

Colonisation de la Moule quagga *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 (Mollusca, Bivalvia, Myida) sur le lac de Serre-Ponçon (Hautes-Alpes & Alpes-de-Haute-Provence).

Colonization of the quagga mussel *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 (Mollusca, Bivalvia, Myida) on the lake of Serre-Ponçon (Hautes-Alpes & Alpes-de-Haute-Provence).

Damien Combrisson, Parc National des Écrins, service scientifique, Domaine de Charance, 05000 Gap, damien.combrisson@ecrins-parcnational.fr

Reçu le 13 février 2023, accepté le 28 février 2023, publié le 16 mars 2023

Résumé : L'observation de la Moule quagga *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 est avérée pour la première fois en région Provence-Alpes-Côte d'Azur sur le lac de Serre-Ponçon dans la limite Sud du Parc National des Écrins suite à sa découverte le 6 février 2023. Les observations réalisées sur les berges en période d'étiage hivernal mettent en avant la très forte colonisation de cette espèce, dont la population a largement supplanté celle de sa cousine la Moule zébrée *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) présente sur le lac depuis 2011. Cette observation constitue la première donnée pour la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. La forte dynamique de fréquentation estivale du lac de Serre-Ponçon représente un risque majeur pour l'essaimage de cette espèce exotique envahissante. En lien avec les partenaires locaux, l'établissement d'une stratégie sanitaire doit permettre de limiter la colonisation d'autres localités

Mots clés : *Dreissena rostriformis bugensis*, Lac de Serre-Ponçon, Parc National des Écrins, Hautes-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Abstract: The observation of the Quagga mussel *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 is confirmed for the first time in the Provence-Alpes-Côte d'Azur region on the Serre-Ponçon lake in the southern limit of the Ecrins National Park following its discovery on 6 February 2023. Observations made on the banks during the winter low-water period highlight the very strong colonisation of this species, whose population has largely supplanted that of its cousin the Zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), which has been present on the lake since 2011. This observation constitutes the first data for the Provence-Alpes-Côte d'Azur region. The strong dynamics of summer use of the Serre-Ponçon lake represents a major risk for the spread of this invasive exotic species. In association with local partners, the establishment of a sanitary strategy should make it possible to limit the colonisation of other localities.

Keywords: *Dreissena rostriformis bugensis*, Serre-Ponçon Lake, Ecrins National Park, Hautes-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Introduction

La Moule quagga *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 est un bivalve de la famille des Dreissenidae (Gray, 1840) vivant dans les cours d'eau, les lacs et les réservoirs d'eau douce. La coquille mytiliforme dont la taille peut atteindre jusqu'à 35 mm de long, se fixe à partir d'un byssus ventral (Marliere *et al.* 2021). La température de l'eau est l'un des facteurs physiques qui régit sa répartition. La quagga semble affectionner les strates thermiques froides (Mills *et al.* 1996) et, en Amérique du Nord, des températures de l'eau de 28 °C semblent occasionner une mortalité plus importante chez cette espèce que chez la Moule zébrée *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). De ce fait, la profondeur à laquelle vivent les moules varie ainsi en fonction de la température. N'ayant pas de carène comme la Moule zébrée, qui lui permet de s'attacher aux substrats durs, la quagga peut également coloniser des substrats mous. Ainsi, elle est capable de s'implanter sur du sable et des limons sableux à partir de 10 à 30 mètres de profondeur, et sur des sédiments fins (<150 µm) au-delà de 40 mètres de profondeur, jusqu'à des profondeurs de 130 mètres, qui s'accompagne d'un blanchissement du périostacum (Dermott & Munawar 1993 ; Rowe *et al.* 2015).

Trajectoire historique de colonisation

La Moule quagga est originaire du delta du Dniepr (Son 2007) où, depuis 1930, elle a étendu son aire de répartition dans le bassin du Ponto-Azov et de la Volga (Roumanie, Moldavie, Ukraine, Russie) (Orlova *et al.* 2005 ; Zhulidov *et al.* 2010) puis dans les fleuves d'Europe de l'Est (Zhulidov *et al.* 2010). Elle colonise rapidement le Danube en 2004 (Popa et Popa 2006), le Rhin en 2006 (Molloy *et al.* 2007). En Amérique du nord, la Moule quagga s'est rapidement propagée à partir de sa découverte en 1989 sur le lac Érié, colonisant ainsi les lacs Fingers et les rivières Saint-Laurent, Ohio et Mississippi (Mills *et al.* 1996).

En Europe occidentale, elle est observée pour la première fois en 2006 sur un tronçon fluvial du delta du Rhin aux Pays-Bas (Molloy *et al.* 2007), puis en 2009 dans le canal Albert en Belgique (Sablon *et al.* 2010). En 2010, l'espèce est citée pour la première fois en France en Moselle et en Meurthe-et-Moselle (Bij de Vaate & Beisel 2011) et l'année suivante dans le département de la Meuse (Marescaux *et al.* 2012). Dès lors la progression géographique de l'espèce ne cesse de s'étendre ; le Rhin (2014), le bassin versant de l'Escaut (2015), la Saône jusqu'au péage de Roussillon (2016) (Prié & Fruget 2017), Castelnau-le-Lez (2017) et Montpellier

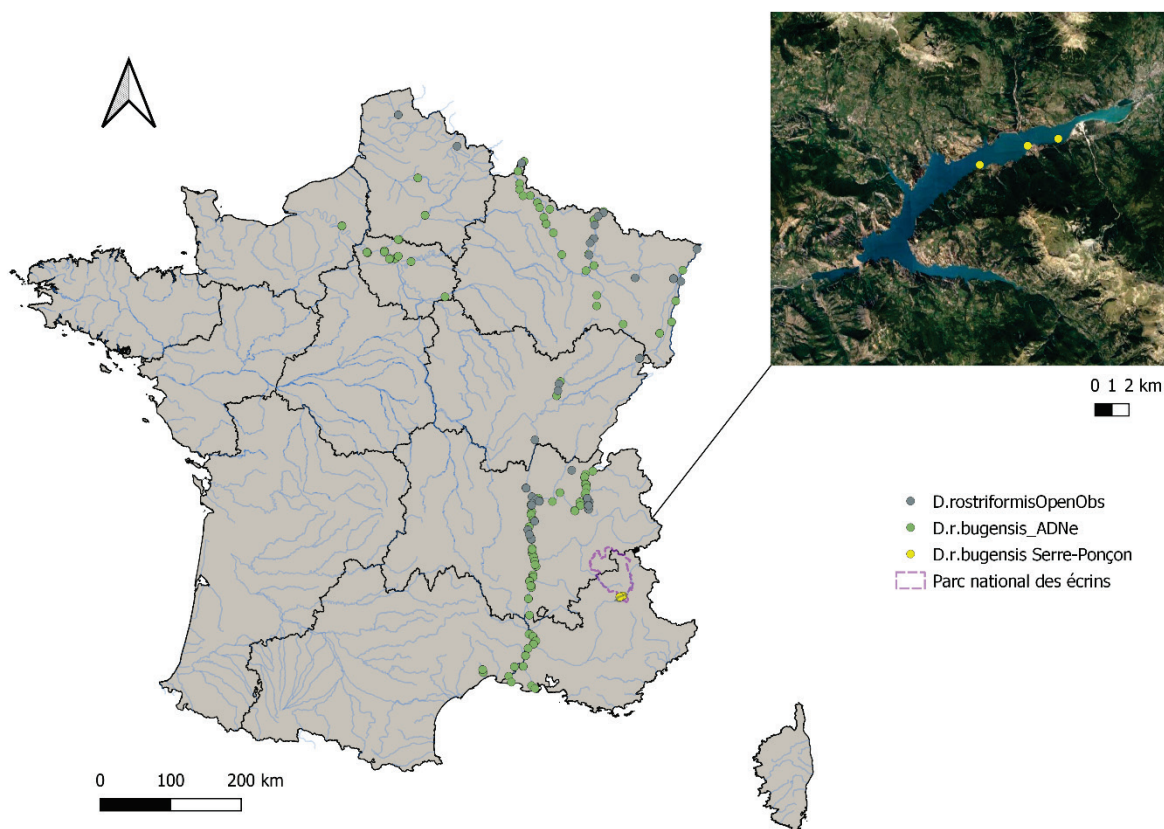


Figure 1 : Localisation des données d'occurrence en France (d'après Prié in press) et localisation des observations de la Moule quagga sur le lac de Serre-Ponçon.

(2018), le lac du Bourget en Savoie (2019), le Pas-de-Calais (2019) et le lac de Nantua en 2022 dans l'Ain (Prié in press) (Figure 1).

L'objet de cet article est de documenter la présence de la Moule quagga sur le lac de Serre-Ponçon. Il apporte des éléments d'appréciation sur la date d'apparition de cette espèce ainsi que sur la dynamique de colonisation

Site et contexte de l'observation

Le lac de Serre-Ponçon est né des travaux conduits d'avril 1957 à novembre 1959, qui ont permis le stockage de 1 272 km³ d'eau, alimenté par la Durance et ses principaux affluents (Guil et Ubaye). La côte de remplissage maximum de 780 m s'étend sur une surface de 28,2 km², faisant du lac la plus importante retenue d'eau artificielle de France métropolitaine (Mahiou & Balland 2003). Avec une profondeur maximum de 90 m, Serre-Ponçon est soumis à un profond marnage lié à un étiage hivernal pouvant dépasser les 50 m; ce qui stérilise les berges et empêche le développement d'une végétation rivulaire (Figure 2). L'ensemble du lac est soumis à la loi littorale, le site est également inscrit pour son intérêt culturel et paysager (Arrêté du 24 Décembre 1969). La partie amont de la branche Durancienne jusqu'à la Chapelle Saint Michel fait partie du territoire d'adhésion du Parc National des Écrins (PNE).

Des Moules quagga ont été observées le 6 février 2023 sur les rives du lac de Serre-Ponçon (Figure 1), à l'occasion d'un inventaire des mollusques continentaux du PNE, conduit depuis 2014 (Combrisson & Maillard 2016). Ce programme se base à la fois sur la collecte d'observation opportuniste (occurrence de taxon), de travaux de recherches spécifiques incluant la malacofaune (marge



Figure 2 : Vue générale sur les essaims de Moules quagga en étiage hivernale sur le lac de Serre-Ponçon – Février 2023 (D. Combrisson-PNE)

glaciaire, litière forestière...) ainsi que des inventaires ciblés sur ce groupe dans les zones à enjeux de connaissance (Réserve intégrale du Lauvitel). La Moule quagga vient s'ajouter à la liste des espèces dulcicoles déjà observées sur le site : l'Anodonte des rivières *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), l'Anodonte des étangs *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758), la Bithynie commune *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758), la Moule zébrée *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), la Limnée épaulée *Galba truncatula* (O.F. Müller, 1774), la Planorbine poilue *Gyraulus albus* (O.F. Müller, 1774), la Planorbine voyageuse *Gyraulus parvus* (Say, 1817), la Limnée conque *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758), la Pisidie robuste *Euglesa casertana* (Poli, 1791), l'Hydrobie des antipodes *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843), la Limnée

commune *Ampullacea balthica* (Linnaeus, 1758) et la Valvée porte-plumet *Valvata piscinalis* (O.F. Müller, 1774).

Bien qu'étant sensiblement différente de la Moule zébrée (Figure 3 et 4), la Moule quagga peut passer inaperçue au sein d'un environnement déjà colonisé par les Dreissenidés, sans un examen attentif en main, si la surface des coquilles est recouverte de limon (Figure 6). Des prélèvements de coquilles au niveau du pont de Savines-le-Lac (44.52782, 6.39909) dont certaines atteignent une taille de 3,2 cm. nous permet d'envisager une implantation probable de l'espèce durant la période 2018-2019 puisque la taille de 3 cm est atteinte à l'âge de 3 ans (Prié 2017).

L'étude d'une laisse de mer composée de débris flottants et de coquilles de Dreissenidés (Figure 6) a permis d'étudier la proportion de chacune des espèces. Ainsi sur 1709 coquilles récoltées le 8 février 2023 au lieu-dit « les eaux douces » (44.53139, 6.42024), seulement 91 d'entre elles

sont des Moules zébrées, soit une proportion de seulement 5,3% des coquilles. Cette substitution rapide entre les deux espèces s'explique par une écologie sensiblement différente, les Moules zébrées ont tendance à se limiter aux parties les moins profondes (moins de 30 m) des lacs, ce qui n'est pas le cas des quaggas qui peuvent aller plus profondément (Mills *et al.* 1996). Au sein des lacs péri-alpins du nord des Alpes, les larves véligères de la Moule quagga sont présentes dans la colonne d'eau pendant la plupart des mois de l'année, tandis que les véligères de la Moule zébrée ne sont présentes que pendant les mois les plus chauds (Haltiner *et al.* 2022). La Moule quagga se développe également plus rapidement et possède un taux d'assimilation plus élevé (Baldwin *et al.* 2002 ; Stoeckmann 2003). La combinaison de ces facteurs permet à la Moule quagga de se reproduire plus tôt et pendant une période plus longue tout au long de l'année, ce qui la rend plus compétitive que la Moule zébrée (Hetherington *et al.* 2019).



Figure 3 : Essaim de Moule zébrée sur le lac de Serre-Ponçon en Décembre 2015 (D. Combrisson-PNE)



Figure 4 : Moule zébrée à gauche et quagga à droite (D. Combrisson-PNE)



Figure 5 : Essaim de Moule quagga sur le lac de Serre-Ponçon – Février 2023 (D. Combrisson - PNE)



Figure 6 : Dreissenidés sur la laisse de mer du lac de Serre-Ponçon – Février 2023 (D. Combrisson-PNE)

Origines et impacts de l'introduction

Tout comme la Moule zébrée, la Moule quagga produit des larves véligères planctoniques, qui peut accidentellement être transportées dans des conditions humides à l'intérieur et à l'extérieur des coques de bateaux, facilitant la dispersion en amont et par voie terrestre (Churchill & Quigley 2018). Non seulement les larves se dispersent, mais les moules adultes peuvent se déplacer sur de courtes distances avec leur pied et se fixer grâce au byssus

à des surfaces dures, y compris des coques de bateaux (Peyer *et al.* 2009). Le genre *Dreissena* est particulièrement prolifique (jusqu'à 1 million d'œufs par an), avec un potentiel d'adaptation rapide reflété par son expansion et son pouvoir de colonisation (Mills *et al.* 1996). La dérive larvaire peut contribuer à sa propagation dans les systèmes fluviaux. Les activités de pêche et de navigation, permettant le transport terrestre ou le mouvement entre les bassins hydrographiques, sont régulièrement cités comme mécanismes de propagation (Benson *et al.* 2023). Sur les lacs

Suisse, le facteur humain a été la principale cause de propagation de l'espèce à partir du transport par bateau de plaisance (De Ventura *et al.* 2016).

D'une manière générale, les Dreissenidés sont considérés comme des ingénieurs de l'écosystème en raison de leur fort impact sur les habitats benthiques et la disponibilité des ressources pour les espèces benthiques et pélagiques (Sousa *et al.* 2009). Comme la Moule zébrée, la quagga est un prodigieux filtre à eau, consommant des quantités substantielles de phytoplancton et de particules en suspension. Ainsi, les Dreissenidés diminuent la source de nourriture pour le zooplancton et modifie ainsi le réseau trophique. Les impacts associés à cette filtration concernent l'augmentation de la transparence de l'eau, la diminution des concentrations moyennes de chlorophylle et l'accumulation de pseudofèces (Claxton & Mackie 1998). L'augmentation de la clarté de l'eau favorise la pénétration de la lumière qui peut provoquer une prolifération de plantes aquatiques et altérer l'ensemble de l'écosystème. Les pseudofèces produites par la filtration de l'eau s'accumulent et créent un environnement fétide. Au fur et à mesure de leur décomposition, l'oxygène est consommé, le pH s'acidifie, et des sous-produits toxiques sont produits. Les Moules quagga en accumulant des polluants organiques dans leurs tissus à des niveaux plus de 300 000 fois supérieurs aux concentrations de leur l'environnement peuvent faire remonter dans la chaîne alimentaire une exposition de la faune aux polluants organiques (Snyder *et al.* 1997). La capacité des Dreissenidés à coloniser rapidement les surfaces dures génère des problèmes économiques importants. Cet encrassement biologique peut obstruer les structures de prise d'eau, réduisant ainsi les capacités de pompage des centrales électriques et de traitement de l'eau. Les activités récréatives sont également touchées ; les quais, les murs de brise-lames, les bouées, les bateaux et les plages sont également colonisés. Plus spécifiquement, la Moule quagga est capable de coloniser à la fois les substrats durs et mous, de sorte que l'impact sur les bivalves natifs telles que les Anodontes peut être particulièrement délétère, se traduisant par une concurrence ou un encrassement biologique (Strayer & Malcom 2007). Cela est d'autant plus préoccupant que l'état de conservation de ces populations est jugé vulnérable en France (Régner *et al.* 2021).

Mesures de prévention

Le lac de Serre-Ponçon joue un rôle majeur dans l'attractivité économique du département des Hautes-Alpes, en accueillant près de 40% de la fréquentation touristique estivale. Pour l'année 2022, il y avait 82 prestataires (location de bateaux, activités nautiques, etc.) en bordure du lac contre 18 en 2008 (Baldy 2022). Le développement et l'augmentation de la fréquentation du lac constituent un facteur majeur probable pour la dispersion de la Moule quagga.

Une fois implantée dans un milieu, la Moule quagga, tout comme sa cousine la Moule zébrée, est pratiquement indélogeable. Si nous ne pouvons que constater la très forte dynamique de colonisation de cette espèce exotique envahissante, il est en revanche possible de mettre en œuvre des mesures de gestion sanitaire afin de limiter l'extension de cette espèce vers d'autres sites. Ces actions comprennent l'information du public sur les risques d'invasion de moules, le nettoyage obligatoire des embarcations et les mesures de contrôle, telle que proposée sur la fiche technique

d'information établie par l'Office fédérale de l'environnement Suisse (OFEV.2019) par exemple.

L'objectif de cette stratégie sanitaire doit être mis en œuvre au niveau local avec le Syndicat mixte d'aménagement et de développement de Serre-Ponçon (SMADESEP), les services départementaux de l'Office français de la biodiversité (OFB), le PNE et le Conservatoire du littoral. Plus largement à l'échelle régionale en collaboration avec l'Agence Régionale pour la Biodiversité et l'environnement (ARBE) pour la prise en compte de cette première mention de la Moule quagga dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur au sein de la stratégie régionale sur les Espèces Animales Exotiques Envahissantes.

Remerciements - Je remercie Xavier Cucherat et Lilian Léonard pour leurs relectures et leurs commentaires avisés ainsi que Vincent Prié pour la relecture et le partage de la synthèse des données d'occurrence de France métropolitaine.

Bibliographie

- Baldwin, B.S., Mayer, M.S., Dayton, J., Pau, N., Mendilla, J., Sullivan, M., Moore, A., Ma, A., Mills, E.L. 2002. Comparative growth and feeding in zebra and quagga mussels (*Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*): Implications for North American lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 680–694.
- Baldy, R. 2022. A Serre-Ponçon, comment les collectivités développent l'économie du lac ? <https://region-sud.latribune.fr/economie/2022-03-28/a-serre-poncon-comment-les-collectivites-developpent-l-economie-du-lac-907165.html>. Consulté le 09 février 2023.
- Benson, A.J., Richerson, M.M., Maynard, E., Larson, J., Fusaro, A., Bogdanoff, A.K., Neilson, M.E., Elgin, A. 2023. *Dreissena bugensis* Andrusov, 1897: U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=95>, Revision Date: 7/19/2022, Consulté le 9 février 2023.
- Bij de Vaate, A., Beisel, J.N. 2011. Range expansion of the quagga mussel *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in Western Europe: first observation from France. *Aquatic Invasions* 6 (Supplement 1): 71-74.
- Churchill, C.J., Quigley, D.P. 2018. Downstream dispersal of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) under different flow conditions in a coupled lake-stream ecosystem. *Biological Invasions* 20: 1113–1127.
- Claxton, W.T., Mackie, G. L. 1998. Seasonal and depth variations in gametogenesis and spawning of *Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis* in eastern Lake Erie. *Canadian Journal of Zoology* 76:2010-2019.
- Combrisson, D., Maillard, D. 2016. État des lieux sur la connaissance de la malacofaune du Parc national des Écrins : l'exemple de l'Embrunais. *MalaCo*, 12 : 12-16.
- De Ventura, L., Weissert, N., Tobias, R., Kopp, K., Jokela, J. 2016. Overland transport of recreational boats as a spreading vector of zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Biological Invasions* 18: 1451–1466.
- Dermott, R.M., Munawar, M. 1993. Invasion of Lake Erie Offshore Sediments by *Dreissena*, and Its Ecological Implications. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50, 2298-2304.

- Haltiner, L., Zhang, H., Anneville, O., De Ventura, L., DeWeber, J.T., Hesselshwerdt, J., Koss, M., Rasconi, S., Rothhaupt, K.-O., Schick, R., Schmidt, B., Spaak, P., Teiber-Siessegger, P., Wessels, M., Zeh, M., Dennis, S.R. 2022. The distribution and spread of quagga mussels in perialpine lakes north of the Alps. *Aquatic Invasions* 17(2): 153–173, <https://doi.org/10.3391/ai.2022.17.2.02>
- Hetherington, A.L., Rudstam, L.G., Schneider, R.L., Holeck, K.T., Hotaling, C.W., Cooper, J.E., Jackson, J.R. 2019. Invader invaded : population dynamics of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) in polymictic Oneida Lake, NY, USA (1992–2013). *Biological Invasions* 21: 1529–1544.
- Mahiou, B., M., Baland, P. 2003 Le barrage de Serre-Ponçon : Retour d'expérience socio-économique de sa construction et évolution de son exploitation multi-usages, *Comité français des barrages et réservoirs*, <https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.barrages-cfbr.eu%2FBackUp%2FInfo%2Fdocumentation%2Ftexte%2Fcol2003%2Fcol2003-s2-p123.pdf>
- Marescaux, J., Bij de Vaate A., Van Doninck K. 2012. First Records of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in the Meuse River. *BiolInvasions Records*, 1 (2): 109-14.
- Marliere, P., Corolla, J.-P., Kupffer, M. 2021. *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897, in: *DORIS*, 07/03/2021 : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/4007>. Consulté le 07 février 2023
- Mills E.L., Rosenberg G., Spidle A.P., Ludyanskiy M., Pligin Y., May B. 1996. A Review of the Biology and Ecology of the Quagga Mussel (*Dreissena bugensis*), a Second Species of Freshwater Dreissenid Introduced to North America. *American Zoologist* 36 (3): 271-286, <https://doi.org/10.1093/icb/36.3.271>
- Molloy D.P., Bij de Vaate A., Wilke T., Giamberini L. 2007. Discovery of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in Western Europe. *Biological Invasions* 9: 871-874.
- OFEV. Office fédérale de l'environnement. 2019 Fiche technique de la Conférence des services de la faune, de la chasse et de la pêche, de l'Université de Bâle et de l'Office fédéral de l'environnement. https://info.vd.ch/fileadmin/canton-communes/No_60/DGE_moules_quagga/Recommandations_especes_exotiques_envahissantes_milieux_aquatiques.pdf
- Orlova, M.I., Thomas W., Therriault, Pavel I. A., & Gregory Kh. Shcherbina. 2005. Invasion ecology of quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*): a review of evolutionary and phylogenetic impacts. *Aquat Ecol* 39, 401–418. <https://doi.org/10.1007/s10452-005-9010-6>
- Peyer, S.M., McCarthy, A.J., Lee, C.E. 2009. Zebra mussels anchor byssal threads faster and tighter than quagga mussels in flow. *Journal of Experimental Biology* 212: 2027–2036.
- Popa O.P., Popa L.O. 2006. The most westward European occurrence point for *Dreissena bugensis* (Andrusov 1897). *Malacologica Bohemoslovaca* 5:3-5
- Prié V., 2017. Naiades et autres bivalves d'eau douce de France. Biotope, Mèze, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 336 p.
- Prié, V., & Fruget J.-F. 2017. Heading south: new records of the invasive freshwater quagga mussel *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in France and further perspectives. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 418: 37.
- Prié, V. (in press). How France was invaded: 170 years of colonisation by freshwater mussels. *Hydrobiologia Spec. Issue Invasive freshwater molluscs*
- Régnier, C., Prié, V., Bernard, Y., Bichain, J.M., Combrisson, D., Cucherat, X., Gargominy O., Lecaplain, B., Léonard, L., Naudon, D., Roy, C., Baraud, L., Jeusset, A., Kirchner, F., Gigot, G. 2021. La Liste rouge des espèces menacées en France - *Chapitre Mollusques continentaux de France métropolitaine - Résultats d'évaluation*. UICN Comité français, OFB & MNHN
- Rowe, M.D., Obenour, D.R., Nalepa, T.F., Vanderploeg, H.A., Yousef, F. and Kerfoot, W.C. 2015. Mapping the spatial distribution of the biomass and filter-feeding effect of invasive dreissenid mussels on the winter-spring phytoplankton bloom in Lake Michigan. *Freshw Biol*, 60: 2270-2285. <https://doi.org/10.1111/fwb.12653>
- Sablou R., Vercauteren T., Jacobs P. 2010. De quaggamosel (*Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897)), een recent gevonden invasieve zoetwatermossel in Vlaanderen. *Antenne* 4(2): 32-36
- Son, M. 2007. Native Range of the Zebra Mussel and Quagga Mussel and New Data on Their Invasions within the Ponto-Caspian Region. *Aquatic Invasions* 2, (3): 174-84.
- Sousa, R., Gutiérrez, J.L. & Aldridge, D.C. 2009. Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers. *Biol Invasions* 11, 2367–2385. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9422-7>
- Snyder, F.L., Hilgendorf, M.B., Garton, D.W. 1997. Zebra Mussels in North America: The invasion and its implications. *Ohio Sea Grant, Ohio State University, Columbus, OH*.
- Stoeckmann, A. 2003. Physiological energetics of Lake Erie dreissenid mussels: a basis for the displacement of *Dreissena polymorpha* by *Dreissena bugensis*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 60(2): 126-134. <https://doi.org/10.1139/f03-005>
- Strayer, D.L., Malcom, H.M. 2007 Effects of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on native bivalves : the beginning of the end or the end of the beginning? *Journal of the North American Benthological Society* 26: 111–122.
- Zhulidov A.V., Kozhara A.V., Scherbina G.H., Nalepa T.F., Protasov A., Afanasiev S.A., Pryanichnikova E.G. 2010. Invasion history, distribution, and relative abundances of *Dreissena bugensis* in the old world: a synthesis of data. *Biological Invasions* 12: 1923-1940. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9641-y>

Les auteurs :

Damien Combrisson est chargé de missions invertébrées au sein du service scientifique du Parc national des Écrins