

- RAPPORT D'ETUDE -

2021 N° 5/16

Faisabilité d'utilisation de la microchimie des otolithes d'aloses feintes de Méditerranée

ALIX F. RIVOALLAN D. • Mai 2022



Photo de couverture : Otolithe d'aloson MRM (© SCIMABIO)

Référence à citer

ALIX F., RIVOALLAN D., 2022. Faisabilité d'utilisation de la microchimie des otolithes d'aloses feintes de Méditerranée. Campagne d'Études 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 14p

1 Contexte et objectifs

Les poissons migrateurs amphihalins sont en déclin en Europe à cause de l'impact anthropique, en particulier la construction de barrages, la perte d'habitats, la pollution et la surpêche^{1,2}. Les aloses, et en particulier l'aloise feinte de Méditerranée (*Alosa agone*)³, endémique au bassin méditerranéen, bénéficient d'un statut de protection international (annexe III de la convention de Berne, annexe II de la directive Habitats de l'Union Européenne). En 2019, cette espèce a été classée « quasi menacée » sur la liste rouge des poissons d'eau douce de France et est classée « préoccupation mineure » à l'échelle internationale^{4, 5}.

Il est largement reconnu que la qualité des habitats de reproduction influence directement la survie des juvéniles et la contribution de certaines frayères ou cours d'eau au stock d'aloise. Ainsi, l'évolution du stock d'aloses dépendra de l'effet de dispersion (colonisation) et de la qualité des habitats de reproduction et du bon développement des juvéniles (devenir de la reproduction).

Il y a donc aujourd'hui un besoin qui ressort sur l'ensemble du bassin Rhône Méditerranée (bassin rhodanien et fleuves côtiers méditerranéens), de connaître l'effet des différents efforts qui ont été entrepris en faveur des aloses, mais également d'améliorer la connaissance des bénéfices apportés par chaque territoire pour l'espèce, notamment sur la question du succès reproducteur.

La reproduction est observée sur de nombreuses frayères qu'il est impossible de suivre dans leur totalité. Il convient de s'orienter vers des outils de suivis indirects qui ont déjà fait leurs preuves sur l'aloise, que ce soit au Nord de l'Amérique⁶ ou sur la façade européenne atlantique⁷ comme l'utilisation de la microchimie des otolithes.

Ce type de technologie permettrait d'apporter de nouvelles connaissances que ce soit sur le domaine fluviale ou bien marin. Il s'agit donc de caractériser la contribution des différents cours d'eau à la dynamique de la population par l'estimation du taux de retour des géniteurs. Ce type de technologie permettrait également d'apporter des éléments de réponses sur la distribution des aloses en mer en travaillant avec les criées présentes sur le pourtour du bassin méditerranéen. Enfin, l'utilisation de cette technologie permettrait d'appréhender la question du homing toujours débattue pour l'aloise.

A terme, sur le bassin Rhône-Méditerranée, cette étude pourrait constituer un suivi des aloses sur sa phase continentale mais aussi marine. Avant cela, de premières investigations sont nécessaires et apporteront des informations précieuses dans le cadre de l'orientation 4 du PLAGEPOMI (« Identifier le déterminisme et les voies de montaison privilégiées par les aloses / Comment optimiser les outils d'évaluation de l'abondance des populations ? ») mais également pour engager des réflexions sur la stratégie de suivi de la population d'aloise feinte de Méditerranée.

¹ BOYER S., GUERRI O., ET PUSTELNIK G., 2001 Situation des programmes migrateurs sur l'ensemble des bassins versants Garonne et Dordogne. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. 344.

² DE GROOT S. J., 2002 A review of the past and present status of anadromous fish species in The Netherlands: is restocking the Rhine feasible?

³ Cycle de vie de l'aloise consultable sur le site MRM

⁴ FREYHOF J., et KOTTELAT M. 2008. *Alosa fallax*. e.T904A13092303 (Consulté le 5 avril 2017).

⁵ UICN France, 2019 Liste rouge des poissons d'eau douce de France

⁶ SHAFFLER J. J., YOUNG P. S., HERRINGTON S., INGRAM T., TANNEHILL J., 2015 Otolith chemistry to determine within-river origins of Alabama Shad in the Apalachicola-Chattahoochee-Flint Rivers basin, Transactions of the American Fisheries society 144:1-10, 2015

⁷ RANDON M., DAVERAT F., BAREILLE G., JATTEAU P., MARTIN, J., PECHEYRAN C., DROUINEAU H., 2017 Quantifying exchanges of Allis shads between river catchments by combining otolith microchemistry and abundance indices in a Bayesian model, ICES Journal of Marine Science, Volume 75, Issue 1, January/February 2018, Pages 9-21

Dans le cadre d'un suivi à long terme, des variations interannuelles de la contribution de chaque cours d'eau pourraient être visibles. Complété par des analyses scalimétriques, il serait possible de connaître l'année et le cours d'eau de naissance des aloses et de faire le lien avec la reproduction observée à cette période.

2 Rappel des résultats issus des campagnes précédentes

Pour répondre à nos objectifs, l'utilisation de la microchimie des otolithes nécessite de respecter certaines conditions d'application :

- **1** : Les différents milieux de vie ciblés doivent avoir des signatures géochimiques différentes. Cette condition est indispensable pour la transmission à l'otolithe de signatures élémentaires ou isotopiques uniques qui permettront de distinguer les différents sites de naissance des aloses.
- **2** : Le contenu géochimique de l'otolithe doit correspondre fidèlement à la signature géochimique du milieu dans lequel il se trouve. En effet, des facteurs endogènes (métabolisme de l'individu) ou exogène (température) peuvent influencer l'incorporation des éléments sur l'otolithes.
- **3** : Les signatures géochimiques des cours d'eau doivent être stables dans le temps : ce qui est nécessaire pour mener une étude sur plusieurs cohortes.

Les premières campagnes visent donc à s'assurer que ces conditions d'applications soient respectées.

Des prélèvements d'eau ont été effectués et analysés en 2019 pour répondre à la première condition d'application. Les résultats sur la chimie de l'eau montrent que certains cours d'eau se distinguent assez nettement : le Tech, la Têt, l'Argens, la Durance et la Drôme. L'Eyrieux semble également se démarquer.

Les cours d'eau restants peuvent être regroupés selon leur ressemblance chimique :

- Ardèche, Hérault
- Cèze, Orb, Gardon, Aude
- Vidourle, Ouvèze, Agly.

Le Rhône (3 points de prélèvements effectués) est très proche de ce dernier groupe ; mais il se démarque légèrement car il présente un rapport Sr : Ca légèrement plus élevé. Cette tendance devra être confirmée à partir des otolithes puisque le Rhône présente une variabilité saisonnière marquée (G. Bareille, comm. Pers. Scimabio Interface).

Ces regroupements n'ont pas nécessairement de cohérence géographique, puisque des rivières assez éloignées peuvent appartenir à un même groupe (cas de l'Orb et de la Cèze). Cela s'explique très probablement par des similitudes géologiques sur tout ou partie de leur bassins versants.

Ces prélèvements d'eau reflètent un instant T et ne prennent pas en compte les variations au cours du temps que l'on pourrait observer au travers des otolithes. **L'étape d'analyse des otolithes d'alosons est donc primordiale** pour la poursuite de l'étude et permettra de :

- S'assurer que les otolithes s'imprègnent bien de la signature géochimique du cours d'eau
- Observer la stabilité du signal pendant la période de résidence des juvéniles dans le cours d'eau où ils ont été capturés.

La capture d'alosons permet de répondre à la seconde condition d'application. Au total, 21 alosons ont été capturés en 2019 (8 sur la Durance, 8 sur l'Hérault, 2 sur l'Ardèche et 3 sur le Vidourle). Les investigations 2020 n'avaient pas permis de capturer d'alosons. Les résultats des analyses des otolithes provenant de ces alosons ont été obtenus en 2021. Ils seront présentés par la suite.

3 Investigations 2021

Les objectifs des investigations terrain 2021 sont de :

- Capturer des alosons
- Démarrer la récolte d'otolithes de géniteurs en faisant appel au réseau de pêcheurs amateurs à la ligne et aux criées

3.1 Capture d'alosons

Pour répondre à la seconde condition d'application, il est nécessaire de capturer des juvéniles sur leur site de naissance.

5 alosons par cours d'eau sont requis pour disposer de résultats exploitables statistiquement. L'objectif de capture fixé est par conséquent de 8 alosons par site. Il est en effet important de s'assurer que les otolithes soumis aux analyses chimiques soient structurés normalement. Un otolithe bien formé est constitué d'aragonite sous forme cristalline mais il peut arriver que ce soit une autre forme qui se soit cristallisée. De plus, lors de l'extraction des otolithes il peut arriver de l'endommager ou l'égarer. Capturer 8 individus permet donc de se couvrir en cas de désagrément.

Capturer des alosons n'est pas évident. Sur le bassin Garonne Dordogne, l'association MIGADO capture des alosons dans le cadre d'évaluation de l'efficacité de lâchers expérimentaux de larves de grandes aloses grâce à des sennes de plage⁸. Cette méthode nécessite des moyens humains, matériels et financiers assez conséquents. Au vu de notre objectif qui est de capturer 8 alosons par site, il ne semble pas pertinent de mettre en place de tels efforts.

La méthode choisie est la pêche au coup. En effet, il arrive assez fréquemment que des pêcheurs amateurs à la ligne capturent de manière accidentelle des alosons. Cette méthode s'est révélée fonctionnelle en 2019. En 2021, 7 journées de pêches au coup ont été mises en place par MRM. En parallèle, l'ensemble du réseau de partenaires de notre structure et quelques pêcheurs amateurs sentinelles ont été informés de la démarche, le but étant de pouvoir récupérer des alosons capturés accidentellement.

⁸ BOUYSSONNIE W., MATHERON C., CLAVE D., 2017 Etude survie grande alose : compte rendu d'activité de la production de larves et du suivi des alosons, Année 2017, 47p

Tout comme les années précédentes la difficulté majeure reste de « trouver » les alosons, il faut en effet se placer au bon endroit, mais également au bon moment. Les alosons se déplacent en banc (phénomène « d'école » également observé en conditions expérimentales), ils auraient tendances à privilégier des zones de courant hétérogènes (des zones où il y a plusieurs direction de courant et où les vitesses sont hétérogènes⁹). Ce comportement semble diurne, comme en témoignent les observations réalisées en rivières artificielles.

Les secteurs de recherches visés sont les cours d'eau où nous sommes certains que l'aloise se reproduit. Ainsi, les cours d'eau visés par l'échantillonnage d'alosons sont : le Gardon, la Durance, la Cèze, l'Ardèche, le Vidourle, l'Hérault et l'Aude.

Les investigations 2021 ont permis de capturer 7 alosons sur l'Ardèche, au niveau de la Piboulette ; 4 alosons à la confluence du Rhône et de la Cèze. 8 alosons provenant de l'Aude ont été capturés par deux pêcheurs sentinelles : deux au niveau de Sallèles d'Aude au mois de septembre et 6 en aval direct du barrage anti-sel au mois d'octobre.

Ce sont donc entre 2019 et 2021 42 alosons capturés, provenant de 7 cours d'eau différents (Tableau 1 ; Figure 1).

Tableau 1 : Sites où des prélèvements d'eau ont été effectués et nombre d'alosons capturés en 2019 et 2021

Bassin	Cours d'eau	Site de prélèvement d'eau	Prélèvement d'eau 2019	Nb alosons capturés 2019	Nb alosons capturés 2021	Total alosons capturés
Rhône	Gardon	Fournès	1	0	0	0
	Cèze	Codolet	1	0	4	4
	Ardèche	Vallon Pont d'Arc	1			0
	Ardèche	Saint Martin d'Ardèche	1	2	7	9
	Durance	Callet	1	8		8
	Ouvèze	Amont poudrière / Aval des Sorgues	1			
	Rhône	Avignon (Sauveterre)	1			
	Rhône	Vieux Rhône de Donzère (Aval barrage)	1			
	Rhône	Vieux Rhône de Rochemaure (Amont Eyrieux / Aval barrage)	1			
	Drôme	Aval Seuil du Livron	1			
	Eyrieux	Saint Fortunat	1			
Côtiers	Vaccarès	Roubine Grandes Cabanes			2	2
	Vidourle	Saint Laurent d'Aigouze / Marsillargues	1	3	0	3
	Hérault	Aval St Thibéry	1	8		8
	Orb	Saint Pierre	1			
	Aude	Moussoulens	1	0	8	8
	Têt	Perpignan (aval 1er ouvrage)	1			
	Agly	Rivesaltes	1			
	Tech	Pont d'Elne	1			
	Argens	Seuil du Verteil (Amont)	1			
	Totaux		19	21	21	42

Comme on peut le constater, aucun aloson n'a été capturé sur le Gardon et des difficultés pour obtenir les 8 alosons requis persistent sur la Cèze et le Vidourle. Le Gardon et la Cèze ont subi une crue au mois de mai qui a impacté la saison de reproduction des alosons. Néanmoins, des bulls ont été observés après cette date¹⁰. Dès la fin du mois de juin, la Cèze, le Gardon et le Vidourle ont subi de forts étiages. Le comportement des alosons est peu connu. Il est possible qu'ils aient quittés les zones d'éclosion pour des zones de stabulation qui leur convenaient mieux ou qu'ils aient dévalés plus tôt. Les alosons capturés sur la Cèze au mois d'août 2021 proviennent de la confluence entre le Rhône et la Cèze. Des alosons provenant très certainement de l'axe Rhône ont été capturé en Camargue le 4/10/2021.

⁹ BAUMANN L., 2021, Analysis of the ecology of the young stages of allis shad (*Alosa alosa*, Clupeidae): ecological preferenda, sensitivity to environmental pressures and population restoration. Ecology, environment. Université de Bordeaux, 2021. English. NNT : 2021BORD0051 . tel-03250957

¹⁰ ALIX F., RIVOALLAN D., CAMPTON, 2022. Suivi quantitatif des frayères d'aloses sur le bassin rhodanien. Campagne d'Études 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 13p

Les alosons provenant de l'aval du barrage anti-sel sur l'Aude ont été capturés au début du mois de novembre. Des témoignages de captures de jeunes alosos (*entre 15 et 20 cm selon les témoignages*) / d'alosons au niveau de l'embouchure du Vidourle, de l'Orb ou plus sporadiquement de l'Agly sont de plus en plus récurrents. Ces données semblent montrer que bien qu'on ne comprenne pas les mécanismes qui enclenchent la dévalaison des alosons, il semble possible que les alosons stabulent dans les embouchures (comme l'alse feinte (*Alosa fallax*)).

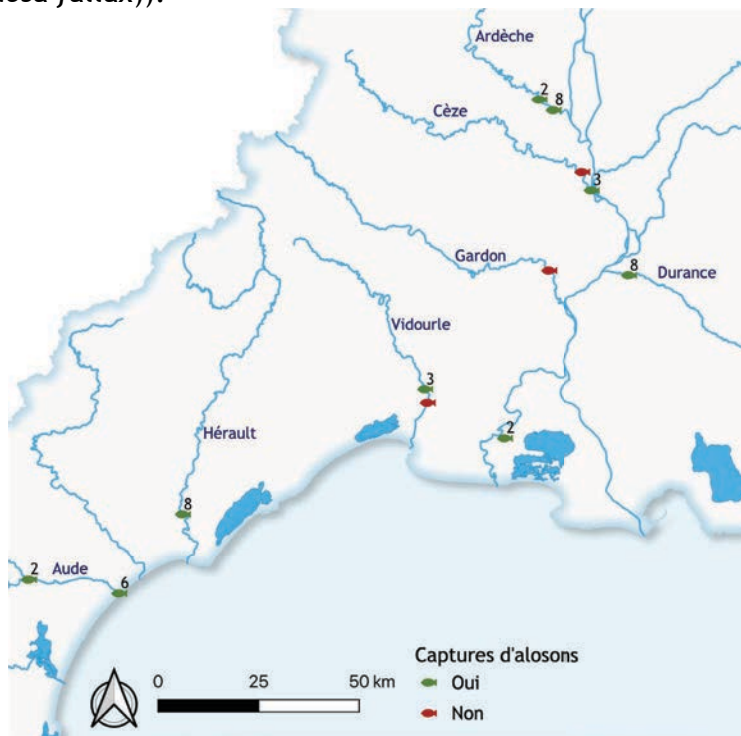


Figure 1 : Localisation de la provenance des alosons capturés

3.2 Récolte d'otolithes de géniteurs

En parallèle de l'envoi des carnets de pêches d'alse avant la saison 2021 ; une dizaine de pêcheur se sont vus attribués un « kit de conservation » de têtes d'aloses. Les pêcheurs sélectionnés font partis de notre réseau depuis plusieurs années et ont pour habitudes de consommer quelques-unes de leurs prises. Ce « kit » contient quelques explications sur l'étude en cours, un protocole pour couper la tête de l'alse et conserver des écailles (les écailles sont analysées par l'INRAE de Rennes), ainsi que des sacs congélation pour préserver les têtes au congélateur. Les têtes sont ensuite récupérées auprès des pêcheurs avant dissection. 11 échantillons ont ainsi pu être récupérés.

Des achats d'aloses en criées ont également été effectués, notamment auprès de la criée d'Agde. Ainsi, 18 individus ont été récupérés. Un autre échantillon provient d'un partenaire qui a acheté une alse auprès d'un marchand en bord de mer ainsi que 2 autres individus ont été récupérés auprès d'un autre partenaire.

Au total, 32 têtes d'aloses ont été récupérées.

3.3 Dissection



Figure 2 : Paire d'otolithes d'un géniteur
© MRM

Les alosons et les têtes d'aloses récoltées ont été disséquées par des membres de l'équipe de MRM.

59 otolithes de géniteurs et 36 otolithes de juvéniles ont été récupérés en 2021 (certains ont été perdus ou cassés lors de la dissection). En dénombrant les otolithes des juvéniles disséqués en 2020 ; au total **76 otolithes d'alosons** ont été récupérées.

4 Résultats et perspectives

4.1 Premiers résultats issus des otolithes d'alosons¹¹

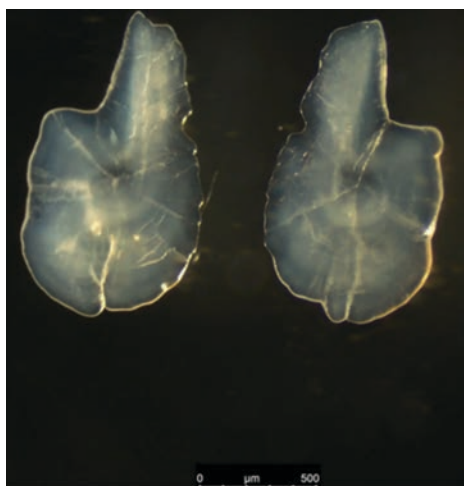


Figure 3 : Paire d'otolithes d'un alson capturé sur la Durance © Scimabio Interface

Les otolithes des alosons capturés en 2019 ont été analysés soit 20 individus (les otolithes d'un individu de la Durance ont été cassés lors de la dissection). Avant d'être analysées, les otolithes sont préparés par Scimabio-Interface pour pouvoir être analysés dans le spectromètre de masse.

Pour deux individus, les deux otolithes d'un même individu ont été analysés : l'objectif ici est de s'assurer que les deux otolithes s'imprègnent de la même manière des éléments du milieu de vie, ce sont donc 23 otolithes d'alosons qui ont été analysées.

La composition géochimique des otolithes a ensuite été étudiée au laboratoire de l'IPREM (UPPA) sous la responsabilité de Gilles Bareille, pour l'analyse de 6 éléments chimiques : calcium (Ca), magnésium (Mg), manganèse (Mn), strontium (Sr), zinc (Zn) et le baryum (Ba). Le magnésium et le zinc, n'apportent pas de pouvoir discriminant, ils ne sont pas présentés. Le rapport des isotopes du Sr ($^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$) a également été réalisé.

Les analyses élémentaires ont été réalisées sous forme de transect sur l'otolithe. Le premier point du transect est effectué de sorte à passer au travers du centre de l'otolithe. Un point tous les 5 µm a été réalisé. Les valeurs élémentaires conservées correspondent à une moyenne de l'ensemble des valeurs exceptées celles étant dans la zone d'influence maternelle (centre de l'otolithe ; cette zone se repère bien car il y a un pic du ratio Mn/Ca) et celles étant en bordure d'otolithe qui sont pas encore figées.

¹¹ Éléments disponibles dans : RICHARD A. & BAREILLE G., 2021. Etude de faisabilité « Détermination de l'origine natale des alosos de Méditerranée (*Alosa agone*) par la géochimie des otolithes ». Phase 2 : analyse des otolithes d'alosons. 12p.

Les analyses isotopiques ont été réalisées sous forme d'une demi-couronne autour du centre de l'otolithe. D'une largeur de 60 μm , la demie couronne permet de déterminer le rapport isotopique du strontium ($^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$). Celle-ci était positionner de sorte à éviter d'analyser la zone de l'otolithe qui est sous influence maternelle.

De ces analyses, il ressort un fort pouvoir discriminant du rapport Sr :Ca (en abscisse des 3 graphiques, *Figure 4*) permettant de séparer assez distinctement les alosons issus de la Durance, du Vidourle et du groupe Ardèche-Hérault. Ce groupe présente des signatures identiques pour les autres ratios élémentaires ainsi que pour le rapport isotopique du strontium. Ce résultat correspond aux observations faites sur l'eau, qui montraient la proximité des 2 cours d'eau sur l'ensemble des éléments analysés (*Figure 5*).

De manière générale, on constate que la retranscription des éléments de l'eau vers les otolithes est fidèle (*Figure 4* ; *Figure 5*).

Les ratios Ba:Ca et Sr:Ba discriminent assez nettement le Vidourle du groupe Ardèche-Hérault, mais pas de la Durance qui présente une forte hétérogénéité de signatures des alosons pour ces deux ratios. Le rapport isotopique du strontium apporte peu de pouvoir discriminant : les signatures isotopiques sont extrêmement proches (écarts de l'ordre de 0.001, qui correspond aux écarts types des mesures).

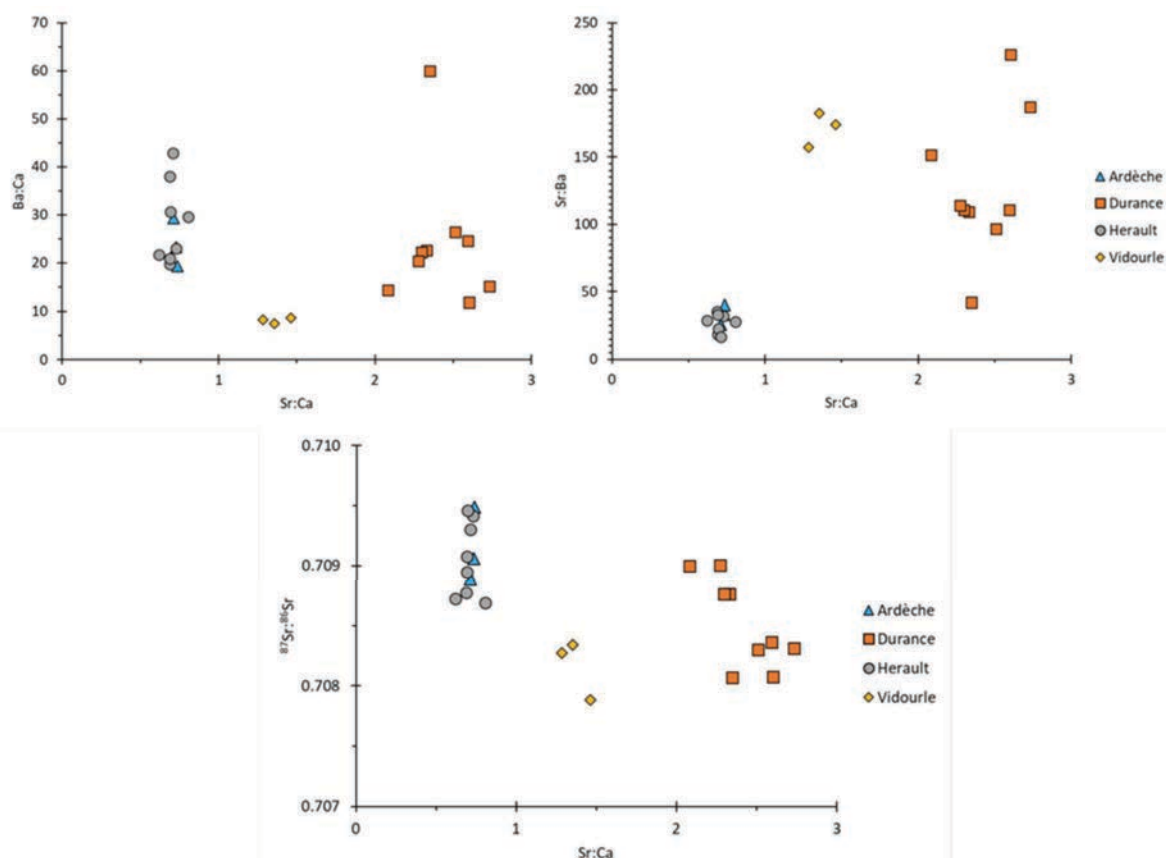


Figure 4 : Ratios élémentaires du Ba :Ca (Baryum sur Calcium), du Sr :Ba (Strontium sur Baryum), et du ratio isotopique du strontium ($^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$) en fonction du ratio élémentaire du Sr :Ca (Strontium sur Calcium) pour les 23 otolithes d'alosons analysés. © Scimabio Interface

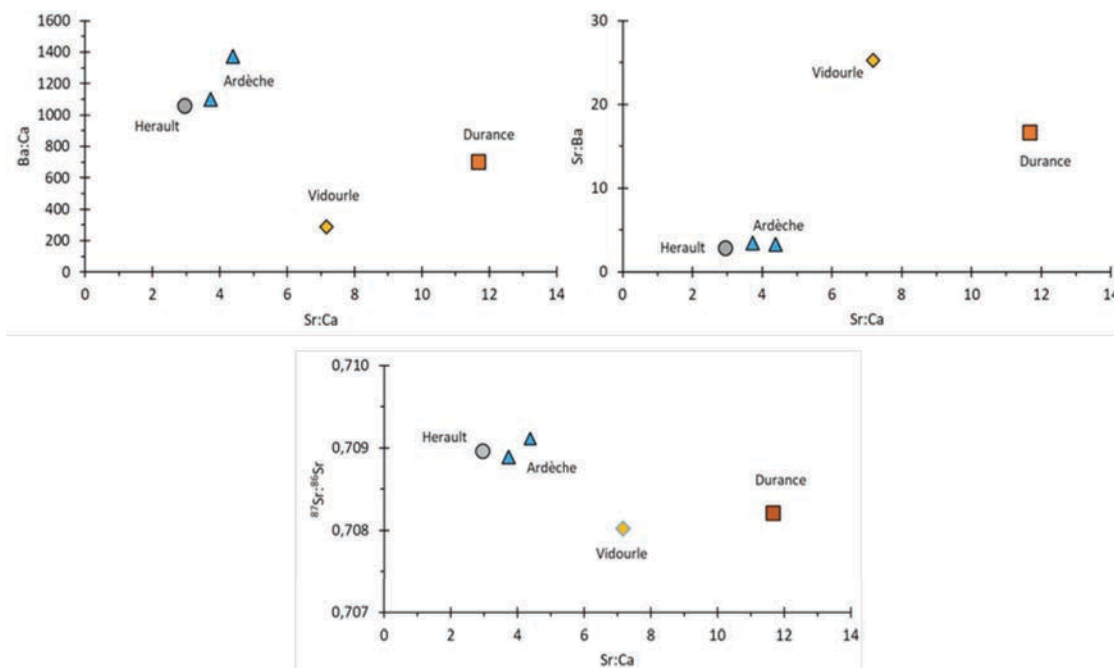


Figure 5 : Ratios élémentaires et isotopiques mesurés dans l'eau © Scimabio Interface

Principales informations à retenir des premiers résultats :

- La retranscription des éléments chimiques observés dans l'eau vers les otolithes est fidèle
- Ces résultats confirment qu'il sera impossible de distinguer certains cours d'eau entre eux : Ardèche / Hérault
- Les alosons provenant de la Durance montrent une importante variabilité entre eux, mais aussi entre deux otolithes provenant d'un même individu. Ce qui tend à montrer que le milieu est changeant et que tous les alosons ne l'imprègnent pas de la même manière. La Durance reste tout de même facilement caractérisable par son rapport Sr/Ca élevé.

4.2 Perspectives

a) Recherche d'alosons

Les premiers résultats montrent qu'il sera difficile de distinguer certains cours d'eau. Pour rappel, les analyses des échantillons d'eau avaient permis d'identifier 3 groupes :

- Ardèche, Hérault
- Cèze, Orb, Gardon, Aude
- Vidourle, Ouvèze, Agly

Parmi ces groupes, comme nous l'avons vu, il ne sera pas possible de distinguer l'Hérault de l'Ardèche. 7 alosons supplémentaires prélevés sur l'Ardèche viendront compléter cette analyse.

Les otolithes de trois alosons provenant de la confluence Rhône Cèze vont être analysés. Des interrogations sont soulevées sur leur lieu de naissance :

- Trouve t-on une frayère forcée à l'aval de la passe à poisson de Codolet ?
- S'ils sont nés sur la Cèze, sont-ils restés assez longtemps sur la zone de fraie pour que la signature géochimique de la Cèze s'imprègne bien sur leurs otolithes ?

Dans tous les cas, leurs otolithes seront analysées et les résultats considérés avec précaution avant de conclure. L'idéal serait donc de compléter les échantillonnages sur la Cèze.

Il en va de même pour les alosons provenant de l'Aude : 6 alosons ont été capturés en **aval du barrage anti-sel** au début du mois de novembre 2021. Leur temps de résidence dans l'Aude n'est pas connu, il est possible que la signature de l'Aude ne se soit pas bien imprégnée. Il faudra rester vigilant quant à l'analyse de leurs otolithes.

Malgré les efforts mis en place, aucun aloson provenant du Gardon n'a été capturé et aucun témoignage de capture d'aloson n'a été recueilli auprès des pêcheurs sur ce secteur. Cette absence de captures soulèvent des questions : les alosons quittent-ils le milieu dès que l'étiage devient sévère ? Le succès reproducteur des aloses sur ce secteur est-il bon ?

Au vu des connaissances acquises sur l'Orb, ce cours d'eau n'était pas visé pour la capture d'aloson. En effet, la population qui colonise cet axe semble être peu importante et ne semble pas accéder aux frayères de qualité, situées en amont de Béziers. Cependant, des témoignages rapportent la présence de jeunes aloses à l'embouchure de l'Orb. Des essais de captures d'alosons pourront être mis en place en 2022.

En ce qui concerne le troisième groupe qui réunit le Vidourle, l'Ouvèze et l'Agly, il est nécessaire de compléter les échantillonnages sur le Vidourle. Bien que colonisé régulièrement par l'alose, l'Agly présente un potentiel pour la reproduction des aloses moindre : la probabilité de reproduction effective et efficace sur l'Agly est donc moindre par rapport au Vidourle. En ce qui concerne l'Ouvèze, son accès pour les géniteurs est possible depuis la saison 2021 : il est donc probable d'y retrouver des alosons et des pêches pourraient être menées en ce sens. Toutefois, il convient avant tout de savoir si ce linéaire est effectivement colonisé et si de la reproduction est observée.

A ce stade de l'étude, il paraît essentiel d'obtenir au moins des alosons provenant de la moitié des cours d'eau qui ont été analysés au niveau de l'eau pour pouvoir assigner de manière certaine la provenance des géniteurs.

Bien que la Têt se distinguait bien des autres cours d'eau au vu des résultats des analyses d'eau, il pourrait être intéressant d'obtenir quelques alosons provenant de ce fleuve : en effet, depuis 2015 la Têt est colonisée chaque année par les aloses. Des travaux de restauration de la continuité écologique sont en cours dans la traversée de Perpignan, ce qui donnera accès aux aloses à des habitats de qualité. Il y a cependant des frayères potentielles de qualité entre Canet en Roussillon et Perpignan qui sont d'ores et déjà accessibles¹².

MRM fera appel en 2022 à l'ensemble de son réseau pour porter à connaissance cette étude et la nécessité de la capture d'aloson pour proposer par la suite des assignations de lieu de naissance des géniteurs le plus fiable possible. Des alosons provenant du Gardon, de la Cèze et du Vidourle sont prioritairement recherchés. Des alosons provenant de l'Orb, de la Têt et de l'Ouvèze sont également recherchés.

¹² 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 - Association Migrateurs Rhône Méditerranée - 29 p + Annexes

b) Attribution des secteurs de naissance

A ce stade de l'étude, nous pouvons dire qu'il sera difficile d'associer un individu à un seul secteur de naissance, en revanche nous pourrions leur attribuer un groupe de cours d'eau dans lequel ils sont nés. Pour augmenter la précision des attributions, il semble nécessaire de diminuer le nombre de cours d'eau considérés dans les analyses à partir des connaissances des milieux.

Il apparaît donc opportun de supprimer les secteurs suivants :

- Cours d'eau qui présentent des signaux géochimiques extrêmes comme la Drôme, l'Argens ou difficilement interprétable (cas des trois échantillonnages effectués sur le Rhône qui forment un groupe (et dont les variations saisonnières pourraient le rapprocher du groupe Ouvèze / Agly / Vidourle)
- Cours d'eau où il y a peu d'espoir de capturer des alosons : cas de l'Eyrieux

Nous arrivons ainsi à 13 secteurs conservés en sachant que les deux secteurs prélevés sur l'Ardèche présentent des signatures similaires et ne permettront pas de distinguer l'amont de l'aval des gorges : nous pouvons le considérer comme un seul secteur.

Nous conservons ainsi : le Tech, la Têt, l'Agly, l'Orb, l'Hérault, le Vidourle, le Gardon, la Cèze, l'Ardèche, l'Ouvèze et la Durance.

En cas de nombreux passages d'alose au vidéo-comptage sur le seuil du Verteil sur l'Argens, le cas de l'Argens pourra être reconsidéré.

En parallèle, du prélèvement des otolithes, des prélèvements d'écailles sont effectués ce qui pourra nous permettre d'attribuer un âge en complément du secteur de naissance de l'individu. **Une interprétation croisée des résultats couplé avec la connaissance des milieux et des suivis de l'année de naissance permettront d'affiner les attributions.**

4.3 Lien entre recrutement et qualité de l'habitat

Il est admis que la qualité des zones de frai influe fortement sur le succès de la reproduction. Aux États Unis, sur le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*) et l'alose à dos bleu (*Alosa aestivalis*), il a été mis en évidence que les conditions du milieu expliquent entre 40 et 80 % de l'abondance en juvénile¹³.

Les conditions optimales nécessaires en eau douce ne sont pas encore totalement connues. Bien que l'on sache que l'oxygénation est importante pour le développement de l'œuf et que l'éclosion intervient après 80 degrés jour d'incubation, les autres paramètres restent encore non déterminés. En milieu fermé, la température influe sur le taux d'éclosion avec notamment une mortalité induite par le développement de champignons à températures élevées. Des températures extrêmes peuvent réduire la qualité de la nurserie en influençant sur les taux de prédateurs ou la disponibilité en nourriture^{14,15}.

¹³ TOMMASI, D., NYE, J., STOCK, C., HARE, J. A., ALEXANDER, M., DREW, K., et TIERNEY, K. 2015. Effect of environmental conditions on juvenile recruitment of alewife (*Alosa pseudoharengus*) and blueback herring (*Alosa aestivalis*) in fresh water: a coastwide perspective. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 72: 1037-1047.

¹⁴ FUJIMAN L.A., 1991. Influence of temperature on evasive responses of Atlantic herring larvae attacked by yearling herring, *Clupea harengus*. J. Fish Biol. 39: 93-102.

¹⁵ CRECCO V.A., and SAVOY T.F., 1984. Effects of fluctuations in hydrographic conditions on year-class strength of American shad (*Alosa sapidissima*) in the Connecticut River. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41(8) : 1216-1223

Les températures influent sur la reproduction des géniteurs et la dévalaison des juvéniles, ce qui peut provoquer un décalage temporel entre la période de présence des jeunes de l'année et les conditions optimales dans les nurseries et les zones de stabulations. Plusieurs études soulignent que le fait d'exposer des juvéniles à des températures extrêmes pendant leur développement dans la nurserie peut contraindre la croissance et diminuer les performances des individus^{16,17}. Il semblerait que les débits et températures retrouvés en début d'été dans les cours d'eau aient une importance non-négligeable sur le développement des alosons.

Une étude récente¹⁸ montre qu'en condition expérimentale, des températures de 26°C et 28°C ont un impact négatif sur la survie des alosons (agés de 30 à 60 jours). Cela pourrait être limitant sur nos cours d'eau méditerranéens. **L'obtention de données de thermie sur les cours d'eau méditerranéens est indispensable.**

La question de l'acquisition de données thermiques de nos cours d'eau est de plus en plus récurrente, de même que la nécessité de partager ces données acquises entre les partenaires. MRM a récemment acheté et mis en place plusieurs sondes thermiques dans le cadre de l'étude de la population de lamproie marine¹⁹. De nombreuses fédérations de pêches mettent également en place des sondes thermiques sur leur territoire (66 ; 11 ; 34 ; 30 ; 13 ; 84). Sur le Rhône, la CNR met à disposition les températures de l'eau au niveau de chaque usine-écluse. L'OFB mène actuellement une réflexion pour la refonte de leur réseau thermique avec l'objectif de mutualiser les données.

Il sera pertinent lors des prochaines phases de l'étude de confronter les résultats avec la caractérisation des zones de frai réalisés entre 2016 et 2018²⁰. Suite à des événements hydrologiques importants, certains secteurs ont beaucoup évolué depuis cette étude : c'est par exemple le cas de l'Aude (crue morphogène en 2018) ou encore de la Têt (crue morphogène en 2020). Ces secteurs seront de nouveaux prospectés en 2022. D'autres secteurs, comme la Cèze ou les Vieux Rhône de Donzère et de Rochaulmaure feront également l'objet de prospection en 2022 car les données habitats disponibles sont anciennes (fin des années 90).

En parallèle, des investigations expérimentales viseront à déterminer la qualité des frayères (colmatage ; oxygénation ; granulométrie), les stations choisies sont situées sur l'Aude, le Vidourle et le Gardon. La disponibilité d'habitats favorables au développement des alosons apparaît comme un facteur primordial du fonctionnement des populations²¹ auquel il convient de s'intéresser dans les années à venir.

¹⁶ PORTNER H.O., and FARRELL A.P., 2008 Physiology and climate change. Science, 322: 690-692.

¹⁷ KELLOGG R.L., 1982 Temperature requirements for the survival and early development of the anadromous alewife. Prog. Fish-Cult. 44: 63-73.

¹⁸ BAUMANN L., VEGA J., PHILIP J., POLESE F., VETILLARD F., PIERRE M., LE BARTH R., JATTEAU P., BARDONNET A., ACOLAS A., 2020 Tolerance of young allis shad (Clupeae) to oxy-thermic stress, *J Fish Biol*; 98(1): 112-131, 2021 Jan. ID: mdl-32984981

¹⁹ AUDRAN M., RIVOALLAN D., 2021. Étude de la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) sur le bassin Rhône-Méditerranée. Campagne d'étude 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 17 p

²⁰ 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 - 29 p + Annexes

²¹ BAUMANN L., 2021, Analysis of the ecology of the young stages of allis shad (*Alosa alosa*, Clupeidae): ecological preferences, sensitivity to environmental pressures and population restoration. Ecology, environment. Université de Bordeaux, 2021. English. NNT : 2021BORD0051 . tel-03250957

Conclusion

L'objectif de cette étude est la caractérisation de l'apport de chacun des cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée au stock de la population d'aloses feintes de Méditerranée. La technologie sélectionnée pour tenter de répondre à cette question est l'utilisation de la microchimie des otolithes. C'est une technologie prometteuse, qui a fait ses preuves lors de nombreuses études, dont certaines menées sur des aloses (aloses feintes Atlantique, alose à dos bleu...).

Cette technique consiste à analyser l'otolithe qui est une pièce de l'oreille interne des poissons qui intègre la signature géochimique des cours d'eau. L'otolithe croît tout au long de la vie du poisson et s'imprègne de manière continue de la signature géochimique des cours d'eau.

La mise en place de l'étude nécessite de vérifier des conditions d'applications : les signatures géochimiques des cours d'eau doivent être différentes entre chacun des sites. Il faut également s'assurer que les otolithes des alosons s'imprègnent bien de la marque du cours d'eau de naissance.

Les premiers résultats des analyses d'eau montrent la possibilité de différencier des rivières ou groupes de rivières, à partir de la microchimie de l'eau, en couplant les différents marqueurs (élémentaires ou isotopique). Quelques cours d'eau se distinguent nettement des autres, c'est le cas du Tech, de la Têt, de l'Argens, de la Durance de la Drôme et de l'Eyrieux.

D'autres présentent des signatures géochimiques semblables sans cohérence géographique apparente qui permet de proposer des premiers regroupements qui sont susceptibles d'évoluer lors des prochaines phases de l'étude (Agly, Vidourle et Ouvèze / Ardèche et Hérault / Cèze, Gardon, Orb et Aude).

Les premiers résultats de l'analyse des otolithes d'alosons capturés en 2019 révèlent que les signatures retrouvées dans les otolithes **sont fidèles aux signatures des cours d'eau**. Ils montrent également qu'il **sera difficile de distinguer les cours d'eau appartenant au même regroupement**.

21 alosons ont été capturés en 2021, provenant de l'Aude, de la Cèze et de l'Ardèche. Les résultats des analyses de leurs otolithes apporteront des informations précieuses. L'opération sera reconduite en 2022 avec une vigilance accrue sur le déroulement de la reproduction des aloses sur les cours d'eau à échantillonner : il est primordial de compléter les échantillons sur le Vidourle, la Cèze mais également de parvenir à capturer des alosons sur le Gardon.

Remerciements

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) tient à remercier vivement tous ceux qui, par leur collaboration technique ou financière, ont contribué à la réalisation de cette étude.

PARTENAIRES FINANCIERS

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
- Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur
- Région Auvergne Rhône-Alpes
- Fédération Nationale pour la Pêche en France
- Compagnie Nationale du Rhône dans le cadre de ses missions d'intérêt général

MEMBRES MRM

- Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ain, des Alpes de Haute Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes, de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, de la Corse, de la Drôme, du Gard, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de la Savoie, de Haute-Savoie, de Haute-Saône, de la Saône et Loire, du Var et du Vaucluse
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique PACA (ARFPPMA PACA)
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique Auvergne-Rhône-Alpes (ARPARA)

PARTENAIRES TECHNIQUES

- Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de l'Ardèche, de l'Aude, du Gard
- Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Narbonne, de Sallèles d'Aude, Les amis pêcheurs de Montfrin, de pont Saint Esprit, de Bagnols sur Cèze, de Saint Just d'Ardèche, le brochet Vidourlais

PRESTATAIRES

- SCIMABIO Interface
- CNRS de Pau

Financeurs

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée ne pourrait agir sans l'engagement durable de ses partenaires financiers



Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique :

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

Association Régionale des Fédérations de Pêche de PACA (ARFPPMA PACA)

Association Régionale des Fédérations de Pêche Auvergne Rhône-Alpes (ARPARA)

ASSOCIATION MIGRATEURS RHÔNE-MÉDITERRANÉE

ZI Nord, rue André Chamson, 13200 Arles
contact@migrateursrhonemediterranee.org
Tél. : 04 90 93 39 32
www.migrateursrhonemediterranee.org

