

## **PSDR4 AQUAVIT - Eléments pour une gestion territoriale des invasions biologiques. Le cas des plantes aquatiques sur les lacs de la façade atlantique en Aquitaine**

**Dehez J.<sup>1</sup>, Tison-Rosberry J.<sup>2</sup>, Anschutz P.<sup>3</sup>, Bertrin V.<sup>2</sup>, Ginelli L.<sup>1</sup>, Le Floch S.<sup>1</sup>, Ribaud C.<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> INRAE, Unité Environnement, Territoires en Transition, Infrastructures et Société, 50 Avenue de Verdun, F-33612 Gazinet

<sup>2</sup> INRAE, Unité Ecosystèmes aquatiques et changements globaux, 50 Avenue de Verdun, F-33612 Gazinet

<sup>3</sup> Université de Bordeaux, CNRS, EPOC, EPHE, UMR 5805, F-33600 Pessac

<sup>4</sup> Bordeaux INP - EA 4592 Géoressources & Environnement, Avenue des Facultés, F-33405 Talence

**Correspondance** : jeoffrey.dehez@inrae.fr

### **Résumé**

Le projet AQUAVIT vise à accompagner l'évolution des modalités de gestion des lacs de la façade Atlantique, en Aquitaine, en tant qu'espaces supports d'activités récréatives et touristiques, confrontés à des enjeux environnementaux liés aux colonisations par les plantes aquatiques invasives. Une démarche pluridisciplinaire, associant les sciences humaines et sociales et les sciences de l'environnement, a été élaborée dans cette optique. Nos résultats invitent à s'éloigner d'une représentation univoque des conséquences potentielles de la présence d'herbiers denses de plantes aquatiques invasives, tout comme à contextualiser les problématiques socio-environnementales de leur développement. Sur cette base, nous dessinons plusieurs pistes pour une approche à caractère territorial de la gestion des phénomènes d'invasions biologiques.

**Mots-clefs** : Plantes aquatiques invasives, Lacs, Loisirs de nature, Pluridisciplinarité

### **Abstract: Territorial management of Aquatic Invasive Species in French South Western Lakeshores**

AQUAVIT project aims to support the management of aquatic invasive plants in French South Western lakeshores. Such lakes are attractive recreational and tourist areas, and confronted with environmental issues related to colonization by invasive aquatic plants. The project develops a multidisciplinary approach combining social sciences and environmental sciences. Our results shows the necessity to move away from a univocal representation of the potential consequences of the presence of dense mats of invasive aquatic plants, as well as to contextualize the socio-environmental associated issues. As a corollary, our research provides insights on how to build a territorial management of biological invasion, as opposed to the dominant "top-down" and/or "command and control" strategies, which are still widely used in this sector, but whose limits are becoming increasingly apparent.

**Keywords**: Invasive aquatic plants, Lakeshores, Outdoor recreation, Pluridisciplinarity

## Introduction

Définies comme « l'introduction volontaire ou involontaire par l'homme, d'espèces animales ou végétales, en des lieux où elles n'existent pas normalement »<sup>1,2</sup>, les invasions biologiques constituent, aujourd'hui, la deuxième source d'érosion de la biodiversité dans le monde (Bellard *et al.*, 2016). En milieu aquatique, les plantes exotiques à caractère envahissant sont présentes dans toutes les régions tempérées (Murphy *et al.*, 2019), avec des taux de croissance élevés et des modalités de dispersion rapide (Gillard *et al.*, 2017). Différentes problématiques d'ordre écologique sont en lien avec ces plantes, telle que la diminution de la biodiversité végétale et animale (Miranda et Hodges, 2000) ou la compétition avec les espèces autochtones (Raun *et al.*, 2010). Leurs effets sont tout autant d'ordre sanitaire et économique, sachant que les activités humaines (commerce, tourisme) ne sont pas étrangères à la multiplication des foyers d'invasion (Coetzee *et al.*, 2009 ; Bruckerhoff *et al.*, 2015 ; Cole *et al.*, 2016).

C'est le cas notamment des lacs de la façade atlantique en Aquitaine, qui sont confrontés depuis plus de quarante ans, au développement d'espèces jugées trop « envahissantes » (Dutartre et Oyarzabal, 1993). Quatre plantes font l'objet d'une attention particulière : *Ludwigia spp.*, *Lagarosiphon major*, *Egeria densa* et *Myriophyllum aquaticum*. Si les efforts déployés par les gestionnaires, élus et scientifiques ont fait de la Nouvelle Aquitaine une région pionnière en la matière, on reconnaît également que les principales avancées ont été obtenues sur les techniques et la cartographie des plantes (Dutartre, 1984 ; Dutartre, *et al.*, 1997 ; Bertrin *et al.*, 2013 ; Bertrin *et al.*, 2017), et que les attentes actuelles portent au moins autant sur des questions d'ordre organisationnel et institutionnel (Menozzi, 2006 ; Dutartre et Menozzi, 2008).

Le projet de recherche PSDR4 AQUAVIT (Quand les plantes aquatiques invasives transcendent les frontières des lacs aquitains) fut donc imaginé dans ce contexte. Il vise à accompagner l'évolution des modalités de gestion des grands lacs aquitains, en tant qu'espaces supports d'activités récréatives et touristiques, confrontés à des enjeux environnementaux liés aux colonisations par les plantes aquatiques invasives.

Dès sa construction, le projet AQUAVIT a affiché une ambition pluridisciplinaire forte, assise sur une démarche analytique commune. L'hypothèse de départ était que le modèle dominant (celui de « la mauvaise plante au mauvais endroit au mauvais moment ») aurait montré ses limites (Robbins, 2004), pour les acteurs de terrain comme pour les scientifiques, et qu'il y aurait ainsi un éloignement d'une vision quantitative et mesurable, strictement centrée sur la plante (distribution et biomasse des plantes), en direction d'une approche plus qualitative et relationnelle (Barker, 2008), centrée sur les relations entre la plante et son environnement, au niveau écosystémique aussi bien que social. Cette proposition a été déclinée au sein des différentes familles disciplinaires engagées dans le projet, ouvrant sur des postures scientifiques critiques et innovantes (Head, 2017 ; Head *et al.*, 2014 ; Barker, 2008).

Pour ce faire, plusieurs méthodes ont été déployées avec, entre autres, des enquêtes (qualitatives et quantitatives) auprès des acteurs, des études socio-historiques basées sur des analyses de documents, mais aussi des prélèvements et mesures biologiques et physico-chimiques *in situ*, ainsi que des manipulations en laboratoire. Le croisement de ces regards et de ces méthodes constitue une richesse indéniable du projet.

Dans le même temps, AQUAVIT a tiré profit d'une dynamique partenariale scientifique et technique bien établie. Sous l'impulsion des travaux pionniers du Cemagref, les premières recherches sur le sujet ont été initiées dans les années quatre-vingt et se sont poursuivies depuis lors, souvent avec une étroite collaboration des partenaires institutionnels (Bertrin *et al.*, 2014). Sur le plan scientifique, le projet AQUAVIT rassemblait un consortium pluridisciplinaire inédit, associant deux unités de recherche INRAE, le Laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux et l'équipe d'accueil Géoressources & Environnement de l'Institut Polytechnique de Bordeaux. L'unité ETBX INRAE apportait ses compétences en sciences

<sup>1</sup> <https://www.iucn.org/theme/species/our-work/invasive-species>

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.html)

sociales (géographie, sociologie, économie), appliquées aux thématiques de l'environnement et des usages de nature. L'unité EABX INRAE, le laboratoire EPOC et l'équipe Géoressources & Environnement ont couplé l'écologie et la biogéochimie. A partir de là, la stratégie a consisté à progressivement s'ouvrir vers de nouveaux intervenants, le plus souvent à l'échelon local, voire issus d'autres secteurs (tourisme, loisirs, sports de nature). La mise en relation de, et avec, ces nouveaux acteurs, peu ou pas connus des gestionnaires traditionnels, constitue une autre valeur ajoutée du projet.

## 1. Principaux résultats

### 1.1 Les espèces invasives, une catégorie « souple »

Tout d'abord, notre recherche met en évidence une faiblesse des repères institutionnels classiques. En particulier, la réglementation sur les plantes invasives est, sinon peu présente, à tout le moins ignorée ou non appliquée. Cette situation incite les acteurs à se tourner vers d'autres cadres (la protection des espaces naturels, la régulation des eaux...) qui intègrent *de facto* d'autres objectifs que celui de la lutte contre les invasions biologiques, et avec lesquels il va nécessairement falloir composer. Pour les personnes rencontrées, les « invasives » ne constituent pas une catégorie fixe et bien délimitée. Entre autres, ni le critère de l'allochtonie, ni la distinction naturel / anthropique ne sont jugés pertinents (Le Floch et Ginelli, 2021). Les plantes sont fondamentalement ambivalentes. Par exemple, des pêcheurs peuvent les juger gênantes pour leur pratique et favorables à la reproduction des poissons. Certains baigneurs y voient un danger alors qu'aucun risque, ni accident, n'a été observé à ce jour (Dehez, 2020). La nature de ces usages du lac ne joue pas que sur la perception des impacts. Leur influence se fait de nouveau sentir au moment où nos enquêtés se prononcent sur les mesures à adopter, ou même quant à leur propension à s'impliquer sur le terrain (Dehez et Lyser, 2021). De telles formes souples de catégorisation intègrent pleinement le caractère imprévisible et rapide des phénomènes d'extension végétale, y compris les disparitions « inexplicables » et brutales. Elles ont aussi un caractère spatialisé. A Aureilhan par exemple, lieu où fût menée notre enquête quantitative auprès de 323 personnes, les habitants qui vivent à proximité du lac affichent une connaissance des plantes, et des modes d'information (entourage personnel, presse régionale) auxquels les touristes ont difficilement accès (Dehez, 2020). Dans l'immense majorité des réponses, l'éradication est rarement le but premier (Dehez, 2020 ; Le Floch et Ginelli, 2021). Nos entretiens révèlent des objectifs modestes et variés qui aboutissent à des compromis nombreux. Déclinés très diversement sous la bannière du « vivre avec », ils correspondent à des situations où les relations renégociées entre les plantes, le milieu et les humains sont jugées satisfaisantes : réduire la mobilité des plantes en sensibilisant les propriétaires de bateau au rôle de leurs hélices dans cette mobilité ou bien en installant une grille sur une écluse, maintenir un herbier à une densité « acceptable » en faucardant. Les objectifs s'inscrivent souvent dans une philosophie d'interventions « à la carte » et toujours dans un souci de ne pas provoquer de dégâts collatéraux en programmant de trop lourdes interventions (dragage de plantes et de sédiments...). Ainsi, nos entretiens suggèrent que si la « guerre totale » contre les invasives ne peut être gagnée, il n'en existe pas moins sur le terrain, au quotidien, de nombreuses « petites batailles victorieuses » (Le Floch et Ginelli, 2021).

### 1.2 L'influence des conditions naturelles

Nos résultats en bio-géochimie sont une autre invitation à s'éloigner d'une représentation univoque de la présence d'herbiers d'invasives. D'un point de vue écosystémique, il est vrai que la présence d'herbiers denses diminue l'hydrodynamisme local (courants, vagues) et engendre le dépôt de vases organiques dans les premiers centimètres du sédiment sableux (Charbonnier et Anschutz, sous presse). Ceci signifie que les surfaces colonisées par les plantes sont très réactives : les plantes assimilent et stockent des nutriments dans leur biomasse, mais elles en amplifient le recyclage à l'échelle du lac. Pour le lac de Parentis-Biscarrosse, ces surfaces colonisées présentent les flux d'azote et de phosphore du sédiment

vers la colonne d'eau les plus soutenus comparé aux autres surfaces sédimentaires du lac. Les résultats indiquent également que les processus couplés de production et de dégradation de la biomasse se déroulent très rapidement au sein des herbiers de plantes invasives. Très probablement, les nutriments générés en surplus dans les sédiments colonisés par les plantes n'impactent pas le reste du lac, car tous les nutriments sont piégés sous forme de biomasse végétale très rapidement.

De plus, les mesures effectuées dans la colonne d'eau montrent que l'oxygénation au sein des herbiers denses d'hydrophytes (plantes strictement aquatiques) invasives est fortement influencée à la fois par la présence de ces plantes et par l'hydrodynamisme local. Les résultats obtenus dans les herbiers présents dans les lacs de Lacanau et de Parentis-Biscarrosse sur des cycles jour/nuit (Ribaud *et al.*, 2018 ; Ribaud *et al.*, 2021) montrent que, dans les conditions locales et sur la base de prélèvements ponctuels, les variations de l'oxygène entre le jour (photosynthèse) et la nuit (respiration) ne sont pas perceptibles. Dans plusieurs cas, la colonne d'eau est bien oxygénée même en présence d'un herbier dense, et même pendant la nuit. Aussi, ces mesures de l'oxygénation associées à la modélisation de l'hydrodynamisme local (exposition aux vents et aux vagues) au sein des herbiers et leur périphérie, indiquent que les lacs étudiés sont bien oxygénés durant la majeure partie de l'année dans toutes les stations étudiées durant le projet. En dépit d'une biomasse importante de plantes, la libération d'oxygène par la photosynthèse des macrophytes, couplée au brassage de l'eau, est suffisante à maintenir de très bonnes conditions d'oxygénation dans ces lacs. Les épisodes d'hypoxie et d'anoxie sont cependant présents, en présence des plantes, mais également en leur absence, car les conditions hydrodynamiques (zones à l'abri du vent vs zones exposées) jouent un rôle déterminant dans la teneur d'oxygène présent dans les herbiers. Une conclusion importante de notre approche écosystémique montre donc le rôle majeur des conditions locales, en particulier l'hydrodynamisme lié au vent, dans l'impact des herbiers d'invasives sur l'oxygénation de l'eau (Ribaud *et al.*, 2021).



**Figure 1:** Jussie (*Ludwigia spp*) à Aureilhan dans les Landes. Crédit : J.Dehez

### 1.3 Les leviers de la coordination

Si une telle hétérogénéité institutionnelle et environnementale pourrait être perçue comme un obstacle à la coordination, nous avons observé qu'elle était susceptible de créer des intervalles, desquels émergeaient des expériences originales. Dans AQUAVIT, nous nous sommes intéressés tout particulièrement aux expériences où sont impliqués des pratiquants de loisirs (Dehez, 2021). En général, ces individus sont membres d'associations de pêche, de chasse, de plaisance ou de riverains. Une analyse approfondie des chantiers de gestion, par des méthodes quantitatives et qualitatives, a permis d'identifier plusieurs caractéristiques récurrentes. Tout d'abord, ces initiatives mettent en valeur les compétences opérationnelles des usagers, pour mener à bien des actions précises, requérant une main

d'œuvre de qualité, à l'instar des chantiers d'arrachages manuels de la Jussie sur les rives des lacs. Une telle contribution est hautement appréciée des gestionnaires, qu'ils jugent donner de « *très très bons résultats* ». Elle est d'autant plus importante qu'elle trouve à s'appuyer sur une autre compétence, de type relationnelle, autrement dit, la capacité qu'ont certains acteurs à emmener, avec eux, d'autres adhérents et sympathisants. Comme le dit cette représentante d'une association de chasse dans les Landes : les bénévoles « *c'est des gens qui nous connaissent très bien. Ils connaissent notre action. Ils viennent, je vais pas dire pour nous, mais parce que c'est nous* ».

Par contre, il semblerait que les attributions demeurent encore relativement spécialisées. Ainsi, il est rare (environ 10% de nos observations) que d'autres prestataires (collectivités locales, entreprises privées, associations d'insertion ou public scolaire), interviennent sur le terrain quand les pratiquants de loisirs le font. Quant aux compétences expertes et créatives, autrement dit celles qui vont guider les choix techniques, on doit reconnaître qu'elles restent encore très souvent du ressort des gestionnaires traditionnels du milieu (techniciens, responsables d'espaces protégés), ce qui convient à certains bénévoles, par ailleurs.

Enfin, cette analyse des chantiers de gestion souligne combien les interventions des pratiquants de loisirs sont localisées. Elle se manifestent en priorité sur les endroits où leurs activités sont directement impactées, sans que cela constitue, pour autant, une condition suffisante<sup>3</sup>. La moitié des usagers récréatifs interviewés sont impliqués dans un seul chantier, alors que certains des techniciens que nous avons rencontrés interviennent dans plus d'une quinzaine. De plus, les chantiers auxquels contribuent les pratiquants de loisirs sont, en moyenne, plus petits et moins longs (sur une année) que les autres, ce qui témoigne de la difficulté à maintenir les efforts dans le temps. Pour autant, ces opérations sont parfois parmi les plus anciennes de la Région. A bien des égards, un tel « recentrage » de l'attention complique la mise en relation entre les sites que l'on serait en droit d'attendre, eu égard notamment à la capacité des plantes à se déplacer (Menozzi et Dutartre, 2007).

## 2. Contribution au développement territorial

Une des conclusions majeures du projet AQUAVIT réside bien dans l'affirmation de la nécessaire territorialisation de la gestion des plantes invasives. Cette position invite à s'éloigner des solutions toutes faites (Nuñez et Pauchard 2010), induites par des logiques de type « top-down » et/ou « command and control », encore largement répandues, mais dont on perçoit de plus en plus les limites (John *et al.*, 2006; Epanchin-Niell *et al.*, 2010 ; Ervin et Frisvold, 2016).

### 2.1 Soutenir les actions collectives

Pour cela, nos travaux apportent des informations précieuses sur la nature de ces actions collectives et collaboratives, dont la diversité et la flexibilité serait plus à même d'embrasser les enjeux soulevés par les invasions biologiques (John *et al.*, 2006 ; Epanchin-Niell *et al.*, 2010 ; Graham *et al.*, 2019). Notre analyse confirme l'effet positif du soutien financier sur ces chantiers collectifs, sans lequel les interventions ne pourraient vraisemblablement pas atteindre, et maintenir durablement, des niveaux d'intervention suffisants (Dehez, 2021). De même, la mise en évidence de représentations et de perceptions étroitement liées aux pratiques et aux expériences individuelles des lieux (Le Floch et Ginelli, 2021) invite à reconsidérer la nature des messages et des politiques d'information à caractère (trop) général.

---

<sup>3</sup> Dans les ports de plaisance par exemple, les interventions techniques sont généralement réalisées par des prestataires extérieurs. S'il s'agit effectivement d'opérations lourdes pour lesquelles les plaisanciers ne sont pas équipés, on ne peut non plus nier que le système de redevances annuelles dont ils s'acquittent placent *de facto* les échanges sur un mode de consommation marchande.

## 2.2 Repenser les échelles d'intervention

Les échelles de l'intervention ne sauraient être fixées *a priori* (par des critères physiques ou administratifs) car elles sont, pour partie, construites par les acteurs eux-mêmes. Les réseaux sociotechniques doivent être soutenus et encouragés (via des réunions techniques par exemple) car ces proximités professionnelles restent, aujourd'hui, la meilleure façon de tisser des liens entre des initiatives focalisées sur des enjeux locaux (Dehez, 2021). Les utilisateurs finaux (usagers, entreprises de loisirs, associations...) sont fréquemment inscrits dans des conflits d'usages, qui ne leur permettent pas de tenir ce rôle. Si le principe d'une intervention conçue à une échelle régionale, souhaitée par certains acteurs, ne doit pas totalement être rejeté, celui-ci doit être appréhendé avec précaution et ne pourra se faire sans une connaissance fine des constructions et organisations locales, ainsi que des problématiques écologiques locales avérées. Car même lorsque les professionnels de la gestion parviennent à coordonner plusieurs actions collectives locales, ceux-ci n'hésitent pas à sortir des cadres d'intervention qui leur sont, en théorie, attribués.

## 2.3 Accompagner l'ouverture aux nouveaux intervenants

Ouvrir la gestion au plus grand nombre est loin d'être neutre et ne saurait se résumer à la captation d'une main d'œuvre bon marché<sup>4</sup>. Le travail, ressource essentielle dans ce domaine, n'est absolument pas un facteur générique et interchangeable. Faire appel à des pratiquants de loisirs, qui entretiennent un rapport particulier aux lacs, va forcément conditionner la nature des opérations qui vont être déployées.

L'interconnaissance entre ces acteurs issus d'univers distincts (environnement, aménagement, loisirs, tourisme) doit être renforcée, afin d'aller plus loin dans le processus de co-production. Nos entretiens ont mis à jour les relations parfois conflictuelles, entre des usagers qui ont du mal à partager l'espace, mais aussi entre ces acteurs, et ceux en charge de la gestion des plantes invasives, d'aucun souhaitant une « mise en défens » des sites patrimoniaux tandis que d'autres espèrent, au contraire, plus d'ouverture et de mobilité.



**Figure 2** : Arrachage d'*Egeria Densa* à Lacanau en Gironde. Crédit : J.Dehez

Enfin, plusieurs absences restent remarquables : les entreprises des sports de nature par exemple, alors que ces derniers peuvent constituer des précieux relais auprès de leur clientèle. Il y a aussi la majorité des pratiquants qui profitent du lac dans un cadre libre et non associatif, et qui sont, de ce fait, beaucoup plus difficiles à contacter. Nos enquêtes ont pourtant mis à jour, chez ceux-ci, une volonté non négligeable de contribuer à l'effort collectif (Dehez et Lyser, 2021).

<sup>4</sup> du *cheap labor* pour reprendre l'expression de Pagès *et al.* (2019)

## Conclusion

Au-delà de la question des invasions biologiques, les recherches développées au sein du projet AQUAVIT nourrissent une réflexion plus générale, sur l'analyse des problèmes environnementaux contemporains (Liu *et al.*, 2007). Le croisement pluridisciplinaire est généralement présenté comme un atout, voire une condition nécessaire à l'étude de ces phénomènes complexes (Larrue, 2008). Cependant, si l'on insiste souvent sur l'intérêt d'accorder une plus grande place aux sciences sociales (Shackleton *et al.*, 2019), nous pensons que ces expériences sont également une occasion de réfléchir à une meilleure intégration des processus écologiques au sein des Sciences Humaines, en particulier dans les approches territoriales, lesquelles, reconnaissons-le, n'abordent ces sujets, qu'à la marge (Beurain et Longuépée, 2006 ; Torre et Zuideau, 2009 ; Dehez et Banos, 2017).

Le travail mené dans AQUAVIT nous rappelle que la matérialité des processus et que l'espace (géographique) comptent. Dans ce projet, nous l'avons vu à travers l'effet des contextes physico-chimiques et écologiques, aux types de plantes, aux effets de ces plantes sur les usages, ainsi qu'à leur dispersion potentielle *via* des réseaux hydrologiques. Ces facteurs naturels ne font pas que mettre les acteurs en relation (Beurain et Longuépée 2006), ils jouent également sur la construction des représentations, des attitudes et, *in fine*, des organisations et des institutions.

Les analyses territoriales ont tout à gagner à s'ouvrir à ces questionnements. Dans AQUAVIT, nous avons d'ailleurs montré qu'elles se prêtaient parfaitement aux croisements entre les Sciences Humaines et Sociales, et les Sciences de l'Environnement, puisque c'est bien autour de la nécessaire « contextualisation » de la gestion du problème que les partenaires (scientifiques et socio-économiques) se sont retrouvés.

## Remerciements

Les études présentées dans cet article ont reçu le soutien financier accordé par le 4e programme PSDR (INRAE, Région Nouvelle Aquitaine) dans le cadre du projet « AQUAVIT ».

L'ensemble des publications relatives aux 33 projets du programme PSDR4 est consultable : <https://www.psd.fr/>

## Références bibliographiques

- Barker K., 2008. Flexible boundaries in biosecurity: accommodating gorse in Aotearoa New Zealand. *Environment and Planning A*, 40, p.1598-1614.
- Beurain C., Longuépée J., 2006. Dynamique territoriale et proximités environnementale : le cas du risque d'inondation. *Développement durable et Territoires [en ligne]*, 7, mis en ligne le 10 mai 2006. DOI: 10.4000/developpementdurable.2612.
- Bellard C., Cassey P., Blackburn T.M., 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*, 12(20150623).
- Bertrin V., Boutry S., Dutartre A., Lambert E., 2013. Communautés de Characées des lacs médocains (Sud-Ouest de la France). Éléments d'écologie et de distribution: Characeae communities in the Medoc area lakes (South-West France). Elements of ecology and distribution. *Acta Botanica Gallica: Botany letters*, 160, p.131-140.
- Bertrin V., Boutry S., Jan G., Ducasse G., Gricoletto F., Ribaud C., 2017. Effects of wind-induced sediment resuspension on distribution and morphological traits of aquatic weeds in shallow lakes. *Journal of Limnology*, 76, p.84-96.
- Bruckerhoff L., Havel J., Knight S., 2015. Survival of invasive aquatic plants after air exposure and implications for dispersal by recreational boats. *Hydrobiologia*, 746(1), p.113-121.

- Charbonnier C., Anschutz P., sous presse. Nouvelles connaissances sur le fonctionnement biogéochimique des grands lacs landais, in Agence de l'Eau Adour Garonne, *La chaîne des lacs et étangs du littoral aquitain*. Presses universitaires de Bordeaux.
- Coetzee J.A., Hill M.P., Schlange D., 2009. Potential spread of the invasive plant *Hydrilla verticillata* in South Africa based on anthropogenic spread and climate suitability. *Biological Conservation*, 11, p.801-812.
- Cole E., Keller R.P., Garbach K., 2016. Assessing the success of invasive species prevention efforts at changing the behaviors of recreational boaters. *Journal of Environmental Management*, 184, p.210-218.
- Dehez J., 2021. Engager les pratiquants de loisirs dans la gestion des invasions biologiques: une co-production territoriale, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [en ligne]*, 21(2)
- Dehez J., 2020. Etude de fréquentation sur le lac d'Aureilhan (Landes) - Partie I: Les pratiques et les attentes, INRAE, Bordeaux.
- Dehez J., Lyser S., 2021. Willingness to participate in the control of biological invasion by recreational users of freshwater lakes. In Aas O., Breiby M., Selvaag S., Eriksson P., Børrestad B.(eds), The 10th MMV Conference: Managing outdoor recreation experiences in the Anthropocene – Resources, markets, innovations. – MINA fagrapport 73, Lillehammer, Norway, p.38-39.
- Dutartre A., 1984. Données préliminaires sur les macrophytes immergées du lac de Biscarosse-Cazaux-Sanguinet (Aquitaine). *Revue française des sciences de l'eau*, 3, p.409-419.
- Dutartre A., Leveau D., Moreau A., 1997. Suivi du développement des plantes aquatiques exotiques: propositions d'interventions-Lac de Cazaux-Sanguinet et de Parentis-Biscarosse: campagne 1997, Rapport scientifique Cemagref,
- Dutartre A., Oyarzabal J., 1993. Gestion des plantes aquatiques dans les lacs et étangs landais. *Hydrologie Appliquée*, 5, p.43-60.
- Epanchin-Niell R.S., Hufford M.B., Asian C.E., Sexton J.P., Port J.D., Waring T.M., 2010. Controlling invasive species in a complex social landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, p.210-216.
- Ervin D.E., Frisvold G.B., 2016. Community-based approaches to herbicide resistant weed management: lessons from science and practices. *Weed Science*, 64, p.609-626.
- Gillard M., Thiébaud G., Deleu C., Leroy B., 2017. Present and future distribution of three aquatic plants taxa across the world: decrease in native and increase in invasive ranges. *Biological Invasions*, 19(7), p.2159-2170.
- Graham S., Metcalf A.L., Gill N., Niemiec R., Moreno C., Bach T., Ikutegbe V., Hallstrom L., Mao Z., Lubeck A., 2019. Opportunities for better use of collective action theory in research and governance for invasive species management. *Conservation Biology*, 33(2), p.275-287.
- John D., Wu C., Horta K., Bell R.G., Kathuria V., Schuren A., 2006. Top-down, grassroots, and civic environmentalism: three ways to protect ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(45-51).
- Larrue S., 2008. Les plantes envahissantes en Polynésie française : un exemple d'approche de la complexité en science de l'environnement. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [en ligne]*, 8(2), octobre 2008, mis en ligne le 09 avril 2014. DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.5513>
- Le Floch S., Ginelli L., 2021. The victorious battles of the lost war against aquatic invasive plants. 'Fluid' categories and multiple forms of management. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 46(6), p.747-762.
- Liu J., Dietz T., Carpenter M., Alberti C., Folke C., Moran E., Pell A.N., Deadman P., 2007. Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317, p.1513-1516.
- Menzio M.J., Dutartre A., 2007. Gestion des plantes envahissantes: limites techniques et innovation socio-techniques appliquées au cas de la Jussie. *Ingénieries - EAT*, 49, p.49-63.
- Miranda L.E., Hodges K.B., 2000. Role of aquatic vegetation coverage on hypoxia and sunfish abundance in bays of a eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, 427(1), p.51-57.



Murphy K., Efenov A., Davidson T.A., Molina-Navarro E., Findanza K., Betiol T., Chambers P., Grimaldo T., Martins S., Springuel I., Kenny M., Mormul R., Dibble E., Hofstra D., Lukacs B., Gebler D., Baastrup-Spohr L., Urrustia-Estrada J., 2019. World distribution, diversity and endemism of aquatic macrophytes. *Aquatic Botany*, 158(103127).

Núñez M.A., Pauchard A., 2010. Biological invasions in developing and developed countries: does one model fit all? *Biological Invasions*, 12, p.707-714.

Pagès M., Fischer A., van der Wal R., Lambin X., 2019. Empowered communities or "cheap labour"? Engaging volunteers in the rationalised management of invasive alien species in Great Britain. *Journal of Environmental Management*, 229, p.102-111.

Raun A.L., Borum J., Sand-Jensen K., 2010. Influence of sediment organic enrichment and water alkalinity on growth of aquatic isoetid and elodeid plants. *Freshwater Biology*, 55(1891-1904).

Ribaudo C., Tison-Rosebery J., Buquet D., Jan G., Jamoneau A., Abril G., Anschutz P., Bertrin V., 2018. Invasive Aquatic Plants as Ecosystem Engineers in an Oligo-Mesotrophic Shallow Lake. *Frontiers in Plant Science*, 9(1781 (december 2018)).

Ribaudo C., Tison-Rosebery J., Eon M., Jan G., Bertrin V., 2021. Wind Exposure Regulates Water Oxygenation in Densely Vegetated Shallow Lakes. *Plants*, 10(7)(1269).

Robbins P., 2004. Comparing invasive networks: cultural and political biographies of invasive species. *Annals of the Association of American Geographers*, 91, p.637-659.

Shackleton R.T., Larson B.M.H., Novoa A., Richardson D.M., Kull C.A., 2019. Editorial - The human and social dimensions of invasion science and management. *Journal of Environmental Management*, 2019(229).

Torre A., Zuideau B., 2009. Les apports de l'économie de la proximité aux approches environnementales: inventaires et perspectives, *Nature Sciences et Sociétés*, 17, pp.349-360.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son DOI)