



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, les pages et le DOI.

Avant-propos

De la gestion quantitative de l'eau à celle des écosystèmes aquatiques. Démarches et outils développés dans le cadre du partenariat INRAE-OFB

Bénédicte AUGEARD¹, Romuald BERREBI¹, Chantal GASCUEL², Nicolas DE MENTHIÈRE³

¹ Office français de la biodiversité (OFB), Direction de la recherche et de l'appui scientifique, Vincennes Cedex, France.

² INRAE, Direction scientifique Environnement, France.

³ INRAE, Direction de l'appui aux politiques publiques, Paris, France.

Correspondance : Bénédicte AUGEARD, benedicte.augeard@ofb.gouv.fr / Chantal GASCUEL, chantal.gascuel@inrae.fr

Ce numéro spécial s'inscrit dans un double objectif : illustrer différentes actions de recherche et d'expertise scientifique menées en partenariat entre INRAE et l'OFB, développant une recherche utile pour le déploiement des politiques publiques sur la gestion de l'eau ; montrer l'importance d'articuler des enjeux quantitatifs de gestion de la ressource en eau avec des enjeux de gestion de la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques. Les crises successives d'inondation et de sécheresse, en particulier celle que nous venons de connaître en 2022, pourraient en effet faire oublier, que quantité, qualité de l'eau et biodiversité des milieux aquatiques sont étroitement liées par des processus nombreux et en interaction qui vont bien au-delà de simples phénomènes de dilution ou d'assecs. Cet article introductif donne en premier lieu quelques éléments de l'accord-cadre de partenariat qui lie INRAE et l'OFB, deux nouveaux établissements, puis développe l'importance de lier quantité et qualité de l'eau, et enfin, il illustre avec quelques exemples, les résultats concrets d'actions menées en partenariat, leur contribution à la gestion de l'eau, et au déploiement de politiques publiques.

Un partenariat entre INRAE et l'OFB au cœur des enjeux de transformation de la société

Le diagnostic sur l'état de la planète est alarmant. Le rapport publié au printemps 2019 par la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) indique que les extinctions d'espèces s'accroissent, que la biodiversité décline à un rythme sans précédent dans l'histoire humaine. Les facteurs responsables sont en premier lieu les changements d'usage des terres et de la mer, l'agriculture industrielle intensive, l'exploitation directe de certains organismes,

le changement climatique, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. Une meilleure connaissance des conséquences des activités, des modes de vie et des comportements des populations humaines, ainsi que des démarches de restauration et de protection de la biodiversité et des écosystèmes est cruciale pour éclairer les politiques publiques ambitieuses et « transformantes » et aider à leur mise en œuvre. Le maintien du réchauffement planétaire dans des limites de viabilité nécessite également des transitions sans précédent dans tous les secteurs de la société. Ces changements doivent être accompagnés par des politiques publiques et par la science et se faire avec les citoyens et les collectivités, dans une optique de justice sociale.

Les instituts de recherche et les agences environnementales portent une responsabilité particulière sur le diagnostic et sur l'engagement autour de changements « transformants » des activités humaines. Ils doivent promouvoir une vision systémique pour accompagner et faire évoluer certaines politiques publiques structurantes comme les directives européennes sur l'eau, la nature ou le milieu marin, la stratégie nationale biodiversité ou encore la politique agricole commune. C'est dans ce contexte qu'INRAE et l'OFB ont défini des priorités et des modalités d'action communes dans un accord-cadre signé dès février 2020, soit deux mois après la création de ces deux établissements. Ce partenariat a pour objectif de contribuer de façon très volontariste aux politiques de surveillance, de préservation, de gestion et de restauration de la biodiversité, au déploiement de l'agroécologie et à la gestion équilibrée et durable des sols et de l'eau, ainsi qu'à la maîtrise des risques environnementaux. Il s'appuie sur une réflexion partagée autour des défis à relever au regard des diverses politiques, et sur les moyens les plus appropriés en matière de recherche opé-

rationnelle, de mobilisation des acteurs et d'expertise. Ce partenariat permet également d'organiser le transfert des connaissances acquises et des méthodes développées sous les formes les plus appropriées : publications ciblées (comme ici), formation des acteurs, séminaires, retours d'expériences, démonstrateurs. Ce partenariat est construit autour de trois grands thèmes.

L'accompagnement des politiques de préservation des ressources en eau et des milieux aquatiques

Ce premier thème est un thème historique, qui a gagné en importance au sein d'INRAE par la fusion d'Irstea et de l'Inra, thème large qui comprend de nombreuses actions : i) l'évaluation et la gestion des ressources en eau sous changement global, faisant appel à l'hydrologie et à l'hydromorphologie ; ii) l'évaluation de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et humides en réponse aux pressions anthropiques, dont le changement climatique, la fragmentation des milieux et les espèces exotiques envahissantes, la restauration écologique, la restauration des continuités et des populations d'espèces emblématiques ; iii) l'appui à la surveillance et à la maîtrise de la pollution des eaux et des impacts sur les réseaux trophiques et la biodiversité ; iv) la gestion intégrée des eaux en zone urbaine par des solutions fondées sur la nature, notamment pour l'adaptation au changement climatique et la prévention des risques ; v) l'étude des freins et leviers à l'action en faveur de la préservation des ressources et des milieux aquatiques, croisement des politiques publiques (gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations, directive cadre sur l'eau et stratégie nationale biodiversité...) dans les territoires, accompagnement des acteurs.

L'accompagnement des politiques de préservation et de reconquête de la biodiversité terrestre et des politiques sectorielles impactant la biodiversité

Ce second thème, correspond à des orientations très ambitieuses tant pour INRAE que pour l'OFB. Ce partenariat permet de lui donner une nouvelle dimension avec des actions très significatives sur : i) les continuités écologiques, l'artificialisation et la planification territoriale, la mise en œuvre de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC), l'impact cumulé des projets à l'échelle des territoires, s'appuyant sur une approche des métacommunautés et du paysage ; ii) la connaissance, la gestion et la conservation des espèces et des habitats, la connaissance et les outils de gestion des espèces exotiques envahissantes, la gestion des espèces sauvages exploitées, l'accompagnement de la surveillance terrestre et de l'Observatoire national de la biodiversité, la restauration écologique ; iii) l'étude des systèmes hôtes-parasites, la compréhension des émergences de pathologies et des facteurs de risque liés notamment aux interfaces domestique/sauvage, la veille sanitaire de la faune sauvage, les interactions avec la faune domestique et la santé humaine (approche *One Health/Eco Health*), la dynamique et la gestion des interfaces humain-faune sauvage (impacts du multi-usage des habitats sur les populations et communautés animales sauvages, le rôle du dérangement humain, l'utilisation des habitats naturels ou semi-naturels ; iv) le rôle des dynamiques terri-

toriales locales sur la biodiversité, la mise en cohérence des politiques publiques, l'accompagnement de la gestion des espaces protégés ; v) un accent mis sur la biodiversité forestière d'une part, le rôle écologique des ongués et les équilibres agro-sylvo-cynégétiques, la naturalité et la gestion forestière, son adaptation au changement climatique, et sur la biodiversité des sols d'autre part, ses fonctions de régulation de l'eau, de réservoir de biodiversité, et autres services écosystémiques rendus par les sols, l'appui à la surveillance de la biodiversité et à la maîtrise de la pollution.

Interactions entre agriculture et biodiversité dans la dynamique de la transition agroécologique

Ce troisième thème a pris son essor à INRAE mais reste récent pour l'OFB. Les actions en sont donc à leur début et deux grands thèmes sont ciblés : i) l'identification et l'évaluation des systèmes et des pratiques agricoles favorables à la biodiversité et à la préservation des ressources naturelles, de la parcelle au paysage (bocage, prairies, agroécosystèmes pastoraux, zones humides...), le rôle des infrastructures agroécologiques et la caractérisation de leurs services écosystémiques ; ii) l'accompagnement des transitions agroécologiques par des innovations organisationnelles favorables à la biodiversité, par la valorisation et l'évaluation des trajectoires positives pour la biodiversité et les instruments associés, l'accompagnement des filières dans une vision territoriale, l'appui à la gestion des aires d'alimentation des captages d'eau potable, les outils d'aide au diagnostic et à l'accompagnement des transitions dont les instruments économiques.

Ces trois grands thèmes sont liés, les uns peuvent concourir aux autres. Ils lient les enjeux de climat, d'eau et de biodiversité, à la transformation écologique des activités humaines.

De la quantité à la qualité de l'eau et des écosystèmes, quels constats, quels processus, quelles surveillances ?

La thématique choisie pour ce numéro spécial vise à mettre en miroir les sujets liés à la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

En terme de politique publique comme en terme d'expertise scientifique, on constate que, si la France promet une gestion « intégrée » des ressources en eau à l'échelle des bassins versants, les groupes de réflexion, les instances de décisions, les réglementations portent en général soit sur les aspects quantitatifs (par exemple, les bulletins de situation hydrologique régionaux et nationaux, les arrêtés de restrictions de l'usage de l'eau en période de sécheresse, les autorisations de prélèvements...), soit sur les aspects qualité (on peut citer les zones vulnérables nitrates, le plan Ecophyto, le plan micropolluants...), soit sur les écosystèmes (protection des écosystèmes humides, lacustres, des continuités écologiques...). Chacune de ces approches contribue à préserver les milieux aquatiques et leur biodiversité en limitant l'impact des activités humaines, sans forcément tenir compte des interactions en œuvre dans ces milieux. Ainsi, en situation de sécheresse, les faibles débits des cours d'eau engendrent une moindre dilution des rejets

issus de stations d'épuration, un réchauffement accru de la lame d'eau (moins profonde et moins courante) et donc un risque d'eutrophisation, avec des conséquences directes sur l'écologie du cours d'eau. En restaurant l'hydromorphologie des cours d'eau, il est possible de diversifier les habitats, de créer des zones d'ombrages, d'augmenter ainsi les zones de refuge, ou la capacité d'autoépuration des cours d'eau, et de renaturer les cycles hydrologiques. Ces principes sont connus mais leur mise en œuvre sur le terrain nécessite de l'accompagnement par la recherche pour bien évaluer les gains écologiques de ces opérations de restauration (cf. article de Clément, 2023 pour les zones humides ou Vivier *et al.*, 2022 pour les cours d'eau). Le partenariat INRAE-OFB a également permis d'améliorer les méthodes de métrologie utilisées par la police de l'eau, notamment pendant les périodes de sécheresse, pour vérifier les débits réservés laissés à l'aval des barrages (cf. article de Delaigue *et al.*, 2023).

Plus en amont, la sécheresse se caractérise par un linéaire plus ou moins important de cours d'eau en assec. Les assècs sont suivis dans le cadre de l'observatoire national des étiages porté par l'OFB (<https://onde.eaufrance.fr/>), dont les résultats sont présentés dans les instances liées à la gestion de la sécheresse. L'année 2022 est celle pour laquelle le plus grand nombre de départements a été concerné par des assècs depuis 2012, date de début de ce suivi. Les conséquences à court et long termes sur le milieu aquatique de l'ampleur de ces assècs sont encore mal connues ; une première investigation des équipes d'INRAE dans le cadre du partenariat avec l'OFB (Gauthier *et al.*, 2021) a mis ainsi en évidence le poids important de la fragmentation des milieux par les aménagements anthropiques dans les conséquences de ces assècs sur les invertébrés des cours d'eau. La reprise des écoulements a également des conséquences sur la qualité de l'eau qui doivent être prises en compte dans les dispositifs de surveillance (Magand *et al.*, 2020).

Pour comprendre et suivre les impacts des événements climatiques combinés à ceux de nos usages de la ressource, notre système de surveillance et de prévision doit être adapté et s'appuyer pour cela sur la recherche. La prévision des crues a longtemps mobilisé les hydrologues qui ont développé des modèles permettant aux acteurs une meilleure anticipation des crises. Le partenariat INRAE-OFB a permis d'avancer sur un équivalent pour les basses eaux (cf. article de Tilmant *et al.*, 2023). Les suivis physico-chimiques pourraient mieux tenir compte des risques d'eutrophisation dont la fréquence et l'extension spatiale risque d'augmenter. Les conséquences sur les milieux aquatiques seront aussi à intégrer, par exemple en s'appuyant sur les travaux sur la détection de changements et de ruptures dans les chroniques de suivi des espèces et des populations des milieux aquatiques (cf. article de Rosebery, 2023). Au-delà de ces dispositifs de suivis, la recherche doit également aider à modifier nos modes de gestion. Ainsi l'IPBES met en avant les solutions fondées sur la nature (SFN) comme alternatives aux infrastructures grises, qui, appliquées au domaine de l'eau, peuvent être regroupées en trois catégories : la préservation, la restauration et la création de zones humides et la restauration hydromorphologique des cours d'eau, la végétalisation du territoire du bassin

versant, la végétalisation et la désimperméabilisation en milieu urbain. Ces solutions peuvent améliorer à la fois les enjeux de qualité et de quantité d'eau. Ainsi, dans le cadre du projet Life Artisan porté par l'OFB et qui vise à démontrer et valoriser le potentiel des SFN, la zone tampon humide de Rampillon, suivie par INRAE depuis plus de dix ans (Letournel *et al.*, 2021), a été choisie comme site pilote. Par ailleurs, les systèmes agricoles ont un rôle déterminant sur la quantité et la qualité de l'eau. Pour l'agriculture, l'agroécologie, qui correspond à une solution fondée sur la nature et a été identifiée comme telle dans les conclusions du Varenne agricole de l'eau (2022), vise une minimisation des intrants, que ce soit l'eau ou les fertilisants, les pesticides, dans une approche systémique.

Les exemples présentés dans ce numéro sont organisés en trois parties.

La première partie porte sur la mesure et la prévision des débits, l'accompagnement du contrôle des débits réglementaires par des bonnes pratiques en hydrométrie, les outils de prévision des étiages et la comparaison de modèles.

La seconde partie porte sur la gestion de l'hydromorphologie et des zones humides. Cette gestion commence par une bonne identification et caractérisation fonctionnelle, pour lesquelles les images haute-résolution peuvent apporter une aide. Elle se poursuit par l'identification et le suivi d'indicateurs hydrologiques pour suivre la bonne réussite des opérations de restauration et évaluer les impacts de projets d'aménagements. Enfin, les données relatives aux opérations de restauration, ici de berges, à l'aide des techniques de génie végétal peuvent être bancarisées dans une base de données dédiée. Ces outils peuvent constituer des référentiels d'expérience. Ces trois étapes sont illustrées sur des objets et avec des approches variées, en lien avec des cas concrets.

La troisième partie porte sur la biodiversité des milieux aquatiques, notamment sur la détection d'alarmes précoces de l'impact du changement global, par le suivi de la biodiversité, par la détection de changements de rupture dans les espèces et les populations. Des aspects méthodologiques sont également présentés, notamment l'utilisation de méthodes non intrusives (hydroacoustique) pour l'étude de populations de poissons en lac, et plus généralement de l'écologie des systèmes lacustres. Enfin, un cas présente les techniques de suivi de la biodiversité aquatique adaptées aux spécificités des petits cours d'eau tropicaux.

Ces exemples illustrent la diversité des approches et des écosystèmes étudiés, des outils développés (modèles, indicateurs, technologies, bases de données...) dans le cadre du partenariat INRAE-OFB. Ils montrent également la complémentarité de nos deux établissements et de leurs équipes, complémentarité qui permet de développer des connaissances à la fois de haut niveau scientifique et pleinement opérationnelles. C'est certainement ce mariage des compétences qui donne le véritable sens de notre partenariat en permettant à chacun de nourrir et d'exprimer son expertise. Et ce n'est pas un exercice toujours simple ! Donc remercions ici l'ensemble des auteurs de ces travaux, pour non seulement la qualité de leur travail, mais également leur capacité à les rendre accessibles à tous.

RÉFÉRENCES DANS CE MÊME NUMÉRO

- Clément H., 2023. HYDRINDIC : évaluer l'efficacité des opérations de restauration/création de zones humides avec un indicateur hydrologique. *Sciences Eaux & Territoires*, (42). <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2023.42.7317>.
- Delaigue O., Andreassian V., Génot B., Brigode P., Magand C., 2023. Les cours d'eau sous leur meilleur ProfHyl. *Sciences Eaux & Territoires*, (42), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2023.42.7291>.
- Rosebery J., 2023. Dynamique temporelle de la biodiversité en cours d'eau. *Sciences Eaux & Territoires*, (42), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2023.42.7294>.
- Tilmant F., Bourgin F., François D., Le Lay M., Perrin C., Rousset F., Vergnes J. P., Willemet J. M., Magand C., Morel M., 2023. PREMHYCE, une plateforme nationale pour la prévision des étiages. *Sciences Eaux & Territoires*, (42), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2023.42.7297>.

RÉFÉRENCES

- Gauthier M., Le Goff G., Launay B., Douady C. J., Datry T., 2021. Dispersal limitation by structures is more important than intermittent drying effects for metacommunity dynamics in a highly fragmented river network. *Freshwater Science*, 40(2), 302-315, <https://doi.org/10.1086/714376>.
- Letournel G., Pages C., Seguin L., Chaumont C., Tournebize J., 2021. Biodiversité et services écosystémiques des zones tampons humides artificielles de Rampillon (Seine-et-Marne). *Sciences Eaux & Territoires*, Articles hors-série 2021, 1-9, <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2021.HS.01>.
- Magand C., Alves M. H., Calleja E., Datry T., Dörflinger G., England J., Gallart F., Gómez R., Jorda-Capdevila D., Martí E., Munne A., Pastor V. A., Stubbington R., Tziortzis I., Von Schiller D., 2020. Intermittent rivers and ephemeral streams: what water managers need to know. Technical report – Cost ACTION CA 15113, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3888474>.
- Vivier A., Rolan-Meynard M., Tuaux S., Rigault B., Reyjol Y., Melun G., Jourdan S., 2022. Principes fondamentaux et exemple d'application du « Guide pour l'élaboration des suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau », in : Gourdain, P. (éd.), REVER 10 – 10^e Colloque du Réseau d'Échange et de Valorisation en Écologie de la Restauration, Paris, 19-21 mars 2019. *Naturae*, 5, 101-111. <https://doi.org/10.5852/naturae2022a5>.