



SOCIÉTÉ
D'HISTOIRE NATURELLE
ET D'ETHNOGRAPHIE
DE COLMAR

Depuis 1860, nous produisons et diffusons des connaissances pour la nature et les cultures du monde.

SHNEC

EXPERTISE

Inventaire et répartition des macro-bivalves (Mollusca, Bivalvia) sur le bassin-versant du Durbion (Vosges, Grand Est)



■ Rapport d'étude

SOMMAIRE

Contexte et objectifs de l'étude	Page 3
Matériels et Méthodes	
Zone d'étude et définition des tronçons homogènes	Page 3
Sites d'études, méthodes de détection et de comptage	Page 4
ADN environnemental	Page 4
Estimation des densités de population	Page 4
Mesures biométriques	Page 5
Évaluation des impacts des travaux sur les populations de bivalves	Page 5
Résultats	
Inventaire et répartition des bivalves	Page 5
Estimation des densités	Page 7
Structure en taille de population	Page 8
Évaluation des impacts des travaux sur les populations de bivalves	Page 9
Discussion	
Répartition des bivalves observés	Page 10
Mulette épaisse : évaluation de la dynamique des populations	Page 11
Conclusion	Page 12
Recommandations	
Traitement des ouvrages d'arts (buses, seuils, ponts affaissés)	Page 13
Descentes d'abreuvement	Page 14
Recommandations générales en cas de déplacement	Page 14
Bibliographie	Page 15
Annexes	Page 17
Annexe 1 - Enjeux globaux Grands-Bivalves et biologie/écologie de la Mulette épaisse	
Annexe 2 - Localisation des tronçons et des sites d'études	
Annexe 3 - Listes des tronçons et sites d'études, linéaires prospectés et résultats des comptages	

Inventaire et répartition des macro-bivalves (Mollusca, Bivalvia) sur le bassin du Durbion (Vosges, Grand Est)

CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le cadre de leur compétence en matière de gestion des milieux aquatiques, la *Communauté de Communes de Bruyères-Vallons des Vosges* et la *Communauté d'Agglomération d'Epinal* (respectivement CCB2V et CAE dans la suite du texte) se sont associées pour la réalisation de travaux de restauration sur le bassin versant du Durbion. Les travaux envisagés portent sur 79 km de cours d'eau soit 61,7 % du linéaire du bassin versant. Ils ont débuté en février 2019 et doivent se dérouler suivant quatre phases d'interventions sur une période de quatre ans. Ils se caractériseront suivant les secteurs et les enjeux en présence, par (1) la régénération et l'entretien de la ripisylve dont la plantation d'arbres et d'arbustes ainsi que le bouturage de saules ; (2) la mise en place de clôtures agricoles, de pompes de prairie et de descentes d'abreuvement sur les secteurs dégradés par le piétinement du bétail et (3) la suppression et/ou l'aménagement des seuils ou des ouvrages de franchissement faisant obstacle aux continuités écologiques.

Cependant, lors du démarrage de la réalisation de travaux de suppression d'un seuil sur la commune de Villoncourt, une importante population d'*Unio crassus* Philipsson, 1788 -la Mulette épaisse- a été détruite. Les travaux ont été immédiatement arrêtés à titre préventif par la CCB2V qui en est le maître d'ouvrage. En effet, la Mulette épaisse et ses habitats sont strictement réglementés par l'arrêté du 23/04/2007 fixant la liste des mollusques protégés en France et via la réglementation liée aux annexes II et IV de la Directive Européenne Faune-Flore-Habitats. Les grandes lignes des connaissances sur l'écologie et la biologie de l'espèce sont données en Annexe 1.

Dans ce contexte, l'expertise de la *Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie de Colmar* a été sollicitée par le comité de pilotage du projet, réuni le 12 septembre 2019, pour la réalisation immédiate d'une étude ayant comme objectifs : (1) avoir une vue d'ensemble sur la diversité spécifique en macro-bivalves sur le bassin-versant du Durbion ; (2) estimer la (micro)répartition des espèces et l'abondance/densité de leur population, (3) évaluer l'état de conservation des populations et (4) proposer des recommandations pour leur prise en compte dans le cadre de ce programme de restauration. La priorité dans la conduite de cette étude est centrée sur la Mulette épaisse.

MATERIELS ET METHODES

Zone d'étude et définition des tronçons homogènes

Le travail de terrain s'est déroulé du 19 septembre au 10 octobre 2019. La zone d'étude correspond à l'ensemble du bassin versant du Durbion et à ses affluents (Annexe 2). Ce bassin représente une surface approximative de 158 km² avec un linéaire de cours d'eau estimé à 128 km.

Afin de pouvoir couvrir le bassin-versant pour une vue d'ensemble de la présence/absence de naïades dans un temps limité de 14 journées de terrain, une approche d'inventaire par tronçon a été menée.

Dans un premier temps, les linéaires du bassin-versant ont donc été découpés en tronçons, en se basant sur ceux proposés par le Système Relationnel d'Audit de l'Hydro-morphologie des Cours d'Eau (SYRAH-CE, disponible en téléchargement sur <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/syrah-ce-systeme-relationnel-dauidit-de-lhydromorphologie-des-cours-deau/>). Le découpage proposé repose sur des critères de taille, de géologie, de pente, de forme de vallée et de débit des cours d'eau. Sur le bassin-versant du Durbion, le découpage SYRAH-CE propose 12 tronçons d'une longueur moyenne de 5,6 km, avec un minimum de 904 mètres et un maximum de 12,1 km et représentent 66,8 km de linéaire cumulé.

Le linéaire global, partiellement incomplet en tête de bassin dans la cartographie SYRAH-CE, a été complété manuellement à partir des cartes IGN et ortho-photographiques.

Un redécoupage des tronçons du SYRAH-CE a été réalisé afin d'obtenir une vue plus précise de la répartition des populations de bivalves. Les critères de redécoupage utilisés sont la présence d'un affluent ou d'un bras de cours d'eau non pris en compte car absent du SYRAH-CE et la taille du tronçon. Dans ce deuxième cas, le

découpage se fait approximativement au milieu du tronçon en ciblant un changement dans la sinuosité sur photographie aérienne.

Au final, 80 tronçons considérés comme homogènes ont été définis et correspondent à un linéaire de cours d'eau cumulé de 128 km. La taille moyenne des tronçons est de 1,7 km avec un minimum de 113 mètres et un maximum de 6,6 km (Annexe 2).

Sites d'études, méthodes de détection et de comptage

La recherche des bivalves a été réalisée sur l'ensemble des tronçons du cours principal du Durbion et de l'Onzaines et sur leurs principaux affluents (Annexe 2 : T1 à T39). Cependant, les tronçons en tête de bassin (Annexe 2 : linéaire en noir) n'ont pas été prospectés. Il s'agit de petits affluents de rang de Strahler 1 à 2 (Strahler 1957) qui ne constituent pas des habitats favorables pour les macro-bivalves.

Ainsi, sur chacun des 39 tronçons retenus, la recherche des bivalves a été menée en suivant la méthodologie proposée par Lamand & Beisel (2014a) qui permet de détecter dans 96% des cas la présence de toutes les espèces de grands bivalves à l'échelle d'un tronçon SYRAH-CE. Cette méthodologie consiste à définir un ou plusieurs sites d'études (SE dans la suite du texte) sur un ou des secteurs représentatifs du tronçon et, dans la mesure du possible, facile d'accès (Annexe 2 : SE1 à SE39). Chaque SE correspond à la pleine largeur du linéaire parcouru sur une distance de 7 fois la largeur plein bord. En cas de découverte de bivalves, une seconde portion de même longueur est prospectée. Si une nouvelle espèce est découverte sur ce deuxième parcours, le protocole est alors réitéré une dernière fois.

Sur chaque SE, la recherche des bivalves se fait au moyen d'aquascope, avec éclairage intégré, permettant ainsi d'observer le fond du cours d'eau. En complément, l'usage d'un télignier a été fait quand les conditions ne permettaient pas les recherches à l'aquascope. Cela n'a concerné au final que trois SE (Annexe 2 : SE31, SE37 et SE38). Les prospections ont été réalisées par un ou deux observateurs en fonction de la largeur du cours d'eau et de la disponibilité des observateurs.

Tous les individus observés, valves ou spécimens vivants, ont été identifiés au niveau spécifique. Chaque individu vivant contacté a été précautionneusement extrait de son emplacement. Cette manipulation est nécessaire à la détermination spécifique. Par précaution, les moules ont préalablement été "tapotées" afin de provoquer la fermeture des valves et la rétractation du pied de l'animal qui sert à l'ancrage dans le sédiment, évitant ainsi d'occasionner des blessures lors de l'extraction. Les individus sont ensuite identifiés et replacés immédiatement à leur emplacement initial dans le cours d'eau. Les manipulations durent quelques secondes. Elles ont été réalisées, notamment pour l'espèce réglementée *Unio crassus*, sous couvert de la dérogation obtenue pour la circonstance par les services de la DREAL (document joint au présent rapport).

Par ailleurs, tous les individus vivants ont été comptabilisés sur chaque SE, sur une largeur de 1,5m par observateur et sur la longueur du linéaire concerné (Annexe 3). L'objectif est d'obtenir une estimation de la densité de chaque population de bivalves pour les différents SE.

ADN environnemental

Un point de relevé ADN environnemental a été réalisé sur la partie aval du Durbion. Une capsule de filtration a été utilisée à l'emplacement du SE1, et une deuxième sur le SE3. Cette approche doit permettre de compléter l'inventaire taxonomique ici réalisé. La méthodologie et les résultats du prélèvement ADNe seront fournis par le laboratoire SPYGEN pour le 15 décembre 2019 et ne sont donc pas présentés dans ce rapport.

Estimation des densités de population

A partir des résultats des comptages sur chaque SE, une extrapolation en densité d'individus, pour chaque espèce, a été réalisée. Ce calcul de densité permet de rendre comparable les résultats obtenus sur les différents sites. En revanche, ils ne peuvent être interprétés comme la densité réelle au sein des populations rencontrées. En effet, la surface totale d'habitat disponible sur chaque SE n'a pas été prise en compte ici. Par ailleurs, l'étude comparative de Lamand & Beisel (2014b), entre prospections visuelles et excavations, montre que 10% des effectifs de Mulette épaisse présents dans un cours d'eau sont détectés visuellement à l'aquascope. Enfin, la

répartition par agrégat, notamment de la Mulette épaisse, ne permet pas une extrapolation fiable de la densité à l'échelle d'un tronçon.

Au final, les densités (en nombre d'individus par mètre carré), pour chaque espèce rencontrée et pour chaque SE, ont été calculées de la manière suivante : $D = [N_{ind} / (1.5 D_{Lin} \times N_{obs})]$ avec N_{ind} Nombre total d'individus vivants observés, D_{Lin} Distance parcourue, N_{obs} Nombre d'observateurs.

Mesures biométriques

Une approche biométrique a été réalisée uniquement pour la Mulette épaisse. L'objectif est de déterminer les classes d'âge afin d'estimer en première vue la dynamique des populations. Cela ne concerne que quatre SE correspondant à quatre tronçons (Annexe 2 : SE1, 3, 5 & 28). Les individus mesurés ont été détectés et manipulés en suivant la même méthodologie que celle présentée ci-avant. Pour ce faire, la grande longueur des valves des individus vivants, a été mesurée avec une précision au millimètre. Les mêmes mesures ont également été réalisées sur les individus de bivalves impactés par les travaux d'enlèvement du seuil à Villoncourt (Annexe 2 : SE6). En effet, un grand nombre d'individus, notamment de Mulette épaisse, sont devenus accessibles immédiatement suite aux travaux, avec une part importante de jeunes individus de taille inférieure à 2,5 cm. Ces derniers ne sont habituellement pas détectés à l'aquascope. Les mesures ont concerné un échantillon de 112 individus morts présents sur les berges et les banquettes mises hors d'eau par l'effacement du seuil. Les distributions des tailles, les moyennes et leur écart-type associé, ainsi que les tests de significativité et de normalité, ont été réalisés à partir du logiciel de statistique *R* (version 3.4.4).

Évaluation des impacts des travaux sur les populations de bivalves

Afin de pouvoir formuler des recommandations concrètes pour la poursuite des travaux de restauration du Durbion, des observations ont été réalisées sur des sites de travaux déjà réalisés et ayant nécessité des interventions dans le lit mineur des cours d'eau. Sur le site d'effacement de seuil sur la commune de Villoncourt (Annexe 2 : SE6), un dénombrement exhaustif des populations de macro-bivalves détruits a été réalisé sur les 550 mètres impactés par un abaissement de la ligne d'eau d'environ 1 mètre. Le dénombrement a été effectué sur l'ensemble des banquettes et berges mises à nu en rive droite uniquement. Le programme de restauration prévoit deux effacements de seuil supplémentaires sur le bassin. Par ailleurs, le programme prévoit la création de nombreuses descentes d'abreuvement pour le bétail. Ces travaux nécessitent des interventions en lit mineur. Aussi, deux sites où une descente d'abreuvement a été mise en place ont été visités. Ils se situent entre les communes de Bayecourt et Villoncourt.

RESULTATS

Inventaire et répartition des bivalves

Au total, 32 tronçons ont été couverts par les inventaires via la méthodologie de détection opérée à travers 39 SE (Annexes 2 & 3). Ce protocole de détection a été adapté en fonction de la réalité de terrain pour douze d'entre eux (Annexe 3) où un linéaire inférieur aux recommandations a été prospecté. Malgré tout, des populations de bivalves ont été détectées sur chacun de ses douze sites. Par ailleurs, sept tronçons à sec ont néanmoins été visités à la recherche de valves (Annexe 2 : T7, 18, 21, 22, 23, 26, 27 & Annexe 3). Au final, 64 km de linéaire ont été prospectés soit près de 50% du linéaire du bassin.

La présence de quatre espèces de macro-bivalves a pu être mise en évidence sur 23 SE dont 22 avec observations d'individus vivants. La présence de naïades est ici extrapolée à 18 tronçons dont 17 avec individus vivants soit 39,7 km [31%] du linéaire du bassin versant étudié (Figure 1A). Il s'agit de la Mulette épaisse *Unio crassus* Philipsson, 1788, de l'Anodonte des rivières *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), de l'Anodonte des étangs *Anodonta cygnea cygnea* (Linnaeus, 1758) et de la Mulette des peintres *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758). Concernant ce dernier taxon, il n'existe pas actuellement de critère morphologique fiable permettant la distinction entre la Mulette méridionale *Unio mancus requienii* Michaud, 1831 et la Mulette des peintres. La mulette méridionale a été identifiée sur des critères morphologiques et moléculaires au moins dans la Seine, la Marne et l'Aisne dans leur partie marnaise et auboise (Prié 2017). Actuellement cette espèce n'est pas mentionnée pour

l'extrême quart Nord Est de la France. Il est donc fort probable que les individus observés dans le bassin du Durbion correspondent à la Mulette des peintres. Les résultats moléculaires pourront possiblement apporter un éclairage taxonomique supplémentaire.

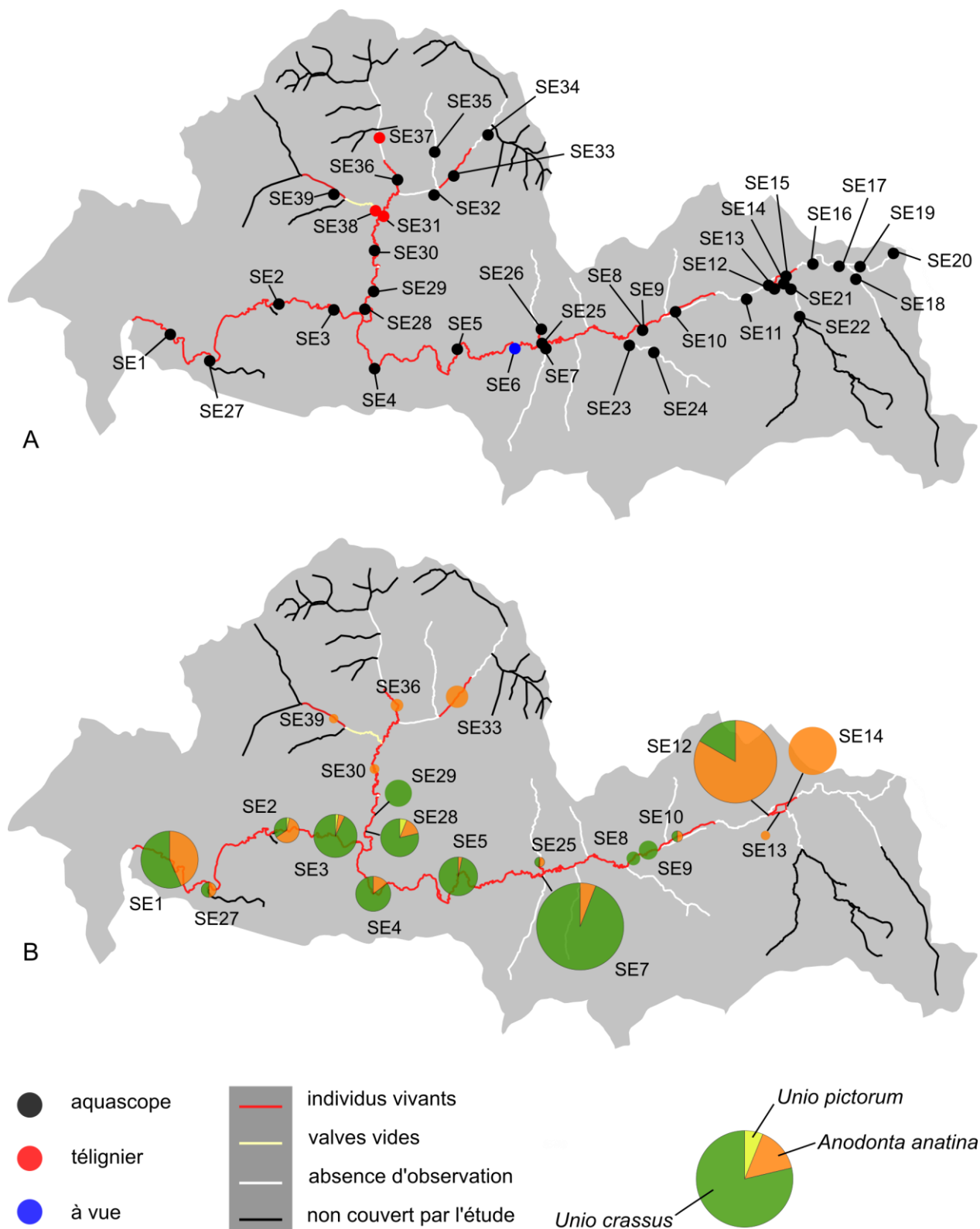


Figure 1 - Bilan des inventaires réalisés sur le bassin versant du Durbion.

A. Sites d'étude (SE1 à SE39) et présence/absence de populations de naïades à l'échelle des tronçons ; **B.** Présence/absence de populations de naïades à l'échelle des tronçons et densité par espèce (la taille des diagrammes est proportionnelle aux densités calculées, cf. résultats et annexe 3).

L'Anodonte des rivières est présente sur 18 SE (15 tronçons) avec des individus vivants et un supplémentaire avec uniquement des valves. La présence de l'espèce est ici extrapolée à 37,9 km de linéaire de manière quasi-continue sur l'ensemble du bassin versant. Ce qui représente 29,6 % du linéaire total du bassin versant.

La Mulette épaisse est présente sur 15 SE (10 tronçons) avec individus vivants et sur quatre supplémentaires avec uniquement des valves. La zone d'occupation de l'espèce est ici extrapolée à 36,9 km de linéaire essentiellement sur le Durbion et l'aval de l'Onzaines. Ce qui représente 28,8 % du linéaire total du bassin versant.

La Mulette des peintres est présente sur quatre SE (3 tronçons) avec individus vivants et un supplémentaire avec uniquement des valves. Cela représente une zone d'occupation extrapolée à 10,4 km de linéaire située sur les tronçons T2 et T29 à T31.

La présence de l'Anodonte des étangs a été détectée uniquement via des valves vides sur deux sites d'études (SE6 & SE31).

A noter que la présence de valves vides d'*Unio crassus* et d'*U. pictorum* ont été observée sur le Durbion et l'Onzaines (SE7 : *Unio crassus* ; SE30 : *U. crassus* & *U. pictorum*) à l'entrée de deux terriers de Rat musqué (*Ondatra zibethicus*). Par ailleurs, la présence de Corbicules (*Corbicula sp.*) a été observée sur la partie aval du Durbion à proximité de la confluence avec la Moselle. Néanmoins, la présence de ce bivalve invasif semble actuellement se limiter au lit majeur de la Moselle qui dépose potentiellement des individus de cette espèce dans le Durbion en période de crue.

Sur l'ensemble des 39 SE visités, trois SE présentent trois espèces observées vivantes, neuf SE présentent deux espèces et 10 SE une seule espèce. Au total et par extrapolation, 39 km de linéaire du bassin versant, sur les 64 kms étudiés, présente au moins une population de macro-bivalve.

A l'échelle du bassin versant global soit 128 kms de linéaire, 39 km [30,5 %] sont ici documentés pour abriter des bivalves, 15 km [11,5 %] sont ici documentés pour n'accueillir aucun bivalve vivant, 10 km [8%] correspondent à des tronçons à sec et 64 km [50 %] sont estimés non favorables pour les macro-bivalves.

L'ensemble des répartitions pour ces quatre espèces est donné sur la figure 1A et dans l'Annexe 3.

Estimation des densités

Les densités estimées sur l'ensemble des SE, où des individus vivants ont été observés, sont présentées ci-après pour chaque espèce, ainsi que sur la figure 1B et dans l'Annexe 3.

Concernant la Mulette épaisse, le nombre total d'individus vivants observé est de 627 individus soit en moyenne 44,79 individus par SE (écart type = 71,384) avec au plus bas un individu observé sur les SE10, 25 & 27 et au plus haut 274 individus observés sur le SE7. En termes de densité, la densité moyenne est de 0,376 ind/m² par SE (écart type = 0,553) avec au plus bas 0,016 ind/m² sur le SE10 et au plus haut 2,175 ind/m² sur le SE7.

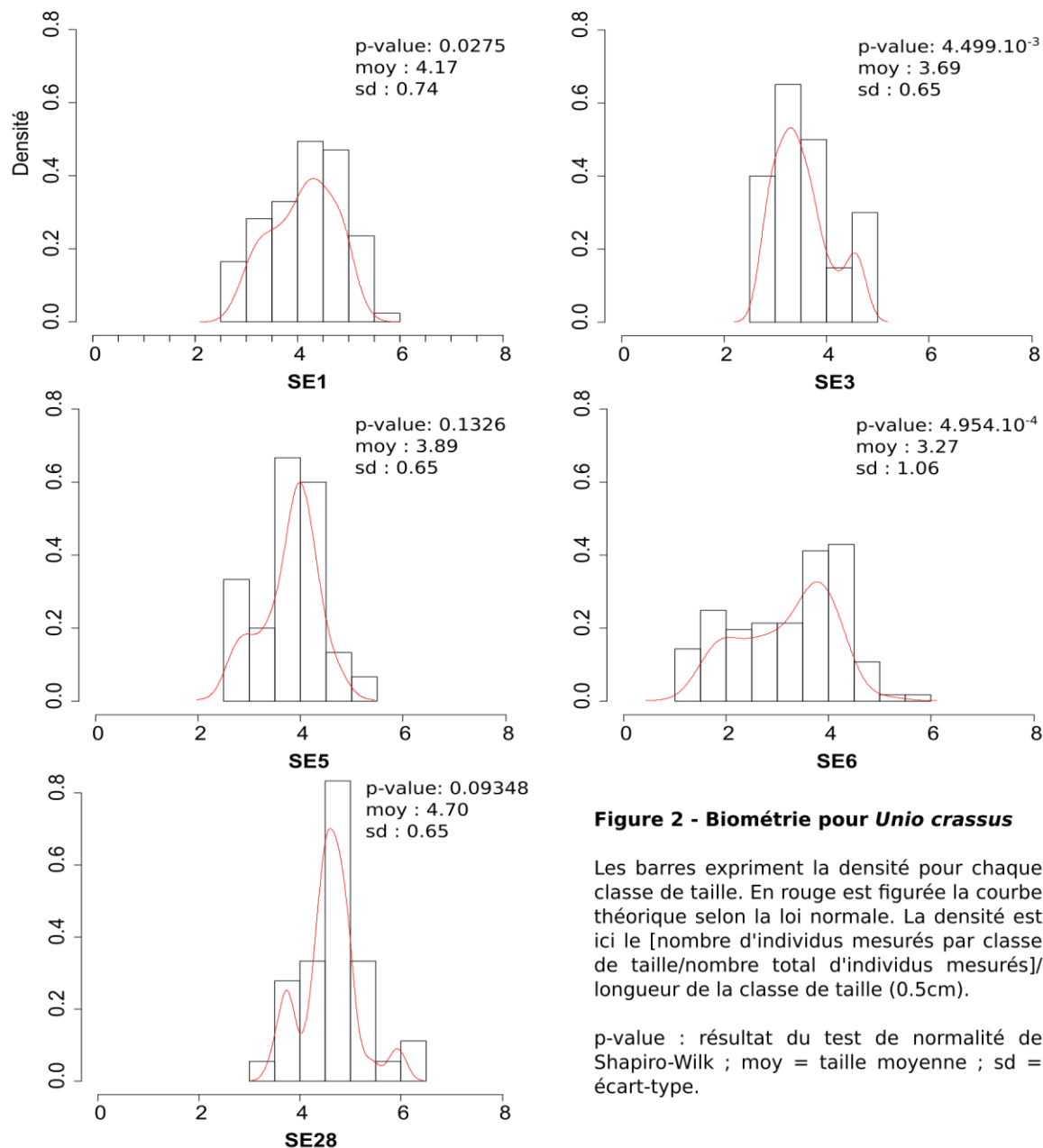
Concernant l'Anodonte des rivières, le nombre total d'individus vivants observé est de 282 individus soit en moyenne 17,56 individus par SE (écart type = 29,271) avec au plus bas un individu observé sur les SE5, 10, 25 & 27 et au plus haut 110 individus observés sur SE12. En termes de densité, la densité moyenne est de 0,215 ind/m² par SE (écart type = 0,434) avec au plus bas 0,015 ind/m² sur le SE5 et au plus haut 1,746 ind/m² sur SE12.

Concernant la Mulette des peintres, le nombre total d'individus vivants observé est de 6 individus soit en moyenne 1,5 individus par SE (écart type = 0,577) avec au plus bas un individu observé sur les SE2 & SE3 et au plus haut deux individus observés sur les SE28 & SE31. En termes de densité, la densité moyenne est de 0,016 ind/m² par SE (écart type = 0,010) avec au plus bas 0,007 ind/m² sur le SE2 et au plus haut 0,027 ind/m² sur le SE28.

Le nombre total d'individus vivants, toutes espèces confondues, observé est de 915 individus soit en moyenne 43,57 individus par SE (écart type = 71,017) avec au plus bas deux individus observés sur les SE10, 25, 27 & 31 et au plus haut 291 individus observés sur SE7. En termes de densité, la densité moyenne est de 0,513 ind/m² par SE (écart type = 0,695) avec au plus bas 0,026 ind/m² sur SE30 et au plus haut 2,310 ind/m² sur SE7.

Structure en taille de population

Seuls les linéaires avals du Durbion (SE1, 3, & 5) et de l'Onzaines (SE28) ont fait l'objet de mesures biométriques sur des individus vivants pour *U. crassus*. En complément, les mesures ont aussi été réalisées sur le site impacté par l'effacement du seuil de Villoncourt (SE6) sur les individus décédés et récoltés à vue hors de l'eau. La figure 2 présente la distribution des individus par classe de taille pour les différents SE ici étudiés.



Pour le SE6, 112 individus ont été mesurés avec des tailles s'étalant de 1,1 cm à 5,7 cm. La taille moyenne pour cette population est de 3,27 cm (écart type = 1,06). Le nombre estimé de juvéniles (taille inférieure à 3 cm) est de 41 individus soit 36,6 % de l'échantillon total. Pour le SE1, 85 individus ont été mesurés avec des tailles s'étalant de 2,6 cm à 5,6 cm. La taille moyenne pour cette population est de 4,2 cm (écart type = 0,74). Le nombre estimé de juvéniles (taille inférieure à 3 cm) est de 5 individus soit 5,8 % de l'échantillon total. Pour le SE3, 40 individus ont été mesurés avec des tailles s'étalant de 2,5 cm à 5,1 cm. La taille moyenne pour cette population est de 3,7 cm (écart type = 0,65). Le nombre estimé de juvéniles (taille inférieure à 3 cm) est de 5 individus soit 12,5 % de l'échantillon total. Pour le SE5, 30 individus ont été mesurés avec des tailles s'étalant de 2,5 cm à 5,1 cm. La taille moyenne pour cette population est de 3,89 cm (écart type = 0,65). Le nombre estimé de juvéniles (taille inférieure à 3 cm) est de 4 individus soit 13,3 % de l'échantillon total. Pour le SE28, 36

individus ont été mesurés avec des tailles s'étalant de 3,4 cm à 6,4 cm. La taille moyenne pour cette population est de 4,7 cm (écart type =0,65). Le nombre estimé de juvéniles (taille inférieure à 3 cm) est de 0 individu soit 0 % de l'échantillon total.

L'ensemble des résultats des tests statistiques comparatifs entre les SEs est fourni dans le tableau 1. Le test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé, sauf pour comparer les SE5 & 28. Ces deux SE présentent une distribution normale, le test de Student a donc été utilisé. La population du SE3 ne montre pas de différences significatives avec celle du site SE6 (p-value : 0,1183). Par ailleurs, les SE1 et SE3 ne présentent pas de différence significative avec le SE5. Pour ces derniers, la p-value est néanmoins proche du seuil de significativité de 5 %.

Tableau 1 : Résultats des tests statistiques de comparaison de la taille des individus sur les différents sites. Se reporter aux annexes 1 et 2 pour la localisation des sites d'études.

	SE3	SE5	SE6	SE28
SE1	6E-04*	0,0595	6,37E-09*	0,0009161*
SE3		0,0826	0,1183	1,53E-07*
SE5			0,004359*	4,39E-06*
SE6				4,11E-12*

Évaluation des impacts des travaux sur les populations de bivalves

L'arasement du seuil en SE6 (commune de Villoncourt) a provoqué un abaissement conséquent de la lame d'eau supérieur à un mètre mettant hors d'eau des portions importantes de berges sur un linéaire de 550 mètres. De nombreux individus morts ont été observés tout le long de ce linéaire (Figures 3A & 3B). Les valves présentaient encore la chair de l'animal en décomposition lors de la visite du site. L'abaissement rapide du niveau de l'eau n'a pas permis aux individus de regagner le lit de la rivière.



Figure 3 - Illustration des impacts sur les naïades des travaux d'enlèvement du seuil sur le Durbion à Villoncourt.

A. : Individu de Mulette épaisse mort récemment (chair en décomposition). **B.** : Banquette mise à nue par l'abaissement de la lame d'eau avec valves de naïades.

Au total, 819 individus de Mulette épaisse, 75 individus d'Anodonte des rivières et 3 individus d'Anodontes des étangs ont été comptabilisés. Considérant que seule la rive droite a été prospectée, la mortalité sur le tronçon impacté pourrait atteindre le double en suivant une extrapolation linéaire.

Concernant l'impact sur les macro-bivalves au niveau des descentes d'abreuvement, un premier site a été visité sur la commune de Villoncourt (coordonnées : 48°15'43.8"N ; 6°30'24.0"E). Il a pu être constaté que la

réalisation de la descente nécessite la destruction de la berge afin d'aplanir la pente jusque dans le cours d'eau (Figure 4A). Des interventions sur les sédiments et dans le lit mineur peuvent être observées. Par ailleurs un remblaiement a été réalisé sur ce site jusque dans le lit mineur afin de resserrer la largeur du cours d'eau en aval de la descente (Figure 4B).

Sur le second site sur la commune de Bayecourt (coordonnées : 48°15'51.4"N 6°29'58.5"E), la berge a également été détruite en rive gauche afin d'aplanir la pente d'accès pour le bétail (Figure 4C). Il a également été observé qu'un engin de chantier s'est déplacé dans le lit mineur du cours d'eau sur une quinzaine de mètres *a minima*. Les traces de son passage étaient visibles dans les sédiments. Des fragments de valves de Mulette épaisse ont été observés sur le linéaire parcouru par l'engin (Figure 4D).



Figure 4 - Illustrations des deux descentes d'abreuvement visitées entre les communes de Bayecourt et Villoncourt.

A & B : site 1 sur la commune de Villoncourt (coordonnées : 48°15'43.8"N 6°30'24.0"E) ; **C & D** : site 2 sur la commune de Bayecourt (coordonnées : 48°15'51.4"N 6°29'58.5"E).

Discussion

Répartition des bivalves observés

Les résultats des inventaires menés sur le bassin versant du Durbion mettent en évidence la présence de macro-bivalves sur près de 30 % du linéaire du bassin-versant.

L'Anodonte des rivières *Anodonta anatina*, présente la plus large répartition à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. Elle est présente sur quasiment tout le linéaire du Durbion et de l'Onzaines, principal affluent du Durbion, même dans des milieux sans écoulement où ne subsistent que des poches d'eau. Sa plasticité écologique et sa capacité à vivre dans des milieux lenticques sans courant et de petites tailles (Lopes-Lima *et al.* 2015), expliquent qu'elle soit la seule espèce de bivalve observée dans ces milieux. Elle est par ailleurs particulièrement abondante sur deux sites d'études à l'amont du Durbion (SE12 & SE14).

La Mulette épaisse *Unio crassus* est quant-à elle l'espèce la plus abondante sur le Durbion et sur la partie aval de l'Onzaines proche de sa confluence avec celui-ci. Cependant des indices de présence (valves vides) de cette espèce ont été observés également sur la partie amont du bassin de l'Onzaines.

Sur l'ensemble des investigations menées sur l'Onzaines, quatre tronçons ne présentent aucun bivalve (T32, 34, 35 & 37) et un supplémentaire présente uniquement des valves vides (T38). Quatre autres tronçons (T30, 33, 36 & 39) abritent uniquement l'Anodonte des rivières en faible densité et sur deux d'entre eux, une valve vide d'*Unio crassus* a tout de même été observée. Ces quatre zones sont caractérisées par un étiage sévère où de petites poches d'eau sont encore présentes dans le lit mineur. La prédation par le Rat musqué peut également expliquer l'absence d'observation d'individus vivants d'*Unio crassus* et d'*Unio pictorum* au niveau du SE30 (tronçon T30) ainsi qu'un fort piétinement des berges et du lit mineur par le bétail bovin.

Ces facteurs -étiage sévère, prédation par le rat musqué et piétinement bovin- peuvent expliquer la quasi-absence d'*Unio crassus* sur la partie amont du bassin de l'Onzaines.

Par ailleurs, seul *Unio pictorum* a été observé vivant sur le troisième tronçon de l'Onzaines (T31) bien que des valves vides d'*Unio crassus*, d'*Anodonta anatina* et *A. cygnea* ont été observées. Soit la pression d'observation n'a pas été suffisante, soit les nombreux rejets domestiques en provenance du village de Badménil-aux-Bois (Claudel & Taupiac, *com. pers.*) ne permettent plus aux autres espèces d'y vivre. En effet, les caractéristiques de ce tronçon avec une profondeur importante même en période d'étiage, de l'eau stagnante et un fond très vaseux sont propices à *Unio pictorum* et *Anodonta cygnea*.

La répartition de la Mulette épaisse et de l'Anodonte des rivières sur le Durbion apparaît discontinue. En effet, son linéaire médian -en amont de la commune de Sercoeur (SE8 à 11)- présente très peu voire aucun individu vivant. Conséquemment, les populations de ces deux espèces observées sur l'amont (SE 12, 13 & 14) sont en disjonction avec les autres populations de l'aval de ce cours d'eau.

De manière plus détaillée, les densités observées pour *U. crassus* sur ce linéaire intermédiaire du Durbion sont faibles (SE8 avec 0,110 ind/m², SE9 avec 0,059 ind/m² & SE10 avec 0,016 ind/m²) et nulle pour le SE11. Le SE10, qui présente la plus faible densité de l'étude, présente un linéaire fortement rectifié et un profil en travers de type fossé limitant fortement la diversité en habitat. Le colmatage sur ce tronçon est également très important avec près d'un mètre de vase recouvrant les sédiments. L'état de dégradation général du tronçon est peu favorable à la présence de poissons et de la Mulette épaisse. Il constitue possiblement un élément fragmentant qui peut potentiellement à terme mettre en péril les populations situées en amont. Ces dernières, et notamment les SE12 & 14, présente respectivement la deuxième et cinquième plus forte densité de bivalves du bassin (*A. anatina* et *U. crassus* avec respectivement 2,095 et 0,700 ind/m² en cumulé).

L'absence de bivalves en tête de bassin du Durbion (c.-à.-d. en amont des SE12 à 15) peut s'expliquer, d'après les données transmises par la CCB2V, par la présence de plusieurs obstacles à l'écoulement infranchissables pour les poissons hôtes.

En revanche, l'absence de bivalves sur le Fontenay, un affluent du Durbion au niveau du SE14, n'est pas ici expliquée. Ce cours d'eau présente pourtant un substrat limono-graveleux jugé favorable, un certain courant et une hauteur d'eau en été qui semblent compatibles avec la présence d'*U. crassus*. Il est également habité par le Chabot *Cottus gobio*, poisson hôte de l'espèce.

La Mulette épaisse est présente marginalement, avec un individu observé, sur deux petits affluents du Durbion, le Saint-Bernard et le Ruisseau des étangs qui sont en effet peu propices à l'accueil d'une population de bivalves.

Au final, l'aval du Durbion (SE1 à 7) et de l'Onzaines (SE28 & 29) constituent les peuplements les plus importants de Mulette épaisse. Seul le SE2 fait exception et présente de faible densité (0,067 ind./m²). Les densités y varient sinon de 0,325 à 2,175 ind/m². Ces SE concernent 5 tronçons (T1 à T4 & T29) et représentent un linéaire de 25,3 km soit près de 19,8% du linéaire du bassin versant et 69,7% du linéaire où l'espèce a été détectée.

Mulette épaisse : évaluation de la dynamique des populations

Les mesures biométriques ont été réalisées à partir d'individus prélevés temporairement sur la partie aval du Durbion. L'objectif, en complément des mesures de densités, est d'évaluer si la reproduction et le recrutement de jeunes individus s'effectuent au sein des populations étudiées. Néanmoins, la stricte correspondance entre taille

et âge des individus semble peu fiable dans le cas d'*U. crassus*. La croissance des individus est en effet très variable en fonction des conditions écologiques mais aussi entre individus d'une même population. L'âge d'un individu mesurant 3 cm peut s'étaler entre 2 et 6 ans (Zettler 1997, Nagel *et al.* 2015). Ainsi, Nagel *et al.* (2015) mettent en évidence que l'absence de croissance voire le raccourcissement de la taille de la coquille n'est pas rare dans une population. Néanmoins cela concerne les individus adultes ayant dépassé la taille médiane de la population. La présence d'individus de petite taille (<3cm) au sein d'une population reste le signe d'une population qui recrute et qui peut être supposée en bon état de conservation.

Les tailles maximales observées ici sur les différents SE (entre 5,0 à 6,4 cm) sont cohérentes avec les caractéristiques de l'espèce (taille chez l'adulte comprise entre 4,8 à 9,9 cm).

Le SE6 présente la plus large distribution en taille des individus au travers 10 classes de tailles, ainsi qu'une présence d'individus de petite taille (<3cm) importante (36,6%). Les fortes densités (non calculées) observées sur ce site suite à l'effacement du seuil, et une présence estimée importante de juvéniles, laisse à penser que cette population était fonctionnelle et dynamique.

Sur les autres SE, il apparaît que les individus de taille inférieure à 2,5 cm ne sont jamais détectés sur les populations vivantes, au moyen d'un aquascope.

Les SE1 et SE3 présentent une répartition relativement équilibrée au sein de 6 classes de taille mais avec une part moins importante de juvéniles (respectivement estimée à 5,8 et 12,5%). Au contraire, pour le SE5 près de 50% des effectifs impliqués présente une dominance d'individus de 4 à 4,5 cm. Pour autant, les juvéniles représentent près de 13,3 % des effectifs sur ce site. Un recrutement semble donc s'effectuer sur ces différents sites.

Dans le cas du SE28, aucun individu de taille inférieure à 3,4 cm n'a été observé et les individus compris entre 3 et 3,5 cm ne représentent que 2,8 % des effectifs. Ceci semble montrer une absence de recrutement et semble confirmer un mauvais état de conservation de l'espèce sur l'Onzaines, même dans la partie aval de son cours.

CONCLUSION

La Mulette épaisse présente une large répartition sur le bassin versant du Durbion avec des densités estimées s'étalant entre 0,016 et 2,175 ind/m². Les populations à l'aval du Durbion semblent être en dynamique de reproduction alors que cela n'est probablement pas le cas pour celles de l'Onzaines. Par ailleurs, la population située à l'amont du Durbion apparaît comme isolée et constitue en conséquence un fort enjeu de conservation.

De manière plus générale, les populations de Mulette épaisse de ce bassin-versant sont une des rares populations du département et la seule se situant sur le bassin-versant de la Moselle. Les enjeux de conservation se situent dès lors à l'échelle départementale, voire régionale.

Les menaces pesant ici sur les populations de bivalves sont : (1) les obstacles à l'écoulement limitant la circulation des poissons hôtes ; (2) les étiages sévères amenés à s'accroître avec les changements climatiques ; (3) le colmatage important sur certains tronçons et la dégradation des habitats aquatiques ; (4) le piétinement bovin potentiellement destructeur d'individus et dégradant les milieux ; et (5) la présence du Rat musqué (prédateur exogène).

Le programme de restauration du Durbion et de ses affluents, porté par la CCB2V et la CAE, peut être considéré comme favorable à la conservation des bivalves, sous réserve de leur prise en compte dans le déroulé des travaux. En effet, les opérations de restauration qui sont programmées devraient permettre de répondre à plusieurs problématiques ici soulevées, notamment la suppression d'obstacles à l'écoulement et la suppression du piétinement bovin. Néanmoins, la réalisation des travaux tels que l'effacement de seuil ou la création de descentes d'abreuvement présente un risque important de mortalité pour les individus.

Les raisons de l'absence de l'espèce sur certains tronçons, notamment le Fontenay, mériteraient d'être recherchées plus précisément. De même, les raisons de l'absence de recrutement sur la partie aval de l'Onzaines devraient être étudiées.

Afin d'évaluer l'impact global de l'effacement du seuil de Villoncourt, il apparaît nécessaire d'estimer plus finement le nombre d'individu ayant survécu aux travaux. Par ailleurs, un suivi régulier de la répartition des naïades et de leur densité, sur la base du protocole ici proposé, devrait être envisagé à l'issue des travaux de restauration.

Recommandations pour la prise en compte d'*Unio crassus* et des autres espèces de naïades dans le cadre du programme de restauration

Les travaux à risque pour les populations de naïades sont ceux nécessitant une intervention dans le lit mineur des cours d'eau et/ou pouvant provoquer un départ de sédiments, un abaissement de la lame d'eau ou encore un changement de régime brutal. La suppression d'ouvrages ou de seuil dans le lit mineur des cours, ainsi que la création de descente d'abreuvement pour le bétail sont des travaux à risque. Il convient d'éviter au maximum les impacts, et lorsque cela n'est pas possible d'en réduire l'intensité. Les déplacements de bivalves ne devront être envisagés qu'en dernier recours. Les déplacements engendrent un stress sur les individus avec potentiellement un fort taux de mortalité (Blevins *et al.* 2018, Zajac *et al.* 2018).

Traitement des ouvrages d'arts (Buses, seuils, ponts affaissés)

Onze ouvrages d'arts ont été recensés sur le bassin-versant impactant la continuité écologique ou perturbant le fonctionnement du cours d'eau (Figure 6). Quatre de ces ouvrages sont présents sur des tronçons à forts enjeux pour la Mulette épaisse. Ces ouvrages qui font obstacle à la continuité écologique ont un impact défavorable sur les populations de naïades. La réalisation de ces travaux se justifie pleinement dans un objectif de conservation des macro-bivalves et ne peut être évitée.

Afin de réduire les impacts, une évaluation précise des peuplements de naïades sur la zone d'emprise des travaux et ses environs suivis d'un déplacement complet des individus est préconisée.

Deux de ces ouvrages sont présents à proximité l'un de l'autre, sur la commune de Pallegney (Figure 6 : A & B). Aussi, il conviendra de déplacer les individus du site A en amont des deux zones de travaux (A & B) afin d'éviter qu'ils ne soient impactés par les travaux du site B en plus du stress et de la mortalité potentiellement occasionnés par le déplacement.

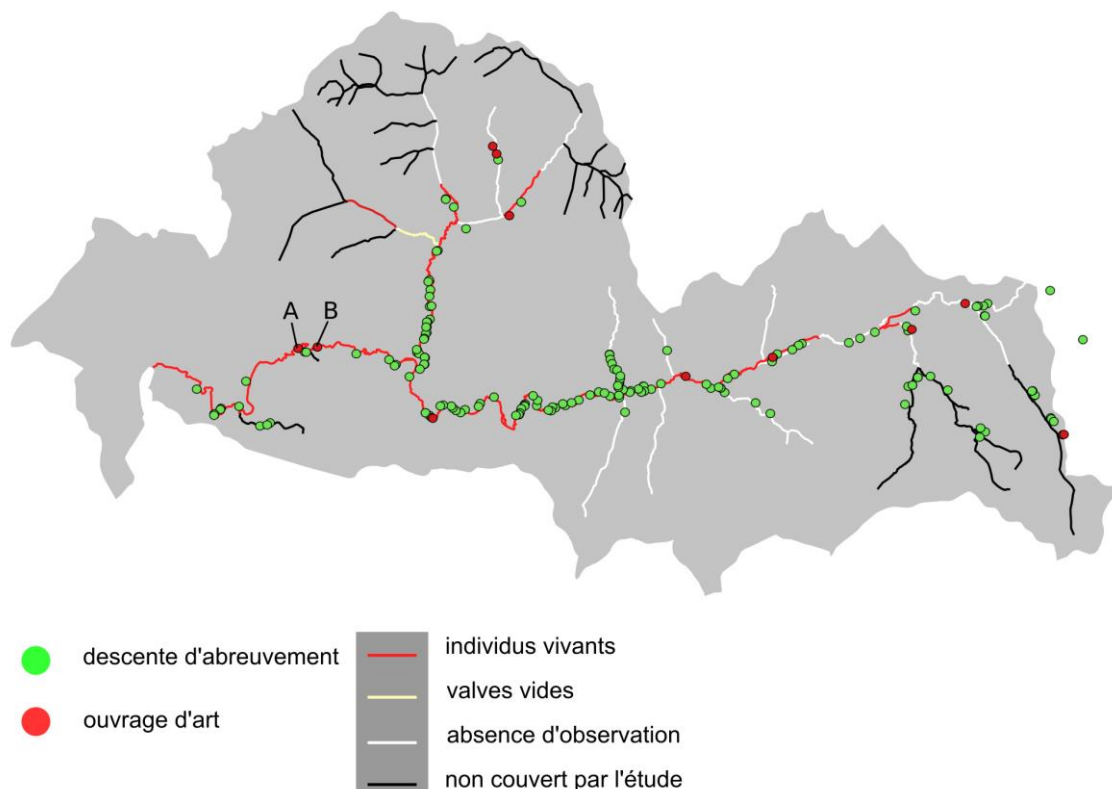


Figure 6 - Localisation des travaux de restauration (descentes d'abreuvement et ouvrages d'arts A & B) par rapport aux populations de naïades à l'échelle des tronçons.

Descentes d'abreuvement

De manière générale, même en absence de naïades, et notamment en amont de populations, l'absence de circulation d'engins dans le lit mineur des cours d'eau s'avère primordial. En plus du risque d'écrasement des bivalves et des autres invertébrés benthiques, la circulation de l'engin compacte les sédiments, limitant les possibilités de recolonisation. La pose de filtres, évitant les départs de sédiments, s'avère importante pour la survie des bivalves et, par ailleurs, est une obligation réglementaire (cf. arrêtés du 30 septembre 2014 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration).

Dans les zones de fortes densités en naïades (tronçons T1 à T4, T9, T11 et T29), il s'agira de privilégier la pose de pompe d'abreuvoir, afin de réduire significativement le nombre de descentes à réaliser. En cas d'impossibilité de mise en place d'une pompe, le déplacement des individus de naïades de la zone de travaux devra être envisagé. Dans le cas où plusieurs descentes doivent être réalisées de manière rapprochée, le déplacement devra s'effectuer en amont de l'ensemble des descentes à réaliser.

Dans les zones de moyennes à faibles densités en naïades, les risques de mortalité sont relativement limités en termes de nombre d'individus. Sur ces tronçons, la pose de pompe abreuvoir sera néanmoins à privilégier.

Recommandations générales en cas de déplacement

De manière systématique, les individus de naïades seront déplacés à l'amont de leur emplacement initial afin d'éviter des impacts complémentaires en provenance de la zone de travaux (départ de sédiment). Le déplacement sera effectué sur des secteurs ne nécessitant pas d'autres travaux dans un futur proche. Le site d'accueil devra présenter des populations de naïades et être situé à proximité du site d'origine (Blevins *et al.* 2018). Ainsi, on favorisera le déplacement au sein d'un même tronçon hydro-morphologiquement homogène.

Concernant la période d'intervention, les mois d'août à novembre sont recommandés mais les périodes de canicules ou de grand froid seront néanmoins évitées. La période d'étiage est de manière générale plus favorable à la recherche des naïades. Les faibles niveaux d'eau et l'activité importante des individus à cette période favorisent leur découverte. Les mois d'avril à juillet correspondent à la période de maturation des œufs et d'émission des glochidies par les femelles d'*Unio crassus*. La perturbation des individus et de leur poisson hôte à cette période peu compromettre la reproduction. Enfin, de décembre à mars, les naïades s'adaptent aux conditions hivernales et sont généralement enfouies plus profondément dans le sédiment (Blevins *et al.* 2018).

Afin d'évaluer le succès de l'opération et de mesurer les impacts résiduels, un suivi des individus déplacés devra être mis en œuvre. Pour cela, les individus déplacés seront préalablement marqués avant leur implantation sur les sites d'accueils. La périodicité des suivis peut être envisagée comme suit : (1) après un à deux mois afin d'évaluer le succès du déplacement ; (2) un an post-déplacement afin de vérifier l'établissement des individus sur le site d'accueil ; (3) deux à cinq ans post-déplacement afin d'étudier si la population est viable et se reproduit (Blevins *et al.* 2018).

L'espèce *Unio crassus* étant réglementée et strictement protégée, chaque opération de déplacements et toute intervention sur ces habitats au sein de sa zone de présence nécessitent une demande de dérogation auprès de la DREAL accompagnée d'une étude d'impact. Ce présent rapport ne constitue pas une étude d'impact.

BIBLIOGRAPHIE

- AnimalBase, 2019. Species summary for *Unio crassus*. www.animalbase.uni-goettingen.de. Dernière consultation le 25/11/2019.
- Bichain J.M., 2017. Les macro-bivalves (Anodontes, Corbicules, Moules et Mulettes) du Haut- et du Bas-Rhin. Malacofaune (cahier technique – volume 3) : 46pp. Document numérique.
- Bichain J.M., Cucherat X., Brulé H., Durr T., Guhrung J., Hommay G., Ryelandt J., Umbrecht K. sous presse. Liste de référence fonctionnelle et annotée des mollusques continentaux du Grand Est (France). *Naturae* (manuscrit accepté le 12/09/2019).
- Blevins E., McMullen L., Jpesen S., Blackburn M., Code A. & Black S.H., 2018. Conserving the Gems of Our Waters : Best Management Practices for Protecting Native Western Freshwater Mussels During Aquatic and Riparian Restoration, Construction, and Land Management Projets and Activities. 108 pp. Portland, OR : The Xerces Society for Invertebrate Conservation.
- Denic M., Stoeckl K., Gum B., Geist J., 2013. Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. *Hydrobiologia* 735, 111-112.
- Dumpelmann C. & Nagel K.O., 2008. Artenhilfskonzept für die Bachmuschel (*Unio crassus*) in Hessen 2007. 104 p.
- Geist J., 2014. Trends and directions in water quality and habitat management in the context of the European water framework directive. *Fisheries* 39, 219-220.
- Howard & Cuffey, 2006. The functional role of native freshwater mussels in the fluvial benthic environment. *Freshwater Biology* 51, 460-474.
- Köhler R., 2006. Observations on impaired vitality of *Unio crassus* (Bivalvia: Najadae) populations in conjunction with elevated nitrate concentration in running waters. *Acta hydrochim. Hydrobiol.* 34, 346–348.
- Lamand & Beisel, 2014a. Proposal for a simple hydromorphological habitat survey method for freshwater bivalve (Unionidae) inventories. *Aquatic Ecology* 48(2), 237-245.
- Lamand & Beisel, 2014b. Comparison of visual observation and excavation to quantify density of the endangered bivalve *Unio crassus* in rivers of north-eastern France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 413, 11.
- Lamand & Prié, 2017. Détermination des mollusques bivalves de France. Agence Française pour la Biodiversité. 44 pp.
- Lopes-Lima M., Kebapçı U. & Van Damme, D. 2014. *Unio crassus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T22736A42465628. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T22736A42465628.en>. Downloaded on 24 November 2019.
- Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J., Aldridge D.C., Araujo R., Bergengren J., Bespalaya Y., Bodis E., Burlakova L., Van Damme D., Douda K., Froufe E., Georgiev D., Gumpinger C., Karatayev A., Kebapçı Ü., Killeen I., Lajtner J., Larsen B.M., Lauceri R., Legkis A., Lois S., Lundberg S., Moorkens E., Motte G., Nagel K.O., Proschwitz Tv., Riccardi N., Rudzite M., Rudzitis M., Scheder C., Seddon M., Sereflisan H., Simic V., Sokolova S., Stoeckl K., Taskinen J., Teixeira A., Thielen F., Trichkova T., Varandas S., Vicentini H., Zajac K., Zajac T. & Zogaris S., 2015. Conservation status of freshwater mussels in Europe : state of the art and future challenges. *Biological Reviews* (2015) 000-000.
- Lydeard C., Cowie R. H., Ponder W. F., Bogan A.E., Bouchet P., Clark S.A., Cummings K.S., Frest T.J., Gargominy O., Herbert D.G., Hershler R., Perez K.E., Roth B., Seddon M.B., Strong E.E. & Thompson F.G., 2004. The global decline of nonmarine Mollusks. *BioScience* 54: 321-330.
- Nagel & Pfeiffer, 2019. Die Kleine Flussmuschel, *Unio crassus* (PHILIPSSON, 1788), in Baden- Württemberg. 8 pp.
- Prié V., 2013. Taxonomie et biogéographie des mollusques d'eau douce patrimoniaux : quelles échelles pour la délimitation des taxons et des unités de gestion ? Systématique, phylogénie et taxonomie. Museum national d'histoire naturelle – MNHN Paris, 2013.
- Prié V., Molina Q. & Gamboa B., 2013. French naïad (Bivalvia : Margaritiferidae, Unionidae) species distribution models : prediction maps as tools for conservation. *Hydrobiologia* 735, 81-94.
- Strahler, A. (1957) Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Transactions, American Geophysical Union, 38, 913-920. <http://dx.doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- Zajac K., Zajac T.A., Adamski P., Bielanski W., Cmiel A.M., Lipinska A.M., 2019. Dispersal and mortality of translocated thick-shelled river mussel *Unio crassus* Philipsson, 1788 adults revealed by radio tracking. *Aquatic Conserv. Mar Fershw Ecosyst.* 29, 331-340.
- Zettler & Jueg, 2001. Die Bachmuschel (*Unio crassus*) in Mecklenburg-Vorpommern. *Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern* 44(2), 9-16.
- Zettler M. L. & Jueg U., 2007. The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca* 10 (2007).

Zieritz *et al.*, 2019. Effects of mussels on nutrient cycling and bioseston in two contrasting tropical freshwater habitats. *Hydrobiologia* 835, 179-191.

Vaughn C.C., 2017. Ecosystem services provided by freshwater mussels. *Hydrobiologia* 810, 15-27.

Annexe 1 - Enjeux globaux Grands-Bivalves et biologie/écologie de la Mulette épaisse

Depuis près de trois décennies, notre regard sur la diversité biologique à l'échelle de la biosphère a été profondément bouleversé. D'une part, avec l'évidence que le nombre total d'espèces aujourd'hui décrites ne correspondrait qu'au plus à un dixième de la richesse spécifique réelle et, d'autre part, que l'ensemble de cette biodiversité planétaire subit une crise majeure considérée comme une sixième extinction de masse. Cette extinction de masse semble impacter tous les organismes et les écosystèmes de la planète et particulièrement ceux dont les exigences/équilibres écologiques sont respectivement les plus hautes et les plus fragiles.

C'est notamment le cas des grandes moules d'eau douce appartenant au groupe des *Unionoidea* Rafinesques, 1820 -aussi nommées naïades- qui sont par ailleurs considérés comme les animaux les plus menacés de la planète. De la même manière, les écosystèmes aquatiques continentaux, bien que couvrant moins de 1% de la surface émergée de la planète et hébergeant près de 25% de la totalité des vertébrés, sont aujourd'hui considérés comme présentant les plus forts enjeux de conservations à court terme.

Les naïades vivent en effet complètement ou en partie enfouies dans le sédiment des cours d'eau et des plans d'eau. Il s'agit d'animaux filtreurs qui ont un comportement sédentaire, n'effectuant que de rares déplacements sur des distances limitées. Ces espèces ont toutes besoin d'un ou de poisson(s) hôte(s) dans leur cycle de développement. Les larves, qui sont émises par la femelle après fécondation, se fixent sur les branchies de l'hôte. Elles s'en détachent au bout de quelques semaines à quelques mois pour s'enfouir dans le sédiment et achever leur croissance jusqu'au stade de maturité.

Les moules d'eau douce jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Leur activité de filtration modifie l'abondance et la composition en matière de la colonne d'eau. Elles influencent les cycles biogéochimiques, effectuent des transferts de matière organique et inorganique vers les sédiments. Elles permettent ainsi de créer des niches écologiques particulièrement riches en espèces de macro-invertébrés. A titre d'illustration, leur capacité de filtration d'une population peut représenter jusqu'à 50% des matières en suspension d'un cours d'eau durant l'été. Enfin, elles sont une part importante de la biomasse des cours d'eau, pouvant représenter 90 % de la biomasse benthique.

Elles représentent donc un enjeu de conservation important pour le bon état de fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Or, les naïades subissent actuellement un déclin mondial avec 44% des 511 espèces évaluées par l'IUCN catégorisées comme menacées ou quasi-menacées d'extinction. En Europe, malgré une amélioration de la qualité de l'eau ces 50 dernières années, notamment au regard des apports en nutriments, la plupart des rivières et ruisseaux restent fortement dégradés physiquement.

Sur les seize espèces indigènes actuellement reconnues en Europe, une dizaine est présente dans la région Grand Est dont la Grande mulette (*Margaritifera auricularia*) qui y est considérée comme éteinte et la Mulette perlière (*Margaritifera margaritifera*) au bord de l'extinction. L'ensemble des populations des autres grands bivalves est globalement considéré comme en fort déclin.

D'une manière générale, les principales menaces pesant sur ce groupe sont : (1) la perte, la fragmentation et la dégradation des habitats engendrées par les rectifications, les canalisations, et les obstacles à l'écoulement. Cette fragmentation des habitats notamment limite, entre autre, la circulation des poissons hôtes et donc les possibilités de colonisation des milieux ; (2) la surexploitation passée ou encore actuelle dans certains pays notamment pour l'exploitation pour les perles et/ou la fabrication de boutons ; (3) la pollution et l'eutrophisation des milieux qui impactent directement les bivalves ou leur(s) poisson(s) hôte(s) ; (4) les espèces invasives de bivalves qui entrent en compétition pour les ressources alimentaires et/ou dans l'implantation dans le substrat voire dans l'infestation des poissons hôtes. D'autres espèces invasives peuvent engendrer une sur-prédation comme le Rat musqué ou l'anoxie des milieux comme certaines plantes invasives ; et (5) les changements climatiques qui aujourd'hui impactent directement ou indirectement les eaux continentales.

La Mulette épaisse présente une large répartition, des pays Scandinaves au Nord à la Turquie au Sud, et du centre de la Russie à l'Est. La France constitue sa limite Ouest de répartition (Lopes-Lima *et al.* 2014 ; Lopes-Lima *et al.* 2015). Elle peuple les petits et moyens cours d'eau de plaine et de montagne, ainsi que les rivières et les fleuves au courant modéré et, dans une moindre mesure, les canaux, lacs et réservoirs présentant un certain courant (AnimalBase 2019, Lopes-Lima *et al.* 2015). Elle affectionne les substrats caillouteux, sableux à sablo-vaseux (Lamand & Prié 2017).

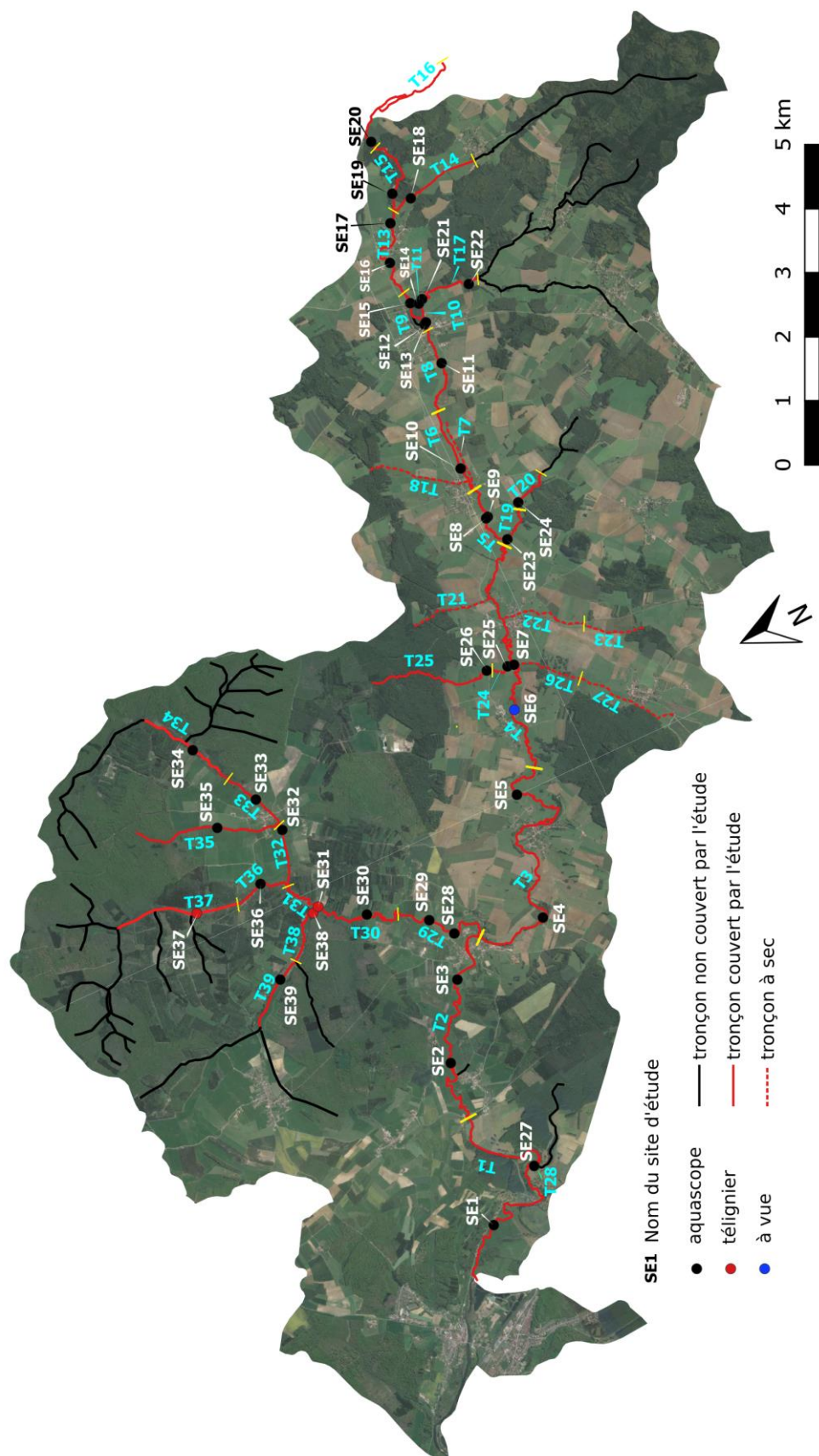
Elle était considérée comme l'espèce de macro-bivalve la plus abondante en Europe (Lopes-Lima *et al.* 2015). En Alsace, l'espèce était également considérée comme largement répandue au début du siècle dernier (Bichain 2017). Actuellement, la Mulette épaisse est catégorisée comme *Vulnérable* à l'échelle européenne et en *En danger* d'extinction à l'échelle mondiale en raison d'un déclin estimé à plus de 50 % au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle. Ce déclin concerne à la fois le nombre d'individus et le nombre de populations (Lopes-Lima *et al.* 2015). En France, son déclin global est estimé à 42 % par Prié *et al.* (2013). Dans le Land de Bade-Wurtemberg, l'analyse de la répartition ancienne et actuelle permet de constater le recul drastique de l'occupation des cours d'eau par l'espèce. Les pertes en termes de populations sont estimées à plus de 90 % (Nagel & Pfeiffer 2019).

En Europe de l'Ouest, la taille maximale des individus est comprise entre 4.8 et 9.9 cm avec une durée de vie de 9 à 27 ans. La maturité sexuelle est atteinte à partir de 2 à 4 ans. La période de maturation et d'émission des larves (glochidies) s'étend d'avril à juillet. Les poissons hôtes utilisés sont essentiellement représentés par le Chabot (*Cottus gobio*), le Chevaîne (*Squalius cephalus*) et le Vairon (*Phoxinus phoxinus*) (Lopes-Lima *et al.* 2015). Chez la Mulette épaisse, les glochidies restent fixées sur les branchies des poissons durant quelques semaines afin de se transformer en jeunes moules. Elles passeront ensuite deux à cinq ans enfouies dans le sédiment. Cette période est considérée comme la plus vulnérable dans son cycle de vie. Mais, très peu de connaissances sont disponibles sur cette phase de leur vie (Dumpelmann & Nagel 2008, Denic *et al.* 2013). Elle est relativement plus courte si on la compare à la Mulette perlière (*Margaritifera margaritifera*), chez laquelle elle dure 5 à 6 ans.

D'après Denic *et al.* (2013), du fait de son cycle de vie (et parfois sa répartition) similaire à la Mulette perlière, les exigences écologiques de la Mulette épaisse ont été assimilées à celle-ci. Par ailleurs, plusieurs études ont montré une relation entre déclin, absence de reproduction ou absence de Mulette épaisse et des taux d'azote élevés. Une valeur seuil de 2 mg de NO₃-N/L est avancée par ces auteurs (Köhler 2006, Zettler & Jueg 2001, Zettler & Jueg 2007). Néanmoins pour certains, cette relation pourrait simplement être le fait d'une concomitance entre taux élevé d'azote et d'autres facteurs défavorables à l'espèce sur les sites étudiés (Köhler 2006). Denic *et al.* (2013) ont montré, sur un cours d'eau en Allemagne, que les milieux colonisés présentent des taux de nitrates compris entre 4 et 6,5 mg de NO₃-N/L et des dépôts de sédiments fins relativement élevés (19,4 kg/m²/mois). Sur ces sites, les mesures de potentiel redox dans les sédiments indiquent des valeurs autour de 300 mV, soit la limite entre condition anoxique et oxygénée. L'espèce apparaît ainsi moins sensible que la Mulette perlière, et plus résistante qu'attendu, à des conditions d'eutrophisation et de colmatage des sédiments.

Ainsi, en Europe centrale, son déclin semble lié principalement à la prédation par le rat musqué, le dragage des cours d'eau et des populations insuffisantes de poisson hôtes (Denic *et al.* 2013, Lopes-Lima *et al.* 2015). Sa sensibilité à d'autres composés chimiques (pesticides, métaux lourds) et aux changements de régimes des cours d'eau mériterait d'être étudiée (Denic *et al.* 2013).

Annexe 2 - Bassin versant du Durbion : localisation des tronçons (T1 à T39) et des sites d'études (SE1 à SE39) couverts par l'étude. Les limites de tronçons sont représentées par un trait jaune.



Annexe 3 - Listes des tronçons et sites d'études, linéaires prospectés et résultats des comptages.

Abréviations utilisées dans le tableau : **T** tronçon, **SE** site d'étude, **MD** méthode d'observation, **Lpb** largeur plein bord, **L** linéaire prospecté, **Obs** nombre d'observateur, **NV** nombre d'individu vivant, **D** densité en ind/m², **Aq** aquascope, **vue** observation à vue, **Tg** télignier, **VV** valves vides, * désigne les individus morts. Les tronçons T7, T21 à T23, T26 & T27 correspondent à des zones à sec donc non échantillonnées.

T	SE	MD	Lpb	L	Obs	<i>U. crassus</i>		<i>A. anatina</i>		<i>U. pictorum</i>		Ensemble	
						NV	D	NV	D	NV	D	NV	D
T1	SE1	Aq	12	50	2	85	0,567	65	0,433	0	-	150	1
T2	SE2	Aq	10	50	2	10	0,067	18	0,12	1	0,007	29	0,193
	SE3	Aq	7	50	1	40	0,533	2	0,027	1	0,013	43	0,573
T3	SE4	Aq	12	84	2	82	0,325	14	0,056	0	-	96	0,381
	SE5	Aq	6,5	45	1	30	0,444	1	0,015	0	-	31	0,459
T4	SE6	vue	-	550	1	819*	-	75*	-	0	-	897*	-
	SE7	Aq	6	42	2	274	2,175	17	0,135	0	-	291	2,31
T5	SE8	Aq	6,5	91	1	15	0,11	0	-	0	-	15	0,11
	SE9	Aq	6,5	45	1	4	0,059	0	-	0	-	4	0,059
T6	SE10	Aq	6	42	1	1	0,016	1	0,016	0	-	2	0,032
T8	SE11	Aq	4	28	2	0	-	0	-	0	-	0	-
T9	SE12	Aq	3	21	2	22	0,349	110	1,746	0	-	132	2,095
T10	SE13	Aq	3,5	49	2	0	-	5	0,034	0	-	5	0,034
T11	SE14	Aq	2,8	20	1	0	-	21	0,7	0	-	21	0,7
T12	SE15	Aq	2,5	17,5	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T13	SE16	Aq	4	28	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T14	SE17	Aq	3,6	25	2	0	-	0	-	0	-	0	-
	SE18	Aq	2	20	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T15	SE19	Aq	2	20	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T16	SE20	Aq	2	14	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T17	SE21	Aq	4,8	34	2	0	-	0	-	0	-	0	-
T18	SE22	Aq	4,8	34	2	0	-	0	-	0	-	0	-
T19	SE23	Aq	3	21	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T20	SE24	Aq	3	21	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T24	SE25	Aq	2,5	35	1	1	0,019	1	0,019	0	-	2	0,038
T25	SE26	Aq	2,5	17,5	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T28	SE27	Aq	2,7	18,9	1	1	0,035	1	0,035	0	-	2	-
T29	SE28	Aq	8	50	1	26	0,347	5	0,067	2	0,027	33	0,44
T30	SE29	Aq	7,8	108	1	36	0,222	0	-	0	-	36	0,222
	SE30	Aq	5,5	77	1	VV	-	3	0,026	VV	-	3	0,026
T31	SE31	Tg	-	-	-	VV	-	VV	-	2	-	2	-
T32	SE32	Aq	4	15	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T33	SE33	Aq	3,5	49	1	0	-	11	0,15	0	-	11	0,15
T34	SE34	Aq	2,5	17,5	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T35	SE35	Aq	2	14	1	0	-	0	-	0	-	0	-
T36	SE36	Aq	4	56	1	1 VV	-	4	0,048	0	-	4	0,048
T37	SE37	Tg	-	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-
T38	SE38	Tg	-	-	-	VV	-	0	-	0	-	0	-
T39	SE39	Aq	5	70	1	0	-	3	0,029	0	-	3	-
total (pour NV)/ moyenne (pour D)						627	0,376	207	0,215	6	0,016	915	0,513



Inventaire et répartition des macro-bivalves (Mollusca, Bivalvia) sur le bassin-versant du Durbion (Vosges, Grand Est)

Résumé

Cette étude de terrain a mis en évidence la présence de populations de naïades largement réparties sur le bassin-versant du Durbion (Vosges, France). On en ignorait jusqu'à présent l'existence. Il est ici estimé que près de 30 % du linéaire du bassin-versant accueille des populations de bivalves. Quatre espèces ont été observées. L'Anodonte des rivières qui présente la plus large répartition et la Mulette épaisse avec les plus fortes densités. La Mulette des peintres et l'Anodonte des étangs ont également été observées mais leur présence reste très marginale. D'importantes populations de Mulette épaisse ont été dénombrées, notamment dans les parties aval des deux principaux cours d'eau du bassin, le Durbion et l'Onzaines. Néanmoins, seules les populations des secteurs aval du Durbion semblent actuellement se reproduire. A notre connaissance, les peuplements de Mulette épaisse de ce bassin-versant constituent une des rares populations du département et la seule se situant sur le bassin-versant de la Moselle. Ils constituent ainsi un enjeu de conservation important à l'échelle départementale, voir régionale. Des menaces pesant sur ces populations de naïades, telles que des obstacles à l'écoulement, des étiages sévères, le colmatage des sédiments, le piétinement bovin et la prédation par le rat musqué ont été identifiées.

SHNEC 2019. *Inventaire et répartition des macro-bivalves (Mollusca, Bivalvia) sur le bassin-versant du Durbion (Vosges, Grand Est).* Rapport d'étude (rédacteur Kevin Umbrecht & Jean-Michel Bichain). Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie, Colmar. 20 pp.

<http://www.museumcolmar.org/>