

Voies Navigables de
France - Direction
territoriale Bassin de la
Seine



Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAULIEU (10)

12 septembre 2022

Rapport d'expertise



Réseau administratif

Citation recommandée	Biotope, 2022, Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAULIEU (10). VNF75. 24 pages. + Cartes + Annexes.	
Version/Indice	Version 1	
Date	06/09/2022	
Nom de fichier	VNF75_INVENTAIRE_BIVALVES_BEAULIEU	
N° de contrat	2017348-14	
Date de démarrage de la mission	08/2022	
Maître d'ouvrage	Voies Navigables de France Direction de l'Ingénierie et de la Maitrise d'Ouvrage Unité Opérationnelle de Paris 18 quai d'Austerlitz 75013 Paris	
Interlocuteur	Frédéric DA SILVA Chef de l'unité Etudes et Grand Travaux 4	Tél : 06 61 96 48 48 Courriel : frederic.dasilva@vnf.fr
Mandataire	Biotope Bassin parisien 25 impasse Mousset 75012 Paris Bureau relais de Tours 17, rue de la Rôtisserie 37000 TOURS	
Biotope, Responsable du projet	Nicolas PATRY	Courriel : npatry@biotope.fr Tél : 06 03 68 24 00
Biotope, Contrôleur qualité	Laurent PHILIPPE	Contact : lphilippe@biotope.fr Tél : 06 24 47 75 60

Biotope est signataire de la « [Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale](#) ».

Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.

Sommaire

1	Objet de l'expertise	4
2	Aire d'étude	5
3	Présentation des espèces ciblées	6
4	Méthodes d'expertise	7
	4.1 Equipe de travail	7
	4.2 Méthodes d'inventaire	7
5	Résultats	10
	5.1 Substrats de la zone d'étude	10
	5.2 Espèces observées	11
	5.3 Limites d'observations	14
	5.4 Synthèse des observations	15
6	Mesure de déplacement	16
7	Bibliographie	23

1 Objet de l'expertise

Dans le cadre de la reconstruction du Barrage de Beaulieu (Seine Amont), les études naturalistes antérieures ont révélé la présence de bivalves protégés au travers de prélèvements ADNe sans pour autant prouver leur présence au droit de la zone d'aménagement.

Suite à une demande de précisions émise par les services de l'état, la mission a donc consisté à apporter les éléments nécessaires permettant de déceler et de caractériser la présence d'individus de bivalves bénéficiant d'un statut de protection particulier et principalement la Mulette épaisse (*Unio Crassus*) afin de prévenir les impacts potentiels sur les éventuels individus et respecter la réglementation en vigueur.

En complément de la recherche de ces espèces, une analyse a également été menée pour vérifier la présence d'autres espèces patrimoniales de bivalves suite à la publication le 8 juillet 2021 de la Liste rouge des mollusques continentaux de métropole.



Aval du barrage en rive gauche



Amont du barrage en rive droite

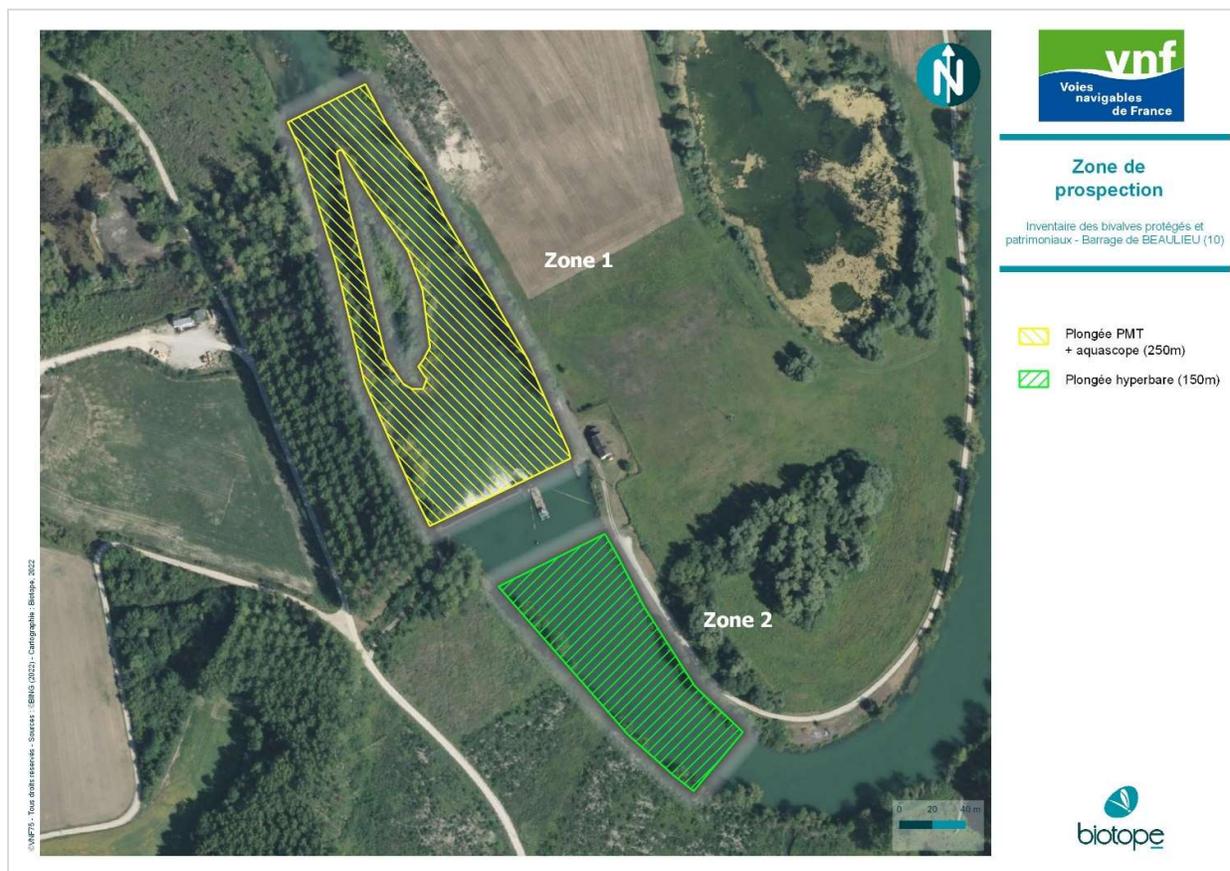


Barrage vu depuis l'aval

2 Aire d'étude

L'aire d'étude se compose de 2 zones délimitées par le barrage pour une superficie de 2,6ha (avec zone de sécurité de 50m en amont de celui-ci) :

- Zone 1 : 250m en aval du barrage prospecté au bathyscope en zone peu profonde et en PMT sur les secteurs de plus d'1,2m.
- Zone 2 : 150m en amont du barrage prospecté en plongée hyperbare (profondeur maximum de 5,8m).



Localisation des prospections

3 Présentation des espèces ciblées

Les Naïades ou Nayades, sont des animaux mobiles vivant totalement ou partiellement enfoui dans les substrats meubles, mais stables, des cours d'eau permanents (rivières et fleuves) et exceptionnellement dans les lacs. Elles se déplacent par reptation à l'aide d'un pied. La partie antérieure est enfoncée dans le substrat. La partie postérieure est la seule partie visible depuis la surface du sédiment. C'est un organisme qui filtre la colonne d'eau à l'aide de branchies (deux paires de branchies) pour y puiser sa nourriture, composée de particules en suspensions, algues, etc.

Le cycle biologique fait intervenir un intermédiaire, un vertébré aquatique, en l'occurrence un ou des poissons, ce qui est unique dans le monde animal. Après la fécondation des femelles, les larves sont incubées dans une des paires de branchies, le marsupium. Après un certain temps d'incubation, les femelles expulsent leur larve dans la colonne d'eau ou au passage du ou des poissons hôtes. Il arrive dans certaines populations que les femelles se rapprochent des berges pour projeter de l'eau chargée de larves en direction des bancs de jeunes poissons hôtes. Les larves sont bivalves et sont dotées de crochets (uniquement chez le genre *Unio* et *Anodonta*) et d'un flagelle.

Elles vont s'enkyster sur les branchies ou la base des nageoires du ou des poissons hôtes et, après une période de 3-4 semaines, vont s'y décrocher pour retourner dans le sédiment. Après une vie endogée de 3-4 ans, voire plus, les jeunes moules remontent à la surface pour adopter un mode d'alimentation identique à celui des parents. Avant cela, ils vivent dans le sous-écoulement et ont un mode de nutrition différent. Les petites moules ne filtrent pas l'eau, mais absorbent leur nourriture à l'aide de papilles.

Dans le cadre de cette étude, une espèce protégée a principalement été ciblée : La Mulette épaisse (*Unio crassus*).

La Mulette épaisse (*Unio crassus*) est un mollusque bivalve inscrit à l'annexe II et IV de la Directive « Habitats-Faune-Flore ». Elle est protégée au titre de l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection :

- 1) Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tout temps la destruction ou l'enlèvement des œufs, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel.
- 2) Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux.
- 3) Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques.
- 4) Sont interdits sur tout le territoire national et en tout temps la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés :
 - Dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 24 novembre 1992 ;
 - Dans le milieu naturel du territoire européen des autres États membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992 susvisée.



Vue d'un adulte de Mulette épaisse en train de filtrer (Photo prise hors aire d'étude © BIOTOPE)

4 Méthodes d'expertise

4.1 Equipe de travail

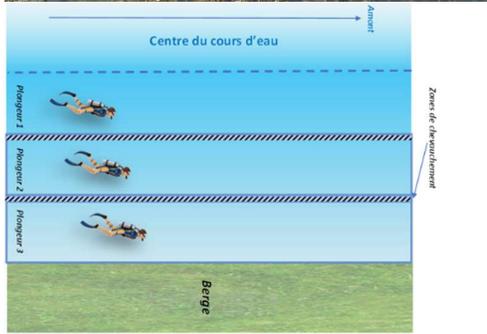
Une équipe pluridisciplinaire composée de cinq intervenants a été mise en place pour les prospections aquatiques :

Équipe projet

Domaines d'intervention	Intervenants
Expertise naïades PMT et hyperbare, Titulaire du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie Classe (CAH) OB, rédaction de l'expertise	Nicolas PATRY
Expertise naïades PMT et hyperbare, Titulaire du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie Classe (CAH) OB, contrôle qualité interne	Laurent PHILIPPE
Expertise naïades bathyscope	Chloé DALIDO
Expertise naïades bathyscope	Olivier PELEGRIN
Conseiller à la prévention hyperbare (CPH), Titulaire du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie Classe (CAH) 2B, sécurité et encadrement	Bernard MELL

4.2 Méthodes d'inventaire

Les méthodes d'inventaire ont été adaptées pour tenir compte des exigences écologiques propres aux espèces ciblées (Mulette épaisse). Les autres naïades non protégées ont également été recherchées en parallèle.



Méthodes d'inventaire mises en place (à gauche : PMT (Palme Masque Tuba) et plongée bouteille ; à droite : recherche au bathyscope et méthode de prospection)

Les prospections ont été réalisées sous forme de lignes d'aval vers l'amont avec chevauchement des zones d'observations.

Afin de pouvoir localiser précisément les observations, un pointage GPS à l'aide du SEAYOS, premier GPS autonome aquatique, a été effectué. Cet outil permet également une annotation des espèces observées directement lors des prospections subaquatiques.



Pointage de l'individu observé



Déverrouillage du dévidoir



Remontée en surface pour capter les satellites



Retour au fond et annotation de l'observation

Le tableau suivant indique les dates de réalisation des inventaires sur la zone et les méthodologies employées.

Dates et conditions des prospections de terrain

Dates des inventaires	Conditions et méthodes
02/08/2022	Prospections en PMT et aquascope – Aval du barrage en rive gauche et bras secondaire Bonnes conditions de turbidité Hauteur d'eau faible Débit d'étiage 27m³/s – courant fort en proximité du barrage empêchant toute prospection
03/08/2022	Prospections en PMT – Aval du barrage en rive droite Bonnes conditions de turbidité Hauteur d'eau faible Débit d'étiage 27m³/s
04/08/2022	Prospections hyperbares – Zone profonde en amont du barrage Bonnes conditions de turbidité Hauteur d'eau faible Débit d'étiage 27m³/s

Pour des raisons évidentes de sécurité des plongeurs, certains secteurs n'ont pu être prospectés en aval direct du barrage et sur une zone tampon de 50m en amont (risques de renard hydraulique). En complément, la présence d'herbiers denses a également limité les observations sur certains secteurs à l'aval. La carte suivante permet d'appréhender les limites de prospections.



Limites de prospection

Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAULIEU (10)

 Non expertisé (sécurité des plongeurs)

 Zone d'herbiers



Limites de prospections lors des inventaires 2022.

5 Résultats

5.1 Substrats de la zone d'étude

Le type de substrat joue un rôle prépondérant dans la présence des bivalves et notamment de la Mulette épaisse. Des substrats très sableux ou au contraire des enrochements trop denses en grands cours d'eau sont peu enclin à accueillir cette espèce contrairement à d'autres comme la Corbicule asiatique qui est fortement présente sur la zone. Une attention plus particulière a donc été apportée sur les secteurs de granulométrie fine et diversifiée afin de localiser les éventuels individus en filtration.

Plusieurs secteurs prospectés présentaient de faibles potentialités d'accueil pour les espèces de bivalves ciblées avec une structure trop grossière des sédiments (enrochements). Il en est de même pour certains secteurs de graviers/galets localisés dans le chenal central, donc soumises à courant fort en aval du barrage. De manière globale, le secteur aval du barrage présente une très forte courantologie limitant l'ancrage des espèces dans le sédiment notamment en période hivernale (forces d'arrachement trop importantes).



Blocs



Graviers et sable dans le chenal central à l'aval

A *contrario*, les secteurs de graviers hors zone de fort courant ou à granulométrie diversifiée peuvent offrir de bonnes capacités d'accueil pour les espèces ciblées. Ce type de granulométrie est présente en rives gauche du bras principal à l'aval du barrage, et surtout sur une grande partie de l'amont avec cependant des conditions stationnelles plus favorables en rive droite (courantologie adaptée, densité faible d'herbiers). Le bras secondaire présente également localement une granulométrie favorable à l'installation de la Mulette épaisse (principalement en rive gauche) mais limitée par une courantologie forte.



Granulométrie diversifiée avec sédiments fins à l'amont



Granulométrie diversifiée à l'aval

La carte page suivante présente la répartition globale des substrats observés.



Granulométries observées

Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAUVILLE (10)

Granulométrie des fonds

-  Blocs
-  Cailloux et graviers
-  Sable et graviers
-  Blocs avec sédiments fins
-  Barrage
-  Non prospecté
-  Zone d'herbiers



Granulométrie observée en 2022

5.2 Espèces observées

Les prospections ont permis de valider la présence de la Mulette épaisse sur la zone avec la découverte de plusieurs individus en filtration uniquement à l'amont du barrage. Malgré une recherche fine à l'aval, aucun individu vivant n'a été recensé que ce soit de Mulette épaisse ou d'autres Unionidés.





Individus de Mulette épaisse observés sur l'aire d'étude



Cinq autres espèces ont également été observées dans le cadre de l'inventaire :

- La Mulette des rivières (*Potomida littoralis*) : anciennes coquilles,
- La Mulette méridionale (*Unio mancus*) : observée vivante à l'amont,
- La Mulette des peintres (*Unio pictorum*) : observée vivante à l'amont,
- La Mulette renflée (*Unio tumidus*) : anciennes coquilles,
- L'Anodonte des rivières (*Anodonta anatina*) : anciennes coquilles,
- La Corbicule asiatique (*Corbicula fluminea*) : observée vivante (espèce invasive fortement présente sur la zone).



Mulette des peintres en filtration



Coquille d'anodonte des rivières



Anciennes coquilles de Mulette renflée



Corbicules en filtration



Anciennes coquilles de Mulette des rivières



Coquilles de Mulette des rivières, Mulette méridionale, Mulette renflée et Mulette des peintres

La carte suivante présente le positionnement des individus vivants observés. A noter que l'ensemble des individus n'ont pas été pointés au GPS lorsque les localisations étaient proches. De même, les corbicules (espèce invasive) présentent sur une grande partie de l'aire d'étude ne sont pas mentionnées sur la carte.



©VNF75 - Tous droits réservés - Sources : BNG (2021), Cartographie : Biotope, 2022



Bivalves observés en filtration

Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAULIEU (10)

Espèce

- *Unio crassus*
- *Unio mancus*
- *Unio pictorum*

Secteur non expertisé



Comme souligné précédemment, aucune observation de bivalves vivant n'a été réalisée en aval du barrage (hormis corbicules). L'ensemble des observations a donc été réalisé dans la zone de retenue du barrage dans des profondeurs allant de 2,3m à 4,3m.

Le tableau suivant précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et les niveaux d'enjeux écologiques spécifiques et contextualisés.

Nom vernaculaire	Statuts réglementaires			Statuts patrimoniaux			Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	Grand Est	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF			
Espèces patrimoniales et/ou réglementées									
Mulette épaisse <i>Unio crassus</i>	An. II et IV	Art. 2	-	LC	VU	-	Fort	Espèce de cours d'eau de toutes tailles présente aussi bien en grand cours d'eau courant sur substrat sableux qu'au sein du réseau hydrographique secondaire en zones lenticules colmatées. Perte de 50% des populations européennes (rétraction de son aire d'occupation de 42% en France – Source DREAL Pays de la Loire). Plusieurs individus présents en amont direct du barrage.	Fort
Anodonte des rivières <i>Anodonta anatina</i>	-	-	-	VU	VU	-	Fort	Espèce des eaux courantes présente à la fois en grands cours d'eau et sur le réseau secondaire. Affectionnant les zones sablo-limoneuse. Uniquement observée sous forme d'anciennes coquilles. Potentiellement présente en faibles effectifs au sein des herbiers en zones de faible courant en rive droite à l'amont du barrage.	Moyen
Mulette des rivières <i>Potomida littoralis</i>	-	-	-	EN	CR	-	Majeur	Espèce des eaux courantes présente sur le cours de la Vienne. En Europe perte de 75% des effectifs en un siècle. Uniquement observée sous forme de très anciennes coquilles.	Moyen
Mulette renflée <i>Unio tumidus</i>	-	-	-	NT	NT	-	Fort	Espèce vivant en plaine dans les fleuves où les populations sont généralement concentrées dans les zones marginales dont le substrat est ferme et boueux. Uniquement observée sous forme de coquilles anciennes. Potentiellement présente à l'amont du barrage.	Moyen
1 espèce protégée au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 (article 2) fixant les listes des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Cette espèce protégée est rare à l'échelle nationale et/ou régionale.									
2 autres espèces communes observées sur site : La Mulette méridionale (<i>Unio mancus</i>) et la Mulette des peintres (<i>Unio pictorum</i>)									
Espèces exotiques envahissantes									
1 espèce de mollusque d'origine exotique a été recensée sur l'aire d'étude rapprochée : La Corbicule asiatique (<i>Corbicula fluminea</i>).									

An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».

Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

LRN : UICN Comité français, OFB & MNHN (2021). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mollusques continentaux de France métropolitaine. Paris, France
LRR : Liste rouge régionale des mollusques du Grand Est (2022) : CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacé ; LC : Préoccupation mineure.

5.3 Limites d'observations

Plusieurs facteurs ont pu jouer sur la détectabilité des individus et donc l'exhaustivité des inventaires :

- **La présence d'herbiers immergés** : d'importants herbiers sont présents à l'aval et en berge amont sur des milieux favorables aux bivalves patrimoniaux. Le caractère inextricable des parties immergées a empêché toute recherche par les plongeurs sur les zones infestées.



Herbiers denses



- **Le colmatage des fonds** : la présence de secteurs envasés combiné aux voiles de cyanobactéries entraîne inexorablement une plus grande difficulté d'observation des bivalves de petite taille. Ces conditions impactent la détection des individus par les plongeurs dont seul le siphon peut être visible.



Colmatage des fonds augmentant la turbidité lors des recherches



Sédiments fins et développement algal

- **La courantologie** : Comme présenté précédemment, et pour des raisons de sécurité des plongeurs, certaines zones n'ont pu être inventoriées en proximité du barrage.

L'inventaire ne peut être donc vu comme totalement exhaustif sur la totalité de l'aire d'étude au regard de ces éléments de contexte. Il n'en demeure pas moins robuste techniquement et permet d'avoir une meilleure visibilité sur les espèces à enjeux présentes et la répartition des habitats favorables.

5.4 Synthèse des observations

7 espèces de naïades sont présentes dans l'aire d'étude dont 4 observées vivantes. 4 espèces sont remarquables dont une est protégée. On notera que l'aire d'étude présente des habitats favorables à ce groupe notamment en amont du barrage, seul secteur présentant des individus vivants. Les zones à l'aval en plein courant sont peu favorables à ces espèces.

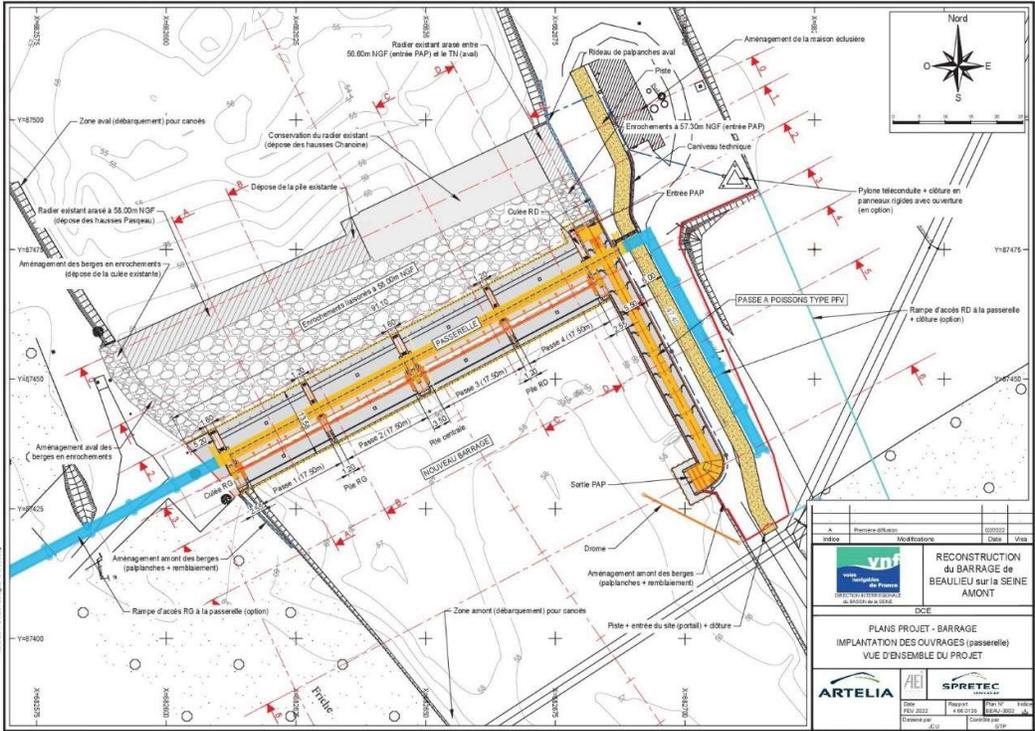
La présence de la Mulette épaisse, qui est protégée à l'échelle nationale, est validée par les observations effectuées. Ce constat légitime donc notamment la réalisation d'une mesure de pêche de sauvetage des bivalves dans le cadre des aménagements (report des individus impactés en amont sur une zone favorable à définir) et la constitution d'un dossier de dérogation CNPN intégrant le protocole de déplacement et les mesures de suivis associées.

Au regard de ces éléments, l'aire d'étude constitue un enjeu écologique localement fort pour le groupe des naïades.

6 Mesure de déplacement

La fiche suivante présente les principes du déplacement à mettre en œuvre. Il restera à affiner au regard des contraintes de sécurité et du calendrier de chantier. Il devra être soumis à validation des services de l'état.

Mesure de réduction	Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactées
Objectif(s)	Déplacement des individus de Mulette épaisse présents sur l'emprise chantier et des autres bivalves patrimoniaux.
Communautés biologiques visées	Bivalves
Localisation	<p>L'amont du barrage existant présentant actuellement des individus va faire l'objet d'aménagements via notamment la :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Démolition du barrage existant et reconstruction d'un barrage 15m en amont, • Mise en place d'un tapis d'encrochements liaisonnés en aval du nouveau barrage, • Création d'une PAP en rive droite.



Les surfaces estimées des aménagements impactant les milieux de vie de la Mulette épaisse sont les suivantes :

Mesure de réduction	Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactés															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Type d'aménagement</th> <th>Surface</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tampon d'impact amont de 20m (impact indirect du chantier lié aux vibrations)</td> <td>3 050m²</td> </tr> <tr> <td>Tapis d'enrochements liaisonnés</td> <td>1 280m²</td> </tr> <tr> <td>Nouveau barrage</td> <td>1 160m²</td> </tr> <tr> <td>Démolition ancien barrage</td> <td>760m²</td> </tr> <tr> <td>Passé à poissons</td> <td>340m²</td> </tr> <tr> <td>Enrochements en berge</td> <td>100m²</td> </tr> </tbody> </table>	Type d'aménagement	Surface	Tampon d'impact amont de 20m (impact indirect du chantier lié aux vibrations)	3 050m ²	Tapis d'enrochements liaisonnés	1 280m ²	Nouveau barrage	1 160m ²	Démolition ancien barrage	760m ²	Passé à poissons	340m ²	Enrochements en berge	100m ²	
	Type d'aménagement	Surface														
	Tampon d'impact amont de 20m (impact indirect du chantier lié aux vibrations)	3 050m ²														
	Tapis d'enrochements liaisonnés	1 280m ²														
	Nouveau barrage	1 160m ²														
	Démolition ancien barrage	760m ²														
	Passé à poissons	340m ²														
Enrochements en berge	100m ²															
<p>Une surface globale de 6 700m² sera donc concernée par la présente mesure.</p>																
	<p>Aménagements sur la zone aquatique Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAULIEU (10)</p> <ul style="list-style-type: none"> Ancien barrage Enrochements en berge Nouveau barrage Passé à poissons Tapis d'enrochements liaisonnés Tampon de 20m 															
Acteurs	Porteur du projet et experts malacologues															
Modalités de mise en œuvre	<p>Afin d'éviter la destruction d'individus sur les secteurs d'aménagement présentant des populations de Mulette épaisse, un protocole de déplacement devra être mis en œuvre. Le déplacement de bivalves demande de nombreuses précautions et le recours à des experts connaissant parfaitement les process et la chronologie des opérations à mettre en œuvre pour fiabiliser la survie des individus déplacés.</p> <p>Les étapes suivantes devront être mise en place :</p> <p>1) Recherche d'un site de report et rédaction du protocole de déplacement</p> <p>Les stations réceptrices devront comporter les mêmes caractéristiques hydromorphologiques et physico-chimiques et le même faciès d'écoulement que la station impactée, en particulier en termes de granulométrie du substrat et de courant. De manière à s'assurer que la station réceptrice est bien favorable à l'espèce, on choisira de préférence une station où des individus sont déjà présents.</p> <p>Les stations réceptrices seront recherchées préférentiellement à l'amont de la zone impactée de manière à limiter les effets d'éventuels relargages accidentels de MES ou de substances polluantes.</p>															

Mesure de réduction Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactés

Dans le même ordre d'idées, on vérifiera que ces stations ne présentent pas d'autres menaces de type pollution, érosion ou prédation. On choisira également des stations les plus proches possibles de la station impactée, de manière à limiter les effets potentiellement liés à un changement environnemental (changement dans la qualité de l'eau, la température, la qualité du substrat...) et à limiter le temps de trajet. Le choix d'un site amont et proche favorise également la recolonisation du site impacté après restauration par simple dévalaison des individus lors des crues et ou du transport sédimentaire. Afin de permettre la prise en compte homogène des paramètres retenus pour le choix des stations, une fiche terrain sera mise au point. Suivant la taille de population à déplacer, un ou deux sites de report seront préconisés. Le nombre de placette de suivi sera également dépendant des effectifs déplacés et des populations autochtones.

Résultats des individus présents sur les quadrats de suivi station réceptrice

N° de quadrat	Nb d'individus observés
A - quadrat aval	5
B - quadrat milieu	9
C - quadrat amont	3



Photographie d'un quadrat en place avec les Mulettes épaisses observées.



L'ensemble des étapes du déplacement seront détaillées dans un document spécifique « protocole de déplacement », qui sera validé par DREAL et DDT. A l'heure actuelle, les précédents inventaires ont démontré l'intérêt de l'amont du barrage existant pour l'espèce, et le secteur en rive droite localisé sur la carte ci-dessous apparaît favorable au report des individus déplacés.



Zone de report

Inventaire des bivalves protégés et patrimoniaux - Barrage de BEAULIEU (10)

- Zone d'aménagements
- Zone de report
- Espèces**
- Unio crassus
- Unio mancus
- Unio pictorum

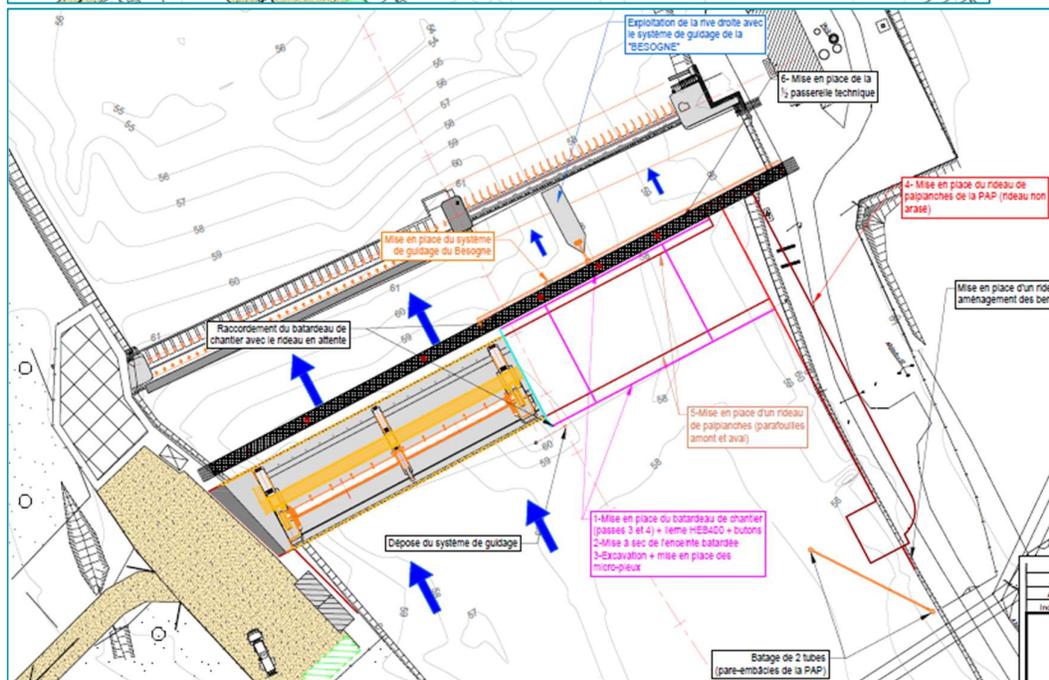
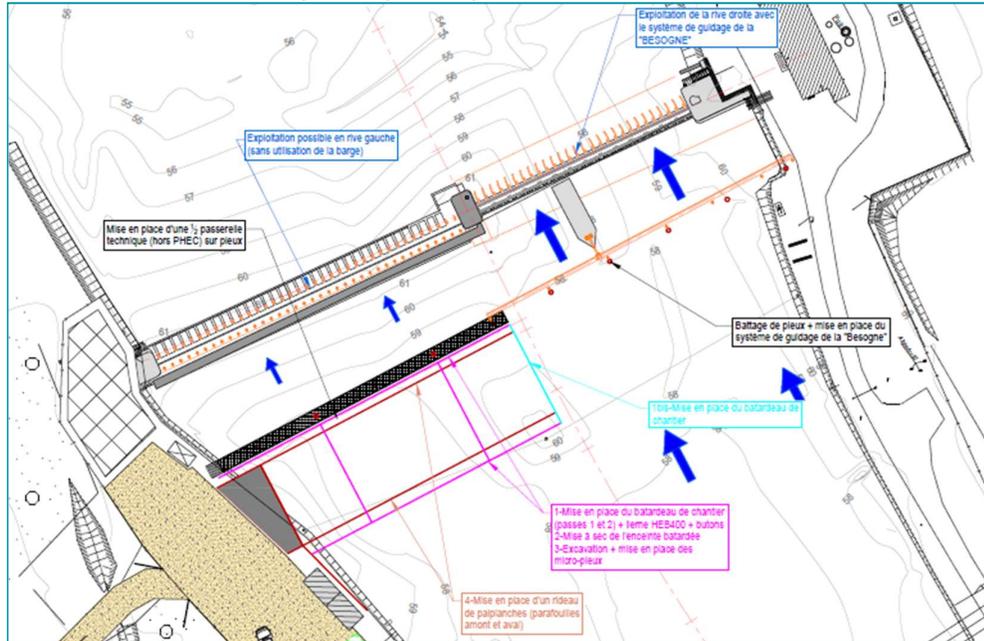


Mesure de réduction

Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactés

2) Recherche des individus sur les secteurs impactés

Les spécificités d'un déplacement de bivalves en grand cours d'eau à proximité d'un ouvrage hydraulique imposent d'adapter les protocoles pour assurer la sécurité des plongeurs/malacologues assurant la prestation. Avant toute définition de ce protocole, un état des lieux des mesures à prendre et du phasage de chantier devra être réalisé. Les cartes suivantes présentent les points de phasage des travaux pouvant être pris en compte dans le déroulement des opérations de sauvetage à savoir la mise en place des batardeaux avant mise à sec (travaux par rives).



Mesure de réduction	Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactées
	<p>A l'heure actuelle deux options sont envisageables pouvant être menées conjointement suivant les conditions techniques et de sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déplacement des individus dans les zones en eau : sur le tampon amont de 20 m, au sein des batardeaux avant mise à sec, et à l'exutoire de la PAP. <u>La zone aval du futur barrage où un enrochement liaisonné sera réalisé ne sera pas prospectée pour des raisons de sécurité,</u> • Déplacement des individus sur les zones mises à sec au sein des batardeaux : recherche à l'aide de bathyscope ou à l'œil nu suivant la hauteur de lame d'eau et collecte manuelle (risque de mortalité des individus suivant le temps de mise à sec). <p>Le phasage de chantier devra tenir compte de la chronologie des opérations de sauvetage en accord avec les conditions énoncées dans l'arrêté de dérogation.</p> <p>Le paragraphe suivant précise les manipulations à réaliser dans un cas « standard » et demande à être adapté dans le protocole final qui sera proposé aux services de l'état.</p> <p>Les individus seront d'abord recherchés à vue. Un premier passage sera effectué en surface, par des plongeurs hyperbare titulaires d'un CAH mention B, de manière à ne pas remuer le substrat. Les malacologues rechercheront les siphons qui dépassent du substrat. Un contrôle à vue sera réalisé après chaque opération pour ramasser les éventuels individus déchaussés non récoltés.</p> <p>Dans un deuxième temps, les individus enfouis dans le substrat seront recherchés. Pour ce faire, un dragage au telignier (râteau munie d'un filet) ou d'un crochet sera effectué. Il permet de ratisser la surface du sédiment jusqu'à une profondeur variant entre 10 et 25 cm selon la densité du substrat. La maille du telignier est de 0.5 cm, ce qui permet de collecter aussi les jeunes individus. En revanche, les juvéniles de l'année, qui font moins de 0.5 cm, ne pourront être collectés.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Plongeurs réalisant des observations en surface, à faible profondeur, sans troubler le sédiment (à gauche). Utilisation d'un telignier pour collecter les spécimens enfouis, notamment les juvéniles (à droite).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Individu de Mulette épaisse dans le sédiment visible grâce aux siphons (à gauche) et individu collecté lors du tamisage après passage du telignier (à droite). Plusieurs passages seront réalisés de manière à s'assurer de l'exhaustivité des recherches. Pour chaque passage, le nombre total d'individu prélevé sera noté. Une courbe d'accumulation sera établie de manière à apprécier le niveau de l'asymptote au troisième passage. Les services instructeurs pourront demander de réitérer les passages jusqu'à ce qu'aucun individu supplémentaire ne soit collecté.</p>

Mesure de
réduction

Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactées

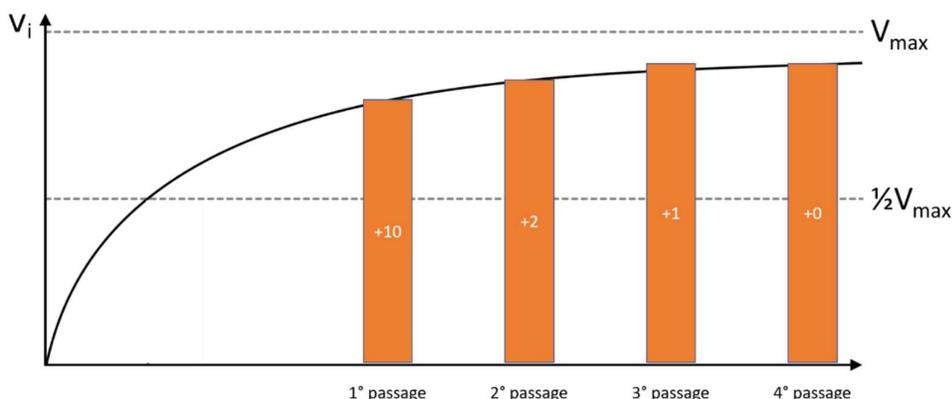


Schéma théorique figurant le protocole permettant de garantir l'exhaustivité des prélèvements. La majorité des individus présent sera collectée lors du premier passage (10 dans cet exemple), puis à chaque passage de moins en moins d'individus jusqu'à ce qu'aucun spécimen supplémentaire ne puisse être collecté. Le décompte des individus à chaque passage fourni une approximation de la valeur de l'asymptote et donc une estimation du nombre total d'individus effectivement présents.

3) Transport sur le(s) site(s) de report et marquage

Les individus seront stockés dans une glacière sans réfrigérants (air ambiant), dans un sac en toile de lin imprégné de l'eau prélevée dans la Seine. La translocation sera réalisée au cours de la journée, le but étant de limiter au maximum le temps hors substrat pour l'animal. En effet, quand ils sont mis dans l'eau, ils cherchent généralement à fuir ou à se repositionner dans le substrat, et se faisant s'épuisent et libèrent diverses substances dans l'eau (mucus, déjections, avortement des œufs ou des glochidies), et l'eau se trouve rapidement viciée et désoxygénée. Le déplacement en eau stagnante n'est donc pas à privilégier (DREAL Grand Est & DRIEAT, 2021).

Les individus seront mesurés afin d'avoir une photographie représentative de la population transférée.



Transport des individus déplacés en glacière, individus déplacés et table de mesure et de marquage

La remise en place sera faite à la main par les plongeurs OB (profondeur entre 2 et 3m). Un trou de deux ou trois centimètres sera aménagé dans le sédiment. En effet, les individus ne devront pas être enfoncés de force, pratique qui favorise l'insertion de sable entre les deux valves.

4) Suivi des populations déplacées

Lors de la recherche des sites de report, des placettes de réception des individus déplacés seront mises en place. Ces placettes de 2x2m seront géolocalisées au GPS et leurs coins marqués à l'aide de sardines munies d'un PIT-TAG (et par conséquent localisables *a posteriori*). A chaque passage, un compte rendu des observations sera réalisé. Un premier passage sera réalisé une semaine après le déplacement, de manière à apprécier la réaction des individus déplacés. En effet, il est connu que, suite au stress du déplacement et/ou pour rechercher des conditions plus favorables, la Mulette épaisse peut effectuer des

Mesure de réduction	Déplacement des populations de bivalves patrimoniaux impactés
	<p>déplacements importants, allant jusqu'à quelques dizaines de mètres. Si des déplacements de telle ampleur sont observés, les protocoles de suivi devront être adaptés.</p> <p>Plusieurs autres passages sont à définir selon les déplacements afin de juger de la bonne acclimatation des individus avec le recul notamment sur l'année entière (incluant les différentes saisons et la saison de reproduction) et afin d'avoir une idée du taux de mortalité et de disparition d'individus (par dévalaison ou prédation par exemple). La périodicité des suivis sera définie dans le protocole de déplacement et soumis à validation des services de l'état.</p>
Indications sur le coût	<p>1) Recherche d'un ou plusieurs sites de report et rédaction du protocole de déplacement suite à l'avis du CNPN avec positionnement des placettes de suivis et fourniture du matériel : 10 000€</p> <p>2) Recherche des individus sur les secteurs impactés, transport sur le(s) site(s) de report et marquage : sera dépendant des modalités choisies au sein du protocole et des mesures de sécurité prises (temporalité des passages notamment) – Par passage environs 9 000€ (+750€ pour le compte rendu de déplacement)</p> <p>3) Suivi des populations déplacées : 7 000€ par suivi avec le CR.</p> <p>Les coûts seront dépendant des exigences des services de l'état et peuvent évoluer suivant les modalités de déplacement choisies et le positionnement des sites de report (présence minimum de 3 plongeurs accrédités classe B au regard des profondeurs).</p> <p><i>Pour rappel la réalisation de ce type de mesure en grand cours d'eau doit être en adéquation avec l'Arrêté du 14 mai 2019 définissant les procédures d'accès, de séjour, de sortie et d'organisation du travail pour les interventions en milieu hyperbare exécutées avec immersion dans le cadre de la mention B « techniques, sciences, pêche, aquaculture, médias et autres interventions »,</i></p>
Planning	Phase de conception
Suivis de la mesure	Le malacologue en charge de l'assistance environnementale du chantier et le responsable environnement du porteur de projet à VNF s'assureront de veiller au respect des règles établies.
Mesures associées	Assistance environnementale par un expert malacologue en phase travaux

7 Bibliographie

- ④ ARCHAMBAUD G., GIORDANO L. & DUMONT B., 2005 – Description du substrat minéral et du colmatage. Aix en Provence, Cemagref - UR Hydrobiologie, 7 p.
- ④ BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p
- ④ BIOTOPE, 2012. Protocole de déplacement de Mulettes protégées dans le cadre de la LGV SEA. Rapport d'études COSEA, 48 pp.
- ④ CHEN, L-Y., HEATH, A, NEVES, R., 2001. American Malacological Bulletin. Volume: 16, Issue: 1-2, Pages: 147-154.
- ④ COPE, G, and DL Waller 1995. Evaluation of freshwater mussel propagation as a conservation and management strategy. Regulated Rivers : Research and Management 11:147–155.
- ④ COPE, W. G., M. C. HOVE, D. L. WALLER, D. J. HORNBACK, M. R. BARTSCH, L. A. CUNNINGHAM, H. L. DUNN, and A. R. KAPUSCINSKI 2003. Evaluation of translocation of unionid mussels to in situ refugia. Journal of Molluscan Studies 69:27–34.
- ④ COPE, G., T. NEWTON & C. GALENBY 2003. Evaluation of relocation of Unionif mussels to in situ refugia. Journal of shellfish research, vol 22, No1, 177-184.
- ④ CUTTELOD A., SEDDON M. & NEUBERT E., 2011 - European Red List of Non-marine Mollusks. Luxembourg : Publications Office of the European Union. 98 p.
- ④ DREAL Grand Est, DRIEAT Ile-de-France, Décembre 2021. Guide technique : Mulette épaisse et autres bivalves : Quels projets doivent les prendre en compte et comment ? 107p.
- ④ DUNN, H.L. 1997. Survival of unionids four years after relocation. pp. 93-99 in: K.S. Cummings, A.C. Buchanan, and L.M. Koch (eds.). Conservation and management of freshwater mussels: Proceedings of a UMRCC symposium, 12-14 October 1992, St. Louis, Missouri. Upper Mississippi River Conservation Committee, Rock Island, Illinois.
- ④ DUNN, H.L. 2000. Development of strategies for sampling freshwater mussels (Bivalvia:Unionidae). Freshwater Mollusk Symposia Proceedings. OhioBiological Survey Special Publication, Columbus. 274 pages.
- ④ DUNN, H.L., B.E. Sietman, and D.E. Kelner. 2000. Evaluation of recent Unionid (Bivalvia) relocations and suggestions for future relocations and reintroductions. pp. 69-183 in: R.A. Tankersley, D.I. Warmolts, G.T. Watters, B.J. Armitage, P.D. Johnson, and R.S. Butler (eds.). Freshwater Mollusk Symposia Proceedings. Part 1. Proceedings of the Conservation, Captive Care, and Propagation of Freshwater Mussels Symposium. Ohio Biological Survey Special Publication, Columbus.
- ④ DUNN, H. L. 2000. Development of strategies for sampling freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae). Pp. 161-167 In: P.D. Johnson and R.S. Butler (eds.). Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium. Ohio Benthological Survey, Columbus, Ohio (in press).
- ④ DUN H. & KITCHEL L., 2010. Relocated unionid survival, 15 years later, Wolf River, Wisconsin. Presentation powerpoint
- ④ HAVLIK, M.E. 1995. A 1994 Unionid mussel survey (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) from the headwaters of the Root River system, Minnesota, to the Mississippi River. Final report submitted to the Natural Heritage and Nongame Research Program, Minnesota Department of Natural Resources. 28 pp.
- ④ HAVLIK, M.E., and J.S. SAUER. 2000. Native freshwater mussels of the Upper Mississippi River System. Project Status Report 2000-4, U.S. Geological Survey, Upper Midwest Environmental Sciences Center, La Crosse, WI. 2pp.
- ④ HAMILTON, H., J. BRIM BOX & R. DORAZIO 1997. Effects of habitat suitability on the survival of relocated freshwater mussels. Regulated rivers : research & management 13: 537–541.
- ④ KURTH JE, Methods for the Translocation of the Yellow Lampmussel (*Lampsilis cariosa*) and the Tidewater Mucket (*Leptodea ochracea*) in the Fort Halifax Dam Impoundment of the Sebasticok River, Maine" (2007). Electronic Theses and Dissertations. 110 pages.

- ☐ LAYZER, J.B., and E. M. SCOTT, Jr. 2006. Restoration and colonization of freshwater mussels and fish in a southeastern United States tailwater. *River Research & Applications*. 22:475-491
- ☐ LUZIER, C. & MILLER, S., 2009. Freshwater Mussel Relocation Guidelines. *Fisheries Bethesda* (2009), 7 pages.
- ☐ MACKIE, G., MORRIS, T.J. & MING, D., 2008. Protocole pour la détection et détournement des espèces de moules d'eau douce en péril en Ontario et des Grand Lacs. *Canadian manuscript report of fisheries and aquatic sciences*; 2790. 46 pages.
- ☐ MALAVOI J.R. & SOUCHON Y., 2002 - Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observable en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physique. *Bulletin Fr. Pêche Pisciculture* 365/366 : 357-372
- ☐ MEADOR, J.M., J.T. PETERSON, and J.M. WISNIEWSKI. An evaluation of the factors influencing freshwater mussel capture probability, survival, and temporary emigration in a large lowland river. *Journal of the North American Benthological Society*. 16 pages.
- ☐ PEREDO, S.; PARADA, E.; VALDEBENITO, & I.; PEREDO, M. Relocation of the freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Hyriidae) as a strategy for its conservation and management. *M. Journal of Molluscan Studies* , Volume 71 (2).
- ☐ PRIE V., 2017 – NAÏADES ET AUTRES BIVALVES D'EAU DOUCE DE FRANCE. BIOTOPE, MEZE, MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, PARIS (COLLECTION INVENTAIRES & BIODIVERSITE), 336P.
- ☐ PRIE V., 2012 - Les sous-espèces de la Mulette méridionale *U. mancus* (Lamarck 1819) (Bivalvia, Unionidae) en France : descriptions originales et matériel topotypique. *MalaCo*, 8 : 428–446.
- ☐ PRIE V., PUILLANDRE N. & BOUCHET P., 2012 - Bad taxonomy can kill : Molecular reevaluation of *Unio mancus* Lamarck, 1819 (Bivalvia : Unionidae), and its accepted subspecies, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* : 405, 08.
- ☐ STRAYER D.L. & SMITH D.R., 2003, A guide for sampling freshwater mussel populations. *American fisheries monography* n°8.
- ☐ UICN Comité français, OFB & MNHN (2021). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mollusques continentaux de France métropolitaine. Paris, France.
- ☐ UICN Comité français, REGION CENTRE VAL DE LOIRE (2012). Liste rouge des mollusques de la région Centre. 6p.
- ☐ VILLELA, R. F.; SMITH, D. R.; LEMARIE, D. P. Estimating Survival and Recruitment in a Freshwater Mussel Population Using Mark-recapture Techniques. *American Midland Naturalist*; Jan2004, Vol. 151 Issue 1, 114 pages.
- ☐ WALLER DL, Rach JJ, Cope WG 1995. Effects of handling and aerial exposure on the survival of Unionid mussels. *J. Freshw. Ecol.* 10: 199-208. Style « Liste Bibliographie »

- ☐ Atlas de la malacofaune du Grand Est : <https://malacologie.museumcolmar.org/atlas/>



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B.P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

