



HAL
open science

Des solutions fondées sur la nature

Xavier Leroux, Freddy Rey, Martine Hossaert-Mckey, Catherine Foucaud-Scheunemann

► **To cite this version:**

Xavier Leroux, Freddy Rey, Martine Hossaert-Mckey, Catherine Foucaud-Scheunemann. Des solutions fondées sur la nature. "Ressources" n°5, la revue INRAE, 5, pp.68-85, 2024, 10.17180/yp80-c132 . hal-04523831

HAL Id: hal-04523831

<https://hal.inrae.fr/hal-04523831>

Submitted on 11 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

FUTURS

DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

La dégradation de la biodiversité, le changement climatique et la pollution liée aux activités humaines ont des répercussions majeures sur les écosystèmes et sur les sociétés. Depuis des décennies, des solutions conventionnelles ont été privilégiées pour protéger ou restaurer les écosystèmes sans répondre pour autant à tous les défis sociétaux. Plus écologiques, plus sociales et économiquement viables, les « Solutions fondées sur la Nature » semblent pleines de promesses pour l'avenir de la planète.



LES DÉFIS D'UNE APPLICATION RÉUSSIE

Les Solutions fondées sur la Nature (SfN) gagnent progressivement les sphères politiques, fortes de leur pertinence à répondre à de multiples objectifs, écologiques, sociétaux et économiques. Cependant, certains freins entravent leur mise en œuvre et leur déploiement : autant de sujets de recherche pour identifier ces freins et les leviers.

Perspectives.

Initialement forgé et développé par des institutions internationales actives dans la gouvernance mondiale de la biodiversité et du climat, le concept de SfN s'est progressivement déployé dans différents cadres politiques.

L'Europe et la France engagées

Après s'être approprié le concept de SfN, l'Europe et la France le mettent en œuvre depuis quelques années.

À l'échelle de l'Europe, les SfN sont notamment citées dans le Pacte vert pour l'Europe (2019) et les stratégies européennes relatives à l'adaptation au changement climatique (2020) ou en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030 (2021). Elles bénéficient également de financements spécifiques pour la recherche et l'innovation : par ex. le programme de financement de la recherche de la Communauté européenne (CE), Horizon Europe pour la période 2021-2027, les fonds structurels et d'investissement européens ou encore le programme Life.

Différents plans et stratégies nationaux ont intégré les SfN, dont le Plan climat et la révision du Plan national d'adaptation au changement clima-

**PROGRAMMES
EUROPÉENS DE
RECHERCHE**
Horizon 2020
[2014-2020] et
Horizon Europe
[2021-2027]

46
projets autour
des SfN réunissant

923
partenaires issus
de 66 pays pour

441 M€
[octobre 2022]

tique (PNACC-2) en 2017, le Plan biodiversité (2018), le Plan d'action pour une gestion durable des eaux pluviales (2021) ou bien encore le Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau et la Stratégie biodiversité 2030 (2023). Là aussi, les recherches accompagnent le déploiement des SfN, donnant des éléments pour les mettre en place, les évaluant...

Ainsi, dans son plan d'investissement France 2030 le gouvernement français a financé plusieurs grands programmes de recherche portant sur les SfN ou les intégrant. Le but ? Construire ou consolider une prédominance scientifique française en fédérant une communauté de scientifiques-experts autour de projets structurants et à terme se positionner mondialement sur des secteurs d'avenir. Le programme et équipement prioritaire de recherche (PEPR) SOLU-BIOD Solutions fondées sur la Nature¹ bénéficie ainsi de 44,2 millions d'euros sur une durée de 8 ans (2023-2031). Son objectif : construire les trajectoires et développer les leviers, dans leurs dimensions écologique, biophysique, sociologique et économique et renforcer notre capacité à concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SfN dans un contexte de change-

ments globaux. Ses recherches porteront prioritairement sur les SfN liées aux réseaux de zones protégées, celles basées sur les mosaïques agricoles et naturelles, ainsi que les SfN urbaines et côtières.

Le PEPR One Water-Eau bien commun², doté de 53 millions d'euros, mobilise lui aussi les SfN dans le défi scientifique consacré à l'amélioration des ressources en eau dans un contexte de changement global et à l'adaptabilité des écosystèmes. Un autre grand projet participe au développement des SfN. Le projet Life-Artisan - Accroître la résilience des territoires aux changements climatiques par l'incitation aux solutions d'adaptation fondées sur la nature (SafN), dont INRAE est partenaire, se consacre à démontrer et valoriser le potentiel des SafN sur le territoire français. Il est doté d'un budget de 16,7 millions d'euros financé par la CE et l'État français. Ses objectifs sont de sensibiliser et faire monter en compétences les acteurs sur cette thématique ; d'accompagner et d'amplifier les projets de SafN sur tout le territoire national, grâce à 10 sites de démonstration, un animateur national et un réseau d'acteurs mobilisés sur des groupes de travail et des études. Il participe à la mise en œuvre du PNACC-2 et du Plan biodiversité.

Une appropriation encore difficile

Alors que des SfN sont mises en avant par les politiques et déployées par plusieurs collectivités, telles que la métropole du Grand Lyon ou encore Lille ou Les Mureaux, d'autres acteurs et observateurs pointent la difficulté d'appréhender (et de mettre en œuvre) l'entièreté des dimensions qu'englobe ce terme.

« *Bien que des éléments de définition aient été produits par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), la notion de SfN demeure encore floue pour la majorité des acteurs locaux interrogés comme pour des acteurs pourtant aguerris aux SfN* », détaille Joana Guerrin, chercheuse en politiques de gestion des risques liés à l'eau dans l'unité Geste (Gestion territoriale de l'eau et de l'environnement) à Strasbourg et coordonnatrice du projet Nature Based Solutions From Theory to Practice, qui compare le déploiement des SfN en France et aux États-Unis⁵.

D'autres jugent le terme « *vague et difficilement compréhensible* » dans le domaine des risques liés à →

INRAE

Moteur pour les Solutions fondées sur la Nature

INRAE accompagne la définition et le déploiement des SfN depuis leur émergence. Membre actif ou partenaire des acteurs internationaux (UICN...) et nationaux (FRB, OFB...), il consacre une forte part de son activité au développement des connaissances dans les domaines de la biologie ou des sciences humaines et sociales. Il a mis à leur service son expérience des approches interdisciplinaires et pluridisciplinaires, dans le cadre de 2 métaprogrammes, BioSeFair [Favoriser la biodiversité et renforcer les réseaux de services écosystémiques] et

Better [Bioéconomie pour les territoires urbains]. Les SfN peuvent aussi être l'objet de recherches partenariales. Ainsi, le laboratoire INNOWET, lancé en novembre 2022, réunit l'unité de recherche Reversaal [Réduire, réutiliser, valoriser les ressources des eaux résiduaires] à Lyon, et la société EcoBird autour de procédés de traitement des eaux pluviales basés sur des filtres plantés de végétaux. C'est ainsi qu'INRAE pilote avec le CNRS le PEPR SOLU-BIOD pour fédérer la communauté scientifique française et permettre à la France d'être un leader mondial sur le sujet.

GESTION DES RISQUES

NAIAD : l'analyse coûts/bénéfices

Dans les Alpes-Maritimes, le risque inondation a été modélisé à l'échelle du bassin versant de la Brague, un des sites pilotes du projet NAIAD, sur la base de scénarios d'occupation des sols ou en présence d'ouvrages de protection conventionnels ou de SfN. La mise en place de mesures de prévention, portant sur les risques de débordements, permettrait d'éviter jusqu'à 30 % des dommages moyens

annuels, ceci sans prendre en compte les mesures de réduction des ruissellements amont. Les bénéfices que sont l'amélioration de la qualité des milieux naturels, du paysage, de la qualité de vie et de la dynamique socio-économique de la vallée pourraient s'élever à plusieurs millions d'euros par an. Des résultats à même d'orienter les décideurs locaux en matière de prévention.

INONDATION

MANA, un jeu sérieux pour s'approprier le concept

Le projet MANA vise à accompagner et à nourrir une approche collective sur la mise en œuvre de SfN et solutions hybrides pour gérer les inondations. « Nous avons développé une approche qui associe tous les acteurs (élus, techniciens, gestionnaires, décideurs, citoyens) au processus décisionnel pour les aider à construire collectivement un projet d'aménagement. Elle couple une simulation d'inondation d'un territoire sur maquette 3D et un jeu sérieux, Sim-MANA, dans lequel toutes les parties prenantes d'une collectivité sont représentées », détaille Franck Taillandier, responsable du projet et spécialiste de l'aide à la décision, dans l'unité Recover à Aix-en-Provence. Une version plateau de Sim-MANA est en cours d'élaboration.

« Les SfN sont moins visibles que les solutions "en dur" et

les gens pensent qu'elles protègent moins contre les risques liés aux inondations. Il faut convaincre les acteurs locaux et les riverains des avantages que ces solutions amènent aujourd'hui et sur le long terme », explique Jean-Marc Truffet, responsable communication et projets de la Fondation MAIF pour la recherche qui finance le projet MANA. Et pour convaincre, rien de mieux qu'une séance de jeu sérieux ! « Une expérience concluante a réuni début juillet des acteurs niortais de l'assurance, de la prévention et des collectivités locales », commente Jean-Marc Truffet. Et de souligner l'importance de cette phase d'acculturation et de sensibilisation, « la 1^{re} étape avant de mettre en œuvre les SfN dans les meilleures conditions ».

youtu.be/8WdoZB6_06w



© Fondation MAIF

l'eau par exemple, comme le souligne Pénélope Brueder, doctorante en psychologie de l'environnement dans l'unité Recover (Risques, écosystèmes, vulnérabilité, environnement, résilience) à Aix-en-Provence. Cette difficulté est renforcée par une culture française de génie civil bien ancrée et le sentiment de sécurité que les ouvrages qui en sont issus procurent.

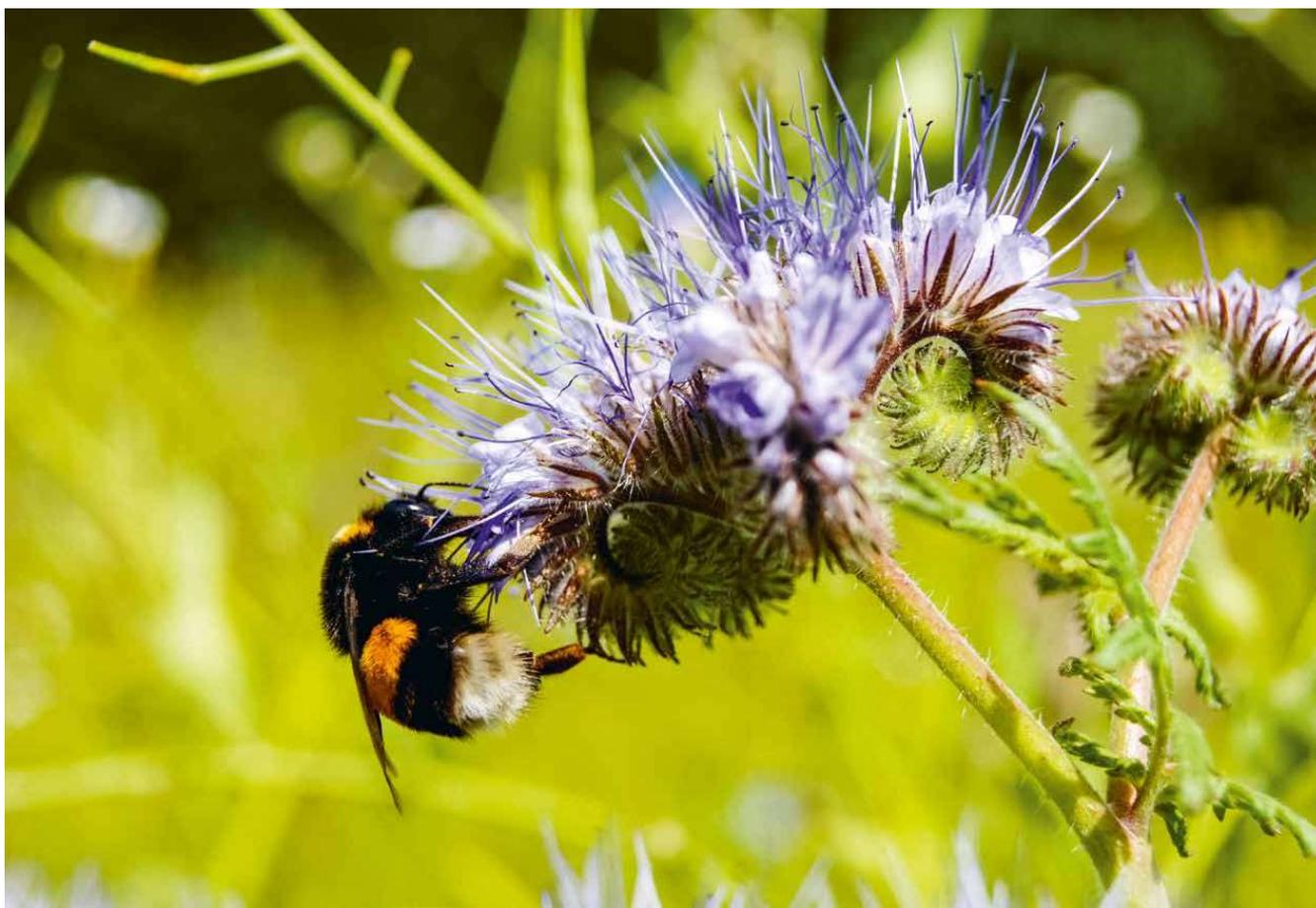
Même ressenti ou presque dans le monde francophone et notamment en Afrique de l'Ouest, où les SfN en tant qu'interventions sensibles au bien-être humain et à la nature bénéficient pourtant d'un terreau culturel favorable. Le concept est moyennement connu : 40 % des 150 répondants (praticiens, chercheurs, politiques) à une enquête réalisée en 2022 par l'Aced, en ont déjà entendu parler. Et les connaissances restent sommaires, même si cela varie cependant selon les groupes. Certains acteurs, comme des ONG de défense des peuples autochtones, ont une position critique vis-à-vis du concept. Ils craignent notamment qu'il ne soit utilisé par des entreprises privées pour justifier l'exploitation des ressources locales et l'accaparement des terres par le biais de mécanismes de compensation carbone.

Lors de la Conférence de Glasgow sur les changements climatiques (COP26, 2021), alors que certains États plébiscitaient l'adoption du terme (et donc du concept) de SfN dans les déclarations finales, ce qui aurait constitué une première dans un pacte climatique des Nations unies, d'autres s'y sont opposés. Le terme « SfN » a disparu au profit de l'expression « protéger, conserver et restaurer la nature ».

Pas facile de faire émerger une vision cohérente et stabilisée des SfN dans ce contexte, d'autant que celles-ci restent peu connues du grand public : seulement 2 % des personnes interrogées lors d'une enquête réalisée en France dans le cadre du projet Life - Artisan en ont déjà entendu parler (ACTeon-Gece, 2021).

Renforcer les connaissances et la formation

Première brique des SfN, la connaissance sur le fonctionnement des écosystèmes, qui sont complexes, doit être développée. Mais il s'agit aussi d'adopter des approches interdisciplinaires croisant sciences de la nature et sciences humaines et sociales, pour explorer et faire reconnaître la



pertinence des SfN face aux défis sociétaux.

« Les SfN nécessitent des approches très systémiques qui traitent en général de plusieurs défis simultanément (car les acteurs des territoires font face à de multiples défis sociétaux en même temps) avec, à la sortie, une évaluation environnementale, économique et sociale », insiste Xavier Le Roux, responsable scientifique du PEPR SOLU-BIOD pour INRAE.

De multiples ressources (fiches, guides...), bases de données et plateformes d'information et d'échanges (par ex. Oppla, NetworkNature ou encore la plateforme Connecting Nature Enterprise) proposées par différentes institutions ou acteurs du monde scientifique ou associatif donnent à partager connaissances et retours d'expériences.

En revanche, très peu de formations, initiales ou continues, traitent des SfN. Le Programme des Nations unies pour l'environnement et le Partenariat pour l'environnement et la réduction des risques de catastrophe qui proposaient en 2021 un cours en ligne spécifiquement dédié aux SfN pour la résilience aux catastrophes et au changement climatique, font encore figure d'exception.

PROJET BRIE'EAU

68

personnes
mobilisées dont
la participation
régulière de :

14

agriculteurs

7

acteurs de filières

18

représentants
de collectivités

4

représentants
des services
de l'État

3

représentants
d'associations

Pour un nouveau type de gouvernance des projets

Une gouvernance qui intègre de nombreux acteurs et parties prenantes, comme le préconise l'UICN, permet de rompre avec un fonctionnement cloisonné par secteur ou filière, de mieux prendre en compte les facteurs socioculturels locaux et de dépasser d'éventuelles limites budgétaires en réunissant plusieurs services d'une même institution.

En témoigne le projet Brie'Eau (voir p.81). Sur quelque 2 ans se sont succédé des ateliers participatifs pour concilier les perceptions des différents acteurs du projet sur le dispositif des zones tampons humides artificielles et discuter des scénarios de territoire ; des séances de restitution collective ; des sorties sur le terrain pour partager des connaissances techniques et des ateliers de construction des actions collectives. Cette démarche s'est appuyée sur des outils qui se sont avérés favorables aux échanges : des jeux de cartes (par ex. METE'EAU pour faire dialoguer autour de l'eau) ou de rôle (par ex. Réseau'lution diffuse pour débattre des solutions possibles) et des simulateurs (par ex. Coclick'eau pour représenter →

« Le PEPR Solutions fondées sur la Nature, un programme pour renforcer le leadership de la communauté de recherche française sur les SfN. »

Xavier Le Roux

les conséquences de changement de pratiques agricoles sur des indicateurs environnementaux et des résultats technicoéconomiques pour les agriculteurs).

D'autres projets internationaux⁴ comme « Végétalisation des bassins de gestion des eaux pluviales, création de zones humides et entretien pour une adaptation aux changements climatiques » et « Innover sur des pratiques de gestion des eaux de surface pour des villes intelligentes et durables » plébiscitent ce type de gouvernance. « Ces projets permettent d'associer chercheurs et gestionnaires et de se retrouver dans des ateliers de travail où l'on aborde, ensemble, des questions techniques et scientifiques. Nous allons également sur le terrain pour voir les ouvrages, en étudier les caractéristiques, en discuter et étudier les pistes scientifiques pour développer de l'innovation », détaille André Evette, chercheur en écologie de la restauration au Lessem (Laboratoire Écosystèmes et sociétés en montagne) à Grenoble.

La nécessité de financements au long cours

En pratique, les SfN doivent aussi composer avec des coûts spécifiques : évaluation coût/bénéfices, diagnostic des écosystèmes, suivi sur le long terme des solutions mises en œuvre, ou encore achat de terrain ou recours à une main-d'œuvre plutôt qualifiée et nombreuse... Cependant, des SfN bien conçues peuvent nécessiter moins d'entretien sur le long terme que des solutions techniques, et il appartient aux décideurs et acteurs locaux de mieux valoriser toute la palette de bénéfices qu'elles offrent.

SfN RÉUSSIES : LES FONDAMENTAUX

Les différents projets consacrés aux SfN :

→ intègrent tous, dès leur conception ou presque, l'aspect co-bénéfices pour la société et la biodiversité,

→ partagent des approches inclusives et intégrées,

→ prennent en compte les valeurs, les intérêts et les niveaux de connaissance de chacun,

→ privilégient des solutions ancrées dans leur environnement local,

→ s'appuient sur des partenariats publics/privés à même de garantir leur financement.

Le financement à long terme des projets mobilisant les SfN est donc essentiel. Il doit être prévu et assuré en amont du projet pour ne pas courir le risque de voir disparaître le suivi et l'entretien des réalisations.

Cette temporalité contraste avec les contraintes politiques des décideurs et la vision à court terme qu'elles engendrent souvent et qui pourraient rendre les solutions d'ingénierie traditionnelles plus attractives que les SfN. Et ce d'autant plus que les SfN ne permettent pas, sur leur nom, d'obtenir des financements particuliers. Dès lors, il y a peu d'intérêt pour les maîtres d'ouvrage à investir pour s'approprier le concept et l'adapter à leur contexte.

À l'échelle internationale, « de nombreuses nations ont inclus des SfN dans leurs plans d'action nationaux, notamment pour le climat. Cependant, les pays en développement et les communautés locales ont besoin d'un soutien financier et technique accru pour de telles activités » (ONU Climat Infos). Lors du Forum sur le financement des SfN, organisé en 2022 par le Comité permanent des finances de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, les experts ont appelé à une augmentation considérable du financement de ces approches, invitant les gouvernements, les institutions financières et les entreprises à placer le climat et la nature au cœur de la prise de décision économique à l'avenir.

Actuellement, le financement des SfN repose essentiellement sur des fonds publics. Il existe des fonds réservés aux SfN, par exemple les fonds spéciaux de l'Union européenne, le Fonds français pour l'environnement mondial dédié aux pays en voie de développement... Au niveau national, les sources de financement sont en général beaucoup plus éparpillées, émanant de fonds consacrés à la protection de l'environnement, au changement climatique, à la réduction des risques de catastrophe... Et ce n'est que récemment que des opérateurs privés se sont saisis des SfN. ●

1. Le PEPR SOLU-BIOD bénéficie d'un co-pilotage CNRS-INRAE avec pour responsables scientifiques, Martine Hossaert-McKey (CNRS) et Xavier Le Roux (INRAE).

2. www.onewater.fr

3. nbs-france-us.hub.inrae.fr/

4. Les 2 projets, dont INRAE est partenaire, sont financés par le Fonds franco-québécois pour la coopération décentralisée.



Accompagner le développement des SfN sur le territoire

Entretien avec Antoine Cadi, directeur de la recherche et de l'innovation de CDC Biodiversité

Créée en 2008 par la Caisse des dépôts et consignations, CDC Biodiversité a pour principale mission de concilier biodiversité et développement économique au service de l'intérêt général. Grâce à une triple expertise écologique, foncière et financière, elle engage des actions de renaturation et de gestion d'espaces naturels sur le long terme.

Pouvez-vous situer CDC Biodiversité dans le paysage des acteurs qui s'intéressent à la biodiversité ?

Nous sommes intégralement au service de l'intérêt général, avec pour vocation de concilier des activités économiques avec les enjeux de restauration et de préservation de la biodiversité. Ce positionnement nous permet de bénéficier d'une place centrale dans l'écosystème français des acteurs de la biodiversité, et d'échanger avec les sphères académiques, économiques et institutionnelles. Il s'illustre notamment au travers de la mission Économie de la biodiversité, une initiative financée par la Banque des territoires, filiale du groupe, qui vise à produire et diffuser des connaissances autour de ces sujets.

Quelles sont les actions menées par CDC Biodiversité en faveur des SfN ?

Avec la production, en 2015, d'une

publication sur les infrastructures vertes et la mise en place, en 2016, du programme Nature 2050, nous sommes parmi les premiers acteurs privés à s'être pleinement investis dans les SfN en France. Le programme Nature 2050 a pour but de renforcer l'adaptation des territoires au changement climatique et de préserver et restaurer leur biodiversité par la mise en œuvre de SfN à horizon 2050. Aujourd'hui, 65 projets bénéficient, en France, de notre soutien. Par la conservation des écosystèmes dans un état fonctionnel, ces projets ont un intérêt majeur pour répondre aux enjeux de la transition écologique des territoires. Ils représentent un levier à mobiliser massivement. En pratique, nous conseillons, formons et apportons tout un panel de solutions aux acteurs publics comme privés qui souhaitent s'investir en faveur de la biodiversité grâce aux SfN.

Quels liens entretenez-vous avec INRAE ?

Nous collaborons de manière ponctuelle avec INRAE sur certains projets. C'est le cas pour la Ferme des Buis (Drôme) que nous accompagnons dans le cadre du programme Nature 2050 depuis 2017. Les financements que nous apportons ont permis de créer des corridors écologiques et d'intégrer des aménagements arborés dans les parcelles. INRAE développe également

sur cette exploitation des moyens de lutte biologique contre des insectes ravageurs. Nos actions sont très complémentaires. CDC Biodiversité est engagée dans le PEPR SOLU-BIOD copiloté par INRAE. Dans le même temps, nos 2 structures sont partenaires au sein du projet Life Artisan. Cette relation privilégiée s'illustre enfin par la présence d'INRAE au comité d'orientation¹ de la mission Économie de la biodiversité. Notre collaboration permet d'accélérer la mobilisation des SfN pour la transformation agroécologique des systèmes alimentaires.

« Nos projets ont un intérêt majeur pour répondre aux enjeux de la transition écologique des territoires. » Antoine Cadi

1. Vincent Martinet, unité Paris Saclay Applied Economics (Palaiseau).

UN PARADIGME RENOUVELÉ

Protéger, gérer et restaurer des écosystèmes pour relever directement les défis de société : les SfN découlent d'une approche systémique qui considère que le bon état de la biodiversité et le bien-être humain vont de pair.

Éclairage.

En Occident, l'idée de protéger la nature émerge au cours du XIX^e siècle avec les progrès des sciences naturelles et les prémices de l'écologie, qui modifient la perception que l'humain a du monde vivant. Initialement centré sur la nature sauvage et les habitats naturels, le concept de protection de la nature va peu à peu s'intéresser aux relations entre humains et nature.

Un nouveau rapport à la nature

À partir des années 1960, les préoccupations à l'égard de l'état de la planète augmentent, avec la prise de conscience des impacts négatifs des activités humaines sur l'environnement. Le terme de diversité biologique est contracté en celui de biodiversité à l'occasion du Forum sur la biodiversité à l'occasion du Forum sur la biodiversité (Washington, 1986), événement majeur réunissant scientifiques, gouvernements et société civile à l'initiative de l'Académie nationale des sciences américaine et de la Smithsonian Institution.

La notion de services écosystémiques voit le jour dans les années 2000, avec pour objectif de replacer les enjeux de conservation au cœur des intérêts humains. La préservation de la biodiversité s'inscrit dans les objectifs du développement durable adoptés par les Nations unies en 2015. Aujourd'hui, les populations humaines sont de

3/4
DES FRANÇAIS
considère que
la protection de
la nature est un
enjeu important
et urgent.

La quasi-totalité
estime que
la biodiversité
se dégrade
(OFB, 2021).

plus en plus conscientes des enjeux environnementaux, de l'impact de leurs activités et de la dégradation de la biodiversité. L'approche focalisée sur les services écosystémiques, parfois jugée trop utilitaire, laisse désormais place à une plus grande prise en compte des relations dynamiques et réciproques entre l'être humain et la nature.

L'expression « Solutions fondées sur la Nature », ou SfN, est utilisée pour la première fois en 2008, dans un rapport de la Banque mondiale¹. Celui-ci détaille les stratégies de gestion et d'adaptation au changement climatique et à la perte de biodiversité basées sur les concepts de gestion et de conservation des écosystèmes. Elle est évoquée l'année suivante lors de la Conférence des parties de la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.

En 2013, le concept de SfN est inscrit dans le programme mondial de l'UICN dont INRAE est membre. Aujourd'hui, les SfN voient leur place reconnue au niveau international.

Un cadre conceptuel porté par un standard mondial

En 2016, les SfN sont définies par l'UICN comme « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière →

REPÈRES

Les 8 critères du standard mondial de l'UICN

Facile à utiliser, simple et robuste, ce standard est conçu comme une approche souple, nourrie par la pratique et les expérimentations.

Il comporte 8 critères :

- les SfN répondent efficacement à des défis de la société ;
- la conception d'une SfN est une question d'échelle ;
- les SfN procurent des avantages nets à la biodiversité et à l'intégrité des écosystèmes ;
- les SfN sont économiquement viables ;
- les SfN reposent sur des processus de gouvernance inclusifs, transparents et habilitants ;

→ les SfN trouvent un juste équilibre entre la réalisation de leur(s) objectif(s) principal(aux) et la prestation d'avantages multiples ;

→ les SfN sont gérées de façon adaptative, sur la base de données probantes ;

→ les SfN sont durables et inscrites dans un contexte de compétence approprié.

En France, un guide d'appropriation de ce standard a été réalisé pour les porteurs de projets et les décideurs. Il est structuré en 8 questions, miroirs des 8 critères, à se poser pour mettre en œuvre des SfN.

GLOSSAIRE

BIODIVERSITÉ

La biodiversité désigne, au sens large, la variété et la variabilité du monde vivant sous toutes ses formes [ce qui englobe la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes]. À cela s'ajoutent la diversité des interactions à l'intérieur des 3 niveaux et entre eux, et la diversité des caractéristiques fonctionnelles des organismes.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les services écosystémiques sont les biens et services que les humains peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être [nourriture, qualité de l'eau, paysages...]

ÉCOSYSTÈME

Un écosystème est un ensemble formé par une communauté d'êtres vivants [ou biocénose] en interaction entre eux et avec leur milieu de vie [ou biotope].

AVENIR

Les SfN pour l'agroécologie

Nourrir une population en expansion, procurer un revenu aux agriculteurs et protéger l'environnement : l'agriculture est confrontée à de nombreux défis qui nécessitent de repenser les systèmes de production. Au carrefour de l'agronomie et de l'écologie, l'agroécologie mobilise des processus biologiques [par ex. la régulation biologique des ravageurs, la pollinisation, la fertilité des sols] pour limiter le recours aux intrants¹ [eau d'irrigation, produits phytosanitaires, fertilisants de synthèse ou encore médicaments vétérinaires]. Portée par INRAE comme une voie d'avenir, l'agroécologie est au cœur du Pacte vert pour l'Europe, la stratégie de l'Union européenne pour atteindre la neutralité climatique à l'horizon 2050.

« Agroécologie et SfN se rencontrent notamment à l'échelle des paysages, lorsque l'on met en place ou que l'on favorise le développement d'infrastructures agroécologiques qui constituent des entités écologiques fonctionnelles », détaille Thierry Caquet, directeur scientifique Environnement d'INRAE. *« Certains des services que rendent ces écosystèmes sont favorables à la production agricole tout en ayant un effet positif sur la biodiversité qu'ils hébergent. »*

Et de citer l'exemple d'infrastructures comme les haies qui abritent une diversité spontanée parmi laquelle on trouve des insectes auxiliaires de culture, les espaces naturels ou semi-naturels [prairies, petits bois...] à l'interface entre ville et campagne, qui attirent des espèces d'intérêt ; ou bien des pratiques comme les cultures intermédiaires ou le paillage, favorables à la vie des sols et notamment aux microorganismes.

1. Voir Ressources#4, p. 19.



Parcelle viticole de la Gironde (33). © INRAE – Sophie Charmont

efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité». Elles ciblent des défis majeurs tels que le changement climatique, les risques naturels, la sécurité alimentaire et l'accès à l'eau, la biodiversité et la santé globale, et sont essentielles à un développement économique durable.

« Une SfN doit satisfaire à deux exigences principales », souligne Freddy Rey, chercheur en écologie et ingénierie écologique au au Lessem (Laboratoire des écosystèmes des sociétés en montagne) à Grenoble et est président de la commission Gestion des écosystèmes du comité français de l'UICN, « à savoir contribuer de façon directe à (au moins) un défi de société et présenter des bénéfices pour la biodiversité ». Une dualité qu'il formalise en parlant de « solutions co-bénéfiques fondées sur la nature ». Une approche adoptée également par la CE qui précise que « les SfN doivent bénéficier à la biodiversité et soutenir la fourniture d'une gamme de services écosystémiques ».

En pratique, les SfN se déclinent en 3 types d'actions qui peuvent, ou non, être combinées entre elles dans les territoires ou avec des solutions d'ingénierie civile :

1948

Création de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) à Fontainebleau. Première union environnementale à l'échelle mondiale, l'UICN réunit gouvernements et organisations de la société civile dans le but de protéger la nature.

→ la préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique (par ex. mise en réseau d'aires marines protégées pour favoriser la biodiversité, constituer une source de poissons pêchables hors des zones protégées, favoriser l'écotourisme...);

→ l'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines (par ex. diversification des paysages agricoles pour favoriser leur multifonctionnalité, et leur durabilité ainsi que leur biodiversité);

→ la restauration active d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes (par ex. déploiement d'écosystèmes urbains, y compris liés aux bâtiments, motivé par des objectifs environnementaux et d'amélioration de la qualité de vie).

Le concept se stabilise progressivement, au fur et à mesure que les SfN sont intégrées aux politiques publiques et adoptées sur le terrain. En 2020, l'UICN a proposé le premier référentiel pour les SfN reposant sur 8 critères. Ces critères devraient être révisés tous les 4 ans. Un outil d'autoévaluation est aussi à disposition des acteurs de terrain. ●

1. url.inrae.fr/3tD7uRa

LES SFN EN ACTION

Les SfN sont développées et étudiées dans de multiples situations et contextes pour évaluer leur pertinence, explorer leur acceptabilité et estimer leurs bénéfices.

**Tour d'horizon de travaux
d'INRAE.**

Dans les territoires agricoles, des dispositifs d'observation et d'expérimentation permettent aux chercheurs, agriculteurs et autres acteurs et actrices de terrain de travailler ensemble et sur le long terme autour des SfN. Ils partagent les mêmes questions, dans la perspective de concilier développement agricole et biodiversité. En pratique, il s'agit d'analyser le fonctionnement des écosystèmes agricoles en lien avec les organisations sociales et économiques à l'échelle du territoire et d'expérimenter de nouvelles pratiques dans une approche large, tout en prenant en compte les changements globaux.

Des sites ateliers au service de la biodiversité et de l'agriculture

Au sud de la Garonne, dans le site atelier Vallées et coteaux de Gascogne, les chercheurs ont observé que les haies, les prairies et plus encore les lisières de forêts contribuent de manière complémentaire au maintien des abeilles sauvages dont elles abritent différentes espèces. « *Les lisières de forêts et les haies hébergent des arbres et arbustes dont la floraison, qui s'étale dans le temps, garantit l'alimentation des pollinisateurs* », précise Aude Via-

**AUXILIAIRE
DE CULTURE**
Organisme vivant qui facilite la production agricole en s'attaquant aux ravageurs, notamment à certains insectes, ou aux adventices, ou en pollinisant les plantes cultivées.

**PLANTES
ADVENTICES**
Ensemble des plantes sauvages que l'on retrouve dans les parcelles cultivées.

latte, directrice de l'unité Dynafor (Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers) à Toulouse. Dans la zone atelier Plaine et Val de Sèvre, les travaux montrent que la surface des prairies à proximité des cultures céréalières, plus que leur distance à la parcelle, est déterminante pour favoriser un contrôle naturel des ravageurs de culture. Les prairies permanentes jouent un rôle plus important que les prairies temporaires pour cette régulation. Les plantes adventices se révèlent être de précieuses alliées. Leur variété favorise le contrôle des ravageurs et la diversité des pollinisateurs en fournissant des abris et des ressources aux auxiliaires et aux insectes pollinisateurs. Elle augmente également la fertilité du sol en favorisant la présence de microorganismes. « *Conserver des plantes sauvages dans les paysages agricoles est donc essentiel pour le fonctionnement de ces écosystèmes. Cela requiert de repenser leur mode de gestion au profit de modèles qui concilient production agricole, performance économique des exploitations et biodiversité et fonctions écologiques* », souligne Sabrina Gaba, écologue et directrice de l'unité Résilience-CEBC (Centre d'études biologiques de Chizé). →

DES SITES ATELIERS AU SERVICE DE LA BIODIVERSITÉ ET DE L'AGRICULTURE

1
SITE ATELIER
VALLÉES ET
COTEAUX
DE GASCOGNE

Localisation
Sud-ouest de Toulouse

Surface
> 2 000 km²

Activité
→ polyculture
→ élevage

2
ZONE ATELIER
PLAINE ET
VAL DE SÈVRE

Localisation
Sud de Niort

Surface
450 km²
→ 450 exploitations
agricoles
→ 13 000 parcelles
agricoles

Activité
cultures céréalières
intensives

3
SITE ATELIER
BACCHUS

Localisation
Est de Bordeaux

Surface
910 km²

Activité
viticulture



Dans les paysages viticoles du site atelier Bacchus, la présence de grandes surfaces arborées ou herbacées favorise l'activité d'auxiliaires, comme des araignées, des chauves-souris ou des oiseaux, qui contribuent à réguler les insectes ravageurs de la vigne. Par ailleurs, la réduction du travail du sol ou le maintien de l'enherbement entre les rangs de vigne sont propices à la biodiversité aérienne ou souterraine dans ces systèmes. Ces pratiques favorisent, par exemple, l'activité biologique des sols, ce qui bénéficie in fine à la vigne. Ces leviers d'action favorables aux activités viticoles et à la biodiversité, Adrien Rusch, écologue dans l'unité Save (Santé et agroécologie au vignoble) à Bordeaux et responsable du site atelier Bacchus, les inscrit désormais dans une vision plus globale, cherchant à comprendre comment le déploiement de SfN affecte le fonctionnement économique des exploitations ou la santé humaine.

Un living lab pour améliorer la résilience des forêts

Les espaces naturels interstitiels ont un potentiel important pour améliorer la résilience des forêts. Un sujet qu'explorent depuis 2021 les projets

LIVING LAB
Un living lab, ou laboratoire vivant, est un dispositif d'essai « en vraie grandeur » où les chercheurs, les entreprises et les citoyens collaborent pour développer et tester des solutions innovantes à l'échelle d'un territoire.

ZONE TAMPON
Espace (bandes enherbées, haies, surfaces en eau végétalisées...) mis en place pour atténuer les transferts de contaminants d'origine agricole, en particulier vers les milieux aquatiques.

eco2adapt et Superb dans un paysage de plantations de pin de la forêt des Landes, le living lab Bocage forestier. Inventaires de biodiversité, étude du rôle fonctionnel des haies de feuillus en matière de protection contre les aléas... 36 li-sières forestières sont étudiées. Elles abritent une plus grande richesse d'espèces forestières que les plantations de pin qu'elles entourent et une composition distincte en ce qui concerne les communautés animales. Les infestations par la chenille processionnaire du pin sont moitié moindre dans les plantations bordées de haies de feuillus matures et dans les zones du paysage où le boisement interstitiel de feuillus est plus abondant. Les prochaines étapes? « Elles concernent l'effet barrière des haies de feuillus vis-à-vis de la propagation du vent et des incendies, l'importance de leur connectivité pour la biodiversité et leur rôle comme réservoir de prédateurs vis-à-vis des insectes ravageurs invasifs », commente Hervé Jactel, écologue forestier dans l'unité Biogeco (Biodiversité, gènes et communautés) à Bordeaux et responsable du living lab. « Ces données vont nous permettre de dire comment et où planter de nouvelles haies pour maximiser l'efficacité de ce dispositif. »

Rampillon : des mares pour la qualité de l'eau

Dans la région de la Brie (Seine-et-Marne), l'activité agricole, caractérisée essentiellement par de grandes cultures céréalières, a conduit à une forte dégradation de la qualité de l'eau (présence de nitrates et produits phytosanitaires en excès) de la nappe de Champigny, principale ressource en eau souterraine de l'Île-de-France.

Dès 2005, le collectif de chercheurs et d'acteurs de terrain s'est constitué autour de la question de la gestion des eaux de drainage agricole avant qu'elles rejoignent la nappe phréatique. Sur le territoire de la commune de Rampillon, 4 zones tampon humides artificielles ont été créées pour épurer l'eau : 3 sur des terrains d'agriculteurs et une, dite collective car située sur un terrain propriété du syndicat de rivière. De taille plus conséquente (5 600 m² sur 1 ha), elle traite l'ensemble des eaux du bassin versant du Ru des Gouffres. Sa performance a été évaluée à partir de 2012. Aménagements paysagers et changements de pratiques agricoles se sont révélés efficaces.

Grâce à l'activité microbienne, le dispositif réduit d'environ 40 % les polluants transportés par l'eau, pour un objectif initial de 50 %. « Il faut garder en tête qu'il s'agit d'un système naturel dont l'efficacité varie selon l'année et la saison, oscillant entre 25 % et 55 %. Les résultats dépendent notamment des conditions climatiques », précise Julien Tournebize, hydrologue dans l'unité Hycar (Hydrosystèmes continentaux anthropisés-ressources, risques, restauration) à Antony et porteur du projet. Et de souligner : « Beaucoup d'efforts ont également été faits par les agriculteurs : entre 2005 et 2015, la concentration moyenne en nitrates à l'entrée de la zone a diminué de 25 %. » Cette démarche a été saluée en 2014 par le Prix national du génie écologique du ministère de l'Environnement.

Au gré de ce qui était initialement un projet de génie écologique, de nouveaux questionnements sont apparus. Comment pouvait-on adapter ce dispositif à une plus grande échelle ? Dans quelle mesure pouvait-il répondre à d'autres enjeux que celui de la protection de la ressource en eau, comme celui de la préservation de la biodiversité ? Des questions que le projet Brie'Eau a instruites dès 2016, inscrivant progressivement l'ensemble des actions dans une démarche de SfN.

Une étude de la totalité du dispositif, réalisée en

PRAIRIE PERMANENTE
Surface déclarée en herbe de manière ininterrompue pendant plus de 5 ans.

CONNECTIVITÉ ÉCOLOGIQUE
Connexion physique et fonctionnelle nécessaire au fonctionnement, à la stabilité et à la résilience des écosystèmes sur le long terme.



Station de mesure (CO₂, vapeur d'eau) de la zone tampon humide collective de Rampillon (Seine-et-Marne).
© CNRS INRAE - Cyril Frésillon

lien avec un bureau d'études spécialisé en écologie a souligné l'intérêt des zones tampons humides artificielles pour la biodiversité en milieu agricole : 7 groupes d'espèces ont été suivis, 374 espèces ont été identifiées dont 174 espèces d'insectes sur la zone tampon collective.

Aujourd'hui, s'appuyant sur les aménagements de Rampillon, le projet Ancoeur 2030, qui fait partie du projet européen Life Artisan, vise à déployer les zones tampons à l'échelle d'un territoire plus conséquent (14 000 ha et 150 agriculteurs, contre 400 ha et 10 agriculteurs). Il décline toutes les facettes des SfN dès sa conception. ●



2017-2019

5
zones en Espagne et en France, des zones métropolitaines aux régions montagneuses.



© INRAE - Elena Valdés Correcher

SPONFOREST

Exploiter le potentiel de l'établissement spontané de forêts

En Europe, exode rural et abandon des terres ont laissé derrière eux des prairies et des landes qui voient croître arbustes et arbres, produits d'une régénération spontanée.

1. BiodivERsA est le réseau européen des programmeurs et financeurs nationaux de la recherche sur la biodiversité, les services écosystémiques et les SfN, soutenu par la CE.

Coordonné par Arndt Hampe, écologue forestier dans l'unité Biogeco à Bordeaux, le projet SPONFOREST, qui a reçu le prix BiodivERsA¹ 2021 for Excellence and Impact, explore la façon dont ces nouvelles forêts s'établissent, les conséquences de leur établissement sur leur caractère et leur fonctionnement, les services écosystémiques qu'elles fournissent et la manière dont elles sont perçues et gérées par les sociétés locales et les systèmes de gouvernance politique. Favorables à la biodiversité, ces nouvelles forêts s'avèrent plus résilientes face à la sécheresse. Elles représentent une réelle opportunité pour la préservation et la gestion des paysages dans un contexte de changement climatique. Si leur perception par les populations locales est plutôt négative dans les zones rurales où elles sont associées à la détérioration de la situation socio-économique, elle est plus positive dans les zones périurbaines en raison des avantages attendus pour l'environnement et la santé. Un constat qui suggère une gestion revisitée de la biodiversité, reposant sur des processus de concertation avec l'ensemble des acteurs concernés.

PROTÉGER

Du génie végétal dans les rivières de Guadeloupe

Le projet PROTÉGER cherche à préserver la biodiversité des milieux aquatiques tout en protégeant la population et leurs biens des risques encourus lors des crues et événements cycloniques grâce à des techniques de génie végétal. Il réunit l'ensemble des acteurs de la gestion et de la préservation des cours d'eau de Guadeloupe autour de la description des milieux naturels, l'acquisition des connaissances nécessaires à l'utilisation de plantes autochtones, la réalisation de chantiers pilotes et le transfert des connaissances vers le territoire. « Nous avons tropicalisé les connaissances de la métropole, en quelque sorte », sourit Régis Tournebize, agronome dans l'unité Agrosystèmes tropicaux (Petit-Bourg). « La première étape a été de planter une centaine d'espèces tropicales différentes, endémiques voire installées depuis longtemps en Guadeloupe et d'évaluer leur potentiel de bouturage et de germination (26 arbres, 4 arbustes et 7 plantes

DEPUIS 2016

15
rivières étudiées (pour 55 rivières pérennes en Guadeloupe)

266
berges inventoriées

GÉNIE VÉGÉTAL
Techniques utilisant les végétaux et leurs propriétés mécaniques et/ou biologiques à maintenir les sols, dans des ouvrages d'ingénierie, notamment pour le contrôle, la stabilisation et la gestion des sols érodés et/ou en pente.

herbacées ont été retenus). Actuellement, nous avons 3 projets avec chacun un peu plus de 5 km de berges à aménager selon la même approche, sachant que 100 m linéaire de berges, ce sont 1000 à 1200 boutures ! » Et demain ? « Nous travaillons déjà à la mise en place d'une filière de pépinières et d'entrepreneurs susceptibles de réaliser ce genre de travaux à la Guadeloupe. »



© INRAE

© INRAE



INNERMINE

L'ingénierie écologique pour la restauration minière

Afin de répondre aux obligations réglementaires en matière de protection du milieu naturel, les opérateurs miniers doivent restaurer les terrains

2019-2022

7

sites de démonstration

11

grands types d'ouvrages de génie végétal

17

espèces végétales potentiellement utilisables par bouturage

dégradés par leur activité. Les moyens mis en œuvre doivent permettre de lutter contre l'érosion des sols, limiter la production de sédiments vers les cours d'eau et réhabiliter les sites exploités et/ou dégradés.

Dans le cadre de ce projet, des techniques éprouvées d'ingénierie écologique ont été mises en démonstration sur différents sites miniers de Nouvelle-Calédonie, 4^e producteur mondial de nickel en 2021. Elles allient un ouvrage de support (fascine, banquette grillagée, seuil) et une action de végétalisation (cordon ou garnissage de boutures ou de plants). Le volet innovant des techniques porte sur leur caractère multibénéfices : contrôle de l'érosion et de la sédimentation d'une part, et diversification végétale des sites dégradés, d'autre part.

« Une attention particulière a été accordée au contexte ravinaire et aux contraintes torrentielles associées, ainsi qu'à la durabilité des techniques, à leur rapport coût bénéfique et à leur caractère reproductible dans d'autres territoires d'outre-mer, voire dans les milieux et climats difficiles (montagnards, méditerranéens...) », complète Freddy Rey, porteur du projet.

BIRDSKI

Vers une meilleure prise en compte de l'avifaune patrimoniale

Les domaines skiables peuvent avoir des impacts sur les oiseaux qui y vivent : fragmentation des territoires de vie, dérangement lors de phases clés du cycle de vie...

Comment concilier activités humaines de loisirs et biodiversité ? Comment aménager des zones de quiétude pour protéger le tétras-lyre ? Telle est la question qu'instruit Marc Montadert, ingénieur-expert de l'OFB, en partenariat avec les acteurs de terrain, dans le cadre du projet Birdski auquel INRAE est associé. « Le choix de l'emplacement est d'abord un compromis entre un lieu fréquenté par les oiseaux et un lieu peu intéressant pour les humains », explique-t-il. Un grand refuge ou plusieurs petits refuges ? « Une question qui peut paraître simple mais qui nécessite en amont un important travail sur le comportement des populations. »

Pas de grand refuge qui soustrairait un grand espace au domaine skiable mais plutôt des petits refuges délimités, non pas par des cordes et des piquets moyennement respectés par le public, mais par des petites plantations de résineux. Véritables mosaïques paysagères dans laquelle aiment à se réfugier les petits coqs de bruyère, elles réduisent les intrusions des skieurs et participent au renforcement et à la diversification des paysages d'altitude.



© Philippe Meccquet

2020-2022

36

domaines skiables en Savoie [17] et Haute-Savoie [19].

EN SAVOIE

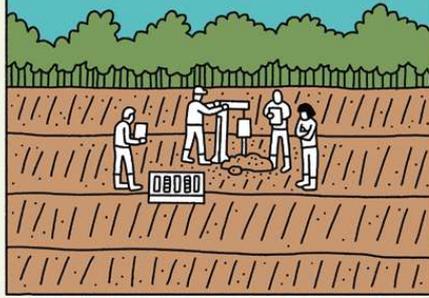
20%

de l'habitat du tétras-lyre se situe dans le domaine skiable.

Des mares pour la qualité de l'eau

Fruit d'une continuité d'actions depuis 2005 qui a vu le projet évoluer d'une mare végétalisée vers une Solution fondée sur la Nature, le dispositif des zones tampons humides artificielles (ZTHA) de Rampillon (Seine-et-Marne) vise à réduire les transferts de polluants agricoles entre les terrains agricoles et les cours d'eau à la faveur des flux et grâce à l'action des bactéries.

LES ÉTAPES NÉCESSAIRES À DES SFN RÉUSSIES

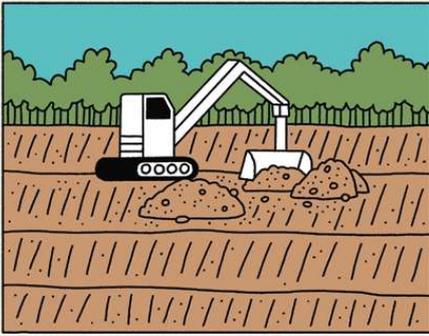


Étude de faisabilité et d'impacts
Diagnostic hydrologique, étude du sol et du sous-sol et de la biodiversité.



Mobilisation et concertation
Discussions, visites de terrain, jeux de rôles pour construire le projet avec tous les acteurs : scientifiques, agriculteurs, acteurs de filières, représentants de collectivités, de services de l'État et d'associations.





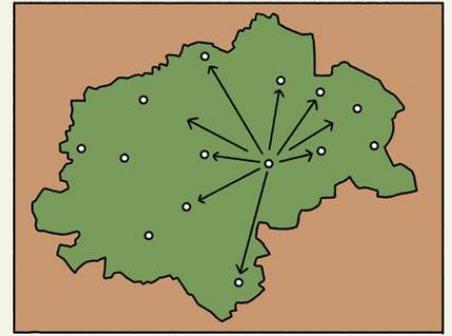
Mise en place de la solution

Aménagement de zones humides avec la création d'une mare instrumentée. Nouvelles pratiques agricoles [adoption d'une agriculture raisonnée ou bio, réduction des pesticides et engrais, création de bandes enherbées...]



Suivi, évaluation

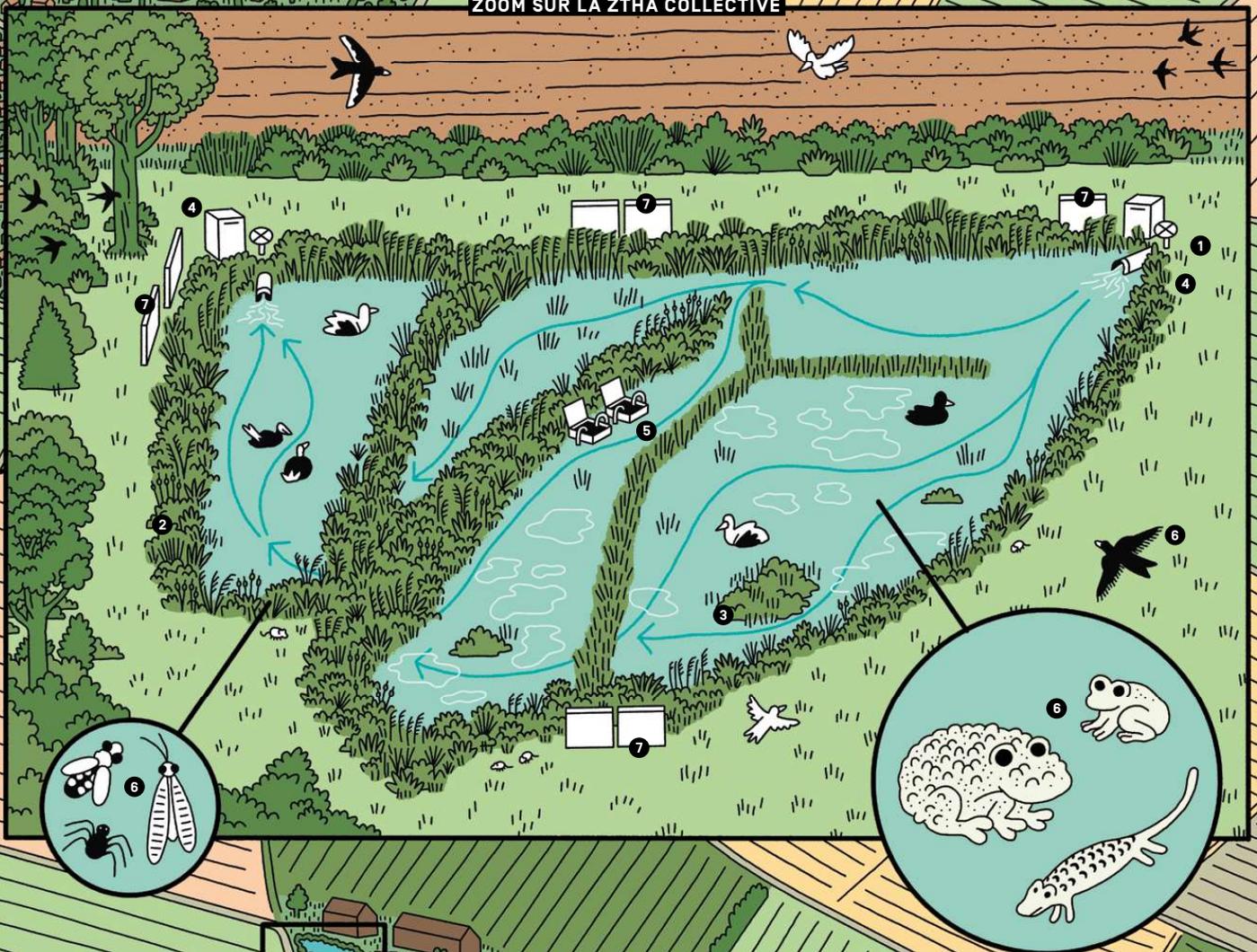
Mesures de terrain, prélèvements, comptage



Déploiement sur le territoire

d'un réseau de Sfn pour concilier qualité de l'eau et connectivité écologique

ZOOM SUR LA ZTHA COLLECTIVE



ZTHA
Zone tampon humide artificielle

1 Station météo
2 Haie

3 Végétation
- roseau commun
- laïche
- jonc épars

4 Station de mesures
Entrée des eaux de drainage et sortie des eaux dépolluées

5 Chambre de mesure des émissions de gaz à effet de serre

6 Faune
Amphibiens, chiroptères, lépidoptères, mammifères, odonates, oiseaux, reptiles

7 Panneaux pédagogiques