
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Suivi nocturne de la reproduction de
l'alse feinte du Rhône (*Alosa agone*),
analyse stomachale des silures et
tentative d'élevage d'alosons

GECO ingénierie
1826 Route de Bagnols, 30290
Laudun-L'Ardoise



Tuteur entreprise :
Frédéric Roure
PDG

Tuteur académique :
Catherine Boisneau

Hugo Salmon
IMA
2022-2023

Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier l'équipe administrative et pédagogique de Polytech Tours s'occupant de la filière IMA, qui m'a permis de réaliser ce stage enrichissant et de nous fournir les connaissances nécessaires au bon déroulement de nos stages et futurs emplois. Je remercie plus particulièrement ma tutrice pédagogique Boisneau Catherine pour avoir suivi mon travail.

Je tiens ensuite à remercier GECO ingénierie, ainsi que Monsieur Roure Frédéric et Rey Laurent pour m'avoir permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions possibles, de m'avoir transmis leur savoir et leur connaissance, d'avoir été bienveillant avec moi, de m'avoir permis d'apprendre beaucoup de choses sur la discipline dans laquelle je me suis lancé, et de m'avoir fait confiance sur la réalisation des différents travaux donnés en me laissant une grande autonomie.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe GECO ingénierie, qui m'ont accepté dans l'équipe, qui m'ont appris leurs techniques sur le terrain et qui ont toujours été sympathique avec moi.

Je remercie vivement les autres stagiaires avec qui j'ai partagé ce suivi biologique de l'aloise au bord de la Cèze et avec qui j'ai partagé de bon moment : Elise Delage pour son sérieux et sa motivation durant le suivi qui nous permettait de rester concentré, Ingrid Labalme pour sa gentillesse et sa bienveillance en toute circonstance, ainsi que Vadim De Vintcha pour son humour et son grain de folie qui permettait de faire passer le temps plus vite.

Enfin je remercie Madame Alix Fanny de l'association MRM, les membres de l'école des Mines d'Alès avec qui j'ai eu l'occasion de partager et de discuter sur les différentes études que nous menions.

Présentation de l'entreprise d'accueil et des missions

L'entreprise GECO ingénierie est spécialisée dans les travaux de génie écologique, notamment l'agroécologie liées au milieux aquatiques. L'entreprise est basée à Laudun-L'Ardoise, à la frontière entre le Gard et le Vaucluse. Elle est la maison mère, et son PDG, Monsieur Roure, possède d'autres entreprises comme GEOCHANVRE par exemple, et son activité se concentre sur l'entretien et la restauration des zones humides, s'étendant des cours d'eau au plaines humides. Ces activités passent par des travaux de restructuration et protection de berges, de la restauration morphologique de cours d'eau jusqu'à la restauration de zones humides.

Dans la continuité de ces activités centrées sur l'écologie, GECO ingénierie a initié, il y a de cela une trentaine d'année, dans le cadre du PLAN de GEstion des POissons Migrateurs (PLAGEPOMI), le suivi annuel de l'aloise feinte du Rhône (*Alosa agone*, anciennement *Alosa fallax rhodanensis*). Beaucoup des employés travaillant aujourd'hui pour GECO ingénierie ont effectué ce suivi, il s'agit donc d'une sorte de « symbole » au sein de l'entreprise.

L'association Migrateurs Rhône Méditerranée (MRM) mandate GECO ingénierie, et ce depuis 2001, afin de suivre la reproduction des aloses, espèces aujourd'hui en danger d'extinction et protégée. Le lieu de suivi attribué à GECO ingénierie est la Cèze aval, plus précisément à Chusclan, lieu possédant plusieurs frayères de substitution. Il y a eu aussi une aide apportée à l'EPTB Gardon pour le suivi des frayères du Gardon aval. L'objectif de ce suivi est de recueillir des données quantitatives de reproduction, afin d'évaluer la population moyenne des aloses remontées lors de cette année afin de frayer, et ainsi de déterminer l'efficacité des divers aménagements installés afin de faciliter leur remontée. Le Rhône étant un cours d'eau extrêmement canalisé et possédant de nombreux barrages hydroélectriques, ces données permettent de déterminer l'impact de ces ouvrages, et aussi de mieux comprendre l'écologie de cette espèce encore très peu connue et étudiée.

Cette activité représentait donc la mission principale du stage. Cependant, le suivi étant nocturne, la journée était rythmée par d'autres activités en lien avec les missions secondaires du stage. Parmi ces missions secondaires, il y a l'évaluation de la prédation du silure sur les aloses par analyse stomachale et l'installation d'aquarium à but d'élevage d'alosons par récupération de gamètes sur les aloses adultes.

Au vu des observations de cette année, il est important de se demander si la population d'aloses est en déclin par rapport aux années précédentes, et si oui, pourquoi ? Ce rapport de stage aura donc pour objectif de détailler le protocole de suivi des aloses, ainsi que les différentes activités effectuées durant le stage, de présenter les résultats obtenus, et d'analyser de manière critique la méthode et les résultats.

Table des matières

Remerciement.....	1
Présentation de l'entreprise d'accueil et des missions.....	2
I. Matériel et méthode :.....	5
A. Présentation du cours d'eau suivi, la Cèze :.....	5
B. L'alose feinte du Rhône, poisson anadrome endémique quasi menacé :.....	6
C. Présentation du protocole COGEPOMI et du protocole GECO :.....	7
D. Le recueil des données et leur analyse :.....	8
II. Résultats :.....	11
A. Caractérisation des stations de suivis :	11
B. Présentation des résultats du suivi de l'année 2023 :	15
C. Analyse de l'influence des paramètres abiotiques sur la reproduction de l'alose :.....	20
III. Discussion :.....	24
A. Critique du protocole COGEPOMI :.....	24
B. Critique des résultats :	25
IV. Description des autres activités :	26
A. Analyse stomachale des silures :.....	26
B. Tentative d'élevage d'alosons en aquarium :	27
V. Conclusion :.....	28
Bibliographie :	30

Table des figures

Figure 1 : Le bassin versant de la Cèze	5
Figure 2 : Passe à poissons de Codolet.....	7
Figure 3 : Feuille de suivi utilisée pour compiler les données	9
Figure 4 : Thermomètre utilisé pour la mesure des températures	9
Figure 5 : Emplacement et bathymétrie des frayères suivies.....	11
Figure 6 : Carte de la bathymétrie de la frayère F5	12
Figure 7 : Carte de la bathymétrie de la frayère F4'	12
Figure 8 : Carte de la bathymétrie des frayères F4 et F3	13
Figure 9 : Carte de la bathymétrie de la frayère F3'	13
Figure 10 : Carte de la bathymétrie de la frayère F2	14
Figure 11 : Évolution des débits sur la Cèze	14
Figure 12 : Évolution de la température de l'eau et de l'air sur la Cèze	15
Figure 13 : Nombre de bulls certains et totaux observés par nuit	16
Figure 14 : Nombre de bulls totaux observés selon les frayères	17
Figure 15 : Nombre de bulls observés en fonction des heures.....	18
Figure 16 : Nombre de bulls selon les années de suivi	19
Figure 17 : Carte du front de colonisation de Alosa agone en 2022.....	20
Figure 18 : Évolution du nombre de bulls en fonction de la température de l'eau au fil du suivi.....	21
Figure 19 : Évolution du nombre de bulls par rapport au débit mesuré à 23h au fil du suivi .	23
Figure 20 : Différence de bulls certains et totaux entre MRM et GECO	24
Figure 21 : Description du contenu stomachale des silures pêchés	26
Figure 22 : Photo des aquariums en fonctionnement	28

Table des tableaux

Tableau 1 : Classe de granulométrie de Champigneulle.....	11
Tableau 2 : Résultat du test de Shapiro-Wilk.....	21
Tableau 3 : Résultat du test de Spearman entre le nombre de bulls et la température de l'eau de début de suivi	22
Tableau 4 : Résultat du test de Spearman entre le nombre de bulls et le débit mesuré en début de suivi	23

Table des équations

Équation 1 : Corrélation de Pearson	10
Équation 2 : Corrélation de Spearman	10

B. L'alose feinte du Rhône, poisson anadrome endémique quasi menacé :

Alosa agone est un poisson mesurant entre 30 et 50 centimètres à l'âge adulte, pour une durée de vie d'environ 6/7 ans, et un poids entre 1 à 3.5 kilogrammes. Elle est surtout reconnaissable à sa forme fusiforme, à sa rangée de taches noires derrière l'opercule, et à son unique présence dans le bassin méditerranéen. Poisson vivant la majorité du temps en mer, proche des terres, elle remonte les rivières à la fin du printemps, et plus particulièrement le Rhône, durant sa période de reproduction, afin de rejoindre les différentes frayères. Les zones de frayères doivent posséder différentes caractéristiques, en effet « le substrat est constitué de cailloux ou de galets (diamètre > 7 cm) et le courant doit avoir une vitesse supérieure à 1 m/s » (Mennesson-Boisneau C. et al., 1990) [2]. Sa méthode de reproduction est assez spécifique, quand un mâle et une femelle s'accouple, ils libèrent tout deux leurs gamètes en nageant en cercle à la surface, et en frappant la surface de l'eau grâce à leur nageoire caudale. Cette méthode de reproduction s'appelle un bull, et la forme en cercle permet de différencier leur bull de celui du barbeau fluviatile (*Barbus barbus*) qui s'effectue de manière rectiligne. Cette danse qui dure de 3 à 10 secondes, leur permet de favoriser le mélange des gamètes, et ainsi d'assurer la fécondation des œufs. Les géniteurs survivent à la fraie et peuvent donc se reproduire plusieurs fois, ce qui n'est pas le cas de la grande alose (*Alosa alosa*) par exemple. [3] Une fois fécondés, les œufs se déposent sur du sable, et une fois éclos, les alosons vont grandir en eau douce, avant de descendre dans les estuaires pour continuer leur croissance, et enfin finir par rejoindre la mer. [4]

L'alose feinte de Méditerranée est une espèce enregistrée comme « Quasi-menacée » par la Liste rouge de l'UICN, et cela est dû aux nombreux ouvrages, notamment les barrages hydro-électriques sur le tracé du Rhône, qui l'empêche d'atteindre ses zones de frayères et la forcent à utiliser des frayères de substitution. Ces barrages créent un retard sur la migration des aloses. [4] Afin de pallier ses problèmes, de plus en plus de passes à poissons sont installées à côté des ouvrages, afin de permettre la traversée des poissons migrateurs, comme l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) ou bien évidemment *Alosa agone*. Pour arriver sur la Cèze, les aloses doivent entre autres passer par la passe à poissons de Codolet (Figure 2)



Figure 2 : Passe à poissons de Codolet

L'alose est un poisson avec une capacité de franchissement très faible, elle peut certes effectuer des pointes de vitesse, mais c'est un poisson peu endurant, elle a donc besoin de repos entre chaque obstacle. Voilà pourquoi la passe à poissons de Codolet est sous forme de bassin, afin de permettre aux poissons de se reposer. Au vu de la date d'arrivée des aloses sur les cours d'eau méditerranéens, elles font face à la baisse du niveau d'eau et des débits, la passe à poissons doit donc permettre de produire un débit suffisant pour que les aloses sentent l'appel de débit, et qu'elles puissent traverser la passe pour atteindre leur frayère.

Cette situation explique l'importance du suivi afin d'évaluer la population moyenne d'année en année, et de potentiellement distinguer une amélioration ou non des populations.

C. Présentation du protocole COGEPOMI et du protocole GECO :

Le protocole général, créé par le COmité de GEstion des POissons MIgrateurs (COGEPOMI), indique que le suivi des aloses s'effectue au maximum entre 23h et 4h30, à une fréquence d'une nuit sur trois. Une phase de pré-suivi s'initie quand la température de l'eau dépasse les 16°C, cette phase doit permettre de repérer les aloses qui effectue leur montaison, et ceux de 23h à 0h30, si aucune alose est repérée. Quand les aloses sont présentes sur le cours d'eau, la phase de suivi s'engage, avec un début à 23h, pour une fin minimum à 1h30 si aucun bull n'a été repéré, ou dans le cas où des bulls ont été entendus, les personnes effectuant le suivi doivent rester 45 minutes supplémentaires, et ceux jusqu'à que aucun bull ne soit vu. Les observateurs doivent se tenir à distance, sur la berge, et les bulls seront repérés grâce à l'ouïe et la vue. Pour combler les nuits durant lesquelles le suivi n'a pas lieu, une estimation est effectuée, sur la base de, si durant la nuit suivie, il y a eu X bulls, les nuits suivantes il y aura aussi X bulls, et ceux jusqu'à la prochaine nuit suivie. Il a été décidé de différents sites de suivis, comme évidemment la Cèze, mais aussi le Gardon, la Durance ou bien la Têt, en Pyrénées-Orientales. MRM s'est chargé de la commande passée à GECO ingénierie, qui comprend 16 nuits de suivi sur la Cèze, ainsi que 6 nuits sur le Gardon.

Après avoir pris connaissance du protocole, il a été décidé au sein des « aloseurs », c'est-à-dire les stagiaires chargés du suivi des aloses à GECO ingénierie, de légèrement modifier ce protocole, afin que les données récupérées correspondent le plus possible à la réalité, sans que cela ne devienne trop contraignant pour les stagiaires, ainsi que pour l'analyse des données par MRM. La seule différence notable est que le suivi a été effectué toutes les nuits, avec au minimum deux personnes présentes sur site, pour des raisons de sécurité.

Durant la phase de pré-suivi et au début de la phase de suivi, le nombre de frayères suivies était égal au nombre de stagiaire présent sur site. De manière générale, il y avait donc 3 frayères de suivies. Chaque stagiaire restait sur sa frayère toute la nuit, et notait les différentes activités, ce qui fait que certaines frayères ne sont pas suivies durant une nuit, cependant, la mise en place d'un roulement permettait de suivre toutes les frayères durant la semaine. Par rapport à l'activité de reproduction des aloses, deux types de bulls étaient recensés, les bulls incertains et certains. Les bulls incertains se caractérisent par soit une durée de moins de 2 secondes, soit par une attaque de silures, ou alors par la non-possibilité de l'observateur de savoir s'il s'agissait d'un bull d'aloses ou de barbeaux. Les bulls certains, eux, durent plus de 2 secondes et l'observateur est sûr qu'il s'agit d'aloses.

La phase de pré-suivi a commencé le 20 avril, la phase de suivi, elle, s'initiait le 25 avril, et s'est terminée le 10 juin, avec l'arrivée d'une légère crue et l'observation de la non-présence des aloses sur la Cèze.

Ces différences de protocole ont donc amené à la construction de deux tableaux de données, qui fournissent des résultats différents qui seront traités ultérieurement.

D. Le recueil des données et leur analyse :

Avant la phase de pré-suivi, seule la thermie de l'eau était mesurée afin de vérifier quand la barre des 16°C était atteinte, marque de la potentielle arrivée des aloses. Durant le pré-suivi, la température de l'eau et de l'air, ainsi que le débit étaient recueillis, afin de visualiser l'évolution des paramètres physico-chimiques de la zone de suivi, et le cours d'eau était souvent éclairés afin d'essayer de vérifier la présence des aloses. Enfin, la majorité des données qui seront utilisées et analysées sont prises durant la phase de suivi, en effet, la présence de l'alose sur le cours d'eau annonce le début de la reproduction, il est donc essentiel de posséder une feuille de suivi afin de noter les différents bulls, ainsi que des informations diverses comme la force du vent, la météo ou encore la présence de silure sur la frayère. (Figure 3)

Suivi de la reproduction de l'aloise feinte de Méditerranée
- Fiche Terrain -

Date : _____ Observateurs : _____ Cours d'eau / Site : _____

Présence postes d'observations : _____

Emplacement de l'enregistreur : _____

Heure Début de suivi : _____ Heure fin de suivi : _____
 Température air début de suivi : _____ Température air fin de suivi : _____
 Température eau début de suivi : _____ Température eau fin de suivi : _____
 Débit début de suivi : _____ Débit fin de suivi : _____

Météo : _____ Vent : Faible - Modéré - Fort

Présence de silures sur la frayère : _____

Observations : _____

Id_bull	Secteur	Heure	Bull certain	Bull incertain	Durée bull	Attaque silure	Observations
1JC	F1	23 : 12	>2s / non attaqué	<2s / bull attaqué / bull avorté	2s	OUI / NON	Nb géniteurs, silure ...

Figure 3 : Feuille de suivi utilisée pour compiler les données

Les températures étaient mesurées grâce à un thermomètre Combo pH & EC by Hannah (Figure 4)



Figure 4 : Thermomètre utilisé pour la mesure des températures

Ces données ont ensuite été compilées dans des tableurs excels créés par les « aloseurs », pour y être analysés, ainsi que dans le tableau excel fourni par MRM, afin qu'ils aient accès aux différentes données recueillies, et qu'ils puissent comparer les différents cours d'eau entre eux.

Une fois les tableurs remplis, il convient d'évaluer la corrélation entre les différentes données. La question peut effectivement se poser quant au lien entre le nombre de bulls observés en une nuit et la température de l'eau, ou bien si le débit influe sur la reproduction des aloses. Pour étudier ces possibles corrélations, des tests statistiques doivent être réalisés. Il convient tout d'abord de tester la normalité de nos données, afin de vérifier si elles suivent une loi normale. Pour cela, il faut utiliser le test de Shapiro-Wilk. Son hypothèse nulle H0 est que les données testées suivent une loi normale.

Selon le résultat donné par le test de normalité, deux tests sont possibles pour tester la corrélation entre deux jeux de données. Si l'hypothèse nulle de Shapiro-Wilk n'est pas rejetée, cela signifie que nos deux jeux de données suivent une loi normale, et dans ce cas, le test de corrélation utilisé sera le test de Pearson. Son hypothèse nulle est qu'il n'y a pas de corrélation entre les deux jeux de données, et le calcul du coefficient de corrélation se fait selon l'équation suivante (Équation 1) : [6]

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Équation 1 : Corrélation de Pearson

Avec :

- r = coefficient de corrélation de Pearson
- X_i = valeur i du premier jeu de données
- $\bar{X}$ = valeur moyenne du premier jeu de données
- Y_i = valeur i du deuxième jeu de données
- $\bar{Y}$ = valeur moyenne du deuxième jeu de données

Si le test de Shapiro-Wilk conclut que les jeux de données ne suivent pas une courbe gaussienne, le test de Spearman devra être utilisé. Son hypothèse nulle est qu'il n'y a pas de corrélation entre les deux variables. La formule utilisée pour le test de Spearman est la suivante (Équation 2) : [7]

$$r_s = \frac{\text{cov}(rg_X, rg_Y)}{\sigma_{rg_X} \sigma_{rg_Y}}$$

Équation 2 : Corrélation de Spearman

Avec :

- r = coefficient de corrélation de Spearman
- $\text{Cov}(rg_X, rg_Y)$ = covariance de variables de rang
- σ_{rg_X} et σ_{rg_Y} = écarts-types des variables de rang

II. Résultats :

A. Caractérisation des stations de suivis :

Les différentes stations qui ont été suivies se trouvaient toutes à Chusclan, et plus précisément à l'aval du seuil de Chusclan, obstacle actuellement infranchissable qui limite la remontée des aloses, et donc les oblige à utiliser des frayères de substitution (Figure 5)

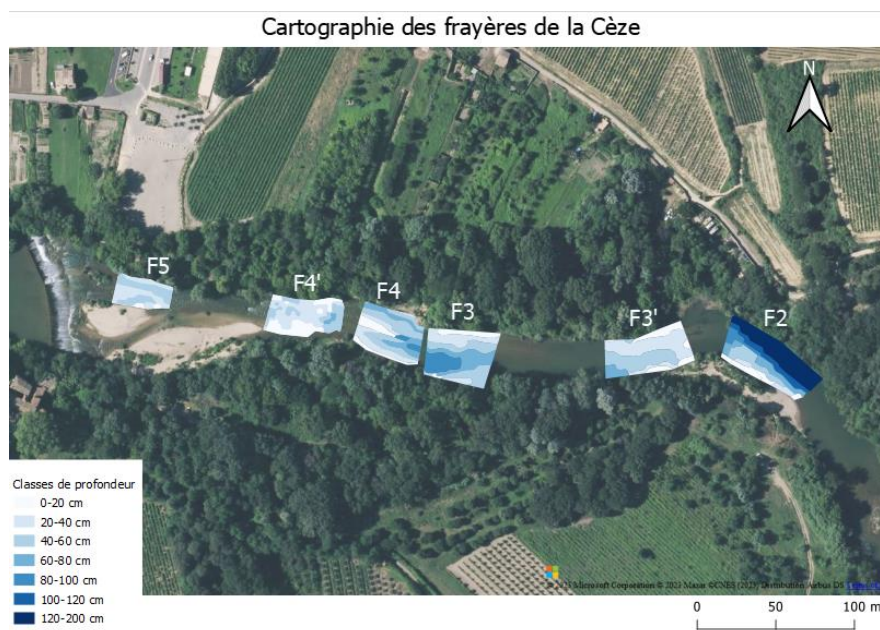


Figure 5 : Emplacement et bathymétrie des frayères suivies

La frayère F5 est la frayère la plus proche du seuil, il s'agit d'un radier avec des vitesses de courant élevées, ainsi qu'une granulométrie grossière, allant des galets grossiers aux cailloux (les classes de granulométrie sont celles mentionnées par Champigneulle (1978) [2]) (Tableau 1), et une hauteur d'eau relativement faible. La reproduction des aloses se font généralement sur les zones un peu plus profondes se situant à l'aval et en rive gauche (Figure 6).

Tableau 1 : Classe de granulométrie de Champigneulle

Types de Substrat	:	Classes granulométriques
vaseux	:	< 0,02 mm
sableux	:	de 0,02 mm à 2 mm
gravier	:	de 2 mm à 2 cm
galet	:	de 2 cm à 10 cm
cailloux	:	de 10 cm à 20 cm
bloc	:	de 20 cm à 50 cm
roc	:	> 50 cm

Cartographie de la frayère F5



Figure 6 : Carte de la bathymétrie de la frayère F5

Le prochain site de suivi, appelé F4' (Figure 7), est un site créé par les « aloseurs », car au cours des nuits, il a été remarqué qu'il y avait beaucoup d'activités. Il s'agit d'une zone de plat lotique se finissant par un radier, caractérisée par une vitesse moyenne et une granularité constituée de graviers/cailloux, et des hauteurs d'eau légèrement plus importante que F5. Le surnom de cette frayère était « le canal à barbeaux », poisson étant en effet toujours présent de nuit sur cette partie du cours d'eau.

Cartographie de la frayère F4'



Figure 7 : Carte de la bathymétrie de la frayère F4'

Les deux frayères suivantes sont F4 et F3. F4 est caractérisée par une zone peu profonde à vitesse de courant élevé en rive droite dominé par les graviers, ainsi qu'une zone située en rive gauche qui présente des profondeurs plus importantes, avec des vitesses de courant moyennes se finissant par une légère chute d'eau, dominé par le sable. Quant à F3, il

s'agit d'un plat lenticulaire avec une granularité majoritairement sablonneuse, des vitesses de courant faibles ainsi qu'une profondeur assez importante. (Figure 8)

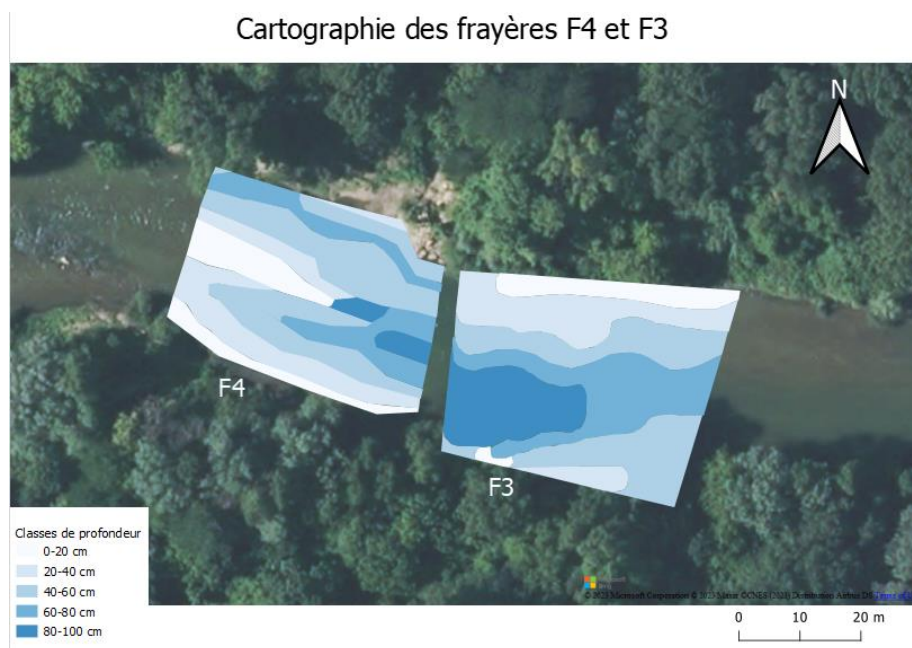


Figure 8 : Carte de la bathymétrie des frayères F4 et F3

Ensuite, il y a la frayère nommée F3', qui est aussi une zone définie par les « aloseurs », et qui consiste en une tête de radier définie par un courant moyennement fort, une granulométrie passant du sable aux galets, et des profondeurs de moins en moins importantes de l'amont vers l'aval. (Figure 9)

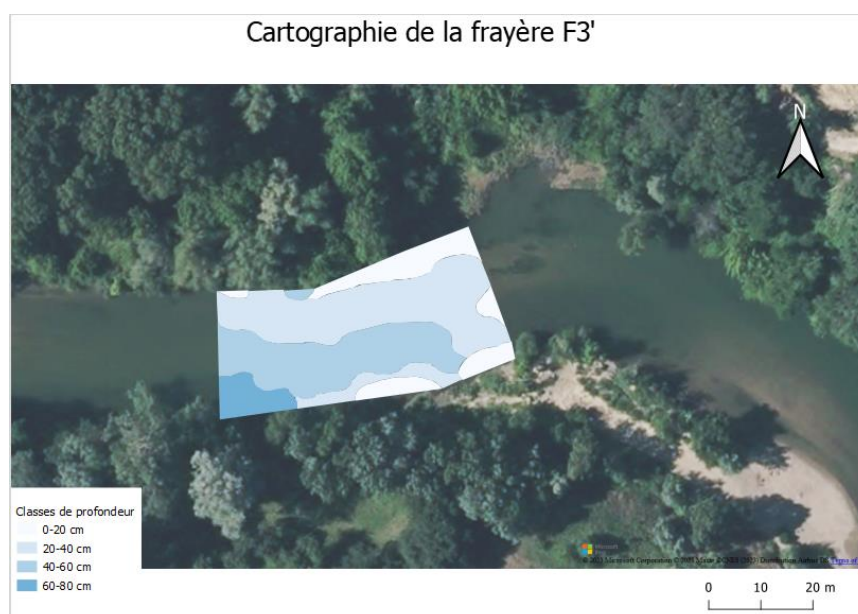


Figure 9 : Carte de la bathymétrie de la frayère F3'

Enfin, la dernière frayère est F2, qui est un plat lentique situé dans un méandre, qui contient donc des profondeurs importantes à l'extrados, une vitesse de courant relativement faible, et une granulométrie majoritairement sablonneuse. (Figure 10)

Cartographie de la frayère F2



Figure 10 : Carte de la bathymétrie de la frayère F2

Durant la période de suivi, les débits sur la Cèze étaient de $4 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ au début, et a progressivement évolué vers les $2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. À noter qu'à la toute fin du suivi, une légère crue cévenoles a eu lieu, ayant pour conséquence l'augmentation du débit jusqu'à $27 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Figure 11). Les données ont été récupérées à partir de la station de suivi situé à Bagnols-sur-Cèze [8].

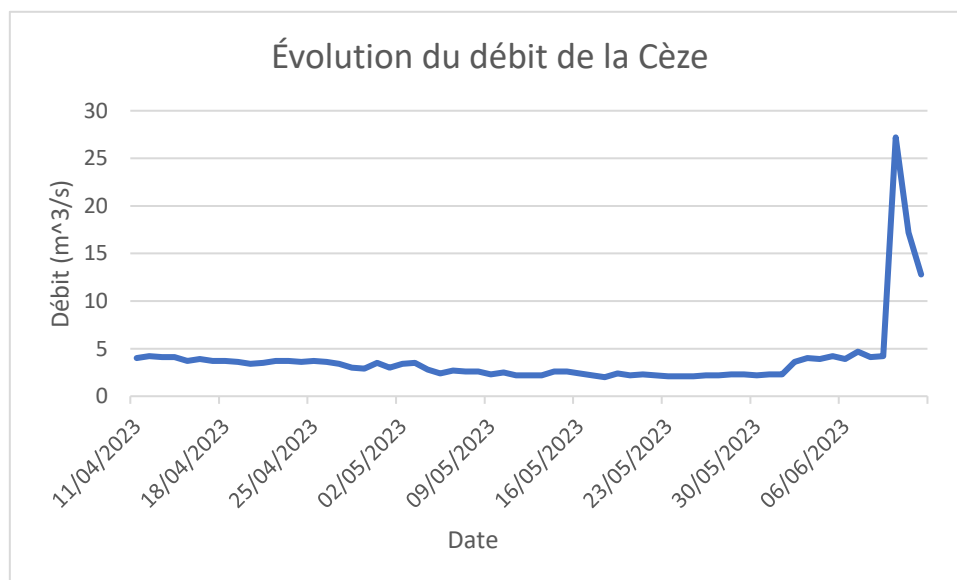


Figure 11 : Évolution des débits sur la Cèze

L'ordre de Strahler de la Cèze est de 4 [9]. La thermie de l'eau et de l'air proche des berges de la Cèze a été relevé aux alentours de 23h, et évolue, pour l'eau de 14°C à 23°C , et pour

l'air, de 10°C à 20°C. Les trous dans les données correspondent aux nuits effectuées sur le Gardon, ou à des oublis de mesure (Figure 12).

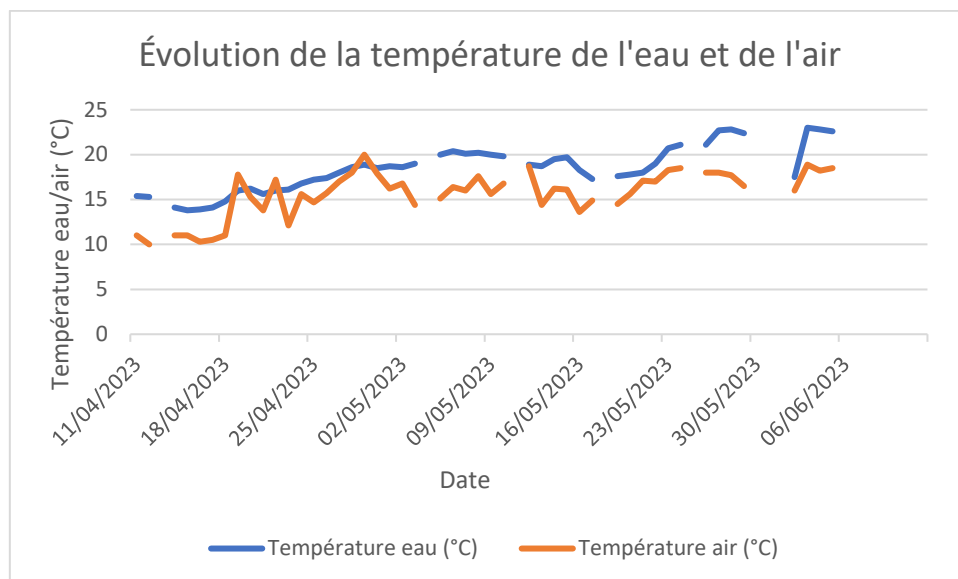


Figure 12 : Évolution de la température de l'eau et de l'air sur la Cèze

Les conditions météorologiques dans lesquelles ont été effectuées le suivi se sont dégradés durant le dernier quart de la période, avec très souvent des pluies avant et après les horaires de suivi.

B. Présentation des résultats du suivi de l'année 2023 :

À la fin de la période de suivi, le nombre de bulls totaux relevés étaient de 194, pour 144 bulls certains. Le nombre de bulls par nuits était très variable, allant de 24 bulls pour la meilleure nuit, à zéro. (Figure 13)

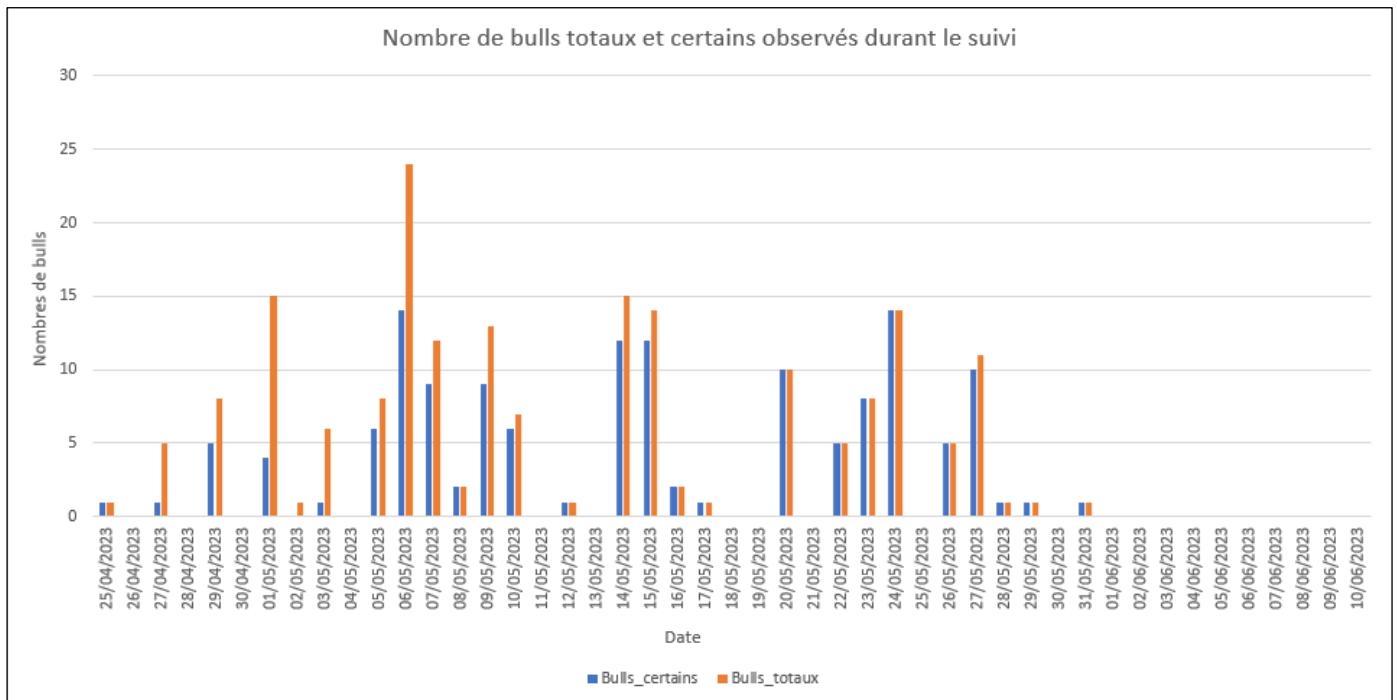


Figure 13 : Nombre de bulls certains et totaux observés par nuit

Avec ce graphe, il est possible de voir qu'il n'y a pas eu vraiment de pic d'activités de reproduction des aloses cette année, les résultats obtenus par nuit étant très variables. À noter aussi la quasi-disparition des bulls incertains à la fin du suivi, expliqué par la prise d'habitude des observateurs à la détermination des bulls d'aloses, ainsi qu'une potentielle acclimatation des aloses aux conditions hydrologiques et météorologiques de la zone, leur permettant de s'assurer de la bonne réalisation du bull.

Durant les années, les aloses peuvent changer de frayères « préférées », il est donc important de recenser la frayère la plus active de cette année. Ici, la frayère la plus active a été F4, avec 126 bulls observés dessus, cela représente 65% des bulls totaux. Elle est suivie par F4' avec 42 bulls. Quant à F3, 0 bulls ont été observés. (Figure 14)

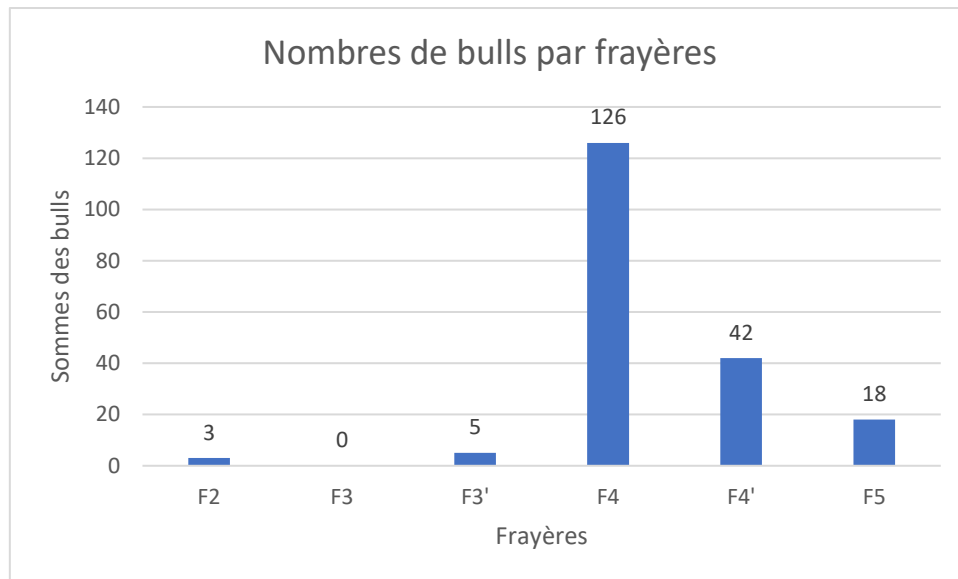


Figure 14 : Nombre de bulls totaux observés selon les frayères

Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que F3 est un plat lentique, donc il est possible que la vitesse de courant n'était pas suffisante pour les aloses, il en va de même pour F2. F4 et F4', elle, possédaient un courant moyennement fort et des hauteurs d'eau comprises entre 50 cm et 1 m, avec une granulométrie grossière, elles ont donc des caractéristiques optimales pour la reproduction de l'alose. Il est possible que la différence de bulls entre F4' et F4 soit due à la présence accrue de *Barbus barbus* sur F4', qui partage la même zone de reproduction que l'alose. Il pourrait donc être intéressant d'étudier la relation entre *Alosa agone* et *Barbus barbus*, afin de constater ou non une potentielle compétitivité des zones de reproduction entre ces deux espèces. La même étude pourrait aussi se porter à l'espèce *Barbus meridionalis*, aussi présent sur la Cèze et plus précisément en F3', frayère potentielle de l'alose feinte du Rhône.

D'après les informations reçues avant de commencer le suivi, MRM estimait que le pic d'activité de reproduction des aloses se trouvait entre 1h et 3h du matin. Le graphe suivant montre l'activité des aloses selon les heures. (Figure 15)

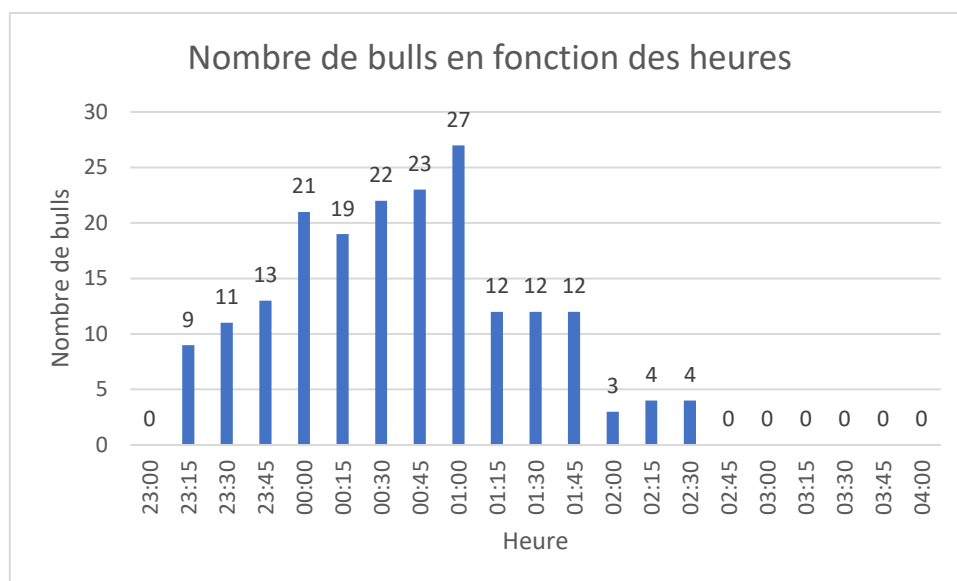


Figure 15 : Nombre de bulls observés en fonction des heures

Ce graphe montre que, cette année, le pic d'activité de reproduction se trouvait plutôt entre 00h et 1h du matin. Cette différence peut potentiellement s'expliquer avec les conditions météorologiques dans lesquels le suivi de cette année s'est effectué, avec de nombreuses pluies durant les après-midis, ce qui a pu perturber les aloses. Il y a aussi le protocole qui joue dans ces résultats, car il était rare que les observateurs restaient jusqu'à 3h, dû au fait qu'aucun bull n'était entendu depuis 45 minutes.

Enfin, le but de ce suivi est de suivre l'évolution des populations d'aloses feintes du Rhône, grâce aux nombres de bulls observés sur les différents affluents du Rhône. Pour ce qui est question de la Cèze, la comparaison avec les années précédentes est détaillée avec le graphe ci-dessous. (Figure 16)

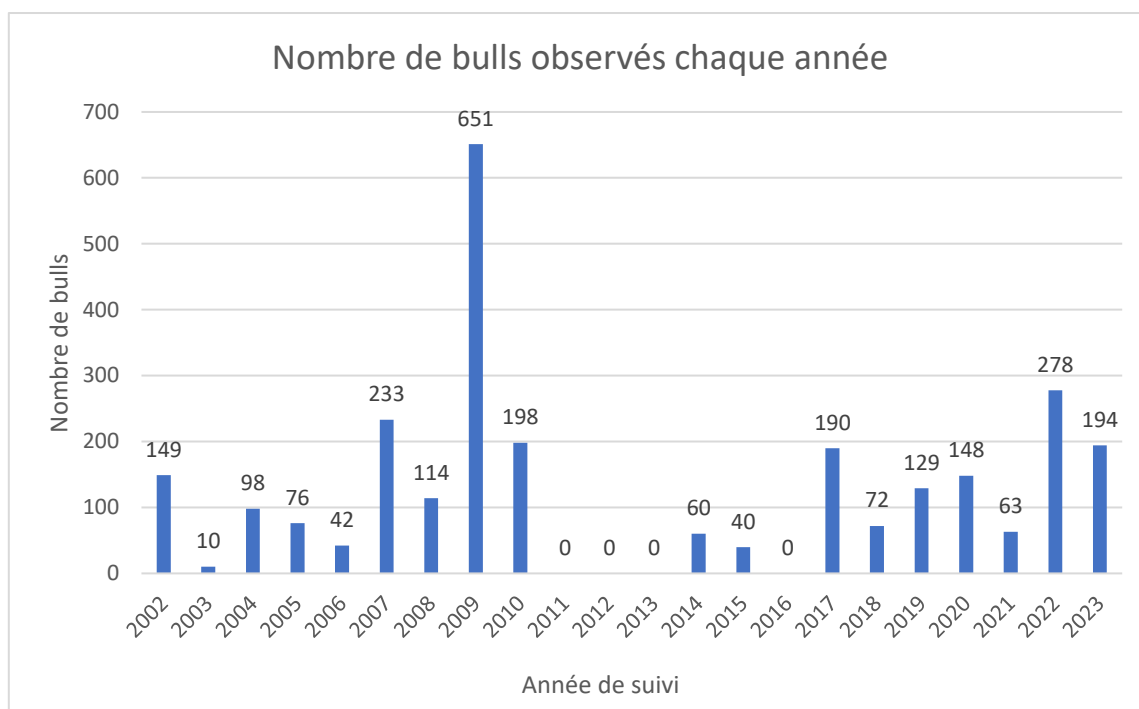


Figure 16 : Nombre de bulls selon les années de suivi

D'après ce graphe, l'année 2023 n'est pas une année « faible » en termes de bulls, étant donné qu'il s'agit de la cinquième année la plus prolifique depuis 2002, et la deuxième année la plus importante depuis 10 ans. Cependant, elle reste inférieure à l'année 2022. Ces résultats peuvent s'expliquer par des travaux ayant lieu sur la confluence Gardon/Rhône, ce qui a pu perturber la remontée des poissons migrateurs.

Cependant, ces données sont à mettre relation avec des données encore plus anciennes, car d'après des sources internes à l'entreprise, au début des suivis, le nombre de bulls dépassaient largement le millier. Au vu des résultats de ces 20 dernières années, il est clair que la chenalisation du Rhône et la multiplication des ouvrages hydro-électriques dans son lit mineur est une contrainte importante qui réduit énormément la migration des poissons amphihalins. Les barrages et les seuils empêchent les aloses d'accéder à leurs frayères naturelles, et a fortement réduit leur front de colonisation des fleuves méditerranéens. À l'origine, « l'aloise remontait directement le cours d'eau principal jusqu'à la région de Lyon, une partie remontant le Rhône vers le lac du Bourget, l'autre remontant la Saône dans la région de Villefranche » (Rameye L. et al., 2008) [10]. Aujourd'hui, elles sont confinées dans la partie aval du Rhône, le point le plus haut qu'elles peuvent atteindre étant le barrage de Donzère. (Figure 17) [11]



Figure 17 : Carte du front de colonisation de *Alosa agone* en 2022

Cependant, dans le cas de la Cèze, une passe à poissons est en cours de création sur le seuil de Chusclan, actuel obstacle limitant la remontée, et elle permettra aux aloses ainsi qu'aux anguilles de remonter la Cèze jusqu'au cascades du Sautadet, obstacle infranchissable naturel. Si cette passe à poissons se révèle être un succès, les aloses pourraient accéder à leurs frayères naturelles sur la Cèze, et ainsi normalement avoir une activité de reproduction plus importante. Il sera donc important de suivre les suivis des 5 prochaines années afin de vérifier la bonne présence des aloses en amont du seuil de Chusclan, signe de bon fonctionnement de la passe, ainsi que la présence ou non des aloses sur leur frayère de substitution actuelle, signe d'une non-réussite de la traversée de la passe.

C. Analyse de l'influence des paramètres abiotiques sur la reproduction de l'alse :

L'alse feinte du Rhône est une espèce de poisson encore peu étudié, et souvent comparé à ces cousines, l'alse feinte d'Atlantique et la grande alse, avec qui elle partage beaucoup de points communs écologiquement parlant. Cependant, certaines différences sont notables, notamment le fait qu'il s'agit d'un poisson itéropare, contrairement à *Alosa alosa*. Il est donc possible de se questionner sur l'influence des paramètres abiotiques, comme la température ou le débit, sur l'activité de reproduction de *Alosa agone*. Afin d'évaluer la corrélation entre le nombre de bulls et un paramètre abiotique, il convient tout d'abord de s'assurer si nos données suivent une distribution normale. Il faut donc utiliser le test de Shapiro-Wilk sur le jeu de données des bulls certains, de la température de l'eau relevée au début du suivi, et du débit relevé à 23h. L'alpha choisi est de 0.05 et le logiciel utilisé pour réaliser le test statistique est XLStat. (Tableau 2)

Tableau 2 : Résultat du test de Shapiro-Wilk

Variable	p-value Shapiro-Wilk
Nombre de bulls certains	0.000
Température eau début suivi	<0.0001
Débit début suivi	0.018

Les p-values obtenues sont toutes inférieure à 0.05, l'hypothèse H1 est donc retenu au risque maximum de 1.8%, les données sélectionnées ne suivent pas une loi normale.

Comme la distribution des données ne sont pas une gaussienne, il convient d'utiliser le test de Spearman afin de savoir s'il y a une corrélation entre nos différents jeux de données. Le premier paramètre abiotique à tester est la température, élément important pour les aloses car elles ne remontent un cours d'eau qu'à partir d'une certaine température de l'eau, à savoir environ 16°C. Il serait donc intéressant de savoir si la température ne joue que dans la remontée des aloses, ou si elle joue aussi sur leur activité de reproduction. Il faut donc représenter l'évolution du nombre de bulls en fonction de la température de l'eau. (Figure 18)

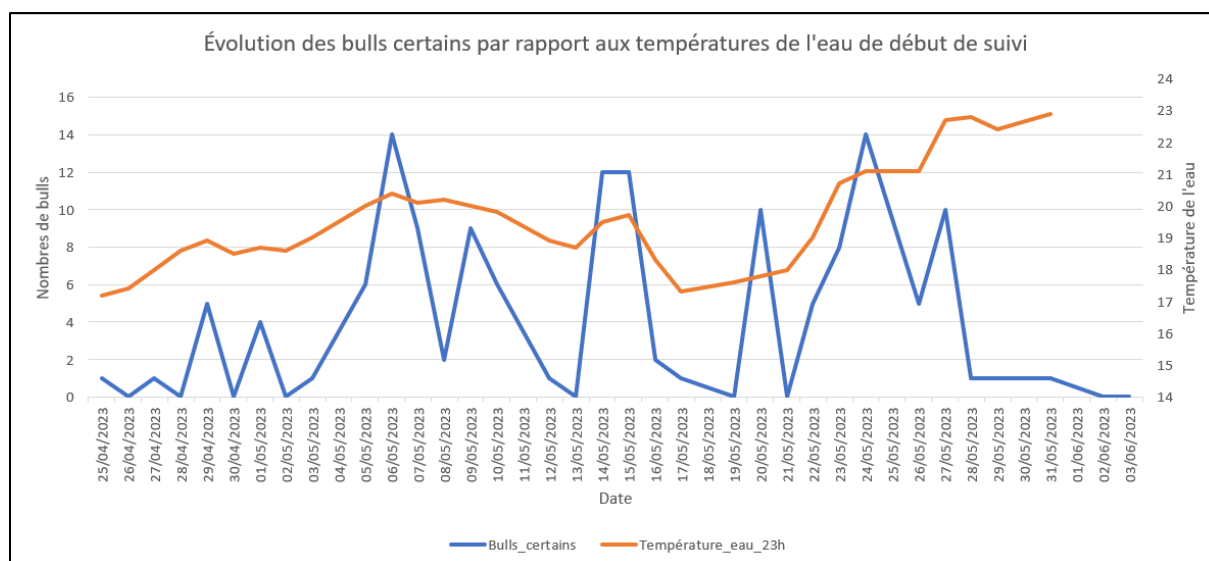


Figure 18 : Évolution du nombre de bulls en fonction de la température de l'eau au fil du suivi

Ce graphe montre une sorte de relation entre l'augmentation de la température de l'eau et l'augmentation du nombre de bulls, mais elle n'est pas réellement flagrante. Afin de s'en assurer, un test de Spearman a été réalisé.

Le tableau suivant montre les résultats du test de corrélation de Spearman sur ces valeurs. La valeur de alpha utilisé est de 0.05, le logiciel utilisé est XLStat. (Tableau 3)

Tableau 3 : Résultat du test de Spearman entre le nombre de bulls et la température de l'eau de début de suivi

Matrice de corrélation		
Variables	Nombres de bulls certains	Température eau début suivi
Nombres de bulls certains	1	0.571
Température eau début suivi	0.571	1
p-value		
Variables	Nombres de bulls certains	Température eau début suivi
Nombres de bulls certains	0	0.001
Température eau début suivi	0.001	0

D'après les résultats du test de corrélation de Spearman, il existe bel et bien un lien entre la température de l'eau au début du suivi et le nombre de bulls observés. L'hypothèse H1, indiquant la présence d'une corrélation est donc retenue au risque de 0.1%. De plus, la matrice de corrélation indique une corrélation positive, assez forte car le résultat se trouve à la moitié entre 0 et 1. Donc quand la température augmente, le nombre de bulls observés augmente aussi, la température de l'eau joue donc bien sur l'activité de reproduction des aloses. Cependant, il est fort probable qu'une trop grosse augmentation de la température devienne néfaste pour les aloses, car l'oxygène dissous ne sera plus présent en quantité suffisante.

Un autre paramètre qui peut potentiellement jouer sur l'activité de reproduction des aloses est le débit. Effectivement, un débit trop faible peut empêcher la reproduction car cela voudrait dire que la colonne d'eau n'est pas assez importante ou que la vitesse de courant est trop faible. Il faut donc vérifier la possible corrélation entre le débit mesuré au début du suivi, et le nombre de bulls certains observés. Le graphe ci-dessous montre l'évolution de ces deux paramètres. (Figure 19)

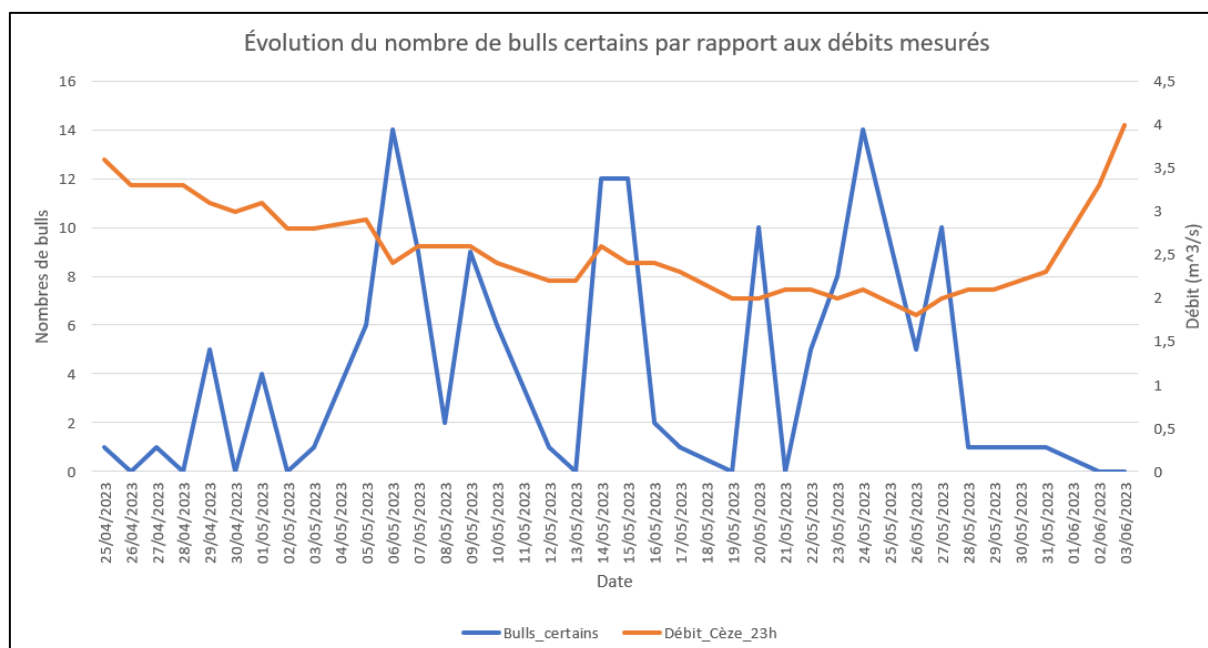


Figure 19 : Évolution du nombre de bulls par rapport au débit mesuré à 23h au fil du suivi

D'après ce graphe, il n'y a pas l'air d'avoir une relation entre le débit et le nombre de bulls d'aloses observés. En effet, le pic d'activité de reproduction le 06/05/23 correspond à une baisse de débits, tandis que celui du 24/05/23 correspond à une hausse de débit. Afin d'en être vraiment sûr, un test de Spearman a été réalisé. Le tableau suivant montre les résultats du test de corrélation de Spearman sur ces valeurs. La valeur de alpha utilisée est de 0.05, le logiciel utilisé est XLStat. (Tableau 4)

Tableau 4 : Résultat du test de Spearman entre le nombre de bulls et le débit mesuré en début de suivi

Matrice de corrélation		
Variables	Nombres de bulls certains	Débit au début du suivi (m³/s)
Nombre de bulls certains	1	-0.318
Débit au début du suivi (m³/s)	-0.318	1
p-value		
Variables	Nombres de bulls certains	Débit au début du suivi (m³/s)
Nombre de bulls certains	0	0.072
Débit au début du suivi (m³/s)	0.072	0

Le test de corrélation de Spearman donne un p-value de 0.072, donc supérieur à alpha, on peut donc retenir l'hypothèse zéro qui dit qu'il n'y a pas corrélation entre le nombre de bulls observés et le débit mesuré. La matrice de corrélation indique aussi que la corrélation

serait négative, cependant, la période de reproduction des aloses se situe durant l'été, donc durant la période d'étiage, les débits baissent donc naturellement. Il est normal de constater une augmentation du nombre de bulls et une baisse de débit au même moment, ce qui explique le signe négatif, mais le lien entre les deux n'est pas établi.

III. Discussion :

A. Critique du protocole COGEPOMI :

Le protocole COGEPOMI, bien que réalisé par des experts en milieu aquatiques, porte son lot de défauts qui vont éventuellement influencer sur les résultats finaux, notamment sur le nombre de bulls observés à la fin de la période de reproduction, et donc sur l'estimation de la population d'aloses. Les plus gros défauts notables se situent durant la phase suivi, et tout d'abord sur la réalisation du suivi 1 jour sur 3, avec l'utilisation d'une régression afin d'estimer le nombre de bulls. Il a été effectivement remarqué que le nombre de bulls n'a jamais été constant cette année, avec des nuits avec une dizaine de bulls observés, suivis de nuits sans aucune activité de reproduction recensée. L'inverse s'est aussi produit, ce qui implique que la régression indiquera 3 nuits à 0 bulls, alors qu'en réalité il n'y en a eu qu'une seule. Le protocole GECO permet de pallier ce problème en effectuant des suivis toutes les nuits, cependant, pour des raisons de commandes tarifaires, seuls une nuit sur trois de données ont été transmises à MRM, commanditaire de GECO, ce qui a amené à une différence significative de nombre de bulls recensés sur la Cèze (Figure 20) :

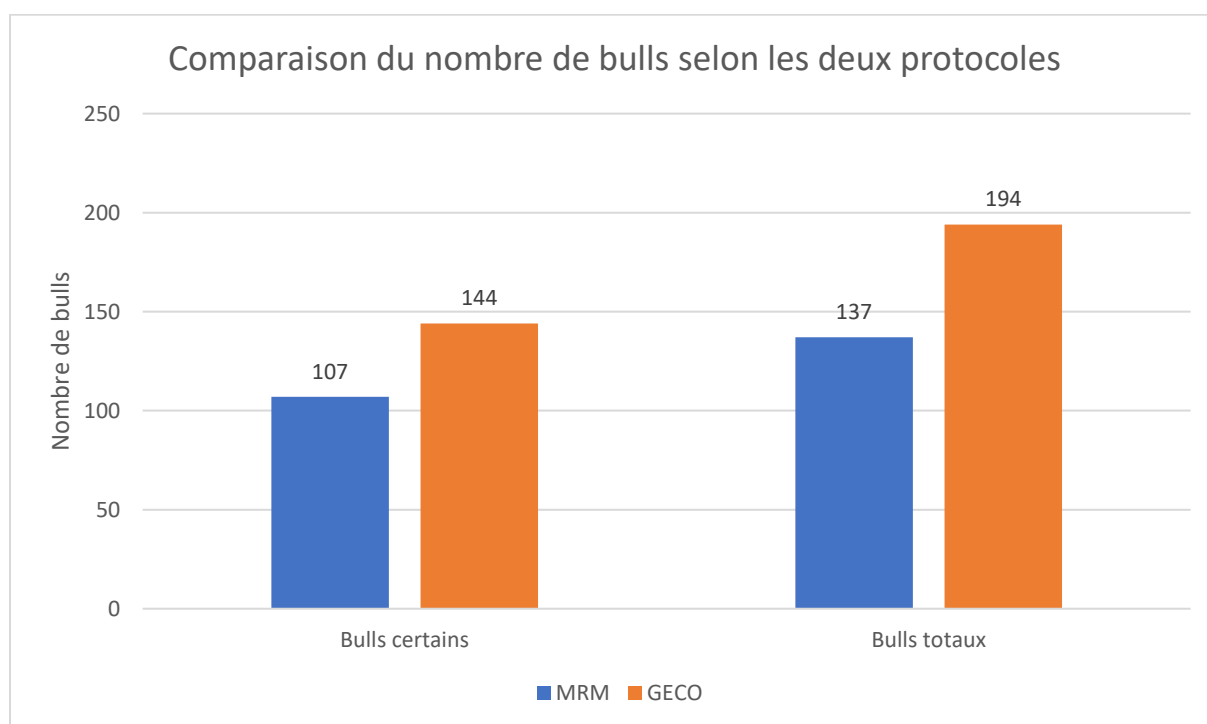


Figure 20 : Différence de bulls certains et totaux entre MRM et GECO

Ce graphe montre que les résultats du protocole GECO indique 144 bulls certains contre seulement 107 pour MRM, donc une différence de 37 bulls, donc d'au minimum 74 aloses de différence sur l'estimation des populations remontées sur la Cèze, ainsi qu'une différence de 57 bulls au total. Le nombre de bulls certains non comptabilisés par MRM correspond à environ 35% de leur résultat final, ce n'est donc pas une petite différence non significative, mais bien une réelle différence de résultat apporté par les différents protocoles de comptabilisation des données.

Un autre défaut notable du protocole COGEPOMI, celui-ci aussi partagé par le protocole GECO, correspond au possible départs des observateurs après 45 minutes sans avoir aperçu de bulls après 1h30 du matin. En effet, il est fort possible qu'il y ait d'autres bulls d'aloses, même s'il n'y a pas eu d'activité de reproduction observée, et ce départ prématuré empêche de comptabiliser ces bulls, le résultat final s'en verra donc forcément altéré. Il n'est pas possible encore de savoir cet aspect du protocole apporte une faussement de résultat très significatif, cependant ce départ est souvent expliqué par la pénibilité du travail d'observateur, qui implique de rester longtemps sans bouger au même endroit, pour finalement ne pas être sûr d'avoir des bulls observables sur la zone surveillée. Un départ plus tôt permet donc de réduire cette pénibilité aux travailleurs. Cependant, avec l'arrivée des nouvelles technologies, il est probable que l'observation des bulls se fassent par le futur de manière automatique, grâce à des boîtiers d'enregistrement sonores, placés sur le bord des rivières, et avec l'entraînement d'une intelligence artificielle qui permettra l'analyse des fichiers audios et la détermination des moments où un bull a été enregistré. Cette méthode permettra d'avoir un suivi de toute la nuit et tous les jours, avec un traitement plus rapide des données, et donc de résoudre le problème des nuits non-suivies dans leur intégralité qui se pose actuellement. Cette technologie n'est cependant pas encore au point aujourd'hui, et plusieurs questions se posent, comme « est-il vraiment possible de différencier un bull de barbeau à ceux d'aloses rien qu'au son ? », ou « comment régler le problème de vol des boîtiers sonores ? ».

B. Critique des résultats :

Les différents résultats obtenus et présentés sont soumis aux biais de l'observateur et des instruments. La température, par exemple, possède forcément une marge d'erreur due à la précision du thermomètre, surtout que celui utilisé était vieux, donc présentant une déviation de la température réelle plus importante. Cette différence de température aurait pu modifier le résultat obtenu sur le test de Spearman, et donc modifier la corrélation trouvée.

Le nombre de bulls observés sur les différentes frayères est lui aussi soumis à un biais, celui des observateurs. Effectivement, certaines frayères sont plus simples à suivre que d'autres, F5 par exemple est difficile à cause du bruit du seuil, ou bien F2 qui a un chemin d'accès plus complexe. De plus, les aloses choisissent, chaque année, des zones « préférentielles » où elles se reproduiront plus. Cette année, il s'agissait de F4 et F4', ce qui a amené à une focalisation sur ces deux frayères, avec un relâchement sur les autres qui ont

été moins suivi sur la fin de la période de reproduction. Ce phénomène peut donc expliquer la différence de bulls selon la frayère.

Par rapport aux nombres de bulls observés chaque année, il aurait été intéressant d'avoir accès aux données des suivis avant 2002, afin de pouvoir comparer le nombre de bulls au commencement des suivis aloses, afin de mieux se rendre compte d'une potentielle chute de la population d'aloses depuis la fin des années 1900, et ainsi permettre d'apporter des arguments en la défaveur de la construction de nouveaux seuils ou barrages sur le Rhône, afin de faciliter la remontée des poissons migrateurs et de permettre la conservation de l'espèce.

IV. Description des autres activités :

A. Analyse stomachale des silures :

Durant le suivi de la reproduction des aloses, diverses activités liées à ce poisson migrateur ont été effectuées. L'une d'entre elles était l'analyse stomachale des *Silurus glanis* présent sur les frayères suivies sur la Cèze. Pour ce faire, les silures ont été pêchés, puis leur contenu stomachale a été inspecté afin de vérifier une possible prédation du silure sur l'alose. En tout, 8 silures ont été pêchés, pour une moyenne de taille d'environ 1,2 mètre, et différents éléments ont été retrouvés dans leur estomac (Figure 21) :

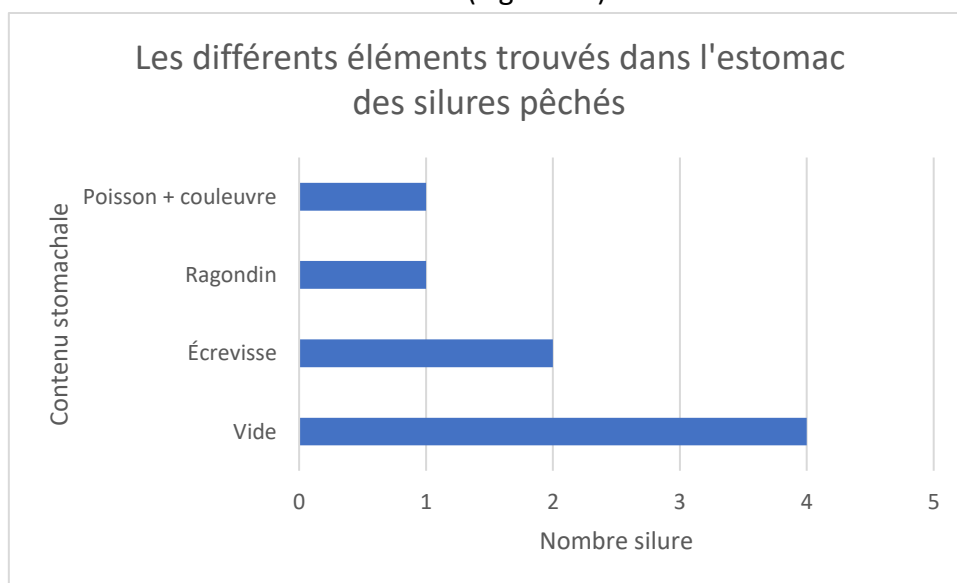


Figure 21 : Description du contenu stomachale des silures pêchés

La majorité des silures pêchés (50%) ne possédaient rien dans l'estomac, 2 d'entre eux avaient mangé des écrevisses de Louisiane, qui ont été retrouvés en état de décomposition dans la cavité stomachale. L'un des silures avaient mangé un ragondin, identifié grâce aux dents encore présentes sur les os du crâne, ainsi que la queue qui n'était toujours pas digérée. Enfin, un silure avait mangé une couleuvre, mais aussi un poisson, il est cependant peu probable qu'il s'agisse d'une alose, car la taille du cadavre était trop peu importante pour qu'il s'agisse d'*Alosa agone*.

La non-présence d'aloses dans l'estomac des silures pêchés peut s'expliquer par différents facteurs. Premièrement, il faut avoir la chance de pêcher un silure qui a mangé une alose peu de temps avant la capture, sinon elle sera déjà digérée quand l'analyse stomachale sera effectuée. De plus, la petite taille moyenne des silures présents sur les frayères suivies ne leur permet pas de manger des aloses, car celle-ci est encore trop grosse pour eux, il serait cependant intéressant de réaliser l'expérience de l'analyse stomachale sur les silures se trouvant dans le Rhône, notamment dans le premier et deuxième bassin de la passe à poissons de Codolet, ceux-ci dépassant facilement 1m80 et pouvant manger les aloses qui remontent ou redescendent. On peut aussi noter que les silures ont la possibilité d'attaquer les bulls d'aloses, car durant leur reproduction, les aloses restent au même endroit en faisant beaucoup de bruit, ce sont donc des proies faciles. Cependant, en 2023 sur la Cèze, seuls un bull des 194 bulls entendus a été attaqué, cela montre aussi que les silures présents sur les frayères de la Cèze cette année n'ont pas vraiment prédaté les aloses, cependant, il reste probable que leur présence soit un stress supplémentaire pour les aloses, ce qui peut les perturber durant leur période de reproduction, le silure jouerait donc potentiellement un rôle dans la réduction de la population des aloses.

B. Tentative d'élevage d'alosons en aquarium :

Une autre activité liée aux aloses est la tentative d'élevage d'alosons en aquarium. Pour réaliser cette activité, des aquariums en cascade ont été installés afin de créer du courant afin d'oxygéner les œufs, 4 aquariums ont été installés au total. Le premier était composé de sédiments très grossiers, tels des cailloux, deux pompes ont été installés afin de créer plus de courant, et deux bulleurs étaient installés afin d'oxygéner correctement l'eau. Les sédiments du deuxième aquarium étaient légèrement moins grossiers que celui du premier aquarium, et la hauteur d'eau y était moins importante. Le troisième aquarium contenait des sédiments comparables à du sable/gravier, avec quelques galets par-dessus. Enfin, le quatrième aquarium contenait de la ouate et des pierres poreuses afin de filtrer l'eau, ainsi qu'une pompe permettant de réaliser un circuit fermé. Un chauffage ainsi qu'un thermomètre étaient disposés dans le premier aquarium afin de gérer la température de l'eau, et une barre LED permettait d'éclairer les aquariums.(Figure 22).



Figure 22 : Photo des aquariums en fonctionnement

Une fois les aquariums installés, il fallait obtenir les gamètes mâles et femelles d'aloses pour commencer la reproduction. Pour ce faire, des séances de pêches étaient organisées, malheureusement non fructueuses. En effet, les gamètes ne se conservent pas longtemps, et une seule femelle a été pêchée, sans mâle par la suite. L'élevage des alosons n'a donc pas pu être tenté cette année. Cependant, des stagiaires de certaines années précédentes avaient réussi à récupérer les gamètes au même moment, et avaient donc tenté l'élevage des alosons. Malheureusement, d'après des sources internes à l'entreprise, aucun de ces tentatives n'a abouti, au vu de la complexité de survie des jeunes poissons. Il faut en effet trier chaque jour les œufs afin de retirer les pourris pour qu'ils ne contaminent pas avec un champignon les œufs sains, et il faut respecter au maximum l'écologie des juvéniles, tâche difficile avec du matériel basique d'aquariophilie.

V. Conclusion :

Le suivi des aloses de l'année 2023 s'est soldé par une activité de reproduction assez haute comparée aux 20 ans précédant, mais qui reste bien inférieur à l'activité recensée à la fin des années 1990. Ce déclin de l'activité de reproduction s'explique par la multiplication des obstacles non franchissables réduisant la colonisation des rivières par l'aloise, ainsi que des passes à poissons peu efficaces, qui fatigue le poisson. Ces facteurs forcent les aloses à utiliser des frayères de substitution, ce qui implique une chance de reproduction plus faible. De plus, certaines espèces introduites comme le silure peut aussi avoir un impact sur l'activité de reproduction des aloses, ce qui réduit encore la probabilité de reproduction de l'espèce. Enfin, le changement climatique qui entraîne des étiages de plus en plus sévères l'été, ce qui empêche les aloses de subsister dans les zones de radier à cause d'une hauteur d'eau trop faible, et des températures de plus en plus chaudes, qui finissent fatalement par être un désavantage pour tous les poissons, à cause du manque d'oxygène dissous.

Cependant, il est encore possible d'agir pour cette espèce, en effet elle est seulement estampillée « Quasi-menacée » sur la Liste rouge de l'UICN, et de nombreux efforts sont fournis afin de protéger l'alose feinte du Rhône. On peut par exemple citer la construction d'une passe à poissons sur le seuil de Chusclan, obstacle actuellement infranchissable, d'ici 2024 sur la Cèze, ce qui permettra, si la passe fonctionne, aux aloses de remonter jusqu'à leurs frayères naturelles, avant d'être bloquée par les cascades du Sautadet, obstacle infranchissable naturel. Cette passe à poissons permettrait donc de restaurer le front de colonisation historique de l'alose sur la Cèze. On peut aussi dire que le Rhône aval, ses affluents ainsi que d'autres fleuves méditerranéens comme l'Hérault, le Vidourle ou la Têt font partis de la Zone d'Action Prioritaire (ZAP) ALOSE FEINTE, qui permet une prise en compte de cette espèce dans les nombreux aménagements ayant lieu sur ces cours d'eau.

L'année 2023 est une année plutôt moyenne en termes de bulls sur la côte méditerranéenne, mais comparé aux premières années où le suivi avait lieu, cela reste faible. La population d'alose est donc bien en déclin depuis le début historique des suivis, cependant, sur une échelle de temps plus courte, la population semble stagner à des valeurs raisonnables qui permettent de garder espoir quant à la protection de cette espèce endémique.

Bibliographie :

[1] : ABCèze, Bassin versant de la Cèze

<https://abceze.fr/la-ceze/>

[2] : Mennesson-Boisneau C. et al., 1990. *DESCRIPTION D'UNE FRAYÈRE ET COMPORTEMENT DE REPRODUCTION DE LA GRANDE ALOSE (ALOSA ALOSA L.) DANS LE COURS SUPÉRIEUR DE LA LOIRE*. Laboratoire d'Ecologie Hydrobiologique Station de Physiologie et d'Ecologie des Poissons – INRA.

<https://doi.org/10.1051/kmae:1990022>

[3] : Migrateurs Rhône Méditerranée, L'Alose feinte de Méditerranée

<https://www.migrateursrhonemediterranee.org/alose/>

[4] : Baglinière J.L., Elie P., 2000. *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax spp.)*. INRA éditions.

[5] : Lebel I. et al., 2001. *BILAN DES ACTIONS DU PLAN MIGRATEURS CONCERNANT L'ALOSE FEINTE (ALOSA FALLAX RHODANENSIS) SUR LE BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE-CORSE*. Association Migrateurs Rhône Méditerranée, Laboratoire d'écologie aquatique INRA.

<https://doi.org/10.1051/kmae:2001038>

[6] : Biostat, Corrélation de Pearson

http://www.biostat.ulg.ac.be/pages/Site_r/corr_pearson.html

[7] : Wikipedia, Corrélation de Spearman

https://fr.wikipedia.org/wiki/Corr%C3%A9lation_de_Spearman

[8] : Vigicrues, Station Bagnols-sur-Cèze

<https://www.vigicrues.gouv.fr/niv3-station.php?CdEntVigiCru=20&CdStationHydro=V547401501&GrdSerie=Q&ZoomInitial=1>

[9] : Rémi Delannoy, 2015. *Evaluer l'efficacité des opérations de restauration des cours d'eau : comment mettre à profit les retours d'expérience ?*. Mémoire Université Paris-Diderot Paris 7. IRSTEA.

[10] : Rameye L. et al., 1976. *Aspects de la biologie de l'alose du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de ses migrations*. <https://doi.org/10.1051/kmae:1976004>

[11] : Observatoire des poissons migrants amphihalins Rhône-Méditerranée, Observatoire Alose feinte de Méditerranée

<https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/alose-feinte-de-mediterranee/#0>



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Hugo Salmon
2022-2023

Résumé : Ce rapport traite du suivi de l'activité de reproduction de *Alosa agone* sur la Cèze en 2023, réalisé par GECO ingénierie, et mandaté par MRM. Cette année, 194 bulls au total ont été comptabilisés, ce qui est une valeur élevée pour les 20 dernières années, mais faible comparés aux valeurs historiques. La baisse d'activité est liée aux nombreux obstacles sur le Rhône, au changement climatique et à la présence d'espèce introduites. En tout, 6 frayères de substitution ont été suivies en aval du seuil de Chusclan, obstacle faisant partie de ceux réduisant le front de colonisation de l'alose. Outre le suivi, une analyse du contenu stomachale de silure pour analyser sa prédation sur l'alose, et une tentative d'élevage d'alosons en aquarium ont été effectués.

Abstract : This report deals with the monitoring of *Alosa agone* breeding activity on the Cèze in 2023, carried out by GECO ingénierie, and commissioned by MRM. This year, a total of 194 bulls were counted, which is a high value for the last 20 years, but low compared with historical values. The drop in activity is linked to the numerous obstacles on the Rhône, climate change and the presence of introduced species. A total of 6 substitution spawning grounds were monitored downstream of the Chusclan weir, one of the obstacles reducing the shad colonization front. In addition to monitoring, stomach contents of catfish were analyzed for predation on shad, and an attempt was made to rear shad in an aquarium.

Mots-clés : Alose, suivi, reproduction, débit, température, PLAGEPOMI, barrage, passe à poissons, bulls, Cèze, Rhône, GECO ingénierie, MRM

GECO ingénierie
1826 Route de Bagnols, 30290 Laudun-L'Ardoise

Tuteur entreprise :
Frédéric Roure
PDG

Tuteur académique :
Catherine Boisneau