

NOTE INTRODUCTIVE

Les solutions fondées sur la nature : quelles recherches pour répondre aux défis de la gestion de l'eau ?

Nature-based solutions: research advances and needs to meet the challenges of water management

■ F. REY^{1*}, S. FERNANDEZ^{2,3}, B. RULLEAU⁴, M.-N. PONS⁵, J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI⁶, M. LAFFORGUE^{7,8}
Membres du groupe de travail « Solutions fondées sur la nature » rattaché au comité de la Recherche de l'Astee

¹ Université Grenoble Alpes – Inrae – UR Lessem – Saint-Martin-d'Hères

² Inrae – Geste UMR MA 8101 – Strasbourg

³ Université de Strasbourg, – Strasbourg

⁴ Inrae – UR ETTIS – Cestas

⁵ Université de Lorraine – CNRS – Laboratoire Réactions et Génie des Procédés – Nancy

⁶ Université Lyon – INSA Lyon – Laboratoire DEEP EA 7429 – Villeurbanne

⁷ Suez Consulting – Safege SAS – Montpellier

⁸ A-Igeco – Courbevoie

Mots-clés :

Services écosystémiques
Cycle de l'eau
Risques naturels
Ressource en eau
Biodiversité

RÉSUMÉ

Les solutions fondées sur la nature sont des actions de préservation, de restauration et de gestion durable des milieux, qui font appel au fonctionnement des écosystèmes pour répondre à des défis sociétaux. Ce sont des approches co-bénéfiques qui permettent d'apporter un gain pour la nature et un gain pour la société, l'un n'allant pas sans l'autre. Dans le domaine de l'eau, que ce soit pour préserver sa qualité ou réduire les risques naturels inhérents (inondations, crues ou encore sécheresse), il existe tout un savoir-faire permettant de mettre en œuvre ce type de solution, et les recherches sur cette thématique sont nombreuses. L'objectif de cet article est de faire le point et de mettre en avant les avancées et les questions scientifiques dans ce domaine. Après une description du concept de Solutions fondées sur la nature, et sa déclinaison pour la gestion de l'eau, nous présentons des approches scientifiques pour trouver l'équilibre des gains pour la biodiversité et la société dans le cycle global de l'eau. Un focus est réalisé autour de la question de la préservation de la ressource en eau. L'accent est mis sur les nécessaires questionnements interdisciplinaires et transdisciplinaires qui prévalent dans le domaine de la gestion de l'eau.

Keywords:

Ecosystems services
Water cycle
Natural risks
Water resource
conservation
Biodiversity

ABSTRACT

Nature-based solutions offer a way to preserve, manage and restore ecosystems to meet today's societal challenges by combining benefits for society and biodiversity. They can be applied in many ways in the field of water management, from protecting water quality to reducing natural hazards (floods and droughts) while preserving biodiversity. There is an important know-how to implement this type of solution, and research on this topic is plentiful. The objective of this paper is to assess and highlight the research advances and needs in this field. After a description of the concept of Nature-based solutions, and its declination for water management, we present scientific approaches to find the balance of gains for biodiversity and society in the global water cycle. The issues of water resource conservation are emphasized. A focus is made on the necessary interdisciplinary and transdisciplinary questions that concern the field of water management.

Selon l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), qui a formalisé et promu le concept, les solutions fondées sur la nature (SFN) représentent « les actions visant à protéger, restaurer et gérer de manière durable des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité dans le contexte des changements globaux » [UICN FRANCE, 2015]. Elles peuvent correspondre à trois types d'actions : la préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique, la restauration ou l'amélioration de l'état d'écosystèmes dégradés ou encore la création d'écosystèmes. Ces actions doivent

alors répondre à la fois à des enjeux écologiques, économiques et sociaux. Le concept de SFN a été créé par des porte-parole de la conservation. Il a ensuite été largement repris par de nombreuses organisations internationales, nationales ou plus locales. Il apparaît, avec les « services écosystémiques » ou le « capital naturel », comme un moyen de repenser l'aménagement de l'espace, la gestion des ressources et le développement socio-économique, en intégrant davantage les possibilités d'actions qu'offre la nature pour une plus grande durabilité tout en la préservant.

Les SFN, ou comment faire coup double lorsqu'on agit en faveur de la biodiversité

Les SFN peuvent être définies comme des solutions qui bénéficient à la fois à la biodiversité (condition *sine qua*

* Auteur correspondant – Courriel : freddy.rey@inrae.fr

non) et au bien-être humain. Plus spécifiquement, pour le COMITÉ FRANÇAIS DE L'UICN [2021], elles doivent s'appuyer sur le fonctionnement des écosystèmes, s'appliquer à des échelles spatio-temporelles cohérentes selon le défi sociétal concerné, concilier des enjeux locaux et globaux sans préjudice réciproque, associer l'ensemble des acteurs pour une gouvernance transversale, en insistant sur l'importance de la sensibilisation et de la pédagogie.

Les SFN regroupent différents concepts et pratiques qui les précèdent, tels que la restauration écologique, l'ingénierie écologique, les infrastructures vertes ou encore la nature en ville (par exemple l'agriculture urbaine ou la gestion à la parcelle des eaux pluviales). Elles se veulent complémentaires du concept de services écosystémiques. Ainsi, une SFN fait appel à des outils, par exemple ceux proposés par l'ingénierie écologique, qui permettent de protéger, restaurer, gérer voire créer des écosystèmes afin que ces derniers rendent des services écosystémiques plus importants. Pour un conservateur de la nature, il s'agit de penser à la façon dont un écosystème préservé ou restauré peut rendre de multiples services, qu'ils soient de régulation, d'approvisionnement, ou encore culturels (services récréatifs, écotourisme, paysage, éducation...). Pour un acteur économique (aménageur, forestier, agriculteur...), il s'agit de penser à la façon dont on peut utiliser la biodiversité pour atteindre plus facilement ou adapter les objectifs d'un aménagement tout en maintenant, voire améliorant, ses activités. L'utilisation du vivant, via par exemple le génie végétal et les infrastructures vertes et bleues, peut permettre une augmentation des services écosystémiques, de manière plus performante que les outils plus classiques issus du génie civil, parfois dénommés comparativement comme infrastructures grises.

Pour le COMITÉ FRANÇAIS DE L'UICN [2015], les défis sociétaux auxquels peuvent répondre les SFN sont la lutte contre et l'adaptation au changement climatique (en particulier via la transition écologique) [SEDDON et al., 2020], la préservation de la santé humaine et l'accroissement du bien-être des habitants, l'approvisionnement en eau et/ou la préservation de la qualité de l'eau, la sécurité alimentaire (via notamment l'agro-écologie), le développement socio-économique (en particulier l'économie circulaire) et la réduction des risques naturels (notamment les inondations, mais aussi l'instabilité des sols, l'érosion, le stress hydrique...). Des indicateurs de performance multidisciplinaires des impacts des SFN ont ainsi été développés pour permettre aux décideurs de faire des choix les plus informés et pertinents possible [DUMITRU et WENDLING, 2021; CEREMA et al., 2022].

Les solutions fondées sur la nature pour la gestion de l'eau

Les SFN trouvent de nombreuses applications dans le domaine de la gestion de l'eau. Elles sont par exemple particulièrement adaptées pour la réduction des risques naturels liés à l'eau, qui englobent les inondations, qui peuvent être causées par des débordements de cours d'eau (crues) ou des ruissellements, en particulier en milieu urbain, des coulées de boue, des remontées de nappes ou encore des submersions marines, et aussi les sécheresses, qu'elles soient météorologiques, hydrologiques ou édaphiques [UICN COMITÉ FRANÇAIS, 2019]. Elles permettent de répondre aux exigences de certaines politiques publiques, telles que la mise en œuvre de la compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (Gemapi) par les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre (EPCI-FP) ou les syndicats de rivières. Cette compétence vise à concilier la gestion des milieux aquatiques (GEMA), qui comporte un important volet de préservation, restauration ou gestion de la biodiversité, avec la prévention des inondations (PI), visant à protéger les biens et les personnes. Par exemple, face à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de fortes précipitations due au changement climatique, on peut citer le rôle des zones humides en tant que zones d'expansion de crue : elles allient protection des personnes et des biens (on utilise la topographie pour laisser l'eau déborder dans des zones à faible enjeu) et gains pour la biodiversité. On peut également mentionner le reméandrage d'un cours d'eau auparavant linéaire, qui permet de lui donner un fonctionnement plus naturel, tout en ralentissant la vitesse de l'eau et limitant les inondations (figure 1). Évoquons enfin la végétalisation des ouvrages de génie civil sur les berges de cours d'eau afin de créer des trames vertes tout en maintenant une stabilisation des berges (figure 2) [REY, 2021].



Figure 1. Reméandrage de l'Olon (Isère) afin de lui donner un fonctionnement plus naturel tout en ralentissant sa vitesse et l'impact des inondations sur la voie ferrée



Figure 2. Les SFN peuvent permettre de restaurer une biodiversité tout en protégeant les biens et les personnes contre les inondations. Sur le Guiers (Savoie), des caissons en bois ont été végétalisés, la végétation masquant de plus en plus l'ouvrage dans le temps

Les SFN trouvent également de nombreuses applications dans la gestion urbaine de l'eau [RAMIREZ-AGUDELO, 2020]. Par exemple, la mise en place de la compétence de gestion des eaux pluviales urbaines (GEPU) peut s'appuyer sur des SFN pour une gestion intégrée des eaux pluviales. Il s'agit alors de privilégier la gestion à la source des eaux de pluie (en favorisant la rétention, l'infiltration, l'évapotranspiration, et la réutilisation) dans les aménagements. Cela doit permettre de limiter autant que possible le développement d'ouvrages hydrauliques et de réseaux de collecte coûteux qui ont souvent un impact négatif sur la biodiversité, en complément des travaux de mise en séparatif des eaux de pluie et des eaux usées. La gestion à la parcelle des eaux de pluie par infiltration permet de limiter les rejets ponctuels dans les eaux de surface et d'améliorer ainsi leur qualité. Parmi les nombreuses SFN existantes, on peut citer les zones de rejet végétalisées, qui permettent une épuration complémentaire des eaux usées grâce aux plantes, ainsi que les noues et les jardins de pluie, îlots de végétation installés dans les villes qui favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol, ou encore les bassins végétalisés, qui facilitent la recharge des nappes phréatiques par infiltration des eaux de pluie. De leur côté, les toitures végétalisées favorisent l'évapotranspiration des eaux de pluie. Plus globalement, les SFN offrent de multiples bénéfices par rapport aux solutions grises : elles permettent de diminuer le risque inondation, de favoriser la recharge des aquifères et l'épuration de l'eau, de mieux préserver les ressources en eau potable, de faciliter les traitements des eaux usées et leurs rejets dans le milieu naturel, et aussi de réduire les îlots de chaleur urbains [BOANO et al., 2020 ; SIMPERLER et al., 2020].

Ainsi, les SFN participent à une meilleure gestion intégrée et globale de l'eau [ZÖLCH et al., 2017 ; JESSUP

et al., 2021] qui permet de prévenir les risques d'inondations et de préserver la ressource en eau tout en apportant des bénéfices à la nature et à la biodiversité, et en améliorant la qualité de vie (figure 3).

Plusieurs questions sont aujourd'hui soulevées autour des SFN par les professionnels de l'eau : quelle est leur efficacité ? Comment l'évaluer ? Quel suivi est nécessaire sur le long terme avant, pendant et après la mise en place des SFN pour une gestion adaptative, en lien avec leur exploitation et maintenance ? Qu'implique cette mise en place en termes de compétences (et donc de besoins en formation), de métiers, d'organisations et de gouvernance ? Quelle approche socio-économique permet de la faciliter ? Quelle appropriation par les collectivités (aspects sociotechniques), les citoyens et les usagers ? Quid de la cohérence des politiques et des actions publiques en lien avec la gestion de l'eau ?

Ces interrogations mobilisent en particulier les scientifiques pour rendre compte des résultats déjà obtenus par des travaux de recherche et identifier des fronts de science au service de la gestion de l'eau.

La recherche pour « trouver l'équilibre » des gains pour la biodiversité et la société dans le cycle global de l'eau

Comment concilier au mieux les actions pour assurer à la fois un gain pour la nature et un gain pour la société ? À titre d'exemple, la Gemapi n'intègre pas les eaux pluviales ni les eaux de ruissellement, alors que c'est bien l'ensemble du cycle de l'eau qui serait à prendre en compte à l'échelle du bassin versant. Quelle gouvernance permettrait une meilleure prise en charge de ces questions ? Comment mieux articuler les actions qui relèvent de la Gemapi et celles hors-Gemapi (GEPU, mais aussi ruissellement, érosion, gestion urbaine de l'eau) pour atteindre une gestion plus intégrée des enjeux liés à l'eau à l'échelle des bassins versants, via l'utilisation de SFN ?

En premier lieu, alors que les SFN sont de plus en plus invoquées pour prendre en charge certains défis de société, reste en suspens la question relative à l'échelle d'action. L'échelle du bassin hydrologique paraît la plus cohérente pour un déploiement de SFN qui permette une meilleure prise en charge de la circulation et des flux d'eau. Pour autant, la société n'est pas nécessairement organisée selon des catégories hydrologiques. L'action publique se déploie à d'autres échelons qui répondent à d'autres découpages et à d'autres enjeux (hormis pour les établissements publics territoriaux de

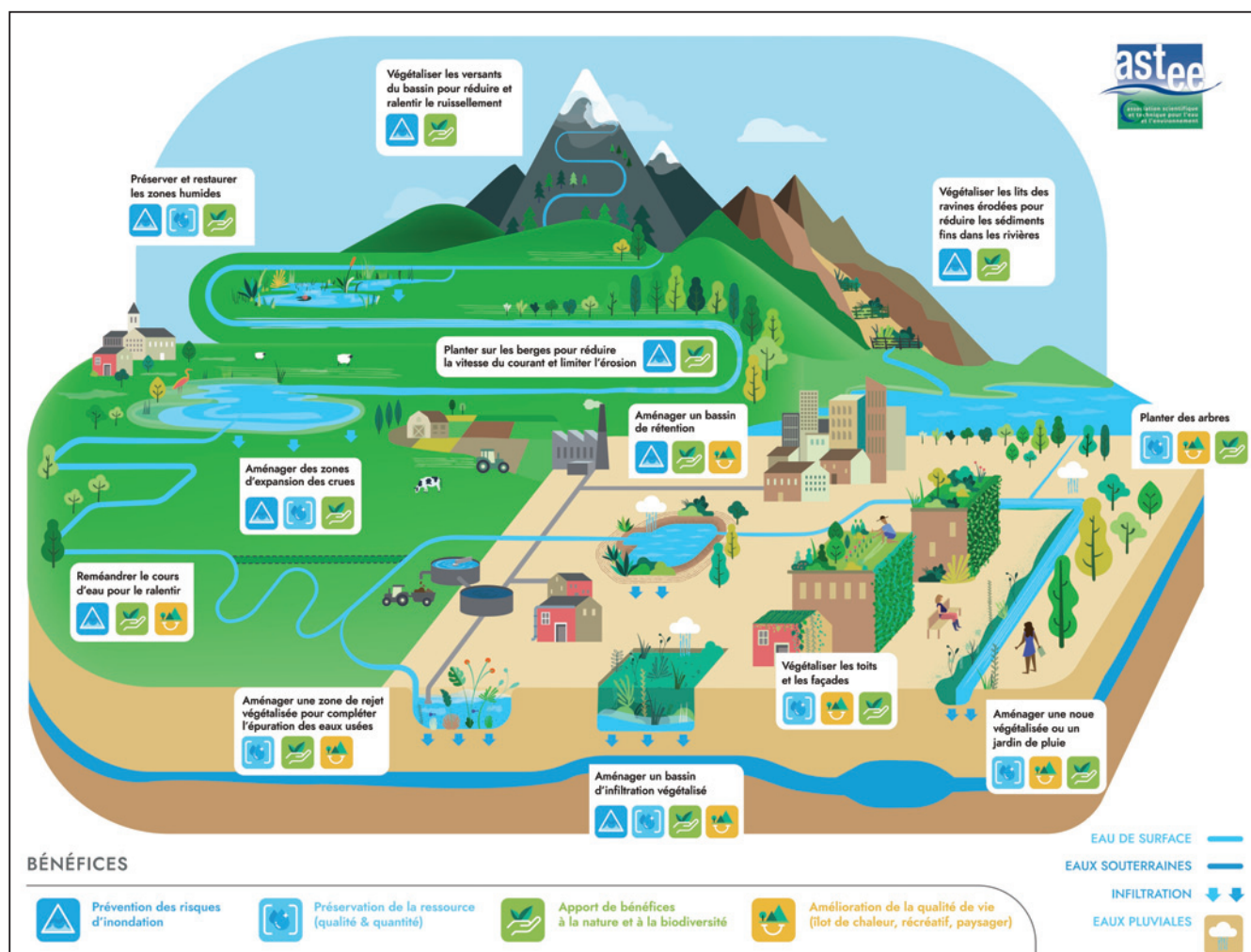


Figure 3. Contributions des SFN à la gestion intégrée et globale de l'eau

bassin – EPTB, les établissements publics d'aménagement et de gestion des eaux – EPAGE, et les agences de l'eau). Ces différents découpages territoriaux peuvent créer des difficultés dans la mise en place de SFN visant à la fois à prévenir les inondations, limiter l'impact des sécheresses, restaurer la biodiversité et préserver (voire augmenter) les services rendus par les écosystèmes. C'est pourquoi la mise en œuvre des SFN nécessite aussi des innovations institutionnelles et financières pour développer des instruments et des échelles d'action publiques ou collectives qui permettent de mieux articuler enjeux écologiques et sociaux, au-delà du premier pas réalisé avec la mise en place de la compétence Gemapi [LAFFORGUE, 2018 ; DRAPIER et al., 2023]. De telles innovations devraient davantage s'appuyer sur des approches interdisciplinaires et transdisciplinaires (décideurs, porteurs de projet, chercheurs, professionnels de terrain, acteurs économiques et de la société civile). Un défi pour la recherche est ainsi de caractériser et d'évaluer les modes de gouvernance associés aux

SFN pour les enjeux liés à l'eau, tels que les inondations par débordement de cours d'eau et par ruissellement. Il s'agit de répondre aux questions suivantes : quel type de gouvernance est privilégié, ou serait à rechercher, dans la mise en œuvre des SFN ? Quelles devraient être les implications de la société civile / acteurs privés / collectivités locales [VENKATARAMANAN et al., 2020] ? À quelles échelles les SFN sont-elles mises en œuvre sur les territoires ? Quels arrangements institutionnels sont favorisés ? Quelle est l'intégration des SFN dans les politiques publiques locales ? Les SFN permettent-elles de retravailler de manière effective et coordonnée les relations entre les politiques environnementales de préservation et les politiques des risques liés à l'eau ? Quels sont les leviers ou freins présentés par la mise en œuvre des SFN sur le terrain ? Quelles sont les principales conséquences de ces freins ? Enfin, quelles modalités de financement des investissements et de l'exploitation adopter ? ►



HUBER TECHNOLOGY

Séchage solaire des boues

Concepteur et créateur du pont retourneur **SOLTICE®**

Précurseur du séchage solaire en France !

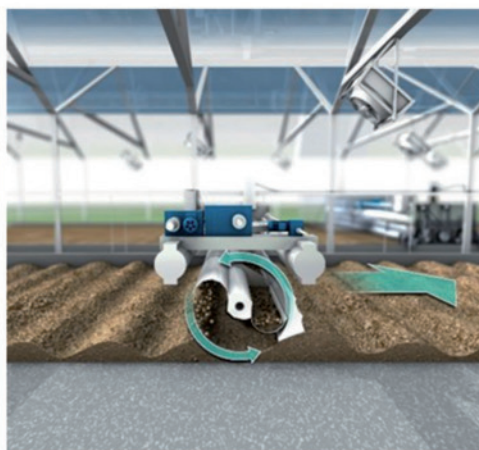
Acteur incontournable depuis plus de 15 ans

L'expérience et la maîtrise au profit des résultats et de la rentabilité :

Pourquoi attendre ?



Baby Soltice
en démonstration
chez vous



Fonctionnement du séchage

Autonome
Sans odeurs
En toute saison

Meilleur Rapport RAGT garanti !

(Retournement-Aération-Granulo-Transport)

Plancher chauffant intégré
Ventilation et aération maîtrisées
Pas de désodorisation

37 installations en France

100% des performances atteintes
Siccité > à 80%
Boues hygiénisées

HUBER
TECHNOLOGY

Huber Technology Sàrl
10A allée de l'Europe - 67140 BARR
www.huber.fr
Tél. +33 3 88 08 51 52 | email : info@huber.fr

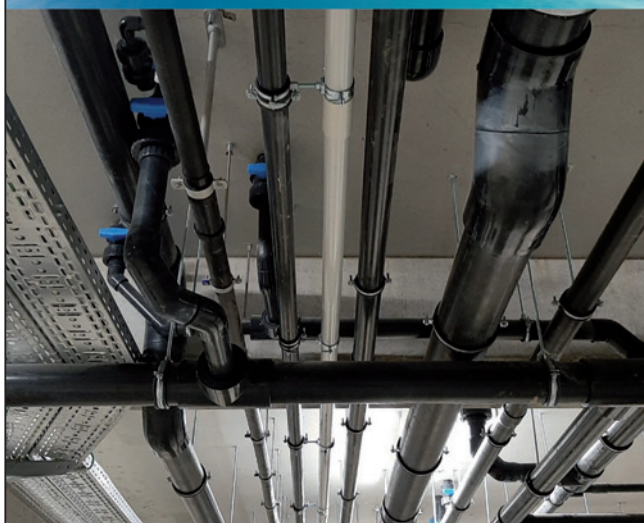


Expert en accessoires & canalisations pour piscines publiques

jusqu'au Ø 400 mm

PVC Pression | PVC-Chaleur
PVC Évacuation | PVC Ventilation
Robinetterie | Supportage

Livraison sur chantier • 3 sites de stockage



Votre équipe commerciale
toujours à votre écoute !

3 SITES | 1 SEUL NUMÉRO

+33 (0)4 68 92 94 00

✉ sorodist@sorodist.fr

AU SERVICE
DES PROFESSIONNELS

depuis
30 ANS

• • • sorodist.com



LABÉO engagé pour l'environnement

Pôle d'analyses et de recherche
interdépartemental de Normandie

LABÉO est accrédité Cofrac
Portées disponibles sur
www.cofrac.fr

cofrac ACCRÉDITATIONS
N° 1-5684
N° 1-6185
N° 1-6186
N° 1-6437
ESSAIS

ANALYSES EAUX POTABLES & EAUX DE PROCESS



ANALYSES BOUES, SÉDIMENTS, DÉCHETS & COMPOSTS



ANALYSES EAUX USÉES & EAUX ENVIRONNEMENTALES



ANALYSES BIOTE & ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS



Nos services :

Prélèvements - Micropolluants organiques
Métaux - Physico-chimie - Radioactivité
Microbiologie - Virologie



Une question sur notre offre ?

François SIMON, Chargé d'affaires Environnement
06 58 43 62 43 | francois.simon@laboratoire-labeo.fr

► En second lieu, les SFN posent la question de la pertinence des échelles spatiales d'action : placer des « confettis » de SFN ici et là ne permet souvent pas d'atteindre les objectifs, notamment en termes de biodiversité. Quelles sont alors les bonnes échelles et continuités spatiales d'implantation des SFN [BABÍ ALMENAR *et al.*, 2021] ? La question des trames écologiques prend ici tout son sens. Par ailleurs, il existe de plus en plus de modèles qui permettent de positionner et dimensionner les ouvrages plus judicieusement. À l'échelle urbaine, comme dans les milieux plus naturels, où placer ces solutions, en quelle quantité et avec quelle technicité ? Quelle est la prise en compte des enjeux sociétaux au-delà des considérations techniques et environnementales [FRANTZESKAKI, 2019 ; LA ROSA et PAPPALARDO, 2020] ? L'intégration de zones de rejets végétalisées est un exemple qui implique un nombre varié de domaines d'étude et d'acteurs [PENRU *et al.*, 2017]. Est-on en mesure de quantifier le potentiel des SFN (par exemple rétention d'eau dans le sol pendant les sécheresses, protection de la qualité des eaux et/ou de la qualité de l'air, recharge des aquifères, régulation de la température de l'air...) ? Quelles sont la perception et la valorisation pour la société des bénéfices et co-bénéfices des SFN [ANDERSON *et al.*, 2021] ? Enfin, n'oublions pas les échelles de temps ainsi que les questions relatives au type de travail et de maintenance qu'impliquent les SFN et les aménagements ou équipements auxquels elles sont associées, même si les besoins sont moindres et/ou différents de ceux des infrastructures grises.

Pour toutes ces questions, la recherche intervient à la croisée de l'hydrologie (modélisation de la hauteur de la ligne d'eau, des débits ruisselés, infiltrés et évapotranspirés, design des aménagements pour obtenir un impact positif donné, quantification des flux polluants reçus, interceptés et rejetés...), l'écologie (structure et fonctionnement de l'écosystème initial et de ses évolutions possibles, services écosystémiques associés, stress biotiques et abiotiques du site, intégration des sites transformés dans les trames vertes/bleues/brunes/noires...), la géographie (intégration spatiale...), la (micro)biologie (impact sur les pathogènes...), l'économie (optimisation des services rendus, couplage des fonctions et usages...), la sociologie (perceptions et appropriation des populations...), la santé publique (réduction du stress...), les sciences politiques ou encore les sciences de gestion. Elle intervient plus particulièrement dans certains domaines comme le génie végétal ou le génie animal, car le changement climatique induit des modifications dans nos repères :

les valeurs seuil changent, les espèces inféodées à un milieu donné évoluent, des espèces résistantes, résilientes et « efficaces » aujourd'hui ne le seront peut-être plus demain, et les incertitudes sont croissantes.

La question de la préservation de la ressource en eau

L'un des objectifs des chercheurs aujourd'hui est d'administrer la preuve des rôles joués par les écosystèmes aquatiques et terrestres pour la préservation des ressources en eau [GUTRY-KORYCKA, 2019]. Il s'agit en particulier d'évaluer l'efficacité des SFN associées à des pratiques agro-écologiques : la diversification plutôt que l'intensification des systèmes de culture et d'élevage (allongement des rotations culturales, associations végétales, agroforesterie, diversité génétique au sein des espèces...), et plus largement la diversification des paysages ruraux (bandes enherbées, haies, agroforesterie...), pour réguler les cycles de l'eau et des nutriments (carbone, azote, phosphore), préserver des habitats, ou encore limiter le développement d'espèces nuisibles et envahissantes, le lessivage d'intrants, lutter contre les ravageurs, protéger contre l'érosion et l'appauvrissement des sols... À titre d'exemple, des travaux sur les prairies semées ont montré qu'en situation de stress hydrique la diversification génétique améliore la régularité de la production de biomasse [LITRICO *et al.*, 2015]. Il s'agit aussi de mieux évaluer la capacité de la gestion des sols à retenir l'eau en réponse aux changements de la couverture végétale et/ou des techniques de travail des sols par exemple. Ainsi, comment optimiser la gestion et l'économie de l'eau en milieu agricole au moyen de pratiques agroécologiques adaptées ? Cela permettra la mise en avant de l'efficacité des SFN dans les agroécosystèmes, ainsi que les écosystèmes d'eau douce, pour contribuer à la préservation, à la fois, de l'eau, des sols et de la biodiversité.

Les questions peuvent porter plus spécifiquement sur la régulation des ressources en eau et de leurs flux. Il s'agit notamment de s'intéresser au triptyque « collecter, stocker et utiliser » l'eau de pluie, qui doit être valorisée et substituée dès que possible à l'eau potable pour certains usages. Quelles SFN peuvent permettre de relever ce défi ? Les retenues d'eau, à ciel ouvert ou enterrées, apparaissent-elles comme des solutions pertinentes ? Et quel est leur lien avec la recharge des nappes souterraines ou avec le fonctionnement des cours d'eau, quel est leur impact sur la qualité des eaux ? Plus particulièrement, quelles « mesures naturelles de rétention d'eau » (MNRE), actions qui

contribuent à ralentir l'écoulement de l'eau par la restauration d'écosystèmes ou par la modification de pratiques (agricoles et sylvicoles notamment), peuvent permettre de relever les objectifs affichés par les SFN ? Enfin, aujourd'hui, il s'agit de voir en quoi, dans leur conception et leur mise en œuvre opérationnelle, les SFN peuvent aider à mieux prendre en charge les relations entre enjeux quantitatifs et qualitatifs liés à la circulation de l'eau, autrement dit entre gestion des extrêmes hydrologiques (inondations, étiages) et de leurs effets, et gestion des flux de polluants (matières en suspension, pesticides, fertilisants, métaux, hydrocarbures, etc.) ou de sédiments, en particulier dans le nouveau régime climatique. Dans un tel contexte se pose la question de l'interaction croisée entre changement climatique, eaux et écosystèmes, qui nécessite une anticipation et un ajustement de nos pratiques.

Conclusion

Les SFN s'appuient sur des approches pluridisciplinaires et ont des effets multibénéfiques faisant appel à la nature dans les projets d'aménagement, qu'ils soient en milieu urbain, périurbain ou rural. Elles répondent à un enjeu majeur des collectivités, celui de la transition écolo-

gique. Une telle transition ne peut s'envisager sans considérer les nombreux autres domaines en interaction avec l'écologie : l'économie, l'urbanisme, les mobilités... Y répondre plaide pour des recherches non seulement disciplinaires, mais aussi interdisciplinaires, conjuguant des approches et des savoirs issus de l'écologie, des géosciences et des sciences humaines et sociales pour mieux rendre compte des bénéfices conjoints que contiennent ces solutions. Il s'agirait aussi de mieux caractériser les modes et les instruments de gestion associés. Si les services écosystémiques ont bien des « co-bénéficiaires » humains et non humains, il peut aussi y avoir des tensions et des arbitrages à faire. Il s'agirait alors de mettre au point des outils pour aider à l'objectivation, à la gouvernance, à la concertation et à la décision, cette dernière pouvant s'appuyer sur les approches multibénéfiques tout en devant aussi arbitrer entre intérêts, valeurs ou représentations conflictuelles. La notion de paiement pour services environnementaux prend ici tout son sens à l'échelle d'un bassin versant. La recherche doit donc être la plus finalisée possible, ce qui signifie qu'elle doit produire et valoriser des savoirs pour guider les politiques publiques, améliorer les savoir-faire des gestionnaires et faciliter la prise de décision des acteurs.

Bibliographie

ANDERSON C.C., RENAUD F.G., HANSCOMB S., MUNRO K.E., GONZALEZ-OLLAURI A., THOMSON C.S., POUTA E., SOINI K., LOUPIS M., PANGA D., STEFANOPOULOU M. (2021) : « Public acceptance of nature-based solutions for natural hazard risk reduction: survey findings from three study sites in Europe ». *Frontiers in Environmental Science*; 9 : 678938.

BABÍ ALMENAR J., ELLIOT T., RUGANI B., PHILIPPE B., NAVARRETE GUTIERREZ T., SONNEMANN G., GENELETTI D. (2021) : « Nexus between nature-based solutions, ecosystem services and urban challenges ». *Land Use Policy*; 100 : 104898.

BOANO F., CARUSO A., COSTAMAGNA E., RIDOLFI L., FIORE S., DEMICHELIS F., GALVAO A., PISOEIRO J., RIZZO A., MASI F. (2020) : « A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits ». *Science of the Total Environment*; 711 : 134731.

CEREMA, CDC BIODIVERSITÉ ET ENPC (cord.) (2022) : *Suivi de projets de Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN). Référentiel d'indicateurs fondé sur les 10 sites pilotes du programme démonstrateur du projet LIFE intégré ARTISAN*. Livrable de l'Action D4 « Suivi et évaluation du programme démonstrateur ». Projet LIFE intégré ARTISAN « Accroître la résilience des territoires au changement climatique par l'incitation aux Solutions d'adaptation fondées sur la nature » (2020-2027), piloté par l'Office français de la biodiversité (OFB). 296 p. Disponible en ligne : <https://www.ofb.gouv.fr/>

sites/default/files/2022-06/ARTISAN_D4_R%C3%A9f%C3%A9rentiel_vf.pdf

DRAPIER L., BARBIER R., BONNEFOND M., BROCHET A., FERNANDEZ S., FOURNIER M., GUERRIN J., HEITZ C., KONDOLF G.M., PELET J., SERRA-LLOBET A., REY F. (2023) : « Les solutions fondées sur la nature pour les risques liés à l'eau : de la théorie à la pratique en France ». *Hydroscience Journal*. [Sous presse].

DUMITRU A., WENDLING L. (eds.) (2021) : *Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners*. European Commission EC. DOI : 10.2777/244577

FRANTZESKAKI N. (2019) : « Seven lessons for planning nature-based solutions in cities ». *Environmental Science & Policy*; 93 : 101-11.

GUTRY-KORYCKA M. (2019) : « The influence of hydro-climatic balances and Nature-based solutions (NBS) in the management of water resources ». *Meteorology Hydrology and Water Management*; 8(1) : 4-27.

JESSUP K., PARKER S.S., RANDALL J.M., COHEN B.S., RODERICK-JONES R., GANGULY S., SOURIAL J. (2021) : « Planting Stormwater Solutions: A methodology for siting nature-based solutions for pollution capture, habitat enhancement, and multiple health benefits ». *Urban Forestry & Urban Greening*; 64 : 127300.

LA ROSA D., PAPPALARDO V. (2020) : « Planning for spatial equity – A performance based approach for sustainable urban

Une analyse réalisée sur site en
18 heures vous permet à tout moment
d'être sûr de la qualité microbiologique
de l'eau que vous distribuez.

Colilert®-18 est une méthode
simple, rapide et précise, à utiliser
sur site pour obtenir des résultats
E.coli / **Coliformes** en seulement
18 heures.

Colilert®-18 - pour un résultat définitif sur les
paramètres *E. coli* et coliformes en 18 heures.
Un résultat 2 à 3 fois plus rapide qu'avec les
anciennes méthodes, et la possibilité d'agir au
plus vite pour garantir la sécurité sanitaire de
votre réseau de distribution. Réalisez vos
autocontrôles microbiologiques avec une
méthode normée et approuvée par le Ministère
de la Santé*: **Colilert®-18**.

Certification NF Validation AFNOR
IDX 33/01-11/09 La méthode IDEXX
Colilert-18/Quanti-Tray a reçu le droit d'usage
de la Marque AFNOR Validation pour le
dénombrement des *E.coli* et des coliformes
dans l'eau de consommation humaine.

Colilert®-18, la norme **NF EN ISO 9308-2** :
2014 est approuvée en France pour le contrôle
officiel des eaux de consommation.*

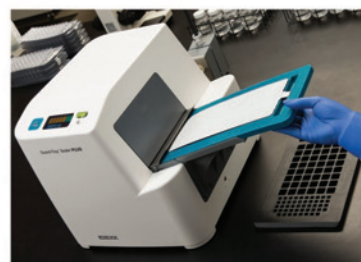
Enterolert®-DW Détecte les
entérocoques présents dans
l'eau potable.

Le test **Enterolert-DW**, pour des résultats plus
précis et spécifiques que la méthode ISO 7899-2,
Des résultats confirmés en 24 heures. Même
plateforme facile à utiliser que le test **Colilert®-18**.

Certification NF Validation
AFNOR IDX 33/0310/13 Dénombrement
d'entérocoques intestinaux -
Enterolert®-DW / Quanti-Tray®



IDX 33/01-11/09
IDX 33/03-10/13



Appelez dès aujourd'hui votre représentant IDEXX au: **+33 (0) 6 02 06 29 36**

Vous pouvez également visiter la page Web **idexx.fr/eau** ou envoyer un courriel à l'adresse
benjamin-amiet@idexx.com ou **Fabrice-LEGENDRE@idexx.com** pour en savoir plus.

*Approuvé par le Ministère de la Santé selon l'arrêté du 19 octobre 2017 et paru au JOFR n°0251 du 26 octobre 2017

©2023 IDEXX Laboratories, Inc. Tous droits réservés. AD 20230124-1134-00
Tous les noms de marque et les noms suivis du symbole de copyright ® ou de la mention TM sont des marques
déposées par IDEXX Laboratories, Inc. ou ses filiales, aux États-Unis et/ou ailleurs dans le monde.

IDEXX

CERTIFICATION ISO 9001:2015
CERTIFICATION ISO 14001:2015

LA NORME ISO 9308-2:2012
CONFORMITÉ ISO 11133:2014
CERTIFICATION ISO 17025:2017

DÉSHYDRATATION DE BOUES

Location d'unités mobiles

Depuis
1970

Réduisez les boues jusqu'à la sixième part et limitez le coût du transport et du traitement

- Unités mobiles complètes reposant sur des centrifugeuses décanteuses, débit hydraulique de 3 à 90 m³/h
- Transport et mise en service rapide
- Vidange de digesteurs et de lagunes
- Missions courtes ou longues durées
- Réparation de centrifugeuses



CENTRIBOET

DECANTER RENTAL SERVICE



www.centriboet.com

Ps. Sant Gervasi, 33

08022 Barcelone

Tél: +34 932 112 233

Fax: +34 934 186 342

contact: abb@andreuboet.com

- drainage systems ». *Sustainable Cities and Society* ; 53 : 101885.
- LAFFORGUE M. (2018) : « Protéger la qualité des eaux des captages en bassins versants forestiers ». *Techniques Sciences Méthodes* ; 5 : 55-66.
- LITRICO I., BARRE P., DURAND J.-L., GHESQUIÈRE M., PRIETO I., VIOLLE C. (2015) : Diversité spécifique et génétique dans les prairies semées : une plus-value complémentaire ! Colloque présentant les méthodes et résultats du projet Climagie (métaprogramme ACCAF). Novembre, Poitiers, France. 223 p., hal-01236553.
- PENRU Y., POLARD T., AMALRIC M., CIRELLI C., BACCHI M., LAFFORGUE M., SHUEHMACHER J., CHAMBOLLE M., LEBAS M.A., PROHIN P., MEHDI L., DI PIETRO F., LARRUE C., SELLIER A., CADIÈRE A., SOM P., TAPIE N., BUDZINSKI H., MARTIN RUEL S., PERRIDY L. (2017) : « L'ingénierie écologique appliquée aux zones de rejet végétalisées : élimination de micropolluants, biodiversité et intégration socio-territoriale ». *Techniques Sciences Méthodes* ; 12 : 157-86.
- RAMIREZ-AGUDELO N.A., ANENTO R.P., VILLARES M., ROCA E. (2020) : « Nature-based solutions for water management in peri-urban areas: barriers and lessons learned from implementation experiences ». *Sustainability* ; 12(23) : 9799.
- REY F. (2021) : « Harmonizing erosion control and flood prevention with restoration of biodiversity through ecological engineering used as co-benefits Nature-based solutions ». *Sustainability* ; 13(20) : 11150.
- SEDDON N., CHAUSSON A., BERRY P., GIRARDIN C.A.J., SMITH A., TURNER B. (2020) : « Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges ». *Philosophical Transactions of the Royal Society, B* ; 375: 20190120.
- SIMPERLER L., ERTL T., MATZINGER A. (2020) : « Spatial compatibility of implementing nature-based solutions for reducing urban heat islands and stormwater pollution ». *Sustainability* ; 12(15) : 5967.
- UICN COMITÉ FRANÇAIS (2015) : *Des solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques*. Paris, France. Disponible en ligne sur <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature-pour-lutter-contre-les-changements-climatiques>
- UICN COMITÉ FRANÇAIS (2019) : *Les Solutions fondées sur la nature pour les risques liés à l'eau en France*. Paris, France. Disponible en ligne sur <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2020/01/sfn-light-ok.pdf>
- UICN COMITÉ FRANÇAIS (2021) : *8 questions à se poser pour mettre en œuvre des solutions fondées sur la nature – un guide d'appropriation du Standard mondial de l'UICN*. Paris, France. Disponible en ligne sur <https://uicn.fr/guide-8-questions-solutions-fondees-sur-la-nature>
- VENKATARAMANAN V., LOPEZ D., McCUSKEY D.J., KIEFUS D., McDONALD R.I., MILLER W.M., PACKMAN A.I. YOUNG S.L. (2020) : « Knowledge, attitudes, intentions, and behavior related to green infrastructure for flood management: A systematic literature review ». *Science of the Total Environment* ; 720: 137606.
- ZÖLCH T., HENZE L., KEILHOLZ P., PAULEIT S. (2017) : « Regulating urban surface runoff through nature-based solutions – An assessment at the micro-scale ». *Environmental Research* ; 157 : 135-44.



UNE ÉQUIPE QUI VA DE L'AVANT POUR FAÇONNER L'AVENIR

La gaine IMPREG DN150 - DN2000.

