

Conservatoire d'espaces naturels des Pays-de-la-Loire

Rééquilibrage de la Loire entre les Ponts-de-Cé et Nantes Étude malacologique - Suivis 2023

Rapport d'étude

Décembre 2023



Vincent Prié – Expertises biodiversité

Autoentreprise Erwann Jacquin

10 rue Louis Aragon
F-59147 Gondecourt
Courriel : arion.ide@orange.fr

84 chemin du Castellas
34700 Lodève
Courriel : prie.vincent@gmail.com
Cantegreille
31390 Bois de la Pierre
Courriel : erwannjacquin@yahoo.fr



Table des matières

1. Introduction	1
2. Objectifs globaux de l'étude	1
3. Objectif global du suivi 2023	1
4. Matériels et méthodes	1
4.1. Études des bivalves fluviaux du lit principal et des bras secondaires	1
4.1.1. Localisation géographique	1
4.1.2. Concept et principe du suivi de l'impact des mesures de rééquilibrage	1
4.1.3. Plan d'échantillonnage	1
4.1.4. Sites d'études	1
4.1.5. Sites d'impacts A et B	1
4.1.6. Sites de contrôle	1
4.1.7. Travaux sur les bras secondaires sur les sites d'impacts A et B	1
4.1.8. Protocole de récolte des bivalves	2
5. Analyses des données	3
6. Dates de passage	3
7. Résultats	4
8. Conclusion	5
9. Références	6



1. Introduction

Le projet de rééquilibrage de la Loire entre les Ponts-de-Cé et Nantes va consister à :

- Rouvrir ou aménager des chevrettes au droit ou à l'entrée de bras secondaire du fleuve,
- Araser, raccourcir ou abaisser une série d'épis latéraux au fleuve,
- Aménager au niveau d'un socle rocheux existant, une zone de transition entre la Loire fluviale et la Loire fluvio-maritime (bassin à marée).

Les mollusques aquatiques sont des organismes à mobilité relativement réduite, sensibles à l'évolution des micro- et macrohabitats. Dans le cadre du projet de rééquilibrage de la Loire entre les Ponts de Cé et Nantes, l'apport de l'étude des mollusques aquatiques va permettre d'apprécier les effets des travaux sur leurs peuplements.

Le présent rapport s'attache à présenter et décrire les résultats de la campagne de suivi effectuée en 2023.

2. Objectifs globaux de l'étude

Les objectifs généraux de cette étude sont de suivre l'évolution des peuplements de mollusques aquatiques et d'évaluer les effets (négatifs ou positifs) des travaux liés au projet. Ces objectifs de suivi portent sur :

❖ **Les peuplements et les abondances des bivalves fluviaux :**

- **Volet 1 :** suivre l'évolution et d'évaluer les effets (négatifs ou positifs) des mesures de rééquilibrage de la Loire entre les Ponts-de-Cé et Nantes sur les peuplements et les abondances des bivalves fluviaux ;
- **Volet 2 :** suivre l'évolution et d'évaluer les effets (négatifs ou positifs) des mesures de rééquilibrage de la Loire entre Ponts-de-Cé et Nantes sur la richesse spécifique en bivalves fluviaux à l'aide d'analyses d'ADN environnemental (ADNe).

❖ **Les peuplements de Gastéropodes aquatiques (volet 3) de quelques bras secondaires de la Loire qui sont susceptibles de réagir aux mesures de rééquilibrage du fleuve.**

3. Objectif global du suivi 2023

L'objectif générale des sessions de prospections 2023 est d'estimer les abondances des bivalves fluviaux, pour pouvoir évaluer les effets (négatifs ou positifs) des travaux liés au projet. Il s'agissait d'un passage intermédiaire d'estimation.



4. Matériels et méthodes

4.1. Études des bivalves fluviaux du lit principal et des bras secondaires

Les bivalves fluviaux considérés ici sont les moules d'eau douce de l'Ordre des Unionoida (concernant ici les genres : *Anodonta*, *Pseudanodonta*, *Potomida*, *Sinanodonta* et *Unio*).

4.1.1. Localisation géographique

Les opérations vont concerner trois secteurs de la Loire, avec combinaison des opérations ou pas. Deux de ces secteurs se trouvent en contexte strictement fluvial (site A et B), tandis que le troisième se situe en contexte d'eau saumâtre (Site C). L'objet étant d'apprécier l'évolution des peuplements et l'abondance des bivalves d'eau douce, le plan d'échantillonnage a été mis en œuvre entre le secteur entre les Ponts-de- Cé et le pont de Mauve-sur-Loire (Figure 1).

4.1.2. Concept et principe du suivi de l'impact des mesures de rééquilibrage

Pour apprécier ces évolutions, une approche expérimentale-témoin avant-après (Before After Control Impact, Downes *et al.* 2008) a été construite. Ce type d'approche permet d'étudier les impacts des activités quelles qu'elles soient et de les discriminer des variations naturelles. De manière simplifiée, la mise en œuvre d'une approche avant/après travaux implique le recueil d'informations :

- Depuis la zone impactée avant les travaux,
- Depuis la zone de contrôle ou témoin avant les travaux,
- Depuis la zone impactée après les travaux,
- Depuis la zone de contrôle ou témoin après les travaux.

Les suivis sur les zones impactées et de contrôle sont réalisés pendant la même période, avant le démarrage des travaux. Il en sera de même, pour les mêmes zones, après la réalisation des opérations. L'approche gagne en précision lorsque l'état initial est répété temporellement avant les travaux, ce qui permet de déceler les variations naturelles avant les opérations d'aménagement. Elle l'est tout autant lorsque des duplicats sont effectués dans chacune des zones.

4.1.3. Plan d'échantillonnage

Sur le plan nomenclatural, nous définissons les zones suivantes (Figure 2) :

- Sites : zones où sont déployés les protocoles de suivi. Ils sont soit de contrôle, soit d'impact,
- Stations : zones du site où sont déployés les techniques de suivi,
- Placettes : surface où sont déployées les échantillons ou quadrats,
- Échantillon ou quadrat : surfaces d'étude où sont recueillis et comptés les bivalves.

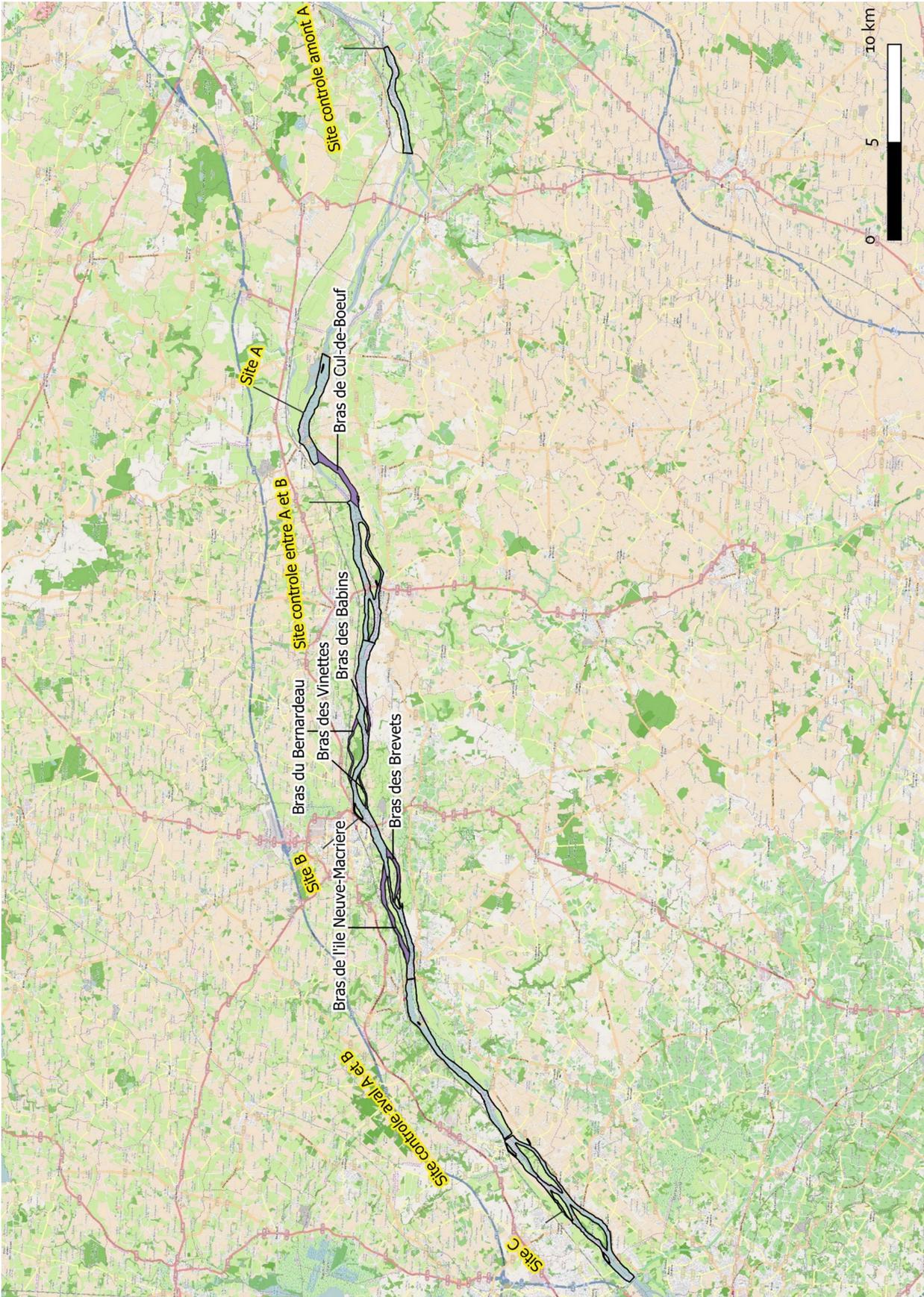


Figure 1 : Localisation des sites d'étude (Fond de carte : ©OpenStreetMap).

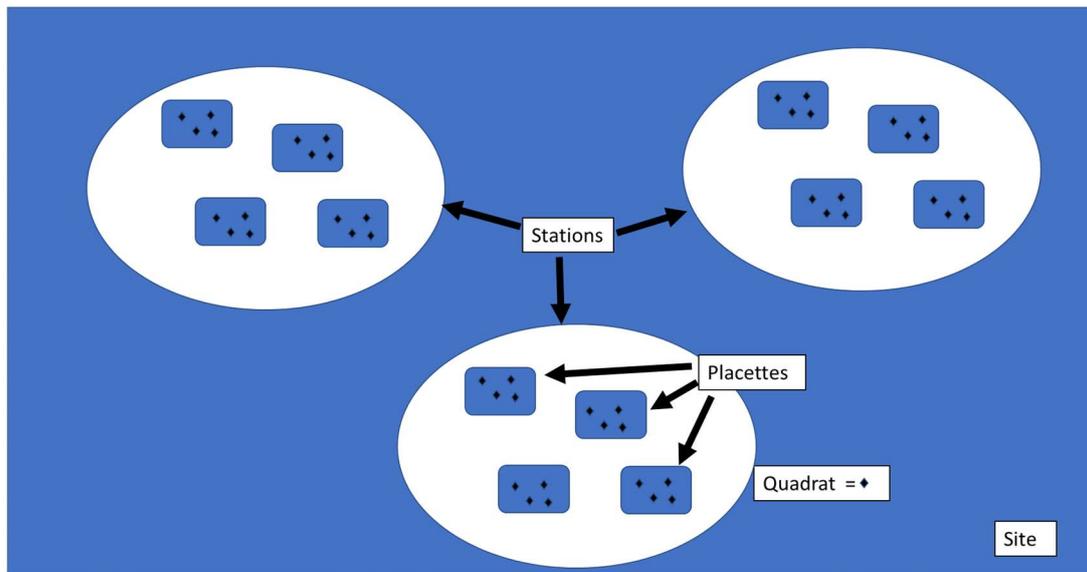


Figure 2 : Schéma de principe des différentes unités du plan d'échantillonnage.

4.1.4. Sites d'études

Le périmètre d'étude correspond au bief entre Les Ponts-de-Cé et le pont de Mauve-sur-Loire.

Dans ce périmètre, les sites pour lesquels les effets des travaux devraient être le plus importants sur les moules sont les sites A et B. Par conséquent, les sites d'impacts seront ces deux sites. Les sites de contrôle dans le lit principal se situent à l'amont des sites A et B, entre A et B et en aval de B (Figure 3). Étant donné *i*) l'absence de données préalables sur les moules issues de l'étude d'impact initiale (THEMA ENVIRONNEMENT & FISH PASS 2020), *ii*) la nature des travaux sur le site C et *iii*) les effets hydrauliques escomptés sur les bivalves, qui ne devraient pas influencer leurs habitats des moules autant que les transports solides prévus à l'issue des travaux sur les sites A et B, le site C n'a pas été étudié par cette approche protocolaire.

4.1.5. Sites d'impacts A et B

Différents types d'aménagements sont prévus au niveau des épis (arasement, suppression partielle ou totale). Dans chacun des sites, cinq stations ont été disposées. Elles n'ont pas été disposées aléatoirement, parce qu'il y avait un risque qu'elles se localisent dans des endroits où il n'y avait pas de moules. Dans ces stations, cinq placettes (maximum) de 100 m² ont été disposées aléatoirement.

4.1.6. Sites de contrôle

Trois sites de contrôle ont été étudiés. L'un se trouve à l'amont des sites A et B, un autre entre le site A et B et un dernier à l'aval de B (Figure 3).

Le site de contrôle est une section de la Loire où aucun travaux de quelle que nature que ce soit ne sera réalisé sur toute la durée du suivi. Le suivi des sites de contrôle bénéficie de la même méthodologie d'échantillonnage que celle employée pour les sites d'impacts (5 stations (maximum), 5 placettes par station).

4.1.7. Travaux sur les bras secondaires sur les sites d'impacts A et B

Les effets des aménagements au niveau des bras secondaires se feront sentir sur l'ensemble du bras, et à l'amont et à l'aval des ouvrages aménagés, lorsqu'ils en présentent. Cinq placettes d'une



surface de 100 m² ont été disposées dans le bras de l'île Neuve Macrière (site d'impact) et de Cul-de-Bœuf (site de contrôle). Les autres bras ne pouvaient pas être étudiés, parce que les eaux étaient trop turbides ou que les surfaces en eau étaient trop réduites. Les placettes ont été disposées là où des bivalves étaient présents.

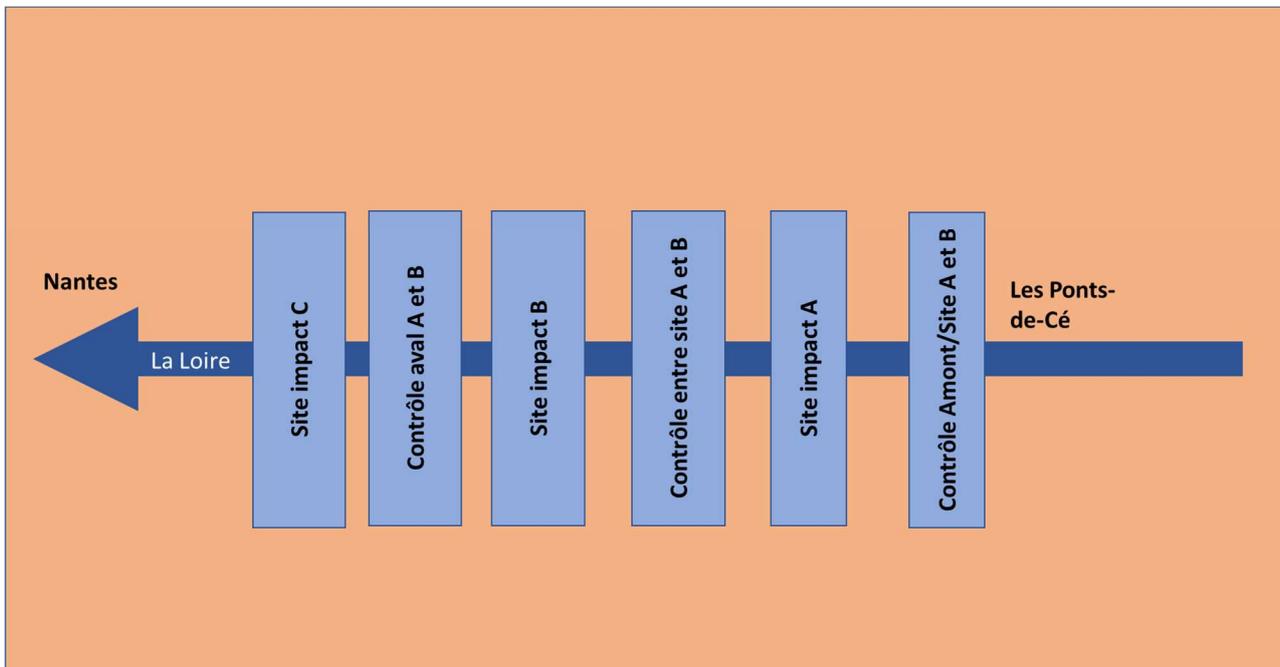


Figure 3 : Schéma de principe de la localisation des différents sites d'étude.

4.1.8. Protocole de récolte des bivalves

Dans les placettes de 100 m², 30 quadrats de 50 x 50 cm (Figure 4) ont été placés selon un échantillonnage systématique (Thompson 2002; Strayer & Smith 2003). Les quadrats sont régulièrement disposés à l'issue d'un point de départ aléatoire dans la station. Ici la distance entre chaque échantillon systématique sera de 1,5 m environ. Compte tenu des caractéristiques et des spécificités des travaux en fleuve (comme la Loire), le double échantillonnage par réalisation d'excavation n'a pas été réalisé dans le chenal principal, mais uniquement dans les bras secondaires. Ce double échantillonnage par excavation permet de déterminer la proportion de grands bivalves et de Sphaeriidae enfouis ou non visibles depuis la surface. Ce double échantillonnage permet d'ajuster les densités d'individus dans la station. En pratique, les individus visibles depuis la surface dans le quadrat ont été recherchés et collectés (mis de côté), et ensuite le substrat a été excavé sur 5 cm à l'aide d'une griffe. Le sédiment excavé a été tamisé sur une maille de 5 mm.

Que ce soit dans le chenal principal ou dans les bras secondaires, les mulettes ont été recherchées en palme-masque-tuba ou en plongées hyperbares en fonction des profondeurs (profondeur des stations comprises en 50 cm et 7 m).



Figure 4 : Aperçu du comptage des Bivalves dans un quadrat de 50 x 50 cm (© V. Simon).

5. Analyses des données

Les estimations des abondances (nombre d'individu par quadrat) par placette ont été effectuées selon les formules classiques d'estimation pour les techniques de sondage proposées (Thompson 2002; Strayer & Smith 2003). L'estimation de l'intervalle de confiance à 95% de ce nombre moyen d'individus par quadrat pour chaque placette a été calculé à l'aide d'un bootstrap avec 1 000 réplifications et avec la méthode BCa (DiCiccio & Efron 1996).

6. Dates de passage

Les bivalves ont été étudiés entre lors de la semaine du 11 septembre 2023. Les conditions hydrologiques rencontrées lors des plongées en septembre 2021 étaient excellentes, avec une visibilité supérieure au mètre et des débits inférieurs à $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.



7. Résultats

L'ensemble des résultats correspondant à l'étude des mulettes dans les différentes stations des différents sites sont repris dans un tableau Excel adossé à ce rapport (CEN_PdL_total_densite_2021_2023.xlsx). Ce fichier regroupe l'intégralité des estimations d'abondance des espèces contactées pour chacune des placettes étudiées sur les deux années de mise en œuvre du protocole.

En 2023, un total de 27 stations (soit 134 placettes) a été étudié : 25 stations sur le lit principal et deux localisées dans deux bras secondaires (bras de l'Île Neuve-Macrière et bras de Cul-de-Bœuf). Sur l'ensemble de ces stations, 3 901 quadrats ont été effectués. Sur les 27 stations étudiées, huit d'entre elles n'ont montré aucun Unionidé ; et sur l'ensemble des placettes étudiées, 73 présentaient au moins une occurrence de grands bivalves. Au moment des passages, neuf placettes étaient hors d'eau par rapport à 2021.

Cinq espèces ont été observées : Mulette épaisse *Unio crassus*, Mulette méridionale *Unio mancus*, Anodonte des rivières *Anodonta anatina*, Anodonte chinoise *Sinanodonta woodiana* et la Mulette des rivières *Potomida littoralis*. Sur les 134 placettes étudiées, l'espèce la plus fréquente est la Mulette des rivières (70 placettes en 2023 ; 65 placettes en 2021), suivie de l'Anodonte chinoise (40 placettes en 2023 ; 30 placettes en 2021), puis la Mulette méridionale (22 placettes en 2023 ; 13 placettes en 2021), l'Anodonte des rivières (15 placettes en 2023 ; 17 placettes en 2021) et la Mulette épaisse (13 placettes en 2023 ; 16 placettes en 2021). L'Anodonte des étangs (2 placettes en 2021) n'a pas été recontactée. Le nombre minimal et maximal d'individus par quadrat (avec intervalle de confiance à 95 %) par espèce est (en 2023) :

❖ **Mulette des rivières :**

- 2021 : 0,03 (0 ; 0,07) et 2,1 (1,21 ; 3,43) ;
- 2023 : 0,03 (0 ; 0,07) et 1,5 (0,75 ; 2,55) ;

❖ **Anodonte chinoise :**

- 2021 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,17 (0,03 ; 0,37) ;
- 2023 : 0,1 (0 ; 0,2) et 0,77 (0,47 ; 1,34) ;

❖ **Anodonte des rivières :**

- 2021 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,1 (0 ; 0,2) ;
- 2023 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,13 (0 ; 0,33) ;

❖ **Mulette épaisse :**

- 2021 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,2 (0 ; 0,53) ;
- 2023 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,23 (0,07 ; 0,43) ;

❖ **Mulette méridionale :**

- 2021 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,53 (0,2 ; 0,87)
- 2023 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,13 (0 ; 0,33) ;

❖ **Anodonte des étangs :**

- 2021 : 0,03 (0 ; 0,1) et 0,07 (0 ; 0,17) ;
- 2023 : 0.



8. Conclusion

En 2023, seule l'abondance des mollusques bivalves du lit principal de la Loire et de quelques bras secondaires a été étudiée à l'aide d'une approche BACI entre les Ponts-de-Cé et Nantes, dans le cadre du programme de rééquilibrage de la Loire. L'objectif global de cette année d'étude présentée ici était de réaliser le suivi intermédiaire, pour évaluer les effets des travaux du projet sur les abondances des bivalves. Les prospections visuelles ont permis de déterminer que l'espèce la plus fréquemment observée était la Mulette des rivières, suivies de l'Anodonte chinoise, l'Anodonte des rivières, la Mulette méridionale, la Mulette épaisse. Contrairement à 2021, l'Anodonte des étangs n'a pas été observée.

Sur la base des résultats obtenus, il n'est pas possible de dégager des tendances pour chacune des espèces. Cependant, les maxima de certaines espèces montrent des valeurs plus faibles que lors de l'état initial. Cela concerne la Mulette des rivières et méridionale, alors que les occurrences de cette dernière ont augmenté. Les maxima de l'Anodonte des rivières et de la Mulette épaisse sont quasi identiques, alors que ceux de l'Anodonte chinoise sont plus élevés en 2023 qu'en 2021. Une analyse au terme des trois sessions de suivi permettra d'apporter des éléments plus précis sur les tendances de chacune des espèces.



9. Références

- DICICCIO T.J. & EFRON B. 1996. — Bootstrap confidence intervals. *Statistical Science* 11 (3): 189–228
- DOWNES B.J., BARMUTA L.A., FAIRWEATHER P.G., FAITH D.P., KEOUGH M.J., LAKE P.S., MAPSTONE B.D. & QUINN G.P. 2008. — *Monitoring ecological impacts - Concepts and practice in flowing waters*. Cambridge, Cambridge University Press. XII+ 434 p.
- STRAYER D.L. & SMITH D.R. 2003. — *A guide to sampling freshwater mussel populations* Vol. Monograph 8. Bethesda, American Fisheries Society. xi + 103 p.
- THEMA ENVIRONNEMENT & FISH PASS 2020. — ETUDE D'IMPACT DU PROJET DE RÉÉQUILIBRAGE DU LIT DE LA LOIRE ENTRE LES PONTS-DE-CÉ ET NANTES – PHASE 1 - LIVRET – MILIEU BIOLOGIQUE p. 438.
- THOMPSON S.K. 2002. — *Sampling - Second edition*. New York, John Wiley & Sons. xvii + 367 p. (Wiley series in probability and statistics).