



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, le numéro de l'article et le DOI..

Un réseau de sites de démonstration pour évaluer l'efficacité des techniques de restauration des zones littorales des plans d'eau et faire avancer les connaissances en écologie de la restauration

Marlène ROLAN-MEYNARD^{1,2,4}, Althaea PANGAUD^{2,4}, Samuel WESTRELIN^{2,4}, Jean-Claude RAYMOND^{3,4}, Julien DUBLON^{2,4}, Christine ARGILLIER^{2,4}

¹ OFB, DRAS, Service EcoAqua, Aix-en-Provence, France.

² Aix-Marseille Univ., INRAE, RECOVER, 13182 Aix en Provence, France.

³ OFB, DRAS, Service EcoAqua, Thonon-les-Bains, France.

⁴ Pôle R&D ECLA, France.

Correspondance : Marlène ROLAN-MEYNARD, marlene.rolan-meynard@ofb.gouv.fr

Le réseau des sites de démonstration en plans d'eau, initié et porté par le Pôle R&D ECLA (Pôle Recherche & Développement Écosystèmes Lacustres)¹, a pour ambitions, sur les zones littorales des plans d'eau, d'améliorer les connaissances en écologie de la restauration, de faire évoluer les pratiques de restauration, et d'appuyer scientifiquement la mise en œuvre des politiques publiques.

1. <https://poleecla.fr/>

Introduction

La restauration écologique est définie par la SER comme étant « le processus qui consiste à assister l'auto-réparation du système qui a été dégradé, endommagé ou détruit »². Portée par la prise de conscience collective de l'état de dégradation de nos écosystèmes et par les politiques publiques, la restauration des milieux est aujourd'hui en plein essor. La directive cadre sur l'eau de 2000 (voir encadré 1 « Pour en savoir plus »), qui a pour objectif un retour au bon état des masses d'eau européennes d'ici à 2027, a entraîné l'émergence de nombreux projets de restauration des milieux aquatiques. Plus récemment, le Règlement européen sur la restauration de la nature (voir encadré 1 « Pour en savoir plus »), adopté le 17 juin 2024, impose des objectifs chiffrés de restauration des milieux dégradés pour chaque État membre.

Pour autant, l'écologie de la restauration, science transdisciplinaire qui développe les concepts, les modèles, les méthodologies et les règles au service de la pratique de la restauration (Gann *et al.*, 2026), est une discipline récente, qui présente la particularité de nécessiter un lien

fort entre la sphère opérationnelle (qui est gestionnaire du milieu et met en place la mesure de restauration) et la sphère scientifique. Aujourd'hui, les effets des mesures de restauration sur le milieu et les communautés restent encore peu étudiés et donc difficilement prévisibles. Dans quelle mesure est-on ainsi capable de restaurer un écosystème ? Grâce à quelles techniques et sur quel pas de temps ?

Les réponses à ces questions, nécessaires pour améliorer l'efficacité des restaurations futures, passent donc par la mise en œuvre systématique de suivis sur les opérations de restauration (Cortina-Segarra *et al.*, 2021).

C'est dans ce contexte que le projet de réseau de sites de démonstration en plans d'eau (SDDPE) a été initié en 2016, à la suite de son homologue en cours d'eau en 2010 (Vivier *et al.*, 2018). Il s'agit, sur des plans d'eau de la France hexagonale, et sur lesquels un projet de restauration hydromorphologique des zones littorales est engagé, de mettre en place un suivi standardisé et à long terme des écosystèmes et de leurs communautés. L'objectif de ces suivis multi-sites est de quantifier les effets des mesures de restauration à grande échelle et dans des

1. Définition de la Society for ecological restoration (SER) : <https://ser-rrc.org/what-is-ecological-restoration>

contextes variés, permettant de disposer de suffisamment de données pour en tirer des conclusions robustes et de faire à la fois progresser la connaissance en écologie de la restauration mais aussi les pratiques de gestion, en identifiant les mesures et techniques les plus efficaces. Le présent article expose les étapes de construction du réseau SDDPE et détaille un exemple d'application sur un des sites de ce réseau.

3. Pour *Before-after-control-impact*, c'est à dire avec des suivis avant et après l'opération, et sur le secteur restauré et des stations témoin ne faisant pas l'objet de mesures de restauration. C'est un suivi souvent préconisé lorsqu'il est nécessaire de quantifier, soit les impacts d'un aménagement, soit d'une restauration.

Initiation et principes du réseau de sites de démonstration en plans d'eau

La construction du réseau a débuté par des revues bibliographiques (incluant la littérature grise), des enquêtes nationales et des échanges auprès de l'ensemble des structures oeuvrant dans la gestion des milieux aquatiques (Garron *et al.*, 2024).

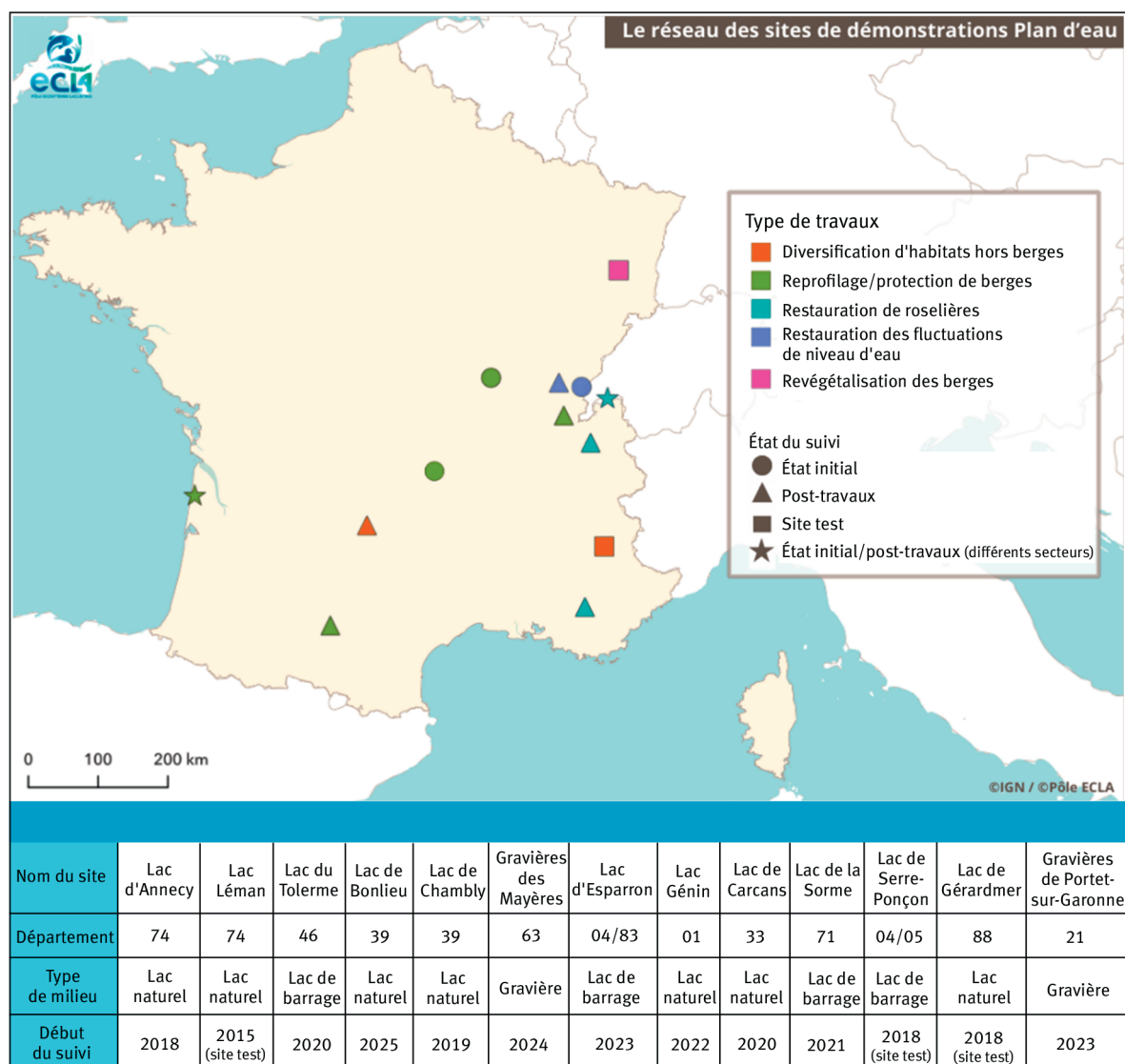
Ce travail préliminaire a mis en évidence le manque de suivis scientifiques des mesures mises en œuvre, ce qui a largement freiné la quantification d'un éventuel succès.

Par conséquent, dans le cadre du projet SDDPE, dont le but est de quantifier précisément les effets des mesures mises en œuvre sur le milieu et les communautés, un cadrage scientifique fort est essentiel. Aussi, quel que soit le projet de restauration envisagé et le type de plan d'eau concerné, l'intégration au réseau nécessite de disposer d'un diagnostic du milieu avant restauration, de définir des objectifs clairs pour le projet, et de mettre en place un suivi rigoureux et standardisé, suivant les principes BACI³, et ce sur le long terme. Ce suivi doit être mis en œuvre sur différents compartiments, qu'ils soient abiotiques (hydromorphologie, physico-chimie) ou biotiques (communautés végétales, d'invertébrés aquatiques, piscicoles), et sur plusieurs stations de suivi, l'une sur le secteur à restaurer, l'une ou les autres sur des secteurs dits « témoins ». Ces secteurs témoins sont situés sur le plan d'eau concerné par les travaux mais en-dehors de leur emprise et peuvent être « altérés » (secteur présentant les altérations que l'on cherche à restaurer et ne faisant pas l'objet de mesure de restauration) ou « non altérés »

Figure 1 – Les sites du réseau de démonstration en plans d'eau (SDDPE) en France métropolitaine en 2025. Les types de restauration concernés et quelques caractéristiques associées sont indiqués.

Les deux sites appelés « sites test » ont participé à la définition des protocoles.

Sources : © IGN et Althaea Pangaud, INRAE 2025.



(secteur ne présentant pas l'altération et pouvant correspondre à une « référence » locale) (Taubaty *et al.*, 2019). Le réseau étant fondé sur la mise en œuvre de suivis sur de nombreux sites, il est donc nécessaire de s'appuyer sur des protocoles existants, connus et pouvant être mis en œuvre à large échelle. À ce titre, les protocoles de collecte utilisés dans le cadre de la surveillance au titre de la directive cadre sur l'eau ont été retenus autant que possible, et adaptés au besoin.

Le projet ayant pour ambition de s'intéresser tant aux plans d'eau naturels qu'artificiels, et du fait des enjeux forts liés aux usages des plans d'eau (eau potable, hydroélectricité, irrigation mais aussi usages récréatifs), certaines opérations ne peuvent pas être considérées comme des opérations de restauration écologique en tant que tel. Il a donc été décidé de s'intéresser à la fois aux mesures de restauration au sens strict (suppression ou diminution des pressions), mais également aux mesures permettant d'améliorer la qualité des habitats littoraux des plans d'eau, même lorsque certains usages sont maintenus ou que le plan d'eau est artificiel.

Le réseau aujourd'hui : mise en œuvre et état d'avancement

Le choix des sites se fait en lien fort avec les services territoriaux de l'OFB (Office français de la biodiversité), les agences de l'eau, et l'ensemble des acteurs de la gestion des plans d'eau (collectivités, établissements publics, associations, privés...). Ces liens se poursuivent ensuite tout au long du projet, permettant une bonne coordination et mise en œuvre des suivis, ainsi qu'une remontée

des données dont le stockage, la standardisation et la centralisation en banque de données sont pilotés par le Pôle R&D ECLA.

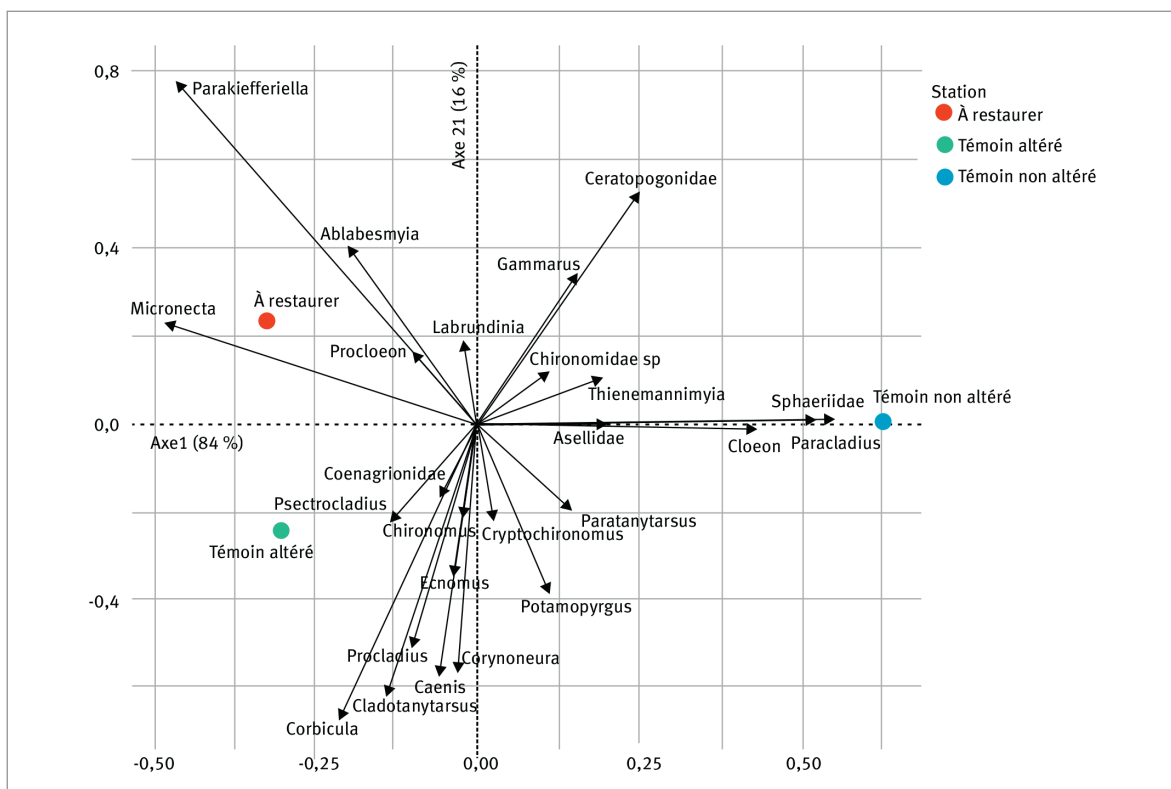
Aujourd'hui, le réseau de sites de démonstration est composé de treize sites sur le territoire hexagonal (figure 1). Il s'agit de différents types de plans d'eau (lacs naturels mais aussi lacs de barrage et gravières), sur lesquels les travaux mis en œuvre ou prévus consistent majoritairement en un reprofilage ou une protection des berges contre l'érosion (cinq sites), mais aussi pour deux cas, en de la diversification d'habitats hors berges (îlots flottants, abris de fond), et plus ponctuellement en d'autres types d'opérations. Les sites présentant un projet de restauration ambitieux sur la zone littorale d'un plan d'eau peuvent être inclus au réseau SDDPE, selon certains critères d'éligibilité (Taubaty *et al.*, 2019), suivant les possibilités de mise en œuvre des suivis et après échanges avec le réseau.

Étant donné, d'une part, les contraintes liées au montage opérationnel d'un projet de restauration et, d'autre part, au temps nécessaire à la mise en œuvre du suivi sur chacun des sites, il s'agit d'un projet à long terme, dont les premiers résultats ne seront exploitables que dans plusieurs années.

Exemple sur le lac d'Esparron (région Provence-Alpes-Côte d'Azur)

Le lac d'Esparron, dont l'usage principal est l'approvisionnement en eau potable, est la retenue artificielle la plus aval de la chaîne des lacs du Verdon. D'une surface de 328 hectares et d'une profondeur maximale de

Figure 2 – Projection sur l'axe factoriel de l'ACP⁴ (Transformation de Hellinger) des stations selon les peuplements macro-invertébrés échantillonnés en 2023 sur le Lac d'Esparron en région PACA (état initial avant travaux). La détermination des individus est réalisée au niveau générique ou à défaut, de la famille.



4. L'ACP ou Analyse en composantes principales permet, dans ce cas précis, de visualiser sur un plan les stations en fonction des communautés qui les composent et de leur abondance relative.

5. Association agréée pour la pêche et la protection du milieu aquatique locale.

6. Conservatoire botanique national alpin.

7. Le taxon définit l'unité de classification des individus, qui peut être le genre, la famille, l'espèce. Quand les groupes ne peuvent être déterminés à l'espèce, ou comportent des limites de détermination variables, on utilise le terme de taxon.

8. L'écologie des taxons se base sur Tachet *et al.* (2000) et Serra *et al.* (2016).

55 mètres, c'est également un important site touristique. En berge, les habitats de type roselière sont peu développés malgré des secteurs assez propices. Ce faible développement est attribué aux usages de loisirs, entraînant le piétinement et l'accostage sur ces zones.

Un projet de restauration des roselières a vu le jour, impliquant mise en défens et plantations de phragmites locaux, dont l'objectif est de favoriser leur développement et ainsi de soutenir la biodiversité liée à ces zones d'intérêt. En lien avec l'AAPPMA⁵ locale, le CBNA⁶, INRAE et l'OFB se sont impliqués dans le montage du projet et la mise en œuvre des suivis préconisés. L'état initial a été réalisé en 2023, pour des travaux qui ont eu lieu en 2024 et des suivis post-travaux qui ont débuté à l'automne 2025.

À titre d'exemple de résultats, la figure 2 représente ceux obtenus sur l'échantillonnage des invertébrés aquatiques avant travaux. Elle montre la similarité entre les communautés de la station à restaurer et de la station témoin altérée, comprenant notamment une forte proportion de taxons⁷ associés aux substrats fins (e.g. le bivalve exotique *Corbicula sp.*). Si, sur la station témoin non altérée, des taxons affectionnant les substrats fins sont également présents (Shaeriidae notamment), d'autres sont plus spécifiques aux habitats végétaux (*Paratanytarsus sp.*, *Cloeon sp.*, Asellidae)⁸.

Si l'opération de restauration se montre efficace, la communauté de macro-invertébrés observée sur la station restaurée se rapprochera alors de celle observée sur la station témoin non altérée, servant ainsi de référence à la mesure du succès de la restauration, montrant que la roselière recréée se montre attractive pour les taxons ayant des affinités pour cet habitat.

Conclusion

Le réseau de sites de démonstration en plans d'eau, initié en 2016 par le Pôle R&D ECLA, permettra d'améliorer les connaissances sur les effets des restaurations hydromorphologiques des zones littorales des plans d'eau. Ce réseau a d'ores et déjà permis de mobiliser un ensemble d'acteurs autour du projet. Les échanges sont ainsi largement favorisés au travers de réunions, de groupes de travail et de séminaires, qui permettent notamment le partage de retours d'expériences et la diffusion de bonnes pratiques. ■

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les gestionnaires, scientifiques et opérationnels impliqués dans le réseau SDDPE, sans qui le projet n'aurait pu être mis en place. En particulier, nous remercions ici Samuel Pauvert et Damien Cartalade du laboratoire hydrobiologie de l'OFB PACA-Corse.

Encadré 1 – Pour en savoir plus

Le site de la Society for ecological restoration :

<https://www.ser.org/>

Les textes de la directive cadre européenne sur l'eau :

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:02000L0060-20141120>

Les textes du Règlement européen sur la restauration de la nature :

https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-regulation_en

Le site web du projet sites de démonstration en plans d'eau : <https://poleecla.fr/recherche/Usages-anthropisation/SDDPE>

Contact : prj.suivi-restaurations-plandeau.aix@inrae.fr

RÉFÉRENCES

- Cortina-Segarra, J., García-Sánchez, I., Grace, M., Andrés, P., Baker, S., Bullock, C., Decler, K., Dicks, L. V., Fisher, J. L., Frouz, J., Klimkowska, A., Kyriazopoulos, A. P., Moreno-Mateos, D., Rodríguez-González, P. M., Sarkki, S., & Ventocilla, J. L. (2021). Barriers to ecological restoration in Europe: expert perspectives. *Restoration Ecology*, 29(4), e13346. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rec.13346>
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Hallett, J. G.,...Dixon, K. W. (2026). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Third edition. *Restoration Ecology*, 34(S2), e70441. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rec.70441>
- Garron, C., Pangaud, A., Taubaty, M., Rolan-Meynard, M., Argillier, C., Raymond, J., Dublon, J., & Westrelin, S. (2024). Towards the development of a standardized method to monitor lakeshore hydromorphological restoration measures. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 34(4), e4152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/aqc.4152>
- Serra, S. R., Cobo, F., Graca, M. A., Dolédec, S., & Feio, M. J. (2016). Synthesising the trait information of European Chironomidae (Insecta: Diptera): Towards a new database. *Ecological indicators*, 61, 282-292. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.028>
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2000). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie* (Vol. 15). CNRS éditions Paris.
- Taubaty, M., Rolan-Meynard, M., Argillier, C., Raymond, J., Marchand, C., & Westrelin, S. (2019). *Guide et protocoles pour le suivi d'actions de restauration hydromorphologique du littoral en plans d'eau*. Rapport de recherche Irstea. <https://hal.inrae.fr/hal-02608713v1>
- Vivier, A., Mangeot, P., Rolan-Meynard, M., Melun, G., Tales, E., Reyjol, Y., Peress, J., Bouchard, J., Gautier, J., & Dupont, P. (2018). Réseau de sites de démonstration pour la restauration hydromorphologique des cours d'eau: vers une production mutualisée de données de suivi au service de la connaissance et de l'action. *Techniques sciences méthodes*, 3, 43-54. <https://doi.org/10.1051/tsm/201803043>