

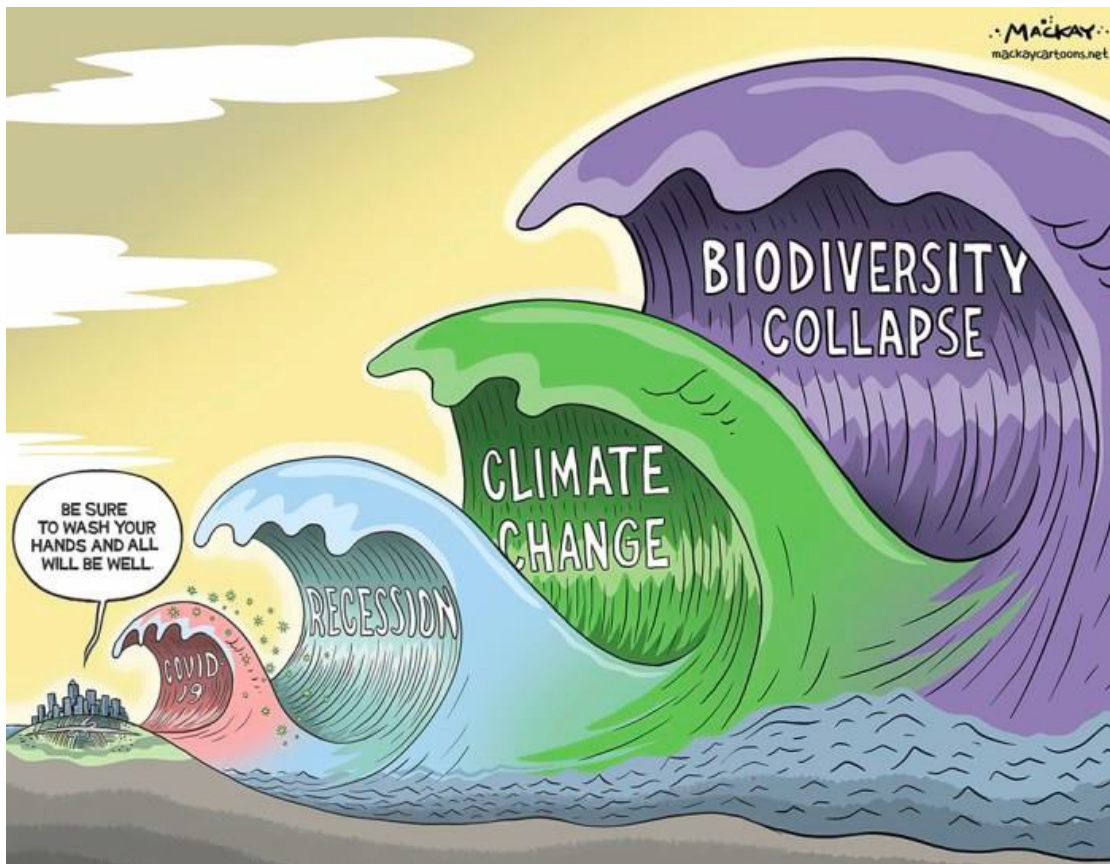



PROGRAMME
DE RECHERCHE
SOLUTIONS
FONDÉES SUR
LA NATURE

Solutions fondées sur la Nature et sols : un partenariat essentiel

Martine Hossaert
CNRS-Ecologie & Environnement

Contexte



Lien direct entre le changement climatique et la crise de la biodiversité



Co-dépendance entre les activités humaines et l'état de la biodiversité (IPBES)



Transformations nécessaires pour un mode de vie plus durable



Solutions fondées sur la Nature et changements transformateurs

Solutions d'ingénierie traditionnelle



- Ciblées
- Génériques
- Non-résilientes
- Non-soutenables

Mise en œuvre de solutions durables



Solutions fondées sur la nature



- **Systemiques**
- **Adaptables**
- **Résilientes**
- **Co-construites**

Les solutions fondées sur la nature sont des actions visant à protéger, conserver, restaurer, utiliser et gérer **durablement** les écosystèmes terrestres, d'eau douce, côtiers et marins naturels ou modifiés, qui répondent efficacement et de manière adaptative aux **défis sociaux, économiques et environnementaux**, tout en offrant simultanément **un bien-être humain, des services écosystémiques, la résilience des écosystèmes et des bénéfices en matière de biodiversité**. (PNUE/EA.5/Rés.5 ; 2022)



Approches systémiques

Vision à long terme

Défis sociétaux, économiques et environnementaux
= bénéfices intrinsèques pour la biodiversité

Solutions fondées sur la Nature – Enjeux –



Protection

Protection des mangroves :

- Contre l'urbanisation côtière
- Contre l'érosion et l'immersion marine



Restauration

Restauration des systèmes de dunes par la plantation d'espèces adaptées le long du littoral :

- Restauration de la biodiversité
- Protection contre l'érosion côtière



Gestion

- Mise en œuvre de pratiques agroécologiques
- Préservation des zones semi-naturelles au sein des agroécosystèmes

Solutions fondées sur la Nature (SfN)



- ❖ **Indicateurs de l'UICN** : rôle complémentaire pour une mise en œuvre et une évaluation rigoureuse des solutions : 8 critères, 28 indicateurs
- ❖ Les projets SfNs nécessitent une approche **fondamentale** et une **méthodologie** robuste
- ❖ Importance d'une approche **multi-disciplinaire** pour garantir l'intégrité et éviter le « greenwashing »



Solutions fondées sur la Nature et les enjeux du changement climatique



<https://una.city/nbs/milano/vertical-forest>

- SfNs : Environ **un tiers** du potentiel **d'atténuation biophysique** du climat nécessaire pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris sur le CC
- **92 % des documents** des programmes nationaux incluent des références à la nature (preuves d'intégration dans politiques publiques).

Solutions fondées sur la Nature et les enjeux du changement climatique

Mitigation des îlots de chaleur urbains : ombre, évapotranspiration

Toits végétaux, murs végétaux, arbres d'ombrage...

- Réduction des températures locales de l'air de **2 °C à 7 °C** par rapport aux zones non végétalisées
- Amélioration des performances de refroidissement des bâtiments d'environ **7,5 %** — un seul grand arbre permet un effet rafraîchissant comparable à cinq climatiseurs pendant 20 heures.
- Réduction de la température de surface des matériaux (asphalte, béton, ...) de **25°C** sous le soleil direct, empêchant le stockage de chaleur et gain de fraîcheur à l'intérieur des bâtiments de **3-5°C** (Paris, toits végétalisés)
- Augmentation de la biodiversité (Nature en ville) et du bien-être humain



Inventaires en cours sur le toit d'un immeuble résidentiel de Paris Habitat. © Gilles Lecuir | ARB îdF)

Solutions fondées sur la Nature et les enjeux du changement climatique

Combinaison d'infrastructures vertes et bleues : SfNs dans la gestion de l'eau et la prévention des inondations pluviales

- Les plans d'eau urbains réduisent les températures à proximité
- Réduisent la pression sur les infrastructures de drainage lors de fortes pluies
- Réduisent le risque d'inondation en ralentissant et en stockant le ruissellement des eaux pluviales.
- Arbres et trottoirs perméables permettent jusqu'à 90 % de l'eau de s'infiltrer dans le sol



EcoQuartier de la Bonne à Grenoble. Crédits photo @LULU IMAGES (Studio LA MECANOWEB)

Solutions fondées sur la Nature et les enjeux côtiers

Protection contre l'érosion côtière et la montée du niveau de la mer

Restauration des mangroves :

- Contrôle de l'érosion
- Atténuation des vagues
- Habitats pour la faune et la flore

Trait de côte dégradé



Trait de côte résilient avec mangroves





Solutions fondées sur la Nature et les enjeux côtiers

Cas des mangroves et atténuation du changement climatique

Les zones humides côtières, comme les mangroves, présentent des taux de séquestration du carbone très élevés, 55 fois plus rapides que les forêts tropicales terrestres

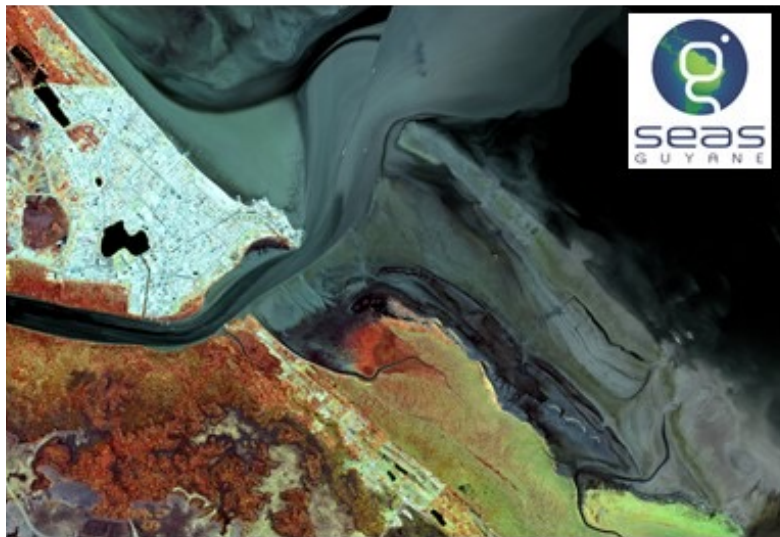


**Mangroves en Guyane française
SfNs et laboratoire vivant MAGELLAN**

Solutions fondées sur la Nature et les enjeux côtiers

Cas des mangroves en Guyane française – Le laboratoire vivant MAGELLAN

1. Anticiper et réduire la vulnérabilité physique du littoral



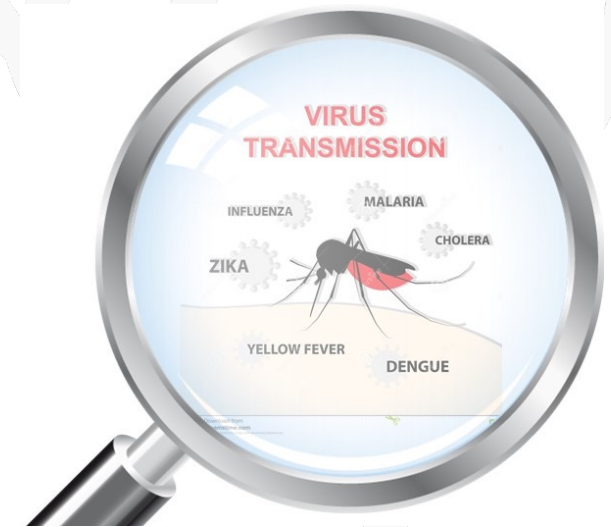
Publication régulière d'une lettre d'information sur la vulnérabilité à l'érosion et à l'envasement.

2. Protéger la biodiversité côtière et l'économie halieutique



Contribution au Plan de gestion de la réserve. Modéliser « mangroves-ressources-usages ».

3. Protéger la santé et le bien-être des populations humaines – ONE HEALTH



Évaluation du risque des « moustiques » et des mouches des sables. Qualité de l'eau.

Le programme SOLU-BIOD (PEPR)

Qu'est-ce que c'est ?

Un programme national d'investissement ambitieux pour :

- Soutenir la recherche sur les SfNs
- Proposer des solutions innovantes
- Promouvoir leur déploiement à grande échelle

Objectifs principaux

- Renforcement de capacités pour la recherche française sur les SfNs
- Évaluer l'efficacité de la Solution
- Co-construire des actions avec les parties prenantes locales



Innovation et développement d'un écosystème français solide

- Programme scientifique exploratoire financé par le plan d'investissement « France 2030 »
 - Durée : 9 ans (2023-2032)
 - Budget total du programme : 44,2 millions d'euros
 - Co-dirigé par INRAE et CNRS, Directeurs : Philip Roche & Martine Hossaert
- ➔ PEPR = mettre en lumière/structurer la recherche française, sur des thèmes considérés comme prioritaires au niveau national (et européen), et ayant un fort impact sociétal

... assurer un soutien scientifique aux praticiens et aux décideurs pour des sociétés durables

Réseau Living Labs

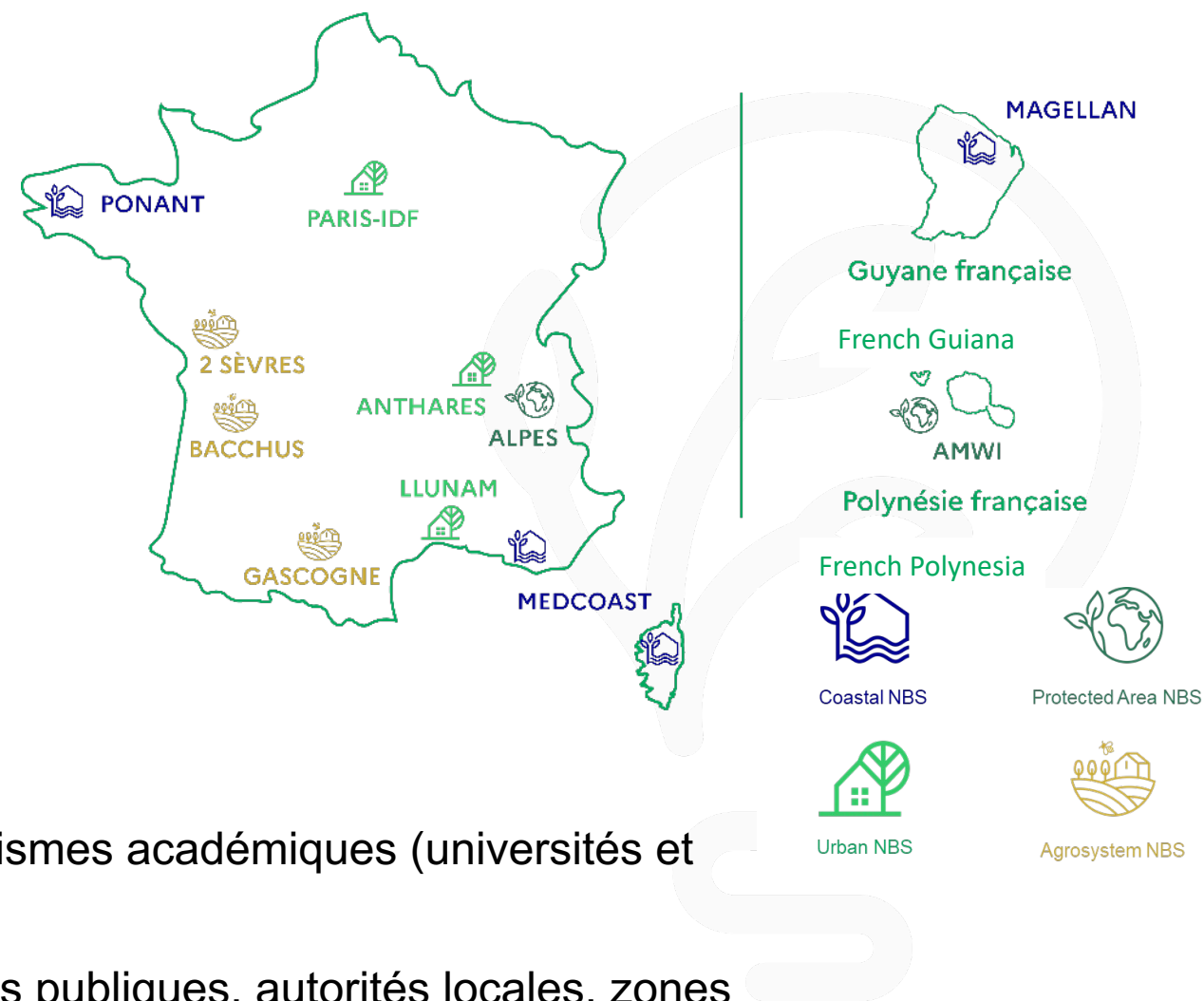
Acteurs engagés pour :

- Concevoir, mettre en œuvre et évaluer les SfNs pour un changement transformateur
- 4 thèmes prioritaires pour l'innovation (environnements côtiers, urbains, environnements urbains, agricoles, zones protégées)
- En lien avec les défis scientifiques et sociétaux du programme

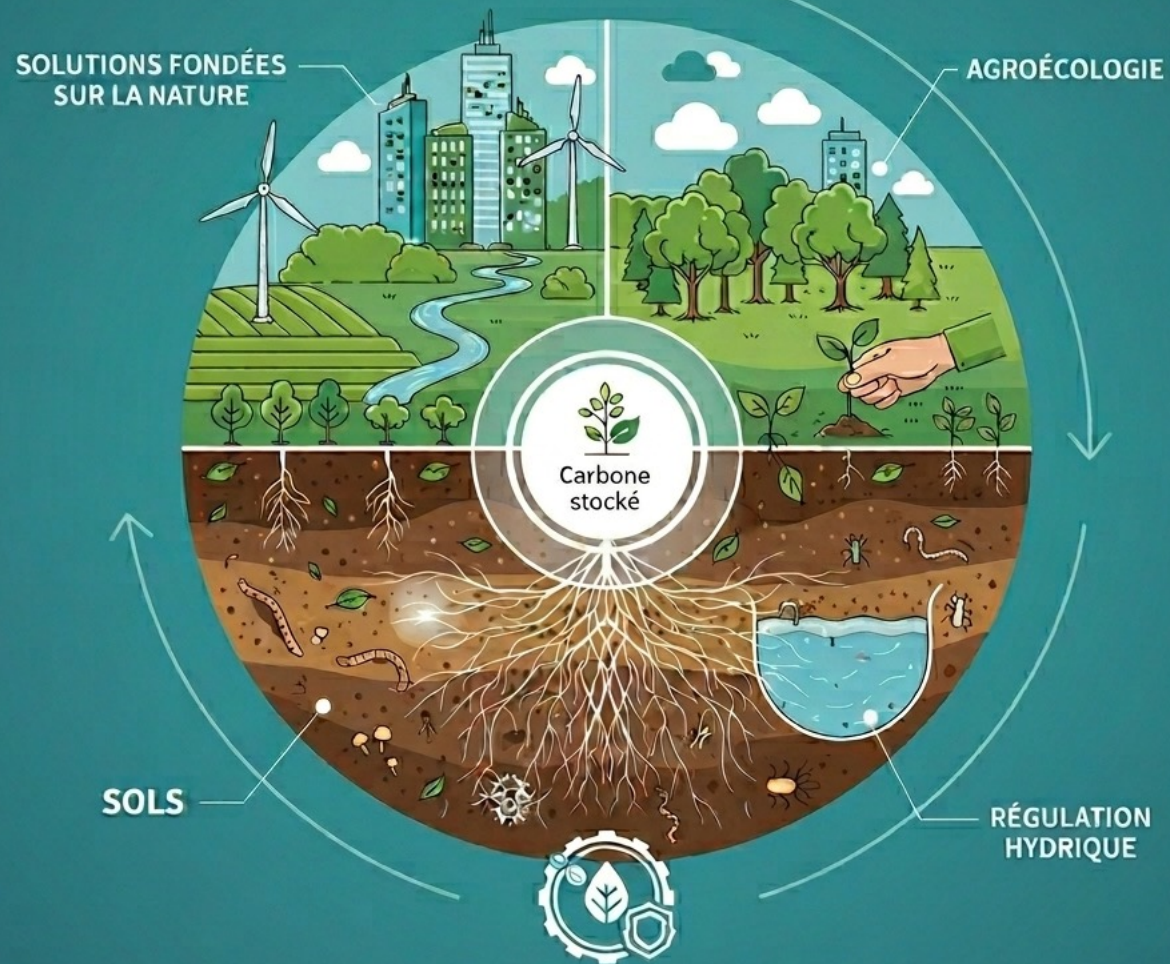
Mobilisation de :

- **65 laboratoires de recherche** répartis par 38 organismes académiques (universités et établissements d'enseignement supérieur)
- **150 acteurs** de la société (services d'État, institutions publiques, autorités locales, zones protégées, associations, entreprises, associations interprofessionnelles, citoyens, etc.)

11 LLabs (France dont outre-mer)

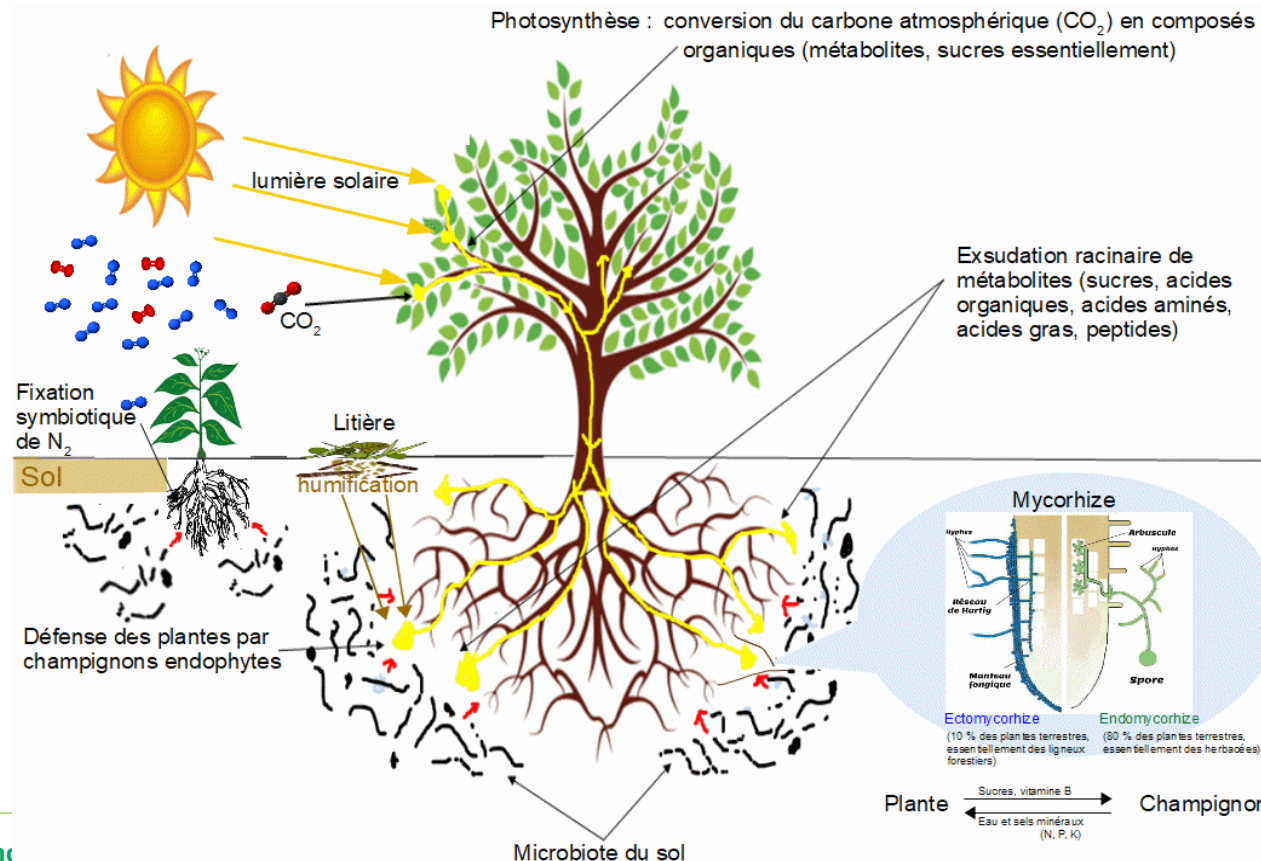


SFN & SOLS : UN PARTENARIAT ESSENTIEL



Solutions Fondées sur la Nature – et les Sols : Un partenariat incontournable

Le Sol : La Fondation Invisible. Le sol n'est pas un support mais un "réacteur biologique" indispensable à la réussite des Solutions fondées sur la Nature.



Boite Noire souvent oubliée dans l'implémentation des Solutions fondées sur la Nature

Gestion durable des sols par les SfNs et Régulation du Carbone atmosphérique

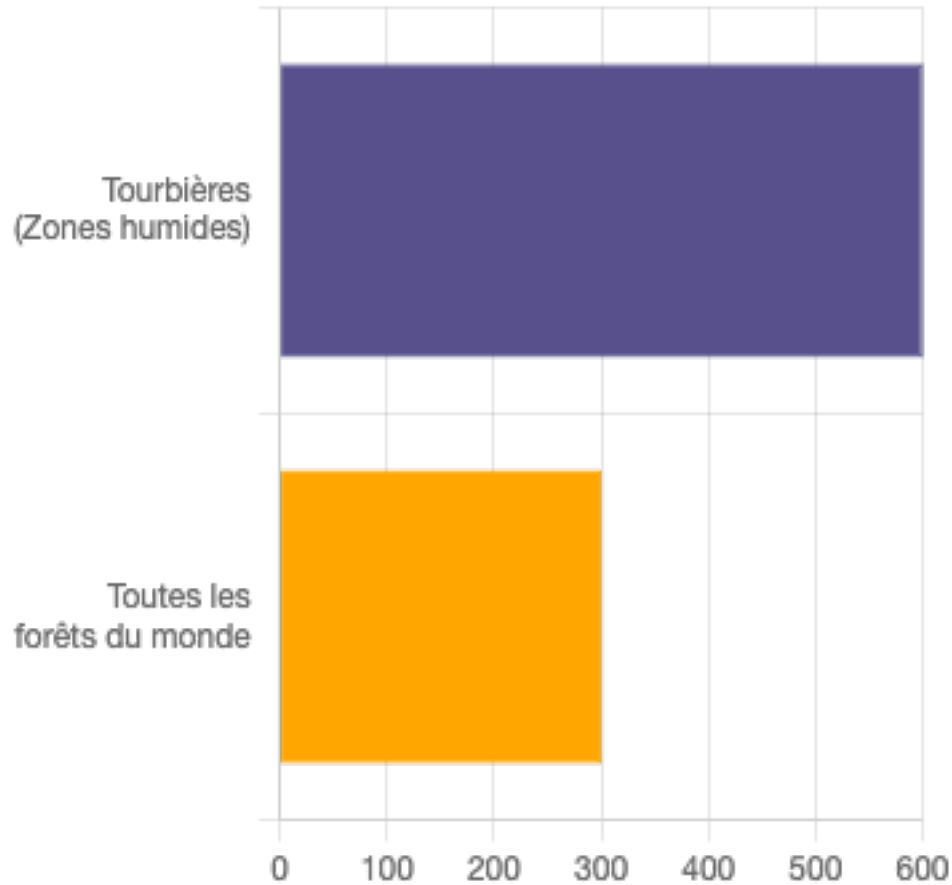
Premier Levier Climatique : atténuation des émissions de Carbone

- Mécanisme de séquestration : les sols stockent 2 à 3 fois plus de carbone que l'atmosphère.
- Les sols contiennent 2 500 milliards de tonnes de carbone organique, soit deux à trois fois plus que l'atmosphère.



Exemple le carbone "bleu" des mangroves (jusqu'à 350 t/ha).

Restauration des Zones humides et Régulation du Carbone

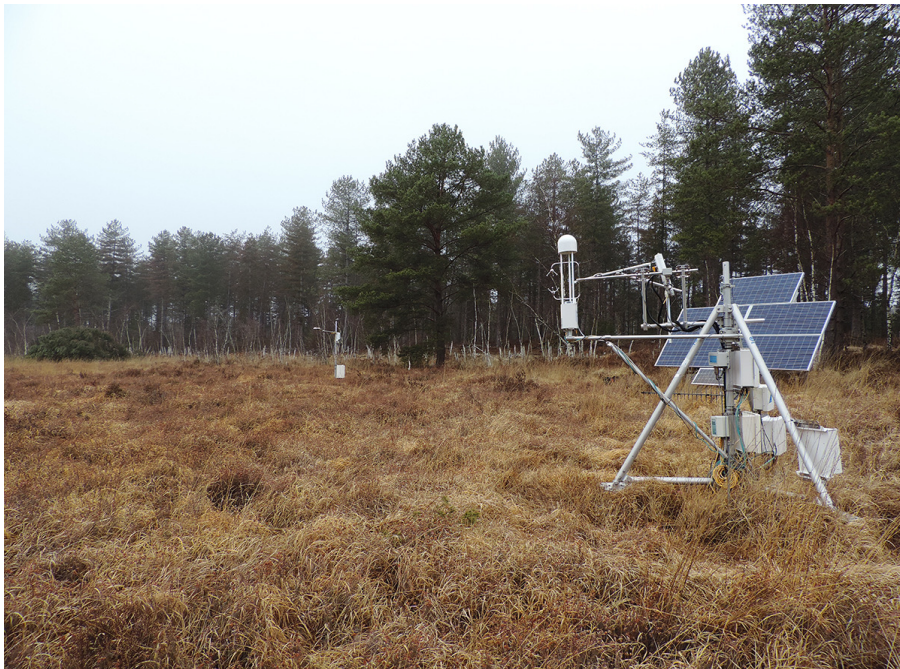


Les Tourbières, bien que couvrant 3 % des terres émergées, contiennent entre 25 et 30% du stock mondial de carbone des sols.



Restauration des Zones humides et Régulation du Carbone

Restauration de la tourbière de La Guette (Cher, France) : Dans le cadre du projet européen **Care-Peat**, le BRGM et le CNRS mesurent les flux de CO₂ et de méthane pour valider le retour de la fonction de "**puits de carbone**" après la remise en eau et revégétalisation de parcelles dégradées



Station Eddy-covariance LICOR LI-7200RS de la tourbière de la Guette.



Cyril FRESILLON / ISTO / CNRS Images



Restauration des Zones humides et Régulation du Carbone

Restauration des tourbières dans les Pennines du Nord (Royaume-Uni)

- ✓ 40 000 ha de tourbières d'altitude restaurées
- ✓ Inventaire et cartographie de 7000 km² de tourbières (zone de beauté naturelle)
- ✓ Les pertes de carbone évitées équivalent à retirer plus de 7000 voitures des routes britanniques chaque année
- ✓ Source d'emploi pour 60 agriculteurs et gestionnaires fonciers



Gestion durable des sols par les SfNs et Régulation de l'eau



L'effet "éponge" : Un sol sain agit comme une éponge : il infiltre les eaux de pluie pour recharger les nappes et limite l'érosion lors de crues extrêmes.

Sponge cities (Chine) : Leur conception à grande échelle intègre explicitement les SfNs pour générer des co-bénéfices significatifs :

- ✓ absorber et capter l'eau de pluie pour réduire les inondations,
- ✓ atténuer la pollution de l'eau et de l'air,
- ✓ diminuer les effets des îlots de chaleur urbains et la pollution sonore,
- ✓ améliorer la biodiversité, la santé publique, les loisirs.



Shanghai Lingang
« ville éponge »

Solutions fondées sur la nature et atténuation chaleur urbaine et gestion de l'eau

Arbres de pluie : Combinaison d'infrastructures vertes et bleues : NbS dans la gestion hydrologique urbaine et la prévention des inondations pluviales

Avant : Infrastructure grise



Après : Infrastructure verte



NBS Implementation

- **Effet éponge** : Réduction (jusqu'à environ 90 %) du volume du ruissellement des eaux pluviales
- La désimperméabilisation des sols urbains favorise l'infiltration des eaux de pluie dans le sol
- Amélioration du cadre de vie

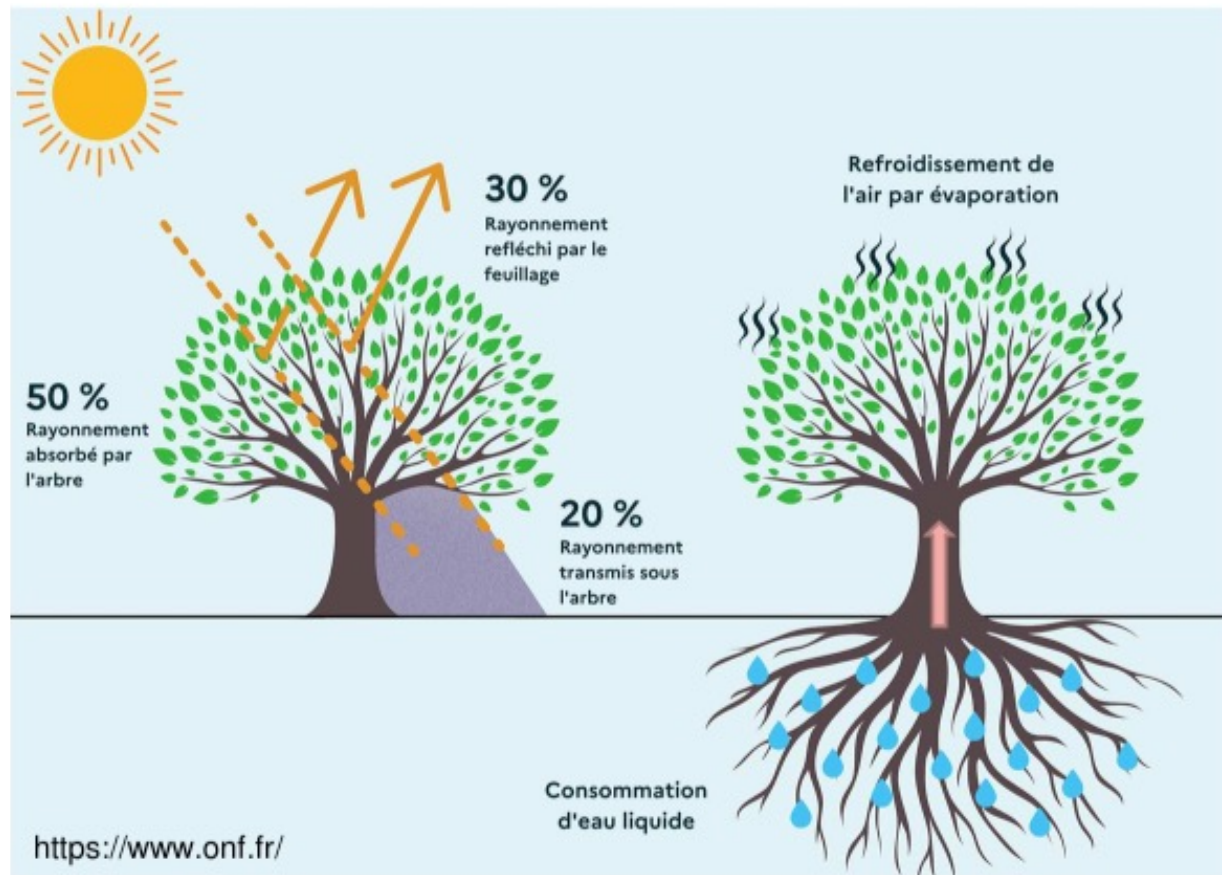
Exemples : Lyon, Villeurbanne, villes perméables

<https://www.youtube.com/watch?v=78O5FFIXZxl>;

Livret technique, Les arbres de Pluies – Métropole du Grand Lyon

Solutions fondées sur la nature et atténuation chaleur urbaine et gestion de l'eau

Arbres de pluies : Effet contre les ilots de chaleur, climatiseur naturel -1 à -2,5°C



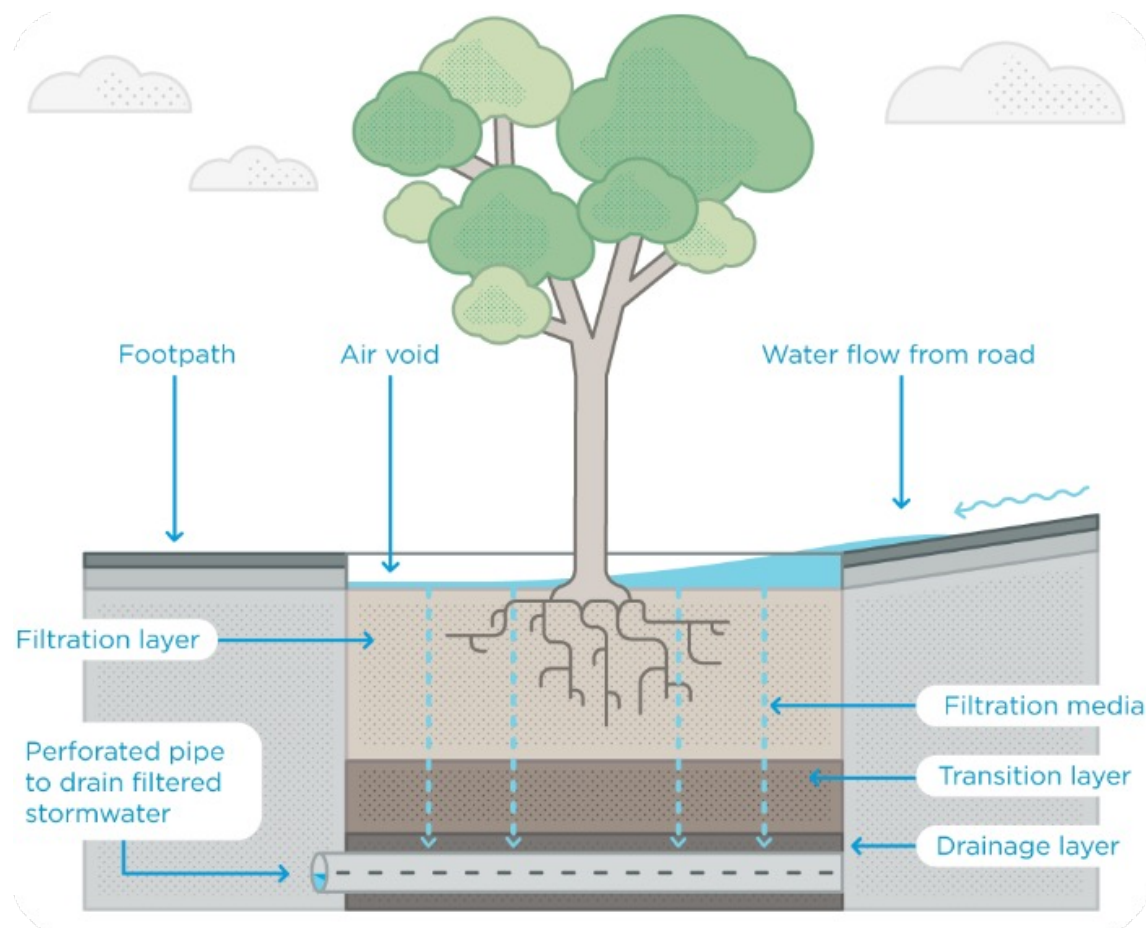
Mesure Llab Anthares, Lyon

Capteurs de flux de sève :

- Evapotranspiration
- Stress arbre
- Santé arbre

Solutions fondées sur la nature et atténuation chaleur urbaine et gestion de l'eau

Arbres de pluie : désimperperméabilisation des sols



- **Effet 'rein'** : Action comme des filtres naturels, réduisant la pollution chronique des sols causée par le ruissellement (Cerema)
- Piégeage des métaux lourds, dégradation des hydrocarbures
- Meilleur développement racinaire
- Meilleure activité biologique (vers de terre et microfaune)

Solutions fondées sur la nature et atténuation chaleur urbaine et gestion de l'eau

Arbres de pluie : désimperméabilisation des sols

Living-lab Anthares
(<https://www.pepr-solubiod.fr/wp-content/uploads/2024/04/Presentation-living-lab-ANTHARES.pdf>)
Métropole de Lyon



Le « carré Magique », Av. des Arts, 69100 Villeurbanne



Solutions fondées sur la nature : Désimperméabilisation des sols, cours d'école

Programme « Cours Oasis » (Ville de Paris/ADEME)



Ecole élémentaire, 20 rue Maryse Hilsz (Paris 20eme)



Ecole élémentaire, rue de Le Vau (Paris 20eme)

SfN: Désimperméabilisation des sols, cours d'école

1. Briser les "îlots de chaleur"

- Cour d'école en asphalte : 55°C à 60°C en surface (canicule).
- Copeaux de bois, du sable ou des pavés enherbés : chute de température de 15°C à 20°C.

2. Le cycle de l'eau : de l'égout à la nappe

Dans une cour désimperméabilisée, l'eau n'est plus un déchet à évacuer, mais une ressource :

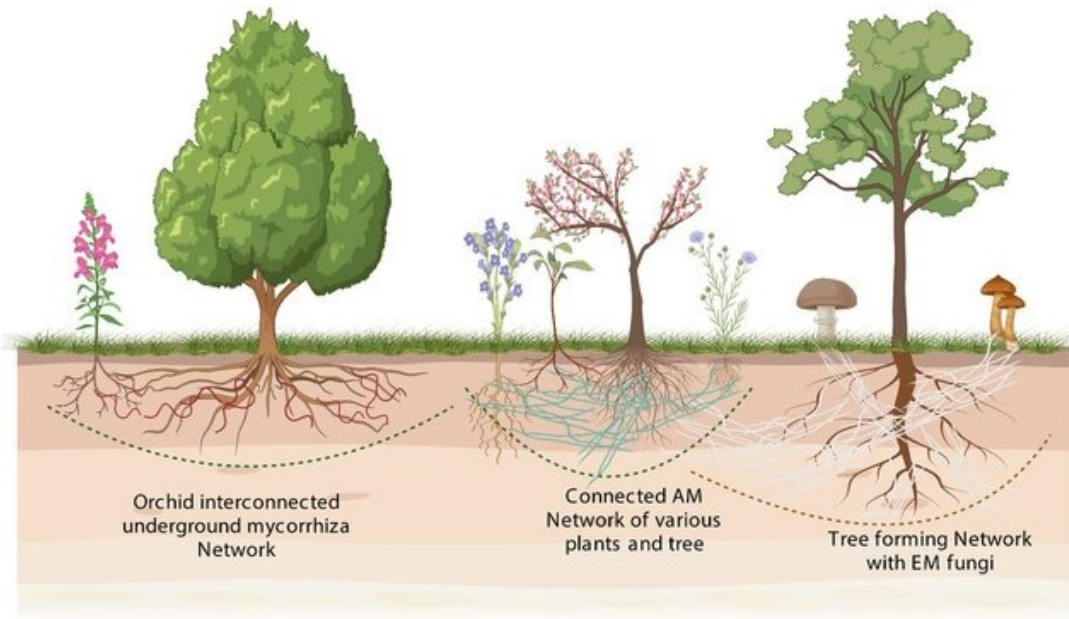
- **Infiltration directe** : L'eau nourrit les arbres, augmentation de la canopée, effet d'ombre.
- **Zones humides pédagogiques** : Installation de petites mares ou des noues de rétention, habitat crucial pour les amphibiens et les libellules, souvent absents du centre-ville.

3. Restaurer la connectivité verticale et horizontale:

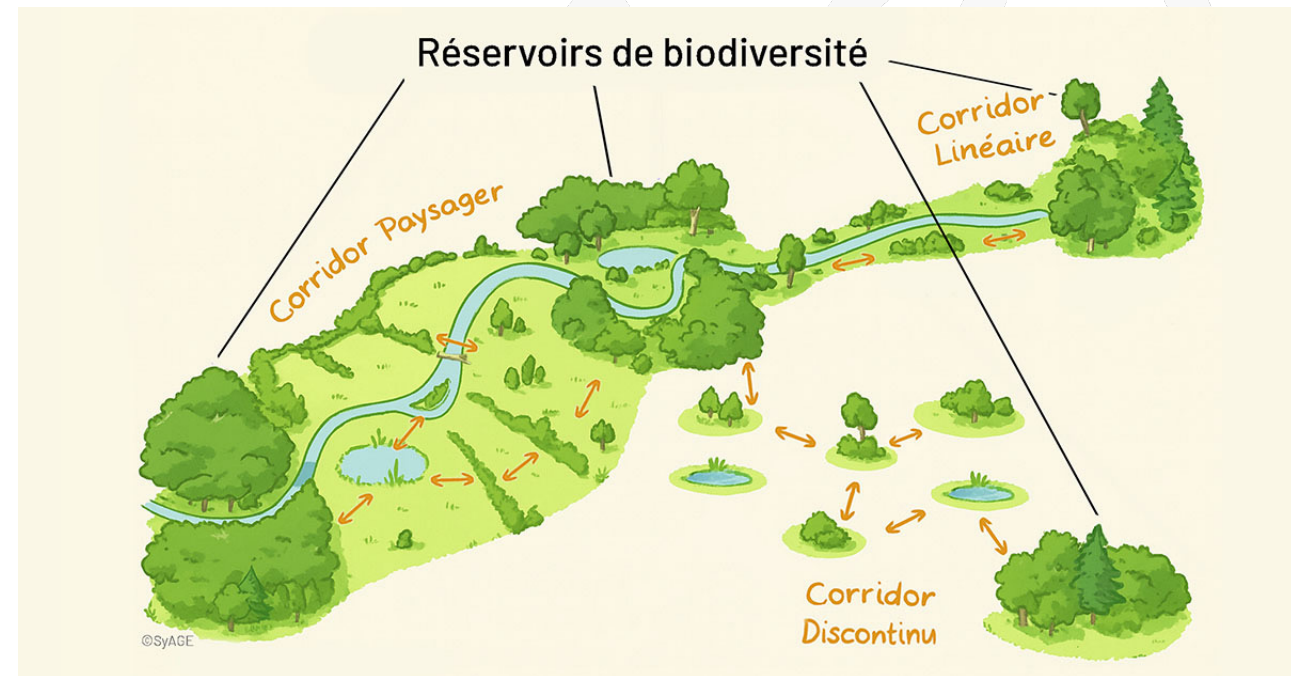
- **Connectivité Verticale** : Sol vivant = reconnexion avec la pédofaune (vie du sol) et stockage Carbone
- **Connectivité Horizontale : Effet "Pas japonais"** : Petites zones déminéralisées servent de halte pour insectes, oiseaux ...

La cour d'école cesse d'être une barrière infranchissable. Et devient une extension des jardins privés, formant une **trame verte et bleue** continue à l'échelle du quartier.

Connectivité des SfNs urbaines : Trame marron Trame verte



Trame marron



Trame verte

SfNs pour la connectivité écologique : corridors verts et bleus

Living Lab LLUNAM (Montpellier)

<https://www.pepr-solubiod.fr/actualites-du-living-lab-llunam/>

Études expérimentales
dans la ville de
Montpellier;

Etudes de la dispersion :
Plantes
Pollinisateurs
Mammifères
Propagation des
maladies



Déconstruire des silos
pour co-construire le
One Health :

Intermédiation et
dynamiques collectives
lors d'une école
de printemps à
Montpellier.

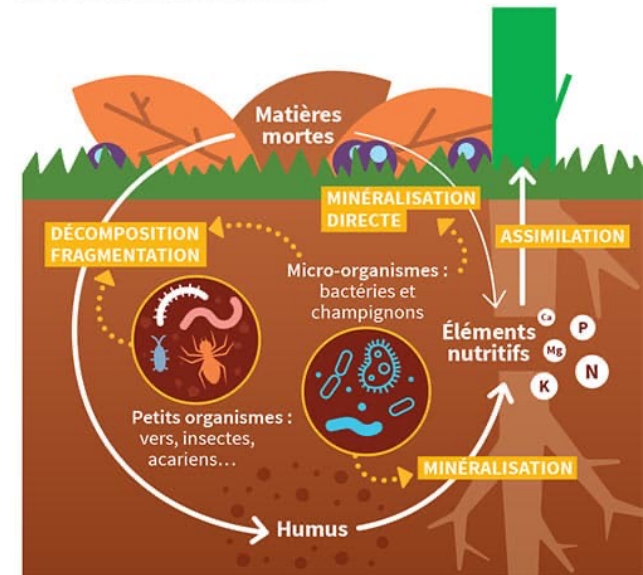


Colloque CISCA 2025



SfN et Biodiversité des sols

Sols restaurés = une usine invisible de Biodiversité
25 % des espèces mondiales vivent sous nos pieds.



<https://mtaterre.fr/articles/la-vie-cachee-des-sols/>

- **Le retour des "Ingénieurs du sol" :** L'apport de végétation diversifiée attire la macrofaune du sol, souvent absente du béton.
- **Vers de terre (Anéciques) :** En creusant des tunnels verticaux, ils créent des autoroutes pour l'eau. Un sol riche en vers peut absorber jusqu'à **10 fois plus d'eau** qu'un sol compacté.
- **Collemboles et Acariens :** Ces petits recycleurs transforment les feuilles mortes en humus, enrichissant naturellement le sol sans besoin d'engrais chimiques



SfNs Biodiversité des Sols et agroécologie

Le Living Lab Bacchus, 900 km² Gironde



Par l'expérimentation et le déploiement des **Solutions Fondées sur la Nature** et un consortium multi-acteurs, le living lab Bacchus cherche à répondre à divers enjeux actuels autour **du déploiement de l'agroécologie, de la préservation de la biodiversité, de l'adaptation au changement climatique, de l'impact sur la santé ou encore sur l'attractivité territoriale**

<https://www.siteatelier-bacchus.com/living-lab/>

SfNs Biodiversité des Sols et agrocécologie

Le Living Lab Bacchus



Comprendre le rôle de la biodiversité

Pour comprendre les conséquences de la diminution de la biodiversité sur le fonctionnement des socio-écosystèmes, les travaux que nous menons cherchent à **quantifier le rôle de différentes composantes de la biodiversité** (les oiseaux, les chauves-souris, les insectes prédateurs, les microorganismes) **dans le fonctionnement des paysages viticoles.**



SfNs Biodiversité des Sols et agroécologie



Le Living Lab Bacchus



Le rôle et les services rendus par la biodiversité

Nos recherches montrent que la biodiversité animale et végétale participe fortement au fonctionnement des paysages viticoles et permet ainsi de rendre un certain nombre de **services aux viticulteurs**, comme :

la régulation naturelle des insectes
ravageurs

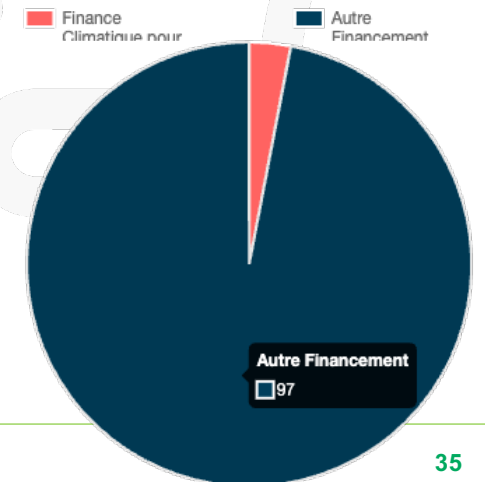
le maintien de la fertilité
des sols

l'atténuation des aléas
climatiques

La biodiversité aide plus largement le territoire et l'ensemble de la société par le biais d'autres services comme par exemple la séquestration du carbone dans les sols, l'épuration de l'eau ou encore des services socio-culturels liés notamment à la valeur

En résumé

- SfNs : nouveau paradigme vers les changements transformatteurs (IPBES)
- SfNs: pas des solutions d'ingénierie isolées, **approche écosystémique**, connectivité spatiale et fonctionnelle
- SfNs : approches **multi-bénéfices**, aborder ensemble la biodiversité, le changement climatique et les défis sociétaux
- **Living Labs** : une nouvelle façon de co-construire des solutions avec les parties prenantes locales dans des conditions réelles (co-diagnostic, expérimentation, validation)
- **Solu-Biod** : Premier programme de recherche ambitieux et intégré, dédié aux solutions basées sur la nature en France et dans l'UE
- Investir dans le **futur** : Besoin crucial de **financements** pour cette approche fondamentale et méthodologique des SfNs (implementation, évaluation, déploiement massif des SfNs, ...)



Questions ? Merci de votre attention

www.pepr-solubiod.fr



2 - 6 November 2026
Sorbonne University, Paris, France

Nature-based Solutions International Congress

Shaping a Resilient Future for People and Nature
through Knowledge and Action