

Les mollusques continentaux de la Réserve Naturelle Régionale de la Moselle sauvage (Meurthe-et-Moselle) : richesse spécifique et comparaison avec d'autres sites alluviaux européens

Non-marine Molluscs of the Wild Moselle River Regional Natural Reserve of the (Meurthe-et-Moselle département): species richness and comparison with other European sites

Xavier Cucherat, 10 rue Louis Aragon, 59147 Gondécourt, xavier.cucherat@wanadoo.fr

Pascale Richard, Conservatoire des Sites Lorrains, 14 rue de l'église, 57930 Fénétrange, p.richard@cren-lorraine.fr

Reçu le 04 mars 2019, accepté le 19 août 2019

Résumé : La malacofaune terrestres et aquatiques de la Réserve Naturelle Régionale (RNR) de la Moselle sauvage a été étudiée au cours de l'année 2017, pour constituer un état initial et apprécier les spécificités du peuplement malacologique du site par rapport à d'autres sites alluviaux européens étudiés par Obrdlík *et al.* (1995). La richesse spécifique observée est de 76 espèces réparties en 51 gastéropodes terrestres, 17 aquatiques et 8 bivalves. L'inventaire a livré la première mention de l'escargotin cosmopolite *Paralaoma servilis* pour la région Grand-Est. La comparaison entre la richesse observée et estimée à l'aide de l'estimateur Chao 2 suggère un inventaire très proche de la complétude. Bien qu'appartenant au bassin hydrographique du Rhin, le peuplement malacologique du site est plus proche des peuplements des bassins Atlantiques que de ceux du Rhin, tout en ayant une position intermédiaire entre les sites Atlantiques et Orientaux. Cette particularité du peuplement de la RNR serait due aux particularités géologiques du site, avec une dominance des roches siliceuses et à sa position géographique très en amont dans la vallée de la Moselle.

Mots clés : Réserve Naturelle Régionale Moselle Sauvage, sites alluviaux, inventaire, richesse spécifique, France

Abstract: Non-marine Molluscs of the Wild Moselle River Regional Natural Reserve (RNR) were studied in 2017. The aims were i) to provide a reference assessment of the malacofauna of the site and ii) to compare the molluscan community with that of other European floodplains (Obrdlík *et al.*, 1995). Seventy-six species were observed, with 51 land gastropods, 17 aquatic gastropods and 8 bivalves. The comparison between the observed richness and estimated one by the Chao 2 estimator suggest the survey almost reached completeness. Even if the site belongs to the Rhine drainage basin, its malacofauna is not similar to that described in the Rhine floodplain. It is more similar to those from Atlantic catchments and keeps an intermediate position between the western and eastern sites of Obrdlík *et al.* (1995). The geologic nature of the site and its upstream position in the Moselle catchment could be responsible for its peculiar malacofauna.

Keywords: Regional Natural Reserve of the Wild Moselle River, survey, floodplain site, species richness, France

Introduction

La coexistence de milieux aquatiques, semi-aquatiques et terrestres hébergeant des peuplements animaux et végétaux électifs fortement contrastés, parfois sur de très petites surfaces, confère aux écosystèmes alluviaux un caractère remarquable. La dynamique alluviale longitudinale, latérale et verticale (transport de matières en suspensions, alternances de phases terrestres et aquatiques, retraits et dépôts de sédiments lors des crues, montées de nappe, etc.) est un facteur majeur permettant et façonnant la richesse et la diversité biologique alluviales (Amoros & Petts 1993 ; Downes *et al.* 2008). Cependant, la dynamique alluviale a profondément été altérée, en particulier en Europe occidentale, par la lutte contre les inondations, l'extension des espaces agricoles, la canalisation des rivières et des fleuves à des fins de navigation, mais aussi par l'exploitation de matériaux (Lévêque 2016). Ces modifications des écosystèmes alluviaux ont eu pour effets, outre l'altération des fonctions écosystémiques, des conséquences délétères sur la répartition et l'abondance des espèces animales et végétales inféodées

à ces systèmes (Auerswald *et al.* 2019). Les vallées alluviales ou les sections de vallées en libre évolution sont désormais devenues rares en Europe occidentale et en particulier en France.

La Réserve Naturelle Régionale (RNR) de la Moselle sauvage, localisée dans l'ex-région Lorraine, est l'un de ces rares sites européens de dimension significative à présenter une section de rivière majeure pouvant librement divaguer. Ce site bénéficie d'une protection spécifique et d'un plan de gestion, lui permettant d'être un laboratoire où des recherches et des expériences de gestion peuvent être menées. De nombreuses études floristiques et faunistiques y ont été menées, en particulier pour l'établissement de l'état initial du plan de gestion (Jung & Selinger-Looten 2011). Parmi les actions de connaissances naturalistes prévues, l'étude de la malacofaune continentale a été initiée au cours de l'année 2017.

Les objectifs sont de présenter les résultats de l'inventaire de la malacofaune de la RNR de la Moselle sauvage comme une contribution à l'amélioration de la connaissance

de la faune locale et comme la réalisation d'un état initial pour de futurs suivis. Il s'agit aussi d'étudier la qualité de l'inventaire à l'aide d'outils non-paramétriques d'estimation de la richesse spécifique (Colwell *et al.* 1994) et, sur la base des travaux précédents (Obrdlík *et al.* 1995), de comparer le peuplement malacologique du site avec ceux d'autres sites alluviaux d'Europe.

Matériel et méthodes

Aire d'étude

L'aire d'étude correspond au périmètre de la RNR de la Moselle sauvage (FR9300039) (lat : 48.4384, long : 6.28761) créée le 22 décembre 2006 sur décision du Conseil Régional de la Lorraine. D'une surface officielle de 358,98 ha, elle s'étend sur les communes de Bainville-aux-Miroirs (54), Bayon (54), Chamagne (88), Gripport (54), Mangonville (54), Socourt (88) et Virecourt (54), dans la région Grand-Est (Figure 1).

Le périmètre d'étude correspond à une section de la rivière Moselle encore mobile, permettant l'expression de nombreux milieux alluviaux traduisant sa dynamique fluviale : forêts alluviales, bancs de graviers, reculées, chenaux et bras morts, etc. (Annexe 1), sur une largeur pouvant aller jusqu'à 2 200 m. Des surfaces importantes sont pâturées par des bovins et quelques parcelles sont cultivées. Sur le plan géologique, la RNR est principalement composée d'alluvions du quaternaire majoritairement siliceux (granit, gneiss et grès), pouvant atteindre huit mètres d'épaisseur. Il existe des apports de calcaire au sein de la RNR par les affluents de la Moselle provenant de plateaux adjacents.

Recherche des espèces

Pour la recherche des Gastéropodes terrestres, 111 stations ont été positionnées selon un plan d'échantillonnage stratifié. Les unités de végétation décrites à l'occasion de la rédaction du plan de gestion du site ont été utilisées (Jung & Selinger-Looten 2011). Treize grandes unités de végétations ont été étudiées et utilisées pour le tirage aléatoire des stations (Annexe 1). Les stations ont été distribuées aléatoirement à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) pour éviter les biais observateurs dans chacune des strates, avec un nombre de stations proportionnel à la surface des unités de végétations et un minimum de 4 stations pour les unités les plus petites. Des ajustements ont cependant été faits sur l'effort d'observation par grande unité de végétation, en le diminuant sur les levées de galets et végétations associées (milieux très peu végétalisés et mobiles) et en l'augmentant dans les formations boisées alluviales.

Les gastéropodes terrestres ont été recherchés à vue sur une station d'une surface de 25 x 25 cm, de manière à avoir un effort constant de la recherche à vue d'une station à l'autre. Les recherches sont arrêtées sur la station lorsque la liste des espèces de celle-ci était arrivée à saturation.

Lorsque les stations étaient positionnées sur un milieu aquatique d'eau dormante (annexes hydrauliques, mares, etc.), les mollusques aquatiques ont été récoltés à l'aide d'une époussette à maille métallique de 20 cm de diamètre et d'un millimètre de vide de maille, à l'interface eau sédiment au fond de l'eau. À chaque station, plusieurs traits de prélèvements ont été effectués sur une longueur comprise entre 0,5 m et 1 m. Après l'élimination des sédiments et des débris végétaux, les mollusques récoltés ont directement été triés sur le terrain. La collecte s'est arrêtée au niveau de la station lorsqu'aucune espèce nouvelle n'était trouvée.

Pour la recherche des bivalves d'eau courante (mulettes), les sections de la Moselle comprises dans le périmètre du site ont été découpées en tronçon de 100 m. Dix pour cent de l'ensemble des tronçons ont aléatoirement été sélectionnés à l'aide d'un logiciel SIG. Les mulettes ont été recherchées à l'aide d'un bathyscope pendant une durée de 30 minutes à 1 heure le long de tronçons de 100 m ; les espèces accompagnantes ont été notées.

Les inventaires ont été effectués les 30 et 31 août, 01 septembre et le 20 octobre 2017. Les espèces ne pouvant être identifiées sur le terrain ont été récoltées et ont été identifiées en laboratoire. Les identifications des Succineidae, des Gastrodontae, des Vitrinidae, des limaces et des limnées reposent sur la dissection de spécimens récoltés pendant l'inventaire. La nomenclature suivie est celle de Gargominy *et al.* (2011) et de TAXREF V.12 (Gargominy *et al.* 2018).

Analyse des données

La complétude de l'inventaire a été évaluée en comparant la richesse observée avec l'estimateur Chao 2 (utilisant des données de présence/absence) (Colwell *et al.* 1994), qui est considéré, parmi les estimateurs non paramétriques, comme l'un des plus robustes (Colwell *et al.* 1994 ; Southwood & Henderson 2000). Cet estimateur a été calculé à l'aide du logiciel EstimateS v. 9 (Colwell 2016). L'estimateur Chao 2 a été calculé séparément pour les gastéropodes terrestres et les mollusques aquatiques (bivalves + gastéropodes aquatiques).

La malacofaune du site d'étude a été comparée à la matrice d'occurrence établie par Obrdlík *et al.* (1995). Cette dernière a été construite à partir d'études et d'inventaires effectués sur 12 sites alluviaux européens, ayant des positionnements géographiques variés, des surfaces et des régimes hydrauliques différents (voir Obrdlík *et al.* 1995 pour les détails des sites). Seuls les gastéropodes à coquille (156 espèces) ont été considérés dans cette matrice et les limaces en ont été exclues. On notera que la distinction entre *Physella acuta* et *Physella heterostropha*, alors qu'elles sont conspécifiques (Lydeard *et al.* 2016), figurant dans Obrdlík *et al.* (1995) n'a pas été modifiée pour ne pas changer les métriques des analyses. Les observations étant issues d'études ayant utilisé des techniques d'échantillonnage et de prélèvement variées, les données ont été traitées en présence/absence. Il en résulte en définitive, avec l'inclusion des observations de la RNR, une matrice d'occurrence constituée de 13 sites et de 158 espèces.

Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été menée sur la matrice d'occurrence dans le but d'apporter une image de la ressemblance de la malacofaune entre les 13 sites. Elle a été effectuée à l'aide du package FactoMineR (Lê *et al.* 2008) développé sous R (R Core Team 2018).

Résultats

Richesse spécifique du site

Soixante-seize espèces ont été observées sur l'ensemble du site d'étude. Parmi ces espèces, 40 sont des gastéropodes terrestres à coquille externe, 11 sont des limaces, 8 sont des bivalves et 17 sont des gastéropodes aquatiques (Annexe 2). À l'exception de la protection couvrant le ramassage de l'Escargot de Bourgogne *Helix pomatia* Linnaeus, 1758 aucune espèce protégée n'a été observée pendant l'inventaire. Sur ces 76 espèces, 2 sont considérées comme introduites et envahissantes : la Corbicule asiatique *Corbicula fluminea*

(O.F Müller, 1774) et l'Hydrobie des Antipodes *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843); 3 sont introduites : la Pissidie d'Amérique *Euglesa compressa* (Prime, 1852), la Physse voyageuse *Physella acuta* (Draparnaud, 1805) et la Patelline fragile *Ferrissia californica* (Rowell,

1863); et, enfin, 3 sont dites cryptogènes (Carlton 1996) : l'Escargot de Bourgogne, l'Escargotin cosmopolite *Paralaoma servilis* (Shuttleworth, 1852) et la Limace du Caucase *Boettgerilla pallens* (Simroth, 1912).

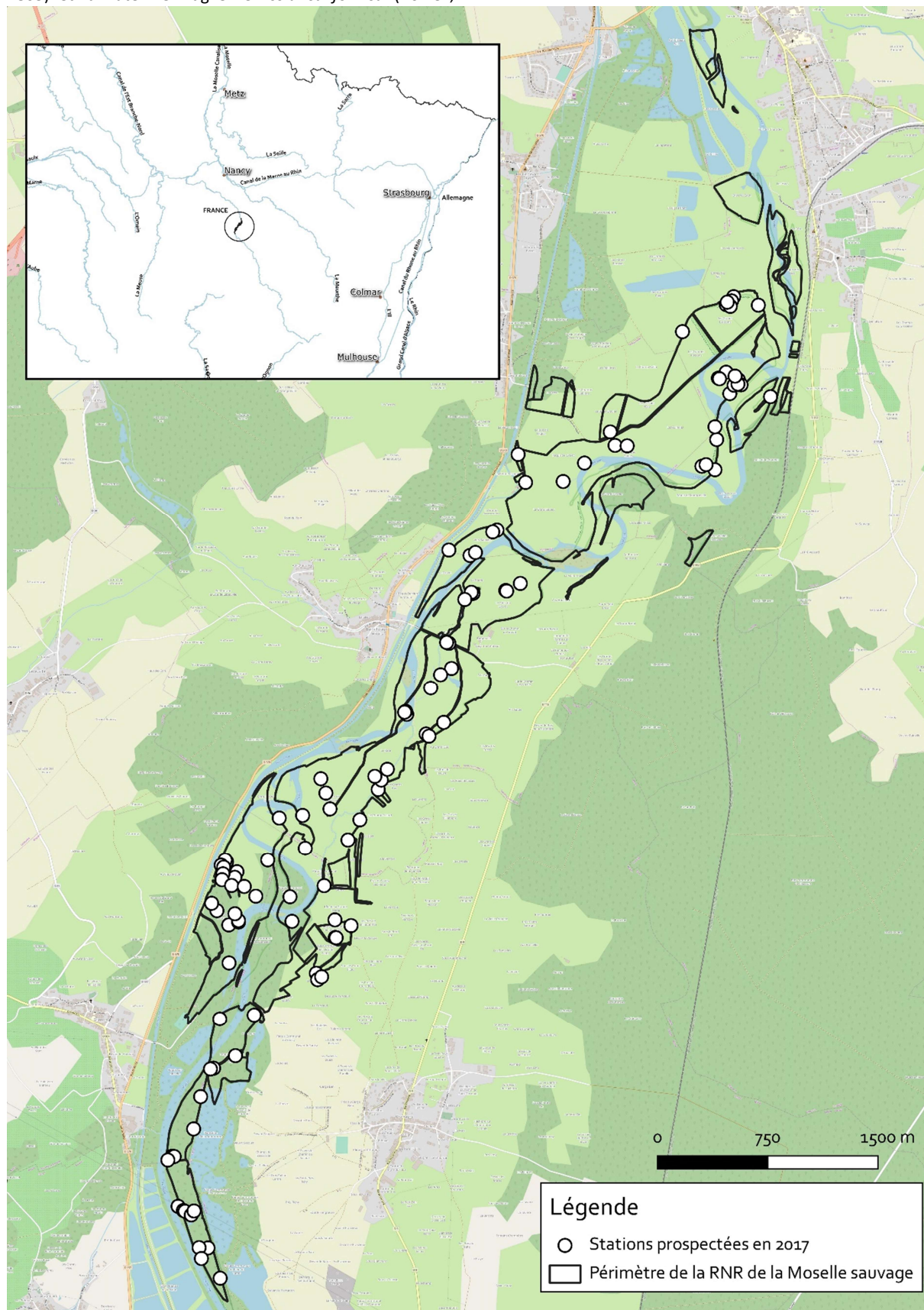


Figure 1 : Localisation de la RNR de la Moselle sauvage et des stations (Fonde de carte : ©OpenStreetMap).

Les estimations de la richesse spécifique reposent sur la formule du Chao 2. Pour les gastéropodes terrestres, il est de 53.2 ± 2.9 espèces (IC à 95 % = 51.4 – 66.1). Concernant les mollusques aquatiques, il est de 28.4 ± 3.5 espèces (IC à 95 % = 25.6 – 43.3). Malgré des écarts-types relativement faibles, les moyennes estimées à l'aide de Chao 2 indiquent que l'inventaire des gastéropodes terrestres et des mollusques aquatiques sont très proches de la complétude. Par ailleurs, les valeurs des intervalles de confiance sont importantes et étirés vers la droite. La magnitude de la borne supérieure est, respectivement, de 13 et 14 espèces environ pour les mollusques terrestres et aquatiques. Sur la base des écarts-types, il y aurait un différentiel de 3 espèces non découvertes pour les gastéropodes terrestres et de 4 espèces pour les aquatiques.

Ressemblance avec les autres malacofaunes alluviales européennes

L'ordination conjointe des sites alluviaux étudiés par Obrdlík *et al.* (1995) et du site de la RNR, montre que les axes F1 et F2 totalisent respectivement 17.7 % et 14.9 % de la variabilité de la composition malacologique (Figure 2). L'ajout de la malacofaune de la RNR n'a pas eu d'effet sur le gradient géographique initial de l'axe F1, séparant les sites appartenant aux bassins hydrographiques du Danube (partie négative de l'axe F1) des sites appartenant aux bassins hydrographiques débouchant en Atlantique et dans la Mer du Nord (partie positive de l'axe F1).

Le positionnement du site de la RNR dans la partie positive de l'axe F1 suggère la proximité de sa malacofaune avec celle des bassins Atlantique et Mer du Nord. Toutefois, le site de la RNR a une position intermédiaire entre le site FRA (localisé à la confluence entre la Loire et l'Allier) et les sites de la plaine du Rhin et de l'Elbe le long de l'axe F2. Cette position intermédiaire est liée à la présence d'espèces centre-européennes, absentes des sites FRA et IRL (site dans la vallée de la Shannon et son affluent la Little Brosna, en Irlande), mais présentes dans ceux de la plaine rhénane (*e.g.*, *Aegopinella nitens*, *Pseudotrachia rubiginosa*). En revanche, la présence de *Paralaoma servilis* et de *Phenacolimax major* au sein de la RNR induit une position à l'extrémité positive de l'axe F1 à l'opposé du site TIS (site de la rivière Tisza en Hongrie).

Discussion

Les principaux travaux synthétiques menés sur la malacofaune des départements de la Moselle et de la Meurthe-et-Moselle datent de la fin du XIXe siècle (*e.g.*, Godron 1843, 1863 ; Joba 1844 ; Barbiche 1883). Ce sont essentiellement des catalogues malacologiques départementaux, commentés ou non, ou des notes particulières sur des espèces introduites. À notre connaissance, il n'existe pas d'articles de revue récents exposant des inventaires malacologiques de sites de l'ampleur de la RNR de la Moselle sauvage à l'échelle de l'ex-région Lorraine. L'inventaire mené au sein de cette section de la vallée alluviale peut donc être considéré comme un apport récent et significatif à la connaissance malacologique locale. L'inventaire a permis de documenter plusieurs espèces non (re)connues à l'époque des naturalistes de la fin du XIXe siècle, soit parce qu'elles sont des espèces introduites/cryptogènes (*e.g.*, *Ferrissia californica*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Boettgerilla pallens*), soit parce qu'elles étaient confondues avec d'autres espèces (*e.g.*, *Oxyloma sarsii*, *Arion vulgaris*). Sur la base des informations naturalistes actuellement disponibles dans la région Grand-Est (base de données INPN et Faune-Alsace), il s'agit ici de la

première mention de l'escargot cosmopolite en Grand-Est. Cryptogène en France (Gargominy *et al.* 2018), son occurrence au sein de la RNR est assez inattendue compte tenu de l'unité de végétation où il a été trouvé. Les spécimens ont été détectés vivants sous des bois flottés déposés sur les lits de graviers colonisés par une végétation prairiale acidophile, alors que l'espèce est généralement trouvée dans la litière végétale des peuplements boisés anthropisés. Dans l'hypothèse d'une dispersion par les flots, l'occurrence dans la RNR de l'escargot cosmopolite suggère sa présence à l'amont, mais il n'a jusqu'à présent jamais été relevé. Observée dans les régions limitrophes (INPN), l'espèce est probablement présente ailleurs en Grand Est, mais discrète.

Les unionidés sont sensibles à la nature du substrat et aux forces de cisaillement induites par le courant (Layzer & Madison 1995 ; Strayer 2008), qui dépendent de la dynamique fluviale. Le lit mineur de la Moselle au sein de la RNR est caractérisé par une dominance de galets roulés, caractéristiques des cours d'eau à débit solide important. Les forces de cisaillement doivent donc être élevées et doivent déchausser les animaux enfouis, expliquant l'absence de mulettes dans les sections étudiées de la Moselle. Même si elles n'ont pas fait l'objet de mesures dans le cadre de l'inventaire, les densités de la corbicule asiatique semblent faibles, avec quelques individus observés çà et là, même après réalisation d'excavations. Tout concourt à ce que l'absence de grands ou méso-bivalves soit davantage liée aux conditions hydrauliques et sédimentologiques de la rivière, plus qu'à une absence induite par des facteurs anthropiques.

Les estimations de richesse spécifique faites avec l'estimateur Chao 2 et leurs écarts-types suggèrent que l'inventaire des mollusques terrestres et aquatiques du site serait à sa quasi complétude. Cet inventaire serait d'ailleurs meilleur pour les terrestres que pour les aquatiques. L'approche méthodologique a très probablement une influence sur la qualité de l'inventaire en général. La recherche à vue a exclusivement été menée ici pour les gastéropodes terrestres. Malgré l'effort important, la recherche visuelle sur une petite surface ne semble pas adéquate pour la détection des grosses espèces tels que les escargots adultes du genre *Cepaea* ou l'Escargot de Bourgogne. Comme il n'existe pas de consensus sur les surfaces pouvant assurer un inventaire complet des espèces terrestres (Cucherat & Demuynck 2008), les résultats incitent à motiver la recherche d'une stratégie optimale pour obtenir un inventaire complet ou tendant vers la complétude au niveau des stations. Malgré son efficacité pour la détection des petites espèces (Cucherat & Demuynck 2008), la récolte de litière a été écartée pour des raisons de coût et a été substituée par un effort d'observation plus conséquent en termes de nombre de stations. Il reste à évaluer si l'augmentation de stations étudiées à vue est plus efficace que la réalisation de prélèvements de litière. En ce qui concerne les mollusques aquatiques, le type d'échantillonnage employé a peut-être eu une influence sur la qualité de l'inventaire. Les terrestres ont été étudiés par un échantillonnage stratifié sur les unités de végétation, alors que les mollusques aquatiques (autres que les grands bivalves) ont fait l'objet d'un échantillonnage raisonné (Cucherat & Demuynck 2008), c'est à dire au grès des rencontres avec des milieux aquatiques lenticulaires lors des déplacements sur le site. Il est alors possible que des milieux aquatiques n'aient pas été échantillonnés et que l'effort d'échantillonnage n'ait pas permis de trouver certaines espèces de ce groupe. Associé à ces biais méthodologiques, malgré sa robustesse, l'estimateur Chao 2 présuppose des

échantillons homogènes entre eux et est sensible aux gradients écologiques et aux mosaïques de milieux (Magurran 2004, p 89). Ainsi, l'imperfection de l'inventaire est vraisemblablement lié à la mosaïque des végétations sur le site, mais aussi à une insuffisance de prospection dans des habitats peu représentés. Le peuplement malacologique de la RNR a une position intermédiaire prévisible entre les sites alluviaux atlantiques (vallée du Shannon en Irlande et vallée de la Loire en France) et orientaux étudiés par Obrdlik *et al.* (1995), suggérant une version appauvrie des peuplements alluviaux plus orientaux, mais enrichie des sites atlantiques. Toutefois, il est surprenant que le site de la RNR ne soit pas davantage projeté à proximité des sites de la vallée du Rhin (Kühkopfsaue, Rußheimer Altrhein et Hödter Rheinaue, et

Taubergießen) étant donné que la Moselle appartient au même bassin hydrographique. Cela est très vraisemblablement lié à l'absence, dans le périmètre de la RNR, d'espèces alluviales telles que *Valvata macrostoma* ou *Anisus vorticulus*, caractéristiques des annexes fluviales permanentes ou non ou d'*Alinda biplicata*, caractéristique des formations boisées alluviales. Ces taxons sont pourtant présents dans les vallées alluviales du nord et de l'ouest de la France (www.inpn.fr), mais davantage en moyenne et basse vallée. Leur absence du site ne serait pas due au manque d'habitats disponibles, mais très vraisemblablement à la nature géologique (roches siliceuses) et au positionnement géographique du site dans la vallée (situé très en amont par rapport à son embouchure).

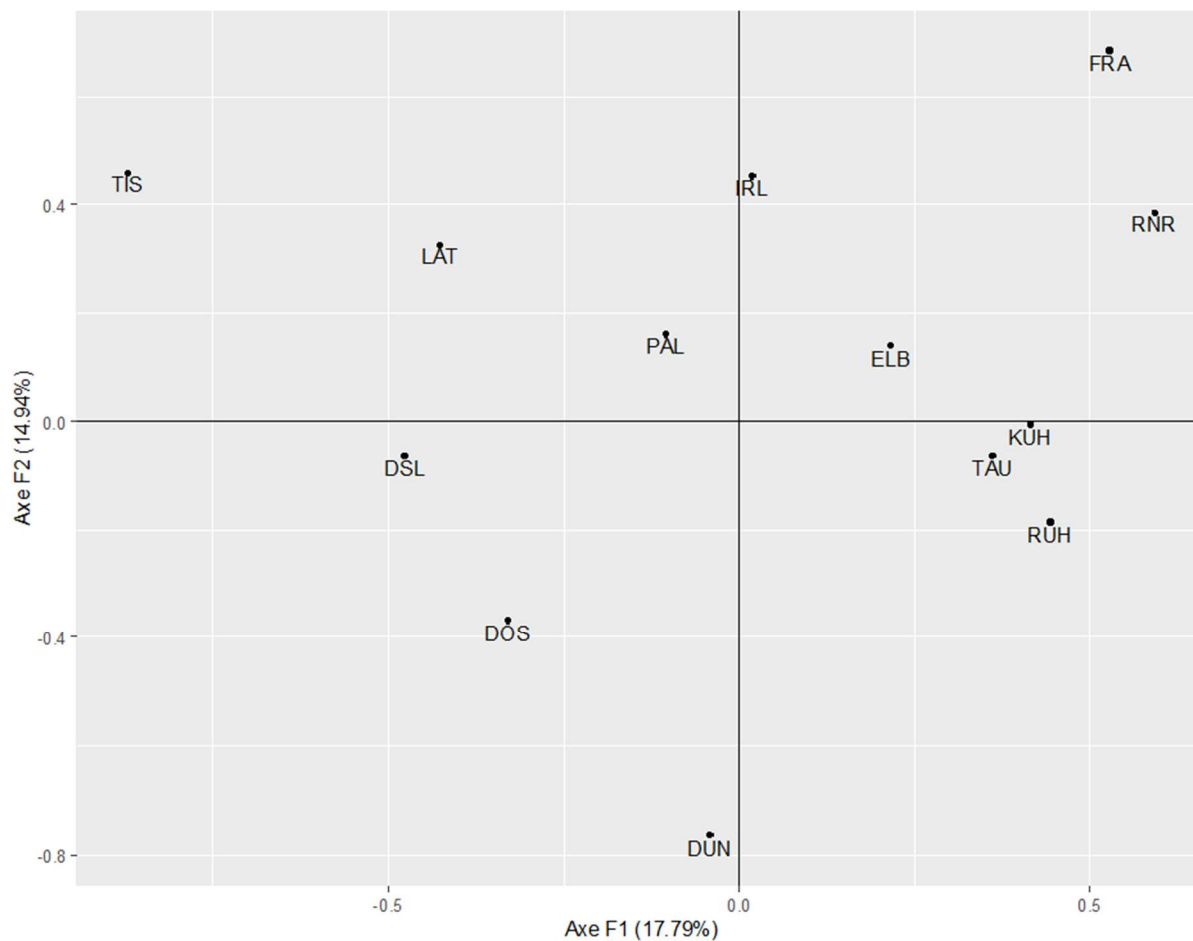


Figure 2 : Plan factoriel F1 et F2 de l'AFC montrant la projection des 12 sites alluviaux européens tirés de Orbrlik *et al.* (1995) avec la RNR de la Moselle sauvage sur la base de leur composition malacologique (158 espèces) [IRL : rivière Shannon et son affluent la Little Brosna (Irlande) ; FRA : Loire moyenne et aval de l'Allier, à proximité de leur confluence (France); TAU : Taubergießen (Rhin, Allemagne) ; RUH : deux sites situés respectivement à Rußheimer Altrhein et Hödter Rheinaue (Rhin, Allemagne) ; KÜH : site de Kühkopfsaue (Rhin, Allemagne); ELB : l'Elbe en république Tchèque ; DUN : plaine alluviale du Danube et de l'Isar à Dungau en Bavière (Allemagne) ; DÖS : le Danube en Autriche entre Vienne et la frontière slovaque ; DSL : le Danube en Slovaquie ; PAL : plaine alluviale active à l'aval des rivières Dyje, Svratka et Jihlava, dans les montagnes de Pálava en République Tchèque ; LAT : la Latorica en Slovaquie ; TIS : la Tisza en Hongrie].

La comparaison avec d'autres sites alluviaux du nord et de l'ouest de la France reste cependant limitée pour juger de l'importance de la malacofaune RNR au regard d'autres sites alluviaux. Cependant, la comparaison des sites sur la base de leur malacofaune est une chose désormais réalisable. Ceci permettrait d'apporter des éléments de hiérarchisation et de compréhension de la richesse spécifique en mollusques des sites alluviaux, dans un contexte d'érosion globale de la biodiversité et de développement d'outils de suivi des milieux.

Remerciements - Les auteurs adressent leurs remerciements à Florent Lamand de l'Agence Française pour la Biodiversité et à Damien Froment pour nous avoir accompagnés lors des investigations sur le site. Nous remercions Emmanuel Castella de l'Université de Genève pour sa relecture et ses remarques sur le premier manuscrit.

Bibliographie

Amoros, A. & Petts, G.E. (eds). 1993. *Hydrosystèmes Fluviaux*. Masson, Paris : XIII +300 pp.

- Auerswald, K., Moyle, P., Seibert, S.P. & Geist, J. 2019. HESS Opinions: Socio-economic and ecological trade-offs of flood management – benefits of a transdisciplinary approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23: 1035–1044.
- Barbiche, R.-T. 1883. Simple énumération des Mollusques de la Moselle. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz*, 16 : 21–33.
- Carlton, J.T. 1996. Biological invasion and cryptogenic species. *Ecology*, 77: 1653–1655.
- Colwell, R.K. 2016. EstimateS - Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. & Hawksworth, D.L. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345: 101–118.
- Cucherat, X. & Demuynck, S. 2008. Les plans d'échantillonnage et les techniques de prélèvements des mollusques continentaux. *MalaCo*, 5: 244–253.
- Downes, B.J., Barmuta, L.A., Fairweather, P.G, Faith, D.P., Keough, M.J., Lake, P.S., Mapstone, B.D., Quinn, G.P. 2008. *Monitoring Ecological Impacts - Concepts and Practice in Flowing Waters*. Cambridge University Press, Cambridge : XII + 434 pp.
- Gargominy, O., Prié, V., Bichain, J.-M., Cucherat, X. & Fontaine, B. 2011. Liste de référence annotée des mollusques continentaux de France. *MalaCo*, 7 : 307–382.
- Gargominy, O., Terceirie, S., Régnier, C., Ramage, T., Dupont, P., Daszkiewicz, P. & Poncet, L. 2018. *TAXREF V12, Référentiel Taxonomique Pour La France : Méthodologie, mise en oeuvre et diffusion - Rapport Patrinat 117*. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle : 156 pp.
- Godron, D.A. 1843. Catalogue des Mollusques de la Meurthe. In : Lepage, H. (ed.) *Le Département de La Meurthe*. Pfeiffer, Nancy : 237–239.
- Godron, D.A. 1863. *Zoologie de la Lorraine, ou catalogue des animaux sauvages observés jusqu'ici dans cette ancienne province*. impr. de Vve Raybois, Nancy : VI + 283 pp.
- Joba, A. 1844. Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles observés dans le département de la Moselle. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle du département de la Moselle*, 2 : 31–45.
- Jung, D. & Selinger-Looten, R. 2011. *Réserve Naturelle Régionale de La Vallée de La Moselle - Plan de Gestion 2009-2015*. Conservatoire des Sites Lorrains, Fénétrange, XX pages.
- Layzer, J.B. & Madison, L.M. 1995. Microhabitat use by freshwater mussels and recommendation for determining their instream flow needs. *Regulated Rivers: Research & Management*, 10: 329–345.
- Lê, S., Josse, J. & Husson, F. 2008. FactoMineR : An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25 (1): <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>.
- Lévêque, C. 2016. *Quelles rivières pour demain ? Réflexions sur l'écologie et la restauration des cours d'eau*. Éditions Quæ, Versailles : 286 pp.
- Lydeard, C., Campbell, D. & Golz, M. 2016. *Physa acuta* Draparnaud, 1805 should be treated as a native of North America, not Europe. *Malacologia*, 59: 347–350.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford: VIII + 256 pp.
- Obdržlík, P., Falkner, G. & Castella, E. 1995. Biodiversity of Gastropoda in European floodplains. *Archiv für Hydrobiologie*, suppl., 101: 339–356.
- R Core Team. 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Southwood, T.R.E. & Henderson, P.A. 2000. *Ecological Methods - Third Edition*. Blackwell Science, Oxford: XV + 575 pp.
- Strayer, D.L. 2008. *Freshwater Mussel Ecology - A multifactorial approach to distribution and abundance*. University of California Press, Berkeley: .204 pp.

Les auteurs :

X. Cucherat est malacologue indépendant gérant du bureau d'études arion.idé sarl.

P. Richard est directrice scientifique au Conservatoire d'espaces naturels lorrains.

Annexe 1 : Unités de végétation échantillonnées lors de l'inventaire de la malacofaune de la RNR de la Moselle sauvage.

Corine Biotopes	Surface (m ²)	Nombre de stations inventoriées
Prairies humides eutrophes	5 505	4
Lisières humides à grandes herbes	11 000	6
<i>Mésobromion</i>	14 530	4
Prairies siliceuses à annuelles naines	53 940	8
Saussaies à <i>Salix triandra</i>	62 090	4
Autres boisements	89 290	4
Landes médio-européennes à Genêt à balais	122 800	7
Bois de Frênes et d'Aulnes à hautes herbes	153 930	10
Végétation des berges et des bancs de graviers	356 700	8
Forêts galeries de Saules blancs	356 847,9	10
Prairies de fauche des plaines médio-européennes	573 900	10
Bois de Frênes et d'Aulnes des rivières médio-européennes à eaux lentes à cerisiers à grappes	767 200	12
Pâtures	826 835,6	24

Annexe 2 : Liste des espèces de mollusques continentaux observées dans la RNR de la Moselle sauvage lors de l'inventaire de 2017 (FR= statut de l'espèce en France, P = espèce indigène, S = espèce sub-endémique, E = espèce endémique, C = espèce cryptogène, I espèce introduite, J = espèce introduite envahissante).

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	FR
Acroloxidae	<i>Acroloxus lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	Patelline d'Europe	P
Agriolimacidae	<i>Deroceras laeve</i> (O.F. Müller, 1774)	Loche des marais	P
Agriolimacidae	<i>Deroceras reticulatum</i> (O.F. Müller, 1774)	Loche laituse	P
Arionidae	<i>Arion distinctus</i> Mabilie, 1868	Loche glandue	P
Arionidae	<i>Arion fasciatus</i> (Nilsson, 1823)	Loche grisâtre	P
Arionidae	<i>Arion fuscus</i> (O.F. Müller, 1774)	Loche rousse	P
Arionidae	<i>Arion intermedius</i> Normand, 1852	Loche hérisson	P
Arionidae	<i>Arion rufus</i> (Linnaeus, 1758)	Grande loche	P
Arionidae	<i>Arion subfuscus</i> (Draparnaud, 1805)	Loche roussâtre	P
Arionidae	<i>Arion vulgaris</i> Moquin-Tandon, 1855	Loche espagnole	P
Bithyniidae	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	Bithynie commune	P
Boettgeriidae	<i>Boettgerilla pallens</i> Simroth, 1912	Limace du Caucase	C
Camaenidae	<i>Fruticicola fruticum</i> (O.F. Müller, 1774)	Hélice cerise	P
Clausiliidae	<i>Clausilia bidentata bidentata</i> (Strøm, 1765)	Clausilie commune	P
Clausiliidae	<i>Cochlodina laminata laminata</i> (Montagu, 1803)	Fuseau commun	P
Clausiliidae	<i>Macrogaster attenuata lineolata</i> (Held, 1836)	Massue orientale	P
Cochlicopidae	<i>Cochlicopa lubrica</i> (O.F. Müller, 1774)	Brillante commune	P
Cochlicopidae	<i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro, 1838)	Petite brillante	P
Cyrenidae	<i>Corbicula fluminea</i> (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique	J
Discidae	<i>Discus rotundatus rotundatus</i> (O.F. Müller, 1774)	Bouton commun	P
Ellobiidae	<i>Carychium minimum</i> O.F. Müller, 1774	Auriculette naine	P
Ellobiidae	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)	Auriculette commune	P
Euconulidae	<i>Euconulus praticola</i> (Reinhardt, 1883)	Conule brillant	P
Gastrodontidae	<i>Aegopinella nitens</i> (Michaud, 1831)	Luisantine ample	P
Gastrodontidae	<i>Aegopinella nitidula</i> (Draparnaud, 1805)	Grande luisantine	P
Gastrodontidae	<i>Nesovitrea hammonis</i> (Strøm, 1765)	Luisantine striée	P
Gastrodontidae	<i>Zonitoides nitidus</i> (O.F. Müller, 1774)	Luisantine des marais	P
Helicidae	<i>Arianta arbustorum arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	Hélice des bois, Hélice porphyre	P
Helicidae	<i>Cepaea hortensis</i> (O.F. Müller, 1774)	Escargot des jardins	P
Helicidae	<i>Cepaea nemoralis nemoralis</i> (Linnaeus, 1758)	Escargot des haies	P
Helicidae	<i>Helix pomatia</i> Linnaeus, 1758	Escargot de Bourgogne	C
Helicodontidae	<i>Helicodonta obvoluta obvoluta</i> (O.F. Müller, 1774)	Veloutée plane	P
Hygromiidae	<i>Monacha cartusiana</i> (O.F. Müller, 1774)	Petit moine	P
Hygromiidae	<i>Monachoides incarnatus incarnatus</i> (O.F. Müller, 1774)	Moine des bois	P
Hygromiidae	<i>Pseudotrachia rubiginosa</i> (Rossmässler, 1838)	Veloutée rouge	P
Hygromiidae	<i>Trochulus hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	Veloutée commune	P
Limacidae	<i>Limax maximus</i> Linnaeus, 1758	Limace léopard	P
Lymnaeidae	<i>Galba truncatula</i> (O.F. Müller, 1774)	Limnée épaulée	P
Lymnaeidae	<i>Ampullaceana balthica</i> (Linnaeus, 1758)	Limnée commune	P
Lymnaeidae	<i>Stagnicola fuscus</i> (C. Pfeiffer, 1821)	Limnée des marais	P
Oxychilidae	<i>Oxychilus cellarius</i> (O.F. Müller, 1774)	Luisant des caves	P
Physidae	<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Physe voyageuse	I
Planorbidae	<i>Ancylus fluviatilis</i> O.F. Müller, 1774	Patelline des fleuves	P
Planorbidae	<i>Anisus leucostoma</i> (Millet, 1813)	Planorbe des fossés	P
Planorbidae	<i>Anisus vortex</i> (Linnaeus, 1758)	Planorbe tourbillon	P
Planorbidae	<i>Gyraulus albus</i> (O.F. Müller, 1774)	Planorbine poilue	P
Planorbidae	<i>Hippeutis complanatus</i> (Linnaeus, 1758)	Planorbine des fontaines	P
Planorbidae	<i>Planorbarius corneus corneus</i> (Linnaeus, 1758)	Planorbe des étangs	P
Planorbidae	<i>Planorbis carinatus</i> O.F. Müller, 1774	Planorbe carénée	P
Planorbidae	<i>Ferrissia californica</i> (Rowell, 1863)		I
Pristilomatidae	<i>Vitrea crystallina</i> (O.F. Müller, 1774)	Cristalline commune	P
Punctidae	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	Escargotin minuscule	P
Punctidae	<i>Paralaoma servilis</i> (Shuttleworth, 1852)	Escargotin cosmopolite	C

Sphaeriidae	<i>Euglesa compressa</i> (Prime, 1852)	Pisidie d'Amérique	I
Sphaeriidae	<i>Euglesa milium</i> (Held, 1836)	Pisidie des rives	P
Sphaeriidae	<i>Euglesa nitida</i> (Jenyns, 1832)	Pisidie ubiquie	P
Sphaeriidae	<i>Euglesa obtusalis</i> (Lamarck, 1818)	Pisidie de Lamarck	P
Sphaeriidae	<i>Euglesa subtruncata</i> (Malm, 1855)	Pisidie chiendent	P
Sphaeriidae	<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	Cyclade commune	P
Sphaeriidae	<i>Sphaerium lacustre</i> (O.F. Müller, 1774)	Cyclade de vase	P
Succineidae	<i>Oxyloma elegans elegans</i> (Risso, 1826)	Ambrette élégante	P
Succineidae	<i>Oxyloma sarsii</i> (Esmark, 1886)	Ambrette des marais	P
Succineidae	<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)	Ambrette amphibie	P
Succineidae	<i>Succinella oblonga</i> (Draparnaud, 1801)	Ambrette terrestre	P
Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes	J
Truncatellinidae	<i>Truncatellina cylindrica</i> (A. Férussac, 1807)	Maillotin mousseron	P
Valloniidae	<i>Acanthinula aculeata</i> (O.F. Müller, 1774)	Escargotin hérisson	P
Valloniidae	<i>Vallonia costata</i> (O.F. Müller, 1774)	Vallonie costulée	P
Valloniidae	<i>Vallonia excentrica</i> Sterki, 1893	Vallonie des pelouses	P
Valloniidae	<i>Vallonia pulchella</i> (O.F. Müller, 1774)	Vallonie trompette	P
Valvatidae	<i>Valvata cristata</i> O.F. Müller, 1774	Valvée plane	P
Valvatidae	<i>Valvata piscinalis</i> (O.F. Müller, 1774)	Valvée porte-plumet	P
Vertiginidae	<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud, 1801)	Vertigo des marais	P
Vertiginidae	<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)	Vertigo commun	P
Vitrinidae	<i>Phenacolimax major</i> (A. Férussac, 1807)	Semilimace des plaines	P
Vitrinidae	<i>Vitrina pellucida</i> (O.F. Müller, 1774)	Semilimace commune	P