.36). On dénombre 19% pour le secteur A6 et 17% pour les secteurs A3 et A7. Ces quatre secteurs représentent à eux seuls 78% de la répartition des bulls et représentent le foyer de la frayère.

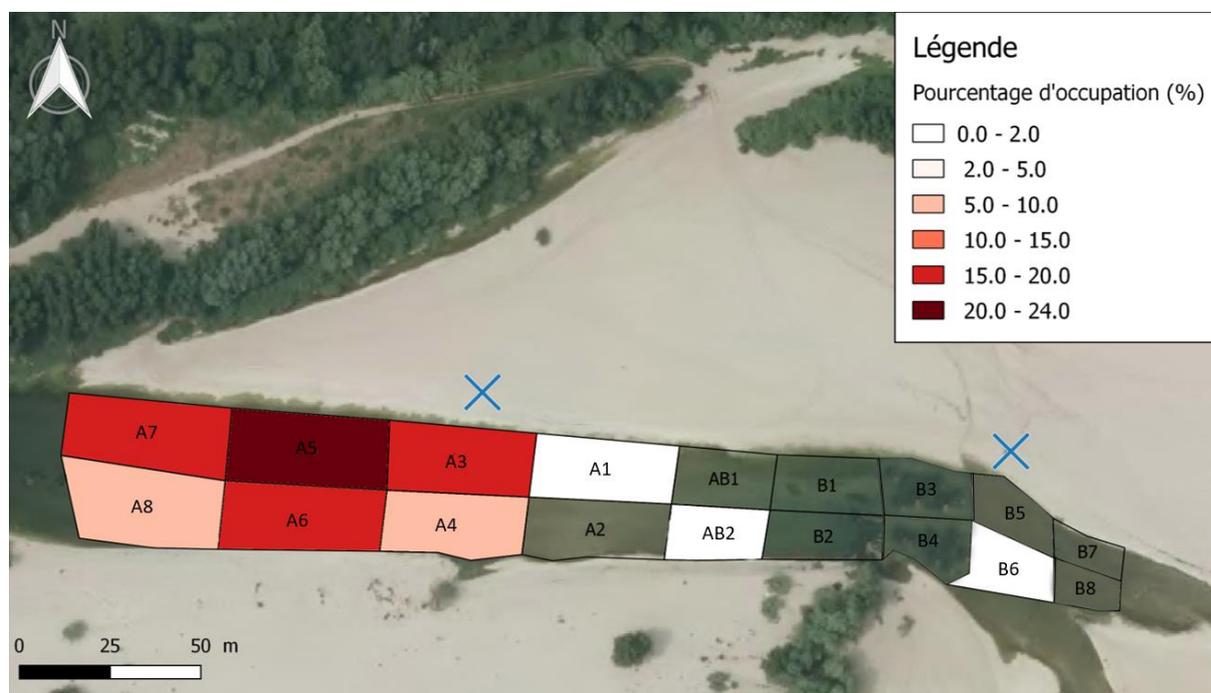


Figure 36 : Répartition des bulls par secteurs dans la frayère du Gardon

#### III.4. Comparaison avec les années précédentes

Depuis 2015, le nombre moyen de bulls par nuit a nettement diminué sur le site de saint Laurent d'Aigouze. Alors que le nombre moyen de bulls par nuit étaient d'une quinzaine avant 2015, il devient inférieur à 8 après jusqu'à atteindre 2 en 2020 (Tab.6). L'année 2021 ne peut pas être comparée avec les années précédentes. En effet, il y a eu seulement 2 nuits de suivi et les résultats sont qualitatifs. Le nombre de bulls est extrapolé lorsque le suivi a lieu une nuit sur deux.

Tableau 6 : Évolution du nombre de bull total sur la période de reproduction avril-juin à Saint-Laurent-d'Aigouze de 2008 à 2021. Les lignes en orange représentent les années avec des données qualitatives. Les données quantitatives = Extrapolation nombre de bull x2 (\*)

	Durée de la période de suivi (jours)	Effort de suivi réel (jours)	Nombre de nuits avec activité	Nombre total de bulls	Nombre moyen de bulls par nuit	Nombre moyen de bulls par nuit avec activité
2008	42	33	23 (70%)	1024	31	45
2009	51	51	38 (75%)	1987	39	52
2010	60	51	39 (76%)	1127	22	29
2011	60	60	50 (83%)	887	15	18
2012	60	55	49 (89%)	752	13	15
2013	30	30	26 (87%)	1314*	22	25

2014	30	30	27 (90%)	728*	12	13
2015	31	30	24 (80%)	500*	8	10
2016	30	30	24 (80%)	398*	7	8
2017	30	30	20 (67%)	448*	7	11
2020	30	15	9 (60%)	66*	2	4
2021	9	2	1 (50%)	30	15	30

Pour le Gardon, les années 2018 et 2021 sont des années avec des données qualitatives. Et bien qu'on observe une augmentation du nombre moyen de bulls entre 2017 et 2019 (Tab.7) ces données sont insuffisantes pour en tirer une tendance globale.

**Tableau 7 : Évolution du nombre de bull total sur la période de reproduction avril-juin sur le Gardon de 2017 à 2021. Les lignes en orange représentent les années avec des données qualitatives. Les données quantitatives conduisent à une extrapolation du nombre de bull x2 (\*)**

	Durée de la période de suivi (jours)	Effort de suivi réel (jours)	Nombre de nuits avec activité	Nombre total de bulls	Nombre moyen de bulls par nuit	Nombre moyen de bulls par nuit avec activité
2017	22	22	5 (22,7%)	78*	2	8
2018	5	2	1 (50%)	11	6	11
2019	30	24	9 (37,5%)	392*	8	22
2021	9	9	5 (56%)	52	6	10

### III.5. Résultats de l'ADNe

Dans les bases de référence génétique (basées sur des amorces spécifiques) connues à l'heure actuelle, certains taxons sont identifiés au genre et d'autres seulement à la famille. Pour l'alse feinte du Rhône, l'identification s'arrête à la famille *Alosa sp.* (contrairement à l'anguille européenne, où l'on va jusqu'au genre *Anguilla anguilla*).

La figure 37 indique la présence/absence des espèces piscicoles migratrices (dont l'alse) sur le Vidourle entre Villetelle et la Roque d'Aubais. Sur ce tronçon des aloses sont présentes (ADN positif : 12 répliquas sur 12) alors qu'à l'amont du seuil de la Roque d'Aubais, aucune alose n'a été détecté (0 répliqua sur 12).

L'anguille européenne, autre poisson migrateur, a également été détecté lors de l'analyse ADNe. Cette espèce ne fait pas partie du sujet de ce rapport mais sa présence reste tout de même intéressante. L'anguille est présente sur les deux secteurs, en amont et aval du seuil de la Roque d'Aubais, mais en plus faible proportion (entre 5 et 6 répliquas positifs sur 12). Leur présence à l'amont du seuil s'explique par leur capacité de reptation. Cela leur permet de franchir « difficilement » des seuils possédant une chute importante mais une pente plus ou moins douce.

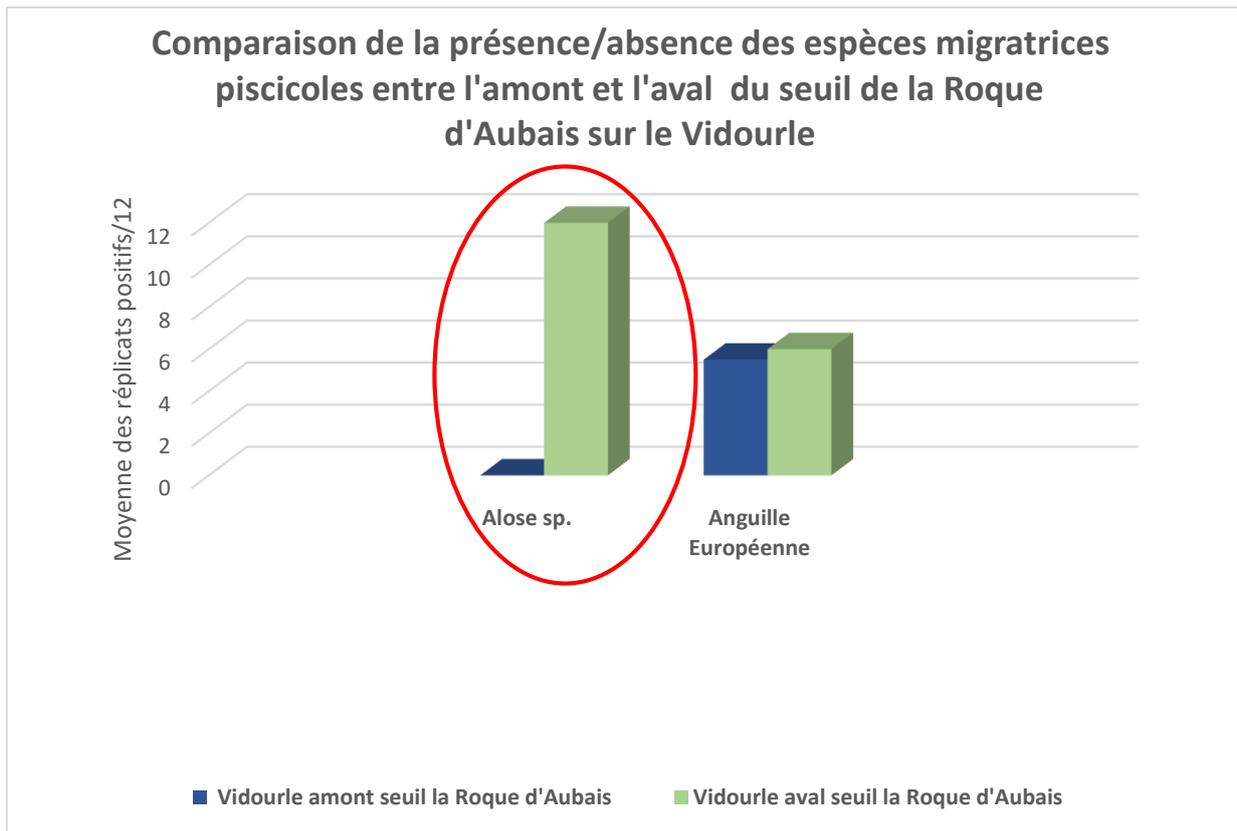


Figure 37 : Résultats des données par ADNe sur le Vidourle (amont et aval du seuil de la Roque d'Aubais)

#### IV. Discussion

En 2021, les conditions hydrauliques semblent avoir été favorables à la remontée des aloses sur le Vidourle avec coup d'eau en février puis une crue mi-mai qui ont créé des débits d'attrait. En effet, les aloses commencent leur montaison à partir du mois de mars (Cf. Présentation de l'espèce). Les aloses étaient bien présentes sur le site de Saint Laurent-d'Aigouze début avril et les bulls y ont commencé à la fin du mois. Cela confirme que les conditions hydrauliques ont été favorables à leur remontée sur le Vidourle.

Sur le Gardon, une légère augmentation du débit était visible fin février mais pas suffisamment pour créer un débit d'attrait intéressant pour les aloses. En effet, les aloses ont besoin d'un appel en mer et de forts débits de janvier à début avril pour pouvoir être guidées vers l'amont (Adam *et al.*, 2017). Aucune alose n'a été aperçue avant le mois de mai sur le site de suivi à Fournès.

Les pluies importantes lors de la semaine du 10 mai 2021 ont entraîné des crues sur les deux cours d'eau suivis : le Gardon et le Vidourle. Les crues peuvent entraîner un arrêt de la reproduction, dès 150 m<sup>3</sup>/s (Alix, Rivoallan & Campob, 2021), mais peuvent aussi parfois la favoriser. En effet, elles créent un débit d'attrait qui peut être avantageux à la montaison des aloses jusqu'aux frayères. C'est le cas en 2021 pour le Gardon où les premières reproductions

sont apparues quelques jours avant la crue, quand la température de l'eau a atteint les 16°C, mais en faible nombre. Après la crue, il y a eu au minimum 5 bulls par nuit de suivi. La profondeur d'eau ayant augmenté, la frayère était aussi probablement plus favorable à la reproduction après cette montée des eaux.

La température de l'eau et le débit au niveau de la frayère sont des paramètres abiotiques majeurs dans l'initiation de la reproduction des aloses (Rameye *et al.*, 1976). Un seuil théorique de 16°C a été défini à partir duquel le comportement reproducteur (ou bull) s'initie (Aprahamian *et al.*, 2003 ; Baglinière and Elie, 2000 ; Cassou-Leins and Cassou-Leins, 1981 ; Roule, 1925b ; Roule, 1922). Cependant, le suivi de cette année à Saint-Laurent-d'Aigouze montre que des bulls ont été observés dans une eau avec une température moyenne de 15.4°C. En 2019, les bulls ont commencé avec une température moyenne de 15.7°C sur le Gardon. Le seuil serait donc entre 15 et 16°C selon les frayères.

Sur le site de Roque d'Aubais, aucun bull n'a été observé alors que les températures ont dépassé le seuil théorique dès le début du suivi. De plus, durant les animations pêches en journée en aval du seuil, les pêcheurs y ont observé des aloses. Cela semble confirmer le fait que ce site ne représente pas une bonne frayère pour les aloses comme semblait l'indiquer les principales caractéristiques de la zone vis-à-vis du système de notation de qualité des frayères de l'OFB (Marty, 2014).

Sur le Gardon, les bulls ont également commencé à partir du seuil thermique théorique. Le nombre de bulls a augmenté avec la température sur cette frayère. En effet, la majorité des bulls se trouvent entre 20 et 22°C contrairement à 2019 où la majorité des bulls avaient eu lieu entre 15 et 16°C. La crue de mai ayant permis aux aloses de pouvoir accéder plus facilement au Gardon et d'avoir de meilleures conditions (profondeur) pourrait expliquer cette reproduction plus tardive dans la saison.

Concernant le courant, une vitesse seuil a été mise en évidence de 0,5 à 2 m/s (Le Corre *et al.*, 1997 ; Genoud, 1997 & 1999). Malheureusement dans le cadre de ce suivi et des suivis précédents, le paramètre mesuré étant le débit, il n'est pas possible d'obtenir la vitesse du courant par station sans connaître la section mouillée (i.e. surface définie par la section d'un écoulement en m<sup>2</sup>) de la frayère. D'après les résultats de cette année, les aloses fraient entre 0.7 et 5.85 m<sup>3</sup>/s sur le Vidourle. Le nombre maximal de bull a été atteint lorsque le débit était aux alentours de 1.2 m<sup>3</sup>/s à Villetelle et de 0,70 m<sup>3</sup>/s à Saint-Laurent-d'Aigouze. Un seuil maximal de 10m<sup>3</sup>/s a été défini dans deux rapports de 2017 comme étant à *a priori* favorable à la

reproduction (FDAPPMA 30, 2017 ; Adam *et al.*, 2017). Les données de 2020 semblent montrer qu'un débit trop faible (inférieur à 0.9 m<sup>3</sup>/s) et un débit trop important (au-delà de 10m<sup>3</sup>/s) ne seraient pas favorable à une reproduction abondante des aloses. Cela semble être le cas pour Villetelle, aucun bull n'a eu lieu lors de la dernière nuit de suivi où le débit était de 0,6 m<sup>3</sup>/s. Cependant, pour Saint-Laurent-d'Aigouze, le débit est inférieur à 0,9 m<sup>3</sup>/s et des bulls ont été observés.

Pour le Gardon, les aloses ont frayé entre 6.12 et 10 m<sup>3</sup>/s. Le maximum de bulls a été observé lorsque le débit était aux alentours de 9 m<sup>3</sup>/s. Le seuil défini, dans les rapports de 2017 et 2020, semble être correct. En effet, la nuit du 19 mai, le débit était en moyenne de 17 m<sup>3</sup>/s et aucun bull n'a été observé.

La zone principale de reproduction la plus active à Saint-Laurent-d'Aigouze, en 2021, est la zone B (73% des bulls). Avant 2017, la zone la plus active était la zone A avec le secteur B1. Depuis 2017, un déplacement des zones de fraies a été observé vers la zone B et plus particulièrement les secteurs B1, B3, B4. Le secteur B1 semblait être le plus favorable à la reproduction ces dernières années. Cependant, en 2021, le secteur le plus actif a été le B8 (20-25% des bulls) suivi des secteurs B1, B2 et B6 (10-15%). Contrairement à l'année 2020, les bulls n'ont pas été majoritairement observés dans les secteurs en face des 2 points d'observation. Cependant, des zones dépourvues d'activité restent toujours observées. A Villetelle, la zone privilégiée est la zone A, la plus proche du seuil.

Depuis le début du suivi sur le Gardon, la zone la plus active est la zone A. Le secteur le plus actif en 2017 et 2019 était le secteur A3 contrairement à 2021 où c'est le A5. Cependant, en 2017 et 2019, plusieurs bulls ont eu lieu dans différents secteurs de la zone B. Cette année, seulement un bull a eu lieu dans cette zone.

Concernant la pression de prédation par le silure, 37% des bulls ont montré une attaque à Saint-Laurent-d'Aigouze et 10% à Villetelle. La pression de prédation est existante et importante. Celle-ci n'est pas à négliger puisque le régime alimentaire des silures à cette période serait composé à plus de 50% d'espèces migratrices anadromes (Syväranta *et al.*, 2009). Sur le Gardon, aucun silure n'a été observé durant les nuits de suivi.

Les données de l'année 2021 pour cette étude ne peuvent malheureusement pas être comparées avec les données des années antérieures. En effet le suivi par site de cette année 2021 était bien trop peu fréquent pour obtenir des données quantitatives et donc réaliser des analyses statistiques. Toutefois, les résultats obtenus permettent, qualitativement, d'affirmer

que la reproduction des aloses a eu lieu pour cette saison de reproduction sur toutes les stations de suivi, excepté la station à la Roque d'Aubais. De plus, ces observations permettent d'affirmer que les aloses ont réussi à migrer jusqu'à la frayère de Villetelle et donc que la passe à poissons de Gallargues-le-Montueux est fonctionnelle. Pour la Roque d'Aubais, les observations faites par les pêcheurs permettent d'affirmer la fonctionnalité de la passe à poissons de Villetelle même s'il n'y a pas eu d'activités nocturnes.

Les données obtenues par ADNe permettent d'observer la distribution des aloses feinte du Rhône sur le Vidourle à l'amont et à l'aval du seuil de la Roque d'Aubais. Ces résultats reflètent bien la réalité observée durant les nuits de suivi « bulls » avec des aloses présentes entre Villetelle et la Roque d'Aubais et une absence d'alose à l'amont du seuil de la Roque d'Aubais. De plus, l'aval direct du seuil de la Roque d'Aubais n'est pas favorable à la reproduction de l'alose. Les poissons sont donc bloqués à partir de ce seuil et ne peuvent s'y reproduire.

## V. Conclusion

La campagne de 2021 a donc consisté à :

- Observer le bon déroulement de la reproduction de l'alose feinte méditerranéenne sur le Vidourle et le Gardon,
- Obtenir des données qualitatives de l'activité reproductrice des aloses,
- Mesurer l'efficacité des aménagements réalisés en faveur de la continuité écologique au travers de la mise en évidence d'individus en amont des ouvrages hydrauliques limitant leur libre circulation.

Le suivi a débuté la nuit du 12 avril et s'est terminé la nuit du 7 juin pour le Vidourle. Au total, le suivi a mobilisé deux personnes pendant 15 nuits. Il a été comptabilisé **82 bulls** sur tous les sites du Vidourle, répartis en 5 nuits. A Villetelle, 52 bulls ont été observés lors de 4 nuits sur les 8 nuits de suivi, avec une moyenne de 13 bulls par nuit. Les bulls ont été observés entre 23h et 2h du matin avec un pic d'activité de 00h30 à 1h. La zone d'activité la plus active sur ce site est la zone A. A St-Laurent-d'Aigouze, 30 bulls ont été recensés lors d'une nuit de suivi. Les bulls ont eu lieu de 23h30 à 2h30 du matin avec un pic d'activité de 1h à 1h30. La zone d'activité la plus active est la B et le cœur de la frayère est le B8. Aucun bull n'a été observé à la Roque d'Aubais lors des 5 nuits de suivi. Cette frayère ne semble donc pas fonctionnelle comme le laissait présager le système de notation de qualité des frayères de l'OFB (Marty, 2014). Pour le Gardon, le suivi a débuté la nuit du 14 avril et s'est terminé la nuit du 11 juin. Au total, il a été comptabilisé **52 bulls** sur les 9 nuits de suivi. La reproduction a eu lieu sur 5 nuits avec une moyenne de 10 bulls par nuit. Les bulls ont été observés de 23h à 2h du matin avec un pic d'activité de 23h30 à minuit. La zone A est celle qui comptabilise tous les bulls sauf un dans la zone B. Le cœur de frayère se trouve dans le secteur A5. Cependant ces données ne peuvent pas être comparées à celles des années précédentes étant donné que le suivi de cette année était uniquement qualitatif du fait du peu de nuit réalisées par station.

Globalement, la fraie des aloses s'est bien déroulée au-dessus du seuil minimal de 16°C pour la température de l'eau. Concernant le pic de reproduction, l'horaire de ce dernier était assez variable selon les stations bien que la fraie était toujours comprise entre 23h et 2h30. Au sujet des attaques de silures, il n'y en avait aucune sur le Gardon. Sur le Vidourle, plus la station était située en aval de la rivière, plus les attaques étaient nombreuses. Et enfin, en ce qui concerne le débit, la fraie semble s'être déroulée avec une limite inférieure de débit un peu plus faible que celle des années précédentes mais toujours en dessous des 10 m<sup>3</sup>/s. De plus, les débits

importants des crues, ayant eu lieu la semaine du 10 mai 2021, ont aussi fortement impacté la fraie avec l'absence totale de bulls sur les différents sites les jours suivants les crues.

Le protocole par ADNe a permis de confirmer que le seuil de la Roque d'Aubais est le dernier seuil bloquant pour l'espèce étudiée sur le Vidourle.

## Table des illustrations

Figure 1 : Site de suivi des aloses sur le Vidourle _____	3
Figure 2 : Délimitation de la zone de suivi défini en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Vidourle, à Saint Laurent-d'Aigouze. _____	4
Figure 3 : Délimitation de la zone de suivi défini en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Vidourle à Villetelle _____	5
Figure 4 : Seuil et passe à poisson sur le Vidourle à Gallargues-le-Montoux _____	5
Figure 5 : Délimitation de la zone de suivi défini en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Vidourle à Roque d'Aubais. _____	6
Figure 6 : Délimitation de la zone de suivi en aval de seuil pour l'observation nocturne de bulls d'aloses au niveau du bassin versant du Gardon à Fournès. _____	7
Figure 7 : Photographie de Alosa agone (source : MRM) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 8 : Cycle biologique de l'alose _____	8
Figure 9 : Schéma d'une frayère théorique (source MRM) _____	9
Figure 10 : Photographie d'un bull d'alose feinte (source : MRM) _____	10
Figure 11 : Localisation des points de suivi A et B sur le secteur de la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze _____	12
Figure 12 : Lieux de prélèvements de l'ADNe sur le Vidourle _____	14
Figure 13 : Prélèvements d'ADN environnemental sur le Vidourle _____	14
Figure 14 : Évolution du nombre de bulls lors des nuits de suivi sur Villetelle _____	17
Figure 15: Évolution du nombre de bulls lors des nuits de suivi sur le Gardon à Fournès _____	18
Figure 16 : Évolution des débits journaliers moyen (QJM, courbe) et moyen mensuels (QMM, histogramme) du Vidourle du 1 <sup>er</sup> février au 30 juin 2021 _____	19
Figure 17 : Évolution du nombre de bulls en fonction du débit sur Villetelle _____	20
Figure 18 : Évolution des débits journaliers moyen (QJM, courbe) et moyen mensuels (QMM, histogramme) du Gardon du 1er janvier au 30 juin 2021 _____	21
Figure 19: Évolution du nombre de bulls en fonction du débit sur le Gardon _____	22
Figure 20 : Évolution du nombre de bulls et de la température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi à Saint-Laurent-d'Aigouze _____	23
Figure 21 : Distribution des bulls observés par classe de température moyenne (°C) de l'eau (relevée lors des suivis) à Saint-Laurent d'Aigouze _____	23
Figure 22 : Évolution du nombre de bulls et de la température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi à Villetelle _____	24

Figure 23 : Distribution des bulls observés par classe de température moyenne (°C) de l'eau (relevée lors des suivis) à Villetelle _____	25
Figure 24 : Température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi à Roque d'Aubais _____	25
Figure 25 : Évolution du nombre de bulls et de la température moyenne de l'eau relevée pendant les nuits de suivi sur le Gardon _____	26
Figure 26 : Distribution des bulls observés par classe de température moyenne (°C) de l'eau (relevée lors des suivis) sur le Gardon _____	27
Figure 27 : Proportion des attaques de silure lors des bulls à Saint-Laurent-d'Aigouze ____	28
Figure 28 : Proportion des attaques de silure lors des bulls à Villetelle _____	28
Figure 29 : Nombre de bulls observés en fonction de l'heure (pas de temps de 30min) à Saint-Laurent-d'Aigouze sur le Vidourle _____	29
Figure 30 : Nombre de bulls observés en fonction de l'heure (pas de temps de 30min) à Villetelle sur le Vidourle _____	30
Figure 31 : Nombre de bulls observés en fonction de l'heure (pas de temps de 30min) à Fournès sur le Gardon _____	30
Figure 32 : Répartition des bulls sur les trois grands secteurs de la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze _____	31
Figure 33 : Répartition des bulls dans la frayère de Saint-Laurent-d'Aigouze _____	31
Figure 34 : Répartition des bulls sur les trois grands secteurs de la frayère de Villetelle ____	32
Figure 35 : Répartition des bulls sur les trois grands secteurs de la frayère du Gardon ____	32
Figure 36 : Répartition des bulls dans la frayère du Gardon _____	33

## Bibliographie

- Adam B., Mutel M., Campton P. & Lebel I., 2017. “Suivi de la reproduction de l’Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*) sur le Vidourle - Campagne d’études 2017.”
- Alix F. & Rivoallan D., 2020. Élaboration d’un système automatique acoustique de suivi de la reproduction des aloses. Campagne d’Études 2019”. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, pp.26
- Alix F., Rivoallan D. & Campton P., 2021. Suivi quantitatif des frayères d’aloses sur le bassin rhodanien. Campagne d’Études 2020. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, pp. 35.
- Anon. n.d. Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l’ensemble du territoire national. (J.O.R.F. du 22.12.1988 p. 16036).
- Anon. 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 Mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. (J.O.U.E. L206 du 22.07.1992, p. 7-50).
- Aprahamian M., 1982. “Aspects of the biology of the twaite shad, *Alosa fallax fallax* (Lacepede) in the Rivers Severn and Wye.”
- Aprahamian M. W., Aprahamian C. D., J. L. Baglinière J. L., Sabatié R. & Alexandrino P., 2003. “*Alosa alosa* and *Alosa fallax* spp. Literature Review and Bibliography.” p. 1–374.
- Baglinière J. L., Sabatie M. R., Le Corre M., Menella J. Y. & Pont D., 1996. “Premiers éléments de caractérisation biologique et taxonomique de l’Alose feinte du Rhône (1994 et 1995).” Rapport contrat INRA-DIREN Rhône-Alpes.
- Baglinière J. L. & Elie P., 2000. Les Aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.): Écobiologie et Variabilité Des Populations. Editions Quae.
- Cassou-Leins F. & Cassou-Leins J. J., 1981. “Recherches sur la biologie et l’halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l’alose: *Alosa alosa* ” Toulouse Institut National Polytechnique.
- Cassou-Leins J. J., 1995. L’alose de l’Aude. suivi de la reproduction (1983-1995). Eléments de réflexion pour une décision d’arrêté de biotope.
- Cassou-Leins J. J., Cassou-Leins F., Boisneau P. & Baglinière J. L., 2000. “La reproduction.” p. 73–92 in Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) – Ecobiologie et variabilité des populations.
- Chiappi T. 1933. “Note su alcuni stadi di sviluppo dell’agone, introdotto nei laghi laziali e della cheppia del Tevere.” Bolletino di pesca piscicoltura e idrobiologia 9, p. 1052–61.
- Le Corre M., Moulin L., Sabatié R. & Baglinière J. L., 1997a. “La reproduction de l’Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) en aval du barrage de Vallabregues.” Campagne d’études.
- Le Corre M., Baglinière J. L., Sabatié R., Menella J. Y. & Pont D., 1997b. “Données récentes sur les caractéristiques morphologiques et biologiques de la population d’alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis* Roule, 1924).” Bulletin Français de La Pêche et de La Pisciculture 346, p. 527–45.

- Le Corre M., 1999. "Ecobiologie et génétique des populations d'aloses (*Alosa fallax* spp) de la Méditerranée française." Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes.
- Le Corre M., Sabatié R. & Baglinière J.L., 2000. "Caractérisation démographique de populations d'*Alosa fallax rhodanensis* (Clupeidae) de La Méditerranée française." *Cybum: International Journal of Ichthyology*.
- Crivelli A. J. & Poizat G., 2001. "Timing of migration and exceptional growth of YOY *Alosa fallax rhodanensis* (Roule, 1924) in a lagoon in southern France." *Bulletin Français de La Pêche et de La Pisciculture* 362–363 p. 761–72.
- Dejean T., Valentini A., Duparc A., Pellier-Cuit S., Pompanon F., Taberlet P. & Miaud C., 2011. "Persistence of Environmental DNA in Freshwater Ecosystems". *PLOS One* 6
- Douchement C., 1981. "Les aloses des fleuves français. *Alosa fallax* Lacepède, 1803 et *Alosa alosa*, Linné 1758. Biométre, écobiologie, autonomie des populations." (Montpellier) (France) (npub).
- Gallois C., 1946. "L'alose du Rhône." *Bulletin Français de Pisciculture* 141, p. 162–176.
- Gallois C., 1947. "Aménagement du Rhône vivarais Par La Compagnie Nationale du Rhône ; ses incidences sur l'économie piscicole, mesures tendant à les atténuer." *Bulletin Français de Pisciculture* 146, p. 25–34.
- Genre L., 1997. "Franchissement par les aloses de l'aménagement de Beaucaire-Vallabrègues." Campagne d'études 1995.
- Genoud D., 1997. "Recherche et caractérisation des frayères actives d'aloses sur le Rhône court-circuité entre Viviers et Pont-Saint-Esprit." Campagne d'études.
- Genoud D., 1999. "Suivi quantitatif de la frayère de Saint-Montan; Rhône court-circuité de Donzère-Mondragon."
- Genoud D., 2001. "Suivi quantitatif de la frayère de Saint-Montan. recherche des frayères d'aloses sur la rivière Ardèche et suivi quantitatif partiel de la frayère de Salavas."
- Hoestlandt H., 1947. "Fécondation artificielle et incubation chez un Téléostéen *Paralosa rhodanensis* Roule." *compte rendu de la Société Biologique* 141, p. 937–38.
- Larinier M., Porcher J. P., Travade F. & Gosset C., 1994. "Passes à poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement." *Collection Mise Au Point* 336 pp.
- Larinier M. & Travade F., 1994. "Aménagements pour la migration de dévalaison des poissons: mission d'étude sur la côte Est des USA et du Canada. "
- Lebel I., Baglinière J. L., Porcher J. P. & Sabatié R., 1999. "Bilan des actions et des études menées par l'association Migrateurs Rhone-Méditerranée de 1991 à 1998." *Rapport, contrat INRA-CSP, Laboratoire d'Ecologie Aquatique, INRA Rennes*.
- Marty V., Lefrançois J., Dougados A. & Richard S., 2014. "Habitats potentiels de reproduction de l'Alose feinte sur l'Aude. " *ONEMA* pp.14
- Menella J. Y. & Tabardel M., 1994. "Suivi de la dévalaison des alosons à Caderousse. définition d'un protocole d'évaluation des résultats". *Campagne d'études* 1993.
- Menesson-Boisneau C. & Boisneau P., 1990. "Recherches sur les aloses du bassin de la Loire: migration, répartition, reproduction, caractéristiques biologiques et taxonomie des aloses

(*Alosa* Sp.).”

- Mutel M. & Campton P., 2019. “Actualisation des connaissances sur les habitats favorables à la reproduction de l’Alose sur le bassin Rhône-Méditerranée – Campagne d’études 2018 ”. Rapport Association Migrateurs Rhône Méditerranée pp. 28 p + Annexes
- Rameye L., Kiener A., Spillmann C. P. & Biouse J., 1976. “Aspects de la biologie de l’alose du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de ses migrations.” Bulletin Français de Pisciculture 263, p. 50–76.
- Roule L., 1922. “La migration reproductrice et la protandrie de l’alose feinte (*Alosa finta* L.) ”. Masson et cie.
- Roule L., 1925a. “Les Poissons Des Eaux Douces de La France”. Presses universitaires de France.
- Roule L., 1925b. “Le thermotropisme dans la migration de l’alose.” CR Assoc. Fr. Avance Sci 654–657.
- Sabatié M. R., 1993. “Recherches sur l’écologie et la biologie des aloses au Maroc (*Alosa alosa* Linne, 1758 et *Alosa fallax* Lacépède, 1803) : Exploitation et taxinomie des populations atlantiques : bioécologie des aloses de l’Oued Sebou.” [Http://Www.Theses.Fr](http://www.theses.fr).
- FDAAPPMA 30, 2017. “Suivi de la reproduction de l’alose feinte du Rhône *Alosa fallax rhodanensis* sur le Gardon. ”
- Syväranta J., Cucherousset J, Kopp D, Martino A, Céréghino R & Santoul F. 2009. “Contribution of anadromous fish to the diet of european catfish in a large river system.” Naturwissenschaften 96, p. 631–635.
- Tabardel M., 1995. “Suivi de la dévalaison des alosons à sauveterre. Prospection de sites d’échantillonnage sur le grand Rhône et le petit Rhône. ” Campagne d’études 1994.
- UICN, MNHN, SFI, & ONEMA 2010. “La liste rouge des espèces menacées en France - chapitre poissons d’eau douce de France métropolitaine. ” Paris, France.