



**HAL**  
open science

**2023. Etude de faisabilité “ Détermination de l’origine natale des aloses de Méditerranée (Alosa agone) par la géochimie des otolithes ”. Résultats annexes sur l’isotopie du strontium dans les otolithes d’aloses et d’alosos. 10p.**

Alexandre Richard, Gilles Bareille

► **To cite this version:**

Alexandre Richard, Gilles Bareille. 2023. Etude de faisabilité “ Détermination de l’origine natale des aloses de Méditerranée (Alosa agone) par la géochimie des otolithes ”. Résultats annexes sur l’isotopie du strontium dans les otolithes d’aloses et d’alosos. 10p.. Scimabio Interface; IPREM UMR5254 CNRS/UPPA - Institut des Sciences analytiques et de physivo-chimie pour l’Environnement et les matériaux. 2023. hal-04449506

**HAL Id: hal-04449506**

**<https://univ-pau.hal.science/hal-04449506v1>**

Submitted on 9 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Etude de faisabilité « Détermination de l'origine natale des aloses de Méditerranée (*Alosa agone*) par la géochimie des otolithes. »**

Résultats annexes sur l'isotopie du strontium dans les otolithes d'aloses et d'alosons

Richard A. et Bareille G., 2023

**Association Migrateurs Rhône-Méditerranée**

Octobre 2023



En collaboration avec :



Citation : RICHARD A. et BAREILLE G., 2023. Etude de faisabilité « Détermination de l'origine natale des aloses de Méditerranée (*Alosa agone*) par la géochimie des otolithes ». Résultats annexes sur l'isotopie du strontium dans les otolithes d'aloses et d'alosons. 10p.

## SOMMAIRE

1	Contexte .....	3
2	Echantillons et analyses .....	3
3	RESULTATS - INTERPRETATIONS.....	4
3.1	Analyses isotopiques des otolithes d'alosons .....	4
3.2	Relation eaux-otolithes pour le rapport isotopique.....	6
3.3	Analyses isotopiques des otolithes d'aloses adultes.....	8
4	CONCLUSION .....	9
5	Références.....	9

### Liste des figures

Figure 1 : Représentation du rapport isotopique du strontium $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ en fonction du rapport Sr :Ca dans les otolithes des 40 alosons analysés. ....	6
Figure 2 : Représentation du rapport isotopique du strontium $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ en fonction du ration Sr :Ca dans les eaux des 6 affluents pour lesquels les alosons ont été analysés (pas d'analyse d'eau pour la roubine du Vaccarès). Le Rhône a été ajouté. ....	7
Figure 3 : Relation eau-otolithes pour le rapport isotopique du Sr .....	7

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des alosons prélevés et analysés en 2019 et 2021.....	3
Tableau 2 : Synthèse des résultats des rapports isotopiques pour les 40 alosons analysés (prélevés en 2019 et 2021) .....	4
Tableau 3 : Synthèse des résultats des rapports isotopiques pour les 30 aloses adultes analysées prélevés en 2021 .....	8

## 1 Contexte

La présente note annexe fait suite au rapport de phase 3 (Richard et al., 2022) qui présentait les résultats de la microchimie des otolithes d'alosons et d'aloses sur la base des analyses élémentaires (dosage des éléments Sr, Ba, Ca et calcul des ratios Sr :Ca, Br :Ca et Sr :Ba), afin de réaliser des tests d'assignation des alosons à leur rivière d'origine. Les résultats présentés ci-après concernent les analyses isotopiques du strontium ( $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ ), qui sont parvenues après la rédaction du rapport de phase 3, en raison d'une mise à l'arrêt relativement longue du matériel d'analyse isotopique à l'UPPA au cours de l'année 2022 (panne).

## 2 Echantillons et analyses

Pour rappel, l'effectif **total analysé sur les 2 années était de 40 alosons répartis sur 7 cours d'eau** (Tableau 1). Sur 16 des 40 alosons prélevés, les 2 otolithes ont été analysés pour le rapport  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ .

Tableau 1 : Répartition des alosons prélevés et analysés en 2019 et 2021

Cours d'eau	Année	Date	Site	Nb alosons analysés		
				Total	2 otolithes	1 otolithe
Ardèche	2019	22.08.2019	Sauze	2	1	1
	2021	19-24/08/2021	Piboulette	7	3	4
Aude	2021	11/2021	Aval barrage anti-sel	8	6	2
Cèze	2021	12.08.2021	Confluence Rhône	3	2	1
Durance	2019	08.08.2019	Callet	7	2	5
Hérault	2019	14.08.2019	St Thibéry	8		8
Roubine du Vaccarès	2021	04.10.2021	Vaccarès	2	2	
Vidourle	2019	02.09.2019	Marsillargues	3		3
<b>Total</b>				<b>40</b>	<b>16</b>	<b>24</b>

Le rapport des isotopes du Sr ( $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ ) a été mesuré en utilisant un spectromètre de masse multicollection à plasma induit (MC-ICP-MS) couplé au même laser femtoseconde. A la différence des analyses élémentaires réalisées le long d'un transect, les analyses isotopiques ont été réalisées via une stratégie d'ablation sous la forme d'une demi-couronne de rayon 60 $\mu\text{m}$  dont la courbure épousait les stries d'accroissement de l'otolithe (Figure 1). Le positionnement de cette demi-couronne a été calé de façon à échantillonner la période de développement de l'aloson en rivière juste après résorption du sac vitellin, soit la zone de l'otolithe située entre 40 et 100 $\mu\text{m}$  du nucléus (centre de l'otolithe). Cette stratégie d'analyse a été choisie en raison de la faible concentration en Sr dans l'otolithe des aloses, une ablation rapide sous la forme de demi-couronne permettant d'accéder à une plus grande quantité de matériel ablaté nécessaire à une mesure correcte du  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ . Les points échantillonnés sont intégrés afin de déterminer une valeur moyenne (avec écart type) du ratio  $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$  pour chaque otolithe.



*Figure 1 : Photo de la zone centrale d'un otolithe d'aloise ayant fait l'objet de deux ablations avec la stratégie demi-couronne pour analyser le rapport isotopique du Sr ( $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$ ). Chaque demi-couronne a un rayon de  $60\mu\text{m}$  et est positionnée à  $40\mu\text{m}$  du centre de l'otolithe (nucléus), i.e. l'analyse du  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  intègre la partie de l'otolithe située entre  $40$  et  $100\mu\text{m}$  du nucléus. Photo tirée de Martin et al. (2015)*

### 3 RESULTATS - INTERPRETATIONS

#### 3.1 Analyses isotopiques des otolithes d'alosons

Les valeurs moyennes des rapports isotopiques dans les otolithes d'alosons prélevés en 2019 et 2021 sont présentées dans le Tableau 2 et la Figure . Lorsque les 2 otolithes ont été analysés (pour 16 individus), les deux informations ont été conservées pour évaluer la variabilité intra-individuelle.

*Tableau 2 : Synthèse des résultats des rapports isotopiques pour les 40 alosons analysés (prélevés en 2019 et 2021)*

ID_poisson	Cours d'eau	Année	Otolithe 1	Otolithe 2
21-ARD-01	Ardèche	2021	0.7086	
21-ARD-02	Ardèche	2021	0.7088	0.7091
21-ARD-03	Ardèche	2021	0.7093	0.7088
21-ARD-04	Ardèche	2021	0.7086	
21-ARD-05	Ardèche	2021	0.7085	
21-ARD-06	Ardèche	2021	0.7086	0.7088
21-ARD-07	Ardèche	2021	0.7088	
21-AUD-01A	Aude	2021	0.7091	
21-AUD-02A	Aude	2021	0.7089	0.7090
21-AUD-03A	Aude	2021	0.7088	
21-AUD-04A	Aude	2021	0.7094	0.7089
21-AUD-05A	Aude	2021	0.7090	0.7091
21-AUD-06A	Aude	2021	0.7090	0.7091
21-AUD-07A	Aude	2021	0.7090	0.7086
21-AUD-08A	Aude	2021	0.7095	0.7091
21-RCE-01	Cèze	2021	0.7087	
21-RCE-02	Cèze	2021	0.7088	0.7092
21-RCE-03	Cèze	2021	0.7089	0.7086
21-VAC-01	Roubine-Vacarès	2021	0.7086	0.7088
21-VAC-02	Roubine-Vacarès	2021	0.7088	0.7087
19-ARD-02	Ardèche	2019	0.7091	0.7089
19-ARD-01	Ardèche	2019	0.7095	
19-DUR-04	Durance	2019	0.7081	0.7090
19-DUR-06	Durance	2019	0.7088	
19-DUR-03	Durance	2019	0.7088	
19-DUR-02	Durance	2019	0.7090	
19-DUR-05	Durance	2019	0.7084	
19-DUR-08	Durance	2019	0.7083	0.7083
19-DUR-07	Durance	2019	0.7081	
19-HER-04	Hérault	2019	0.7088	
19-HER-08	Hérault	2019	0.7094	
19-HER-05	Hérault	2019	0.7091	
19-HER-01	Hérault	2019	0.7087	
19-HER-02	Hérault	2019	0.7087	
19-HER-03	Hérault	2019	0.7095	
19-HER-06	Hérault	2019	0.7089	
19-HER-07	Hérault	2019	0.7093	
19-VID-01	Vidourle	2019	0.7083	
19-VID-02	Vidourle	2019	0.7083	
19-VID-03	Vidourle	2019	0.7079	

Ces résultats montrent le faible écart entre les affluents étudiés (rapports isotopiques compris entre 0.7079 et 0.7095), avec des écarts entre individus d'un même cours d'eau allant jusqu'à 0.0009, et des écarts intra-individuels pouvant également atteindre 0.0009. Compte tenu de la précision atteignable avec ce type d'analyses par ablation laser ( $\pm 0.0008$ ), il apparaît évident que les différences entre les différents affluents pour lesquels des alosons ont été échantillonnés sont insuffisantes pour espérer pouvoir les discriminer les uns des autres avec une grande fiabilité.

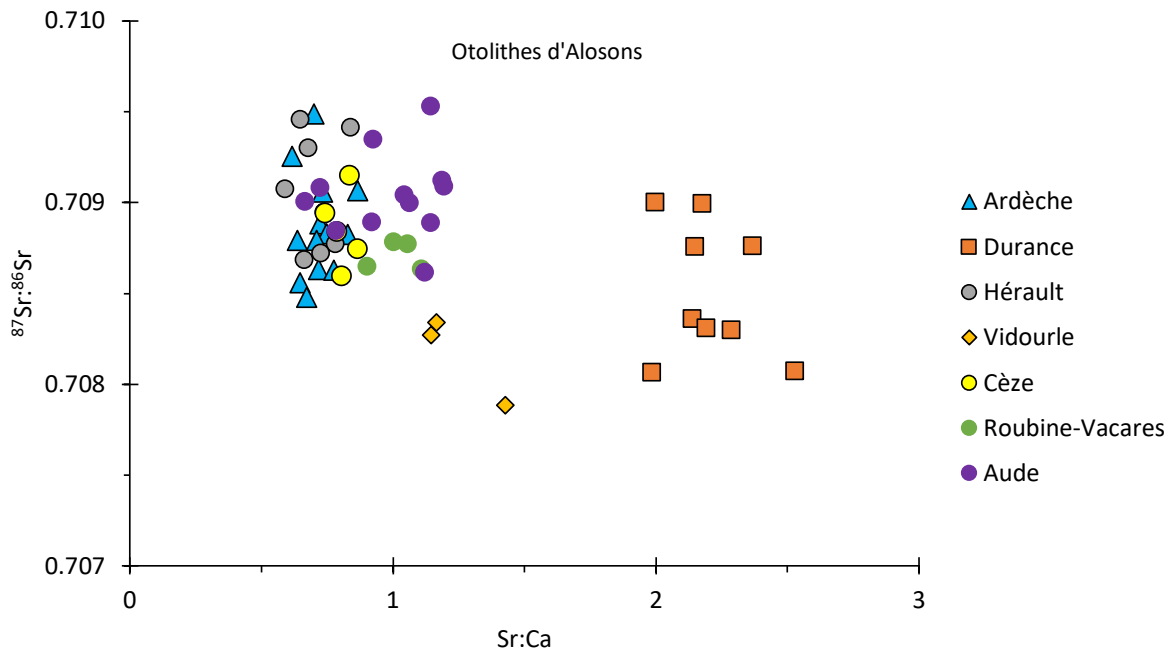


Figure 2 : Représentation du rapport isotopique du strontium  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  en fonction du rapport  $\text{Sr} : \text{Ca}$  dans les otolithes des 40 alosons analysés.

La Figure traduit le très faible pouvoir discriminant de l'isotopie, à la différence du ratio  $\text{Sr} : \text{Ca}$  qui permettait au moins de différencier la Durance (voir rapport Richard et al., 2022). Pour les 6 autres cours d'eau, l'isotopie montre des valeurs très similaires, Bien que les alosons du Vidourle semblent montrer des valeurs légèrement inférieures, seuls 3 individus ont été analysés, ce qui est insuffisant pour tester le pouvoir discriminant de l'isotopie sur ce cours d'eau. Avec des écarts types moyens proches de 0.0007 sur les mesures des ratio isotopiques estimés pour chaque otolithe, de faibles écarts en valeurs absolues doivent être considérés avec la plus grande précaution sur des effectifs aussi faibles.

### 3.2 Relation eaux-otolithes pour le rapport isotopique

Les rapports isotopiques du strontium mesurés dans les échantillons d'eau sont rappelés sur la Figure . Il ressort une tendance globalement similaire à la Figure , bien que les analyses d'eau soient réalisées une seule fois et ne prennent pas en considération les variations temporelles. La relation eaux-otolithes pour ce ratio est présentée sur la Figure . La relation positive est liée aux valeurs relativement plus faibles sur la Durance et le Vidourle par rapport aux autres cours d'eau, bien que la Durance montre une forte variabilité interindividuelle. Cette relation est parfaitement cohérente, les otolithes témoignant des différences entre les eaux de la Durance, du Vidourle et du groupe formé par les autres affluents, le facteur limitant étant à ce stade la grande dispersion observée sur le rapport isotopiques aux niveaux de chaque affluent selon les individus. Cette dispersion est probablement associée au verrou analytique.



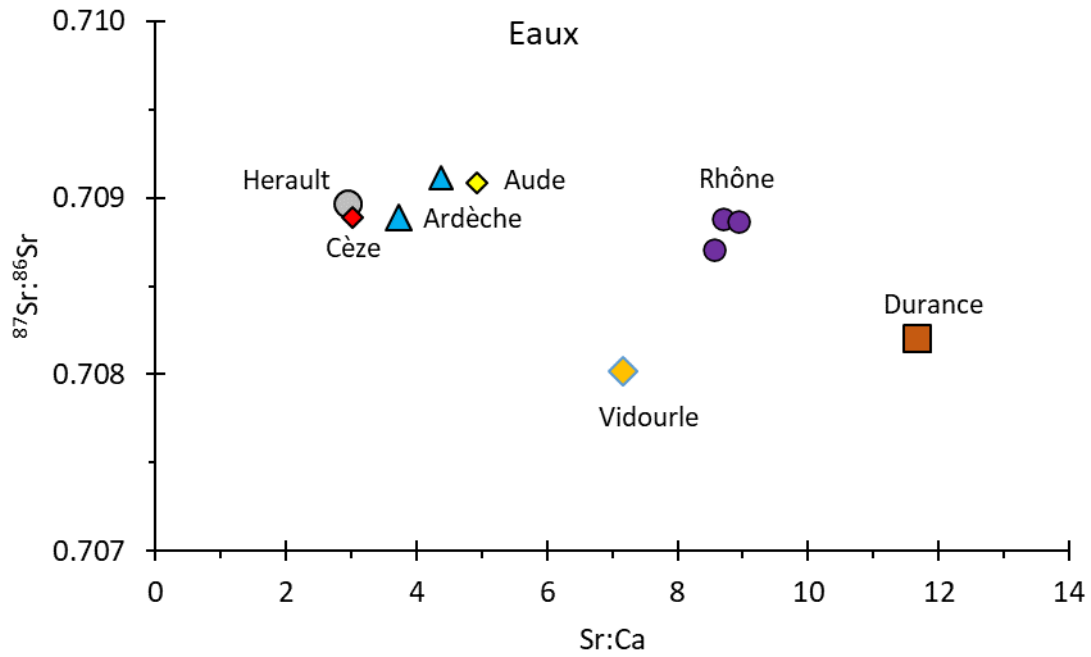


Figure 3 : Représentation du rapport isotopique du strontium  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  en fonction du ratio Sr :Ca dans les eaux des 6 affluents pour lesquels les alosons ont été analysés (pas d'analyse d'eau pour la roubine du Vaccarès). Le Rhône a été ajouté. (Richard et Bareille, 2020)

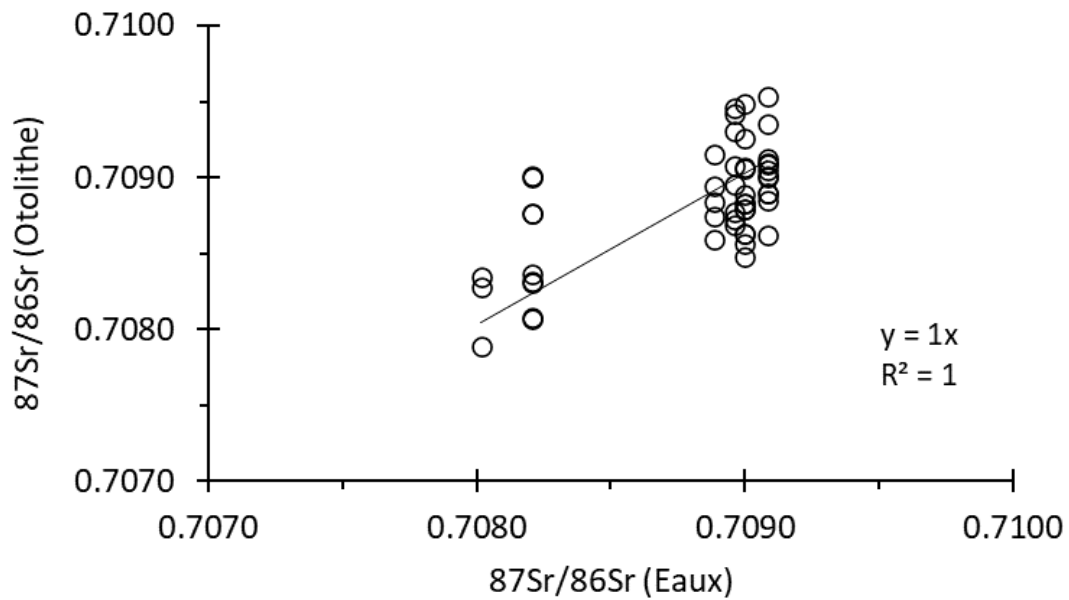


Figure 4 : Relation eau-otolithes pour le rapport isotopique du Sr

### 3.3 Analyses isotopiques des otolithes d'aloses adultes

Les résultats par individu sont présentés dans le Tableau 3. Les deux otolithes ont été analysés pour 6 individus ; les résultats indiquent de faibles écarts intra-individuels. La représentation graphique des résultats sur la Figure rend compte des très faibles écarts observés entre individus pour l'isotopie du strontium. Les valeurs mesurées dans les aloses adultes sont très proches de celles mesurées dans les alosons, sans qu'une tendance ne se dégage. On peut toutefois signaler qu'un nombre conséquent d'individus adultes présentant des signatures Sr/Ca intermédiaires entre la Durance et le groupe d'affluents (Hérault, Ardèche, Cèze et Aude), est caractérisé par des valeurs  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  cohérentes avec une origine potentielle Rhône selon les données des eaux (Richard et Bareille, 2020). Il n'est malheureusement pas possible de le confirmer en l'absence d'alosons de ce dernier.

*Tableau 3 : Synthèse des résultats des rapports isotopiques pour les 30 aloses adultes analysées prélevés en 2021*

ID_poisson	Cours d'eau	Stade	Otolithe 1	Otolithe 2
21-AUD-01	Aude	adulte	0.7093	
21-AUD-02	Aude	adulte	0.7114	
21-AUD-03	Aude	adulte	0.7095	
21-AUD-04	Aude	adulte	0.7082	
21-AUD-05	Aude	adulte	0.7093	
21-HER-01	Hérault	adulte	0.7088	0.7085
21-HER-02	Hérault	adulte	0.7089	
21-MER-01	Mer	adulte	0.7090	
21-MER-02	Mer	adulte	0.7090	
21-MER-04	Mer	adulte	0.7092	
21-MER-05	Mer	adulte	0.7092	
21-MER-06	Mer	adulte	0.7091	0.7091
21-MER-07	Mer	adulte	pas assez de signal	
21-MER-08	Mer	adulte	0.7095	
21-MER-09	Mer	adulte	0.7102	
21-MER-10	Mer	adulte	0.7089	
21-MER-11	Mer	adulte	0.7090	
21-MER-12	Mer	adulte	0.7094	0.7090
21-MER-14	Mer	adulte	0.7095	
21-MER-15	Mer	adulte	0.7090	
21-MER-16	Mer	adulte	0.7090	0.7086
21-MER-17	Mer	adulte	0.7089	
21-MER-18	Mer	adulte	0.7092	
21-MER-19	Mer	adulte	pas assez de signal	
21-RHO-01	Rhône	adulte	0.7088	
21-RHO-02	Rhône	adulte	0.7092	0.7091
21-RHO-03	Rhône	adulte	0.7096	
21-TEC-01	Tech	adulte	0.7092	0.7089
21-TEC-02	Tech	adulte	0.7092	
21-TET-01	Têt	adulte	pas assez de signal	

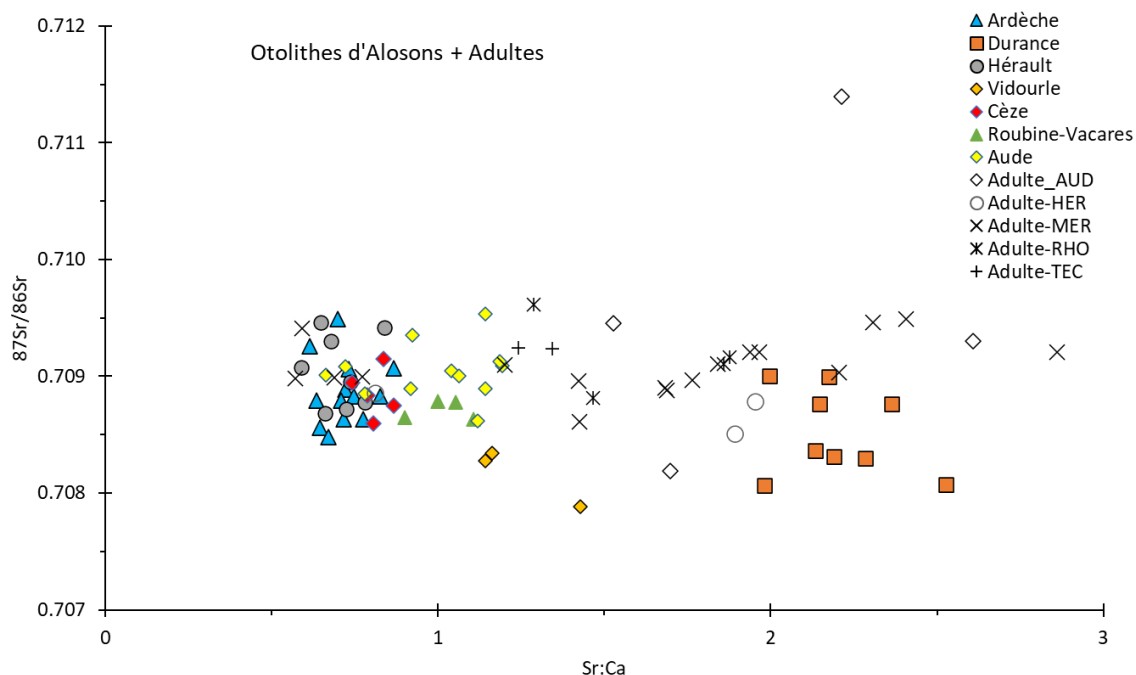


Figure 5 : Représentation du rapport isotopique du strontium  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  en fonction du rapport  $\text{Sr} : \text{Ca}$  dans les otolithes des 40 alosons et des 30 aloses adultes analysées.

## 4 CONCLUSION

Les résultats complémentaires obtenus pour le rapport  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  n'apportent pas de pouvoir discriminant supplémentaire par rapport aux ratios élémentaires présentés précédemment dans le rapport de phase 3. Ces résultats confirment les résultats obtenus sur les eaux analysées en phase 1. Comme mentionné dans le rapport de phase 3, d'après ce que nous avons pu observer grâce aux signatures des eaux, ce sont principalement deux fleuves côtiers, la Têt et le Tech, qui devraient pouvoir être identifiés grâce à l'isotopie du strontium, alors que ce marqueur ne sera pas opérant pour les autres rivières à l'exception de l'Eyrieux dans le bassin du Rhône. Toutefois cela n'a pas pu être vérifié du fait de l'absence d'alosons collectés dans ces deux cours d'eau. Les aloses adultes prélevées dans le Tech ne présentaient pas la signature attendue pour cette rivière, suggérant qu'ils n'étaient à coup sûr pas originaires de cette rivière.

## 5 Références

Martin J., Quentin Rougemont Q., Drouineau H., Launey S., Jatteau P., **Bareille G.**, Berail S., Pécheyran C., Feunteun E., Roques S., Clavé D., Nachón D.J., Antunes C., Mota M., Réveillac E. and Daverat F., 2015. Dispersal capacities of anadromous Allis shad population inferred from a couple genetic and otolith approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72: 1-13. <https://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2014-0510> (hal-01557337v1)

---

Richard A. & Bareille, G., 2020. Etude de faisabilité « Détermination de l'origine natale des aloses de Méditerranée (*Alosa agone*) par la géochimie des otolithes ». Phase 1 : analyse des échantillons d'eau. 18p.

Richard A., Bareille G., Vignon M. 2022. Etude de faisabilité « Détermination de l'origine natale des aloses de Méditerranée (*Alosa agone*) par la géochimie des otolithes ». Phase 3 : essais d'assignation des otolithes d'alosons et d'alosés adultes à leur rivière d'origine. 23p.