

## Des îles artificielles flottantes végétalisées permettent-elles de soutenir la biodiversité de la macrofaune aquatique (poissons et macro-invertébrés) dans les écosystèmes lacustres impactés par un marnage artificiel ?



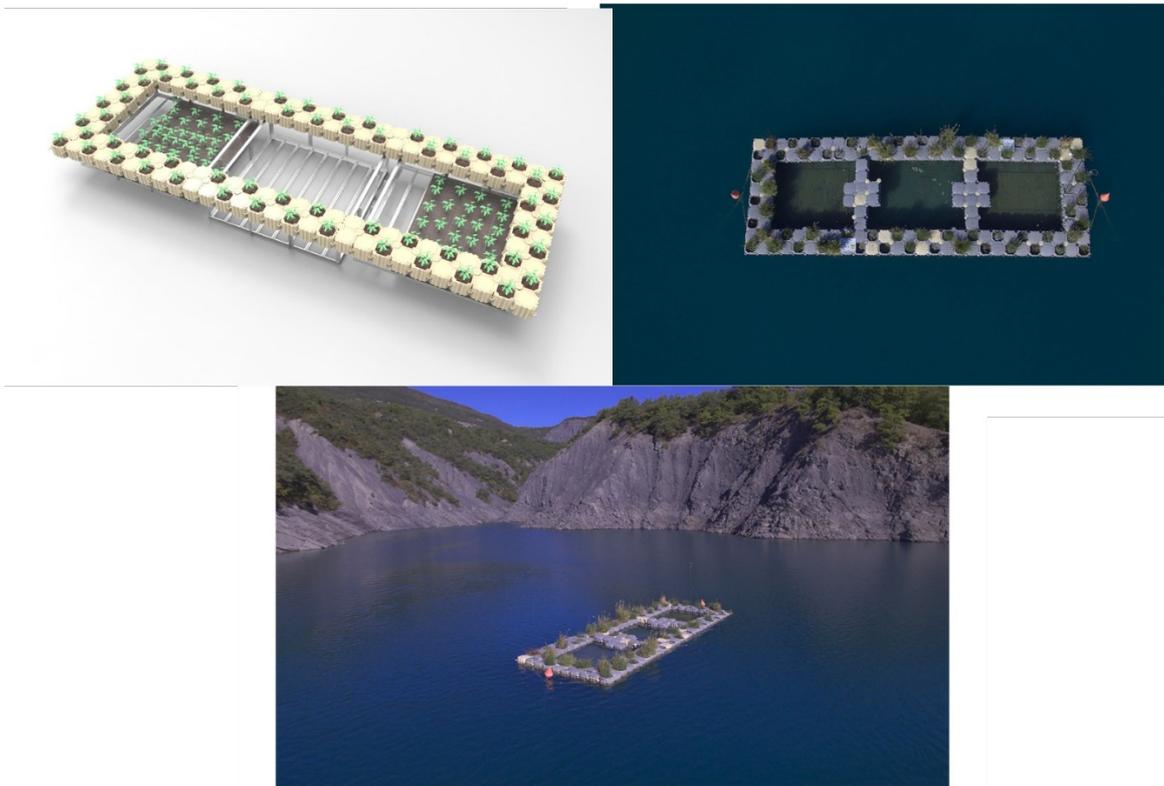
### Contexte

Les écosystèmes lacustres présentent un fort intérêt pour l'Homme, de par les ressources en eau qu'ils représentent mais également de par leur importante biodiversité terrestre et aquatique, qu'elle soit directement exploitable ou non. La dépendance des activités humaines pour ces milieux a ainsi conduit à l'artificialisation de nombreux lacs naturels et à la création d'une multitude de retenues artificielles (par exemple 79% des plans d'eau de plus de 50 ha sont artificiels en France). Au sein de ces écosystèmes, les zones littorales sont des milieux de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques qui concentrent une grande diversité d'habitats, une importante biodiversité et de très nombreux processus biogéochimiques essentiels (Schmieder, 2004 ; Strayer et Findlay, 2010). Ces caractéristiques font des zones littorales d'importantes pourvoyeuses de services écosystémiques et des milieux d'une très grande valeur écologique (Strayer et Findlay, 2010). Toutefois ces zones sont particulièrement soumises à la destruction de leurs habitats (Lorentz et al., 2017) et ce type d'altération est connue pour être la première cause d'érosion de la biodiversité en milieu aquatique (Collen et al., 2014). Une de causes principales de ces dégradations, est l'utilisation des ressources en eau (hydroélectricité, eau potable, irrigation). En effet, celle-ci peut conduire à une très forte amplification des variations de niveau d'eau et entraîner un marnage artificiel qui déconnecte les rives de la zone eulittorale, et appauvrit la qualité et la diversité des habitats disponibles. De très nombreux peuplements biologiques et services écosystémiques peuvent ainsi être impactés (Gasith & Gafny, 1990 ; Casanova & Brock, 2000 ; Schmieder, 2004 ; Aroviita & Hamalainen, 2008 ; Sutela & Vehanen, 2008 ; Wantzen et al., 2008 ; Strayer et Findlay, 2010 ; White et al., 2011 ; Zohary & Ostrovsky, 2011). C'est notamment le cas pour les macroinvertébrés et les poissons qui semblent très sensibles aux pertes d'habitat induites (Hirsch et al., 2017 ; Wantzen et al., 2008). Concernant les poissons, les variations de niveau d'eau peuvent en particulier conduire à une perte d'habitats de reproduction (Hudon et al., 2005), à la destruction des pontes par assèchement après une baisse du niveau d'eau (Michaletz, 1997; Winfield, 2004), à la perte de zones de refuge et de nurseries pour les jeunes stades (Hosn & Downing, 1994; Kaczka & Miranda, 2014), mais également à une augmentation de la prédation (Olden & Jackson, 2001).

Il est souvent difficile d'abandonner ou d'adapter l'usage à l'origine de ces fortes variations de niveau d'eau. Toutefois, face à ce constat, des solutions techniques sont recherchées par les scientifiques et les gestionnaires en concertation avec des entreprises de génie écologique. Au niveau européen, dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE et plus particulièrement de la recherche de mesures pour l'atteinte du bon potentiel des retenues artificielles, un guide tente de recenser les solutions envisageables (Halleraker et al, 2016). De même, certains gestionnaires particulièrement concernés comme EDF ont entrepris de recenser les différents types d'aménagements utilisables pour compenser les effets délétères du marnage (Gilbert et Tissot, 2016). Parmi ces solutions, on assiste actuellement à une convergence d'idées soulignant l'intérêt potentiel de l'utilisation d'îles artificielles. Celles-ci suivent les variations de niveau d'eau et rendent constamment accessibles des habitats proches de ceux naturellement présents dans les zones littorales lacustres. Si cette idée commence à émerger, il s'agit le plus souvent d'un simple tapis de végétation flottant et il existe à l'heure actuelle très peu de retour d'expérience et d'études scientifiques s'intéressant à l'architecture et à l'efficacité de telles structures. Elles ont en outre le plus souvent été conçues et considérées seulement sous la forme de « filtres biologiques » pour lutter contre l'eutrophisation (Yeh et al., 2015), l'apport en termes d'habitats pour la macrofaune aquatique étant généralement peu pris en compte. Elles sont dans ce cadre fréquemment utilisées en Asie et particulièrement au Japon (Nakamura & Mueller, 2008).

Par ailleurs, ECOCEAN, société spécialisée en génie écologique aquatique, a démontré que l'utilisation de substrats artificiels adaptés dans les formes et les matériaux pouvait significativement améliorer les fonctions de nurseries pour les poissons côtiers dans des milieux fortement anthropisés (Bouchoucha et al., 2016; Mercader et al., 2017a; Mercader et al., 2017b) et pouvait aussi être bénéfique pour de nombreux invertébrés (Gudelin et al, in prep).

Dans ce cadre, le projet UROS revêt un caractère particulièrement innovant. Il rassemble les compétences et l'expérience d'ECOCEAN, du Pôle R&D ECLA, du SD 05 de l'OFB, du CBNA, et du SMADESEP, pour concevoir, réaliser et tester l'efficacité d'îles flottantes végétalisées pour la macrofaune aquatique. Ces structures présentent une zone rivulaire et des habitats subaquatiques en recréant une succession d'étages littoraux partant d'une berge artificielle jusqu'à des zones plus profondes à au moins 1 mètre sous la surface de l'eau. Plus qu'un simple radeau végétalisé, il s'agit donc ici d'une véritable zone littorale flottante ou d'une sorte de mare flottante ouverte sur le lac (voir figure 1).



**Figure 1 :** *Vue 3D de la structure des prototypes UROS (Ecocean©) et photographies des prototypes installés (INRAE©)*

Le squelette de ces structures est constitué de longerons en aluminium et de caisses grillagées à l'intérieur desquelles sont insérées une couche de substrat végétalisé et une couche de substrat minéral surplombant des caisses grillagées vides. En surface, le substrat végétalisé est planté d'hélophytes dont les parties aériennes seront exploitables par la faune « terrestre » et les parties aquatiques (chevelus racinaires) seront exploitables par les poissons (substrat de ponte, nurserie) et les macro-invertébrés benthiques. Les zones strictement aquatiques sont plantées d'hydrophytes locaux exploitables par les poissons, notamment pour la fraie des espèces phytophiles et pour recréer des zones de nurseries. Les macro-invertébrés pourront également exploiter ces zones végétalisées et coloniser les substrats minéraux sous-jacents. Enfin, les caisses grillagées vides et celles remplies de substrat naturel et recyclable non-vivant (coquilles d'huîtres, etc) pourront servir de nurserie et de zone refuge supplémentaires pour les jeunes poissons et les petites espèces. Ces prototypes UROS sont installés et testés en condition naturelle au sein d'écosystèmes lacustres subissant un marnage artificiel.

### Objectifs

Pour tester l'efficacité et optimiser les îles artificielles UROS conçues et réalisées par ECOCEAN et le Pôle R&D ECLA, l'équipe du projet a choisi de sélectionner un plan d'eau fortement marnant. Cela permettra d'éprouver techniquement le système dans des conditions extrêmes et d'asseoir son opérationnalité écologique. Notre choix s'est porté sur la retenue de Serre-Ponçon dans les Hautes-Alpes, qui présente un marnage annuel de l'ordre de 30 mètres. Elle possède en outre l'avantage de réunir des gestionnaires particulièrement préoccupés par la problématique du marnage, intéressés par les projets R&D alliant science et gestion, et capitalisant une très bonne connaissance du fonctionnement de la retenue. 3 systèmes UROS d'environ 70 m<sup>2</sup> ont été installés à la fin de l'été 2018 au sein de la retenue emblématique de Serre-Ponçon, en partenariat avec les acteurs locaux (en particulier le SMADESEP et la fédération de pêche). Ces structures seront présentes en continu sur le lac durant au moins 3 ans. C'est dans ce cadre que le projet de thèse CIFRE est réalisé. Les travaux du doctorant Quentin SALMON visent principalement à :

- suivre la colonisation des îles UROS par la macrofaune aquatique (poissons et macro-invertébrés) et à quantifier l'intérêt de telles structures pour soutenir la biodiversité du lac, en particulier pour les poissons et les macro-invertébrés benthiques ;
- proposer des améliorations techniques (en fonction des résultats obtenus et de la littérature) pour favoriser une fonctionnalité maximale des différents habitats artificiels créés ;
- proposer in fine une architecture finale des îles UROS optimisant le rapport coût/efficacité écologique, et analyser la possibilité de généraliser ce type de solution aux autres écosystèmes marnants français et européens.

**Contacts :** jean-claude.raymond@ofb.gouv.fr, samuel.westrelin@inrae.fr, florent.arthaud@univ-usmb.fr, sylvain.richier@ofb.gouv.fr, jean-marc.baudoin@ofb.gouv.fr, quentin.salmon@inrae.fr