

Note d'information

Gestion de la biodiversité des sols : un levier intersystème pour l'atténuation du changement climatique, la restauration des écosystèmes et la productivité agricole

Comprendre les liens qui existent entre biodiversité des sols, gestion des cultures et performance des plantes est essentiel pour évaluer la capacité des sols à atténuer le changement climatique et pour concevoir des

systèmes de culture résilients. Les projets de BiodivClim [MICROSERVICES](#)¹, [GRADCATCH](#)² et [BIOFAIR](#)³ ont identifié trois leviers clés pour améliorer la gestion de la biodiversité des sols.



Principales conclusions

1. Les variations de la biodiversité et de la fonction des sols dues au climat exigent des réponses ciblées

- La biodiversité des sols et les fonctions des écosystèmes réagissent différemment selon les zones climatiques, la sécheresse et l'aridité, formant des menaces importantes. Des régions telles que la Méditerranée sont particulièrement vulnérables, l'aridification croissante risquant de déstabiliser les cycles des nutriments et du carbone. Il est essentiel d'anticiper ces changements pour gérer les sols de manière proactive et favoriser la résilience climatique. (MICROSERVICES - Europe, GRADCATCH – Europe, Groenland)
- La diversité fongique joue un rôle essentiel dans le maintien de la stabilité des écosystèmes par sa contribution au cycle des nutriments. Les champignons étant particulièrement sensibles aux fluctuations de température, la préservation des communautés fongiques est essentielle à la sauvegarde des fonctions des écosystèmes dans un contexte de réchauffement climatique. (GRADCATCH – Groenland, Europe, Afrique du Sud)

2. La précision de la gestion microbienne est essentielle à la santé des sols et à la productivité des cultures

- Un plus grand nombre de microbes n'est pas toujours synonyme de rendement plus élevé. Dans certains cas, une biomasse microbienne élevée peut limiter le rendement des cultures en bloquant les nutriments. Une gestion efficace exige d'aller au-delà de l'abondance microbienne et de se concentrer sur les fonctions microbiennes, en particulier celles liées à l'efficacité des nutriments. (BIOFAIR – Europe)
- Adapter les pratiques de gestion des sols aux caractéristiques des cultures et aux conditions locales peut renforcer la productivité. Par exemple, la sélection de cultures ayant un système racinaire efficace ou l'ajustement des apports en matières organiques peuvent soutenir l'absorption de nutriments dans des contextes environnementaux spécifiques. (BIOFAIR – Europe, GRADCATCH – Groenland, Europe, Afrique du Sud)

1. Les notes de bas de page sont disponibles dans la fiche d'information.

3. Équilibrer biodiversité des sols, rendements et réalités agricoles

- Il existe des compromis entre les pratiques qui renforcent la biodiversité des sols et celles qui maximisent les rendements. Par exemple, si le travail du sol réduit à long terme⁴ soutient les communautés microbiennes, il peut entraîner une baisse des rendements de blé dans certains contextes. (BIOFAIR – Europe)
- Sélectionner des caractéristiques microbiennes bénéfiques – comme la résistance à la sécheresse – peut améliorer les performances des cultures, mais les stratégies doivent être adaptées aux systèmes de culture spécifiques et aux environnements locaux. (MICROSERVICES –Europe)

- L'augmentation du carbone dans le sol ne se traduit pas toujours par des rendements plus élevés. Dans certains systèmes, la compétition microbienne pour les nutriments peut limiter les bénéfices de sols riches en carbone, ce qui met en exergue la nécessité d'une gestion des sols sensible au contexte. (BIOFAIR – Europe)



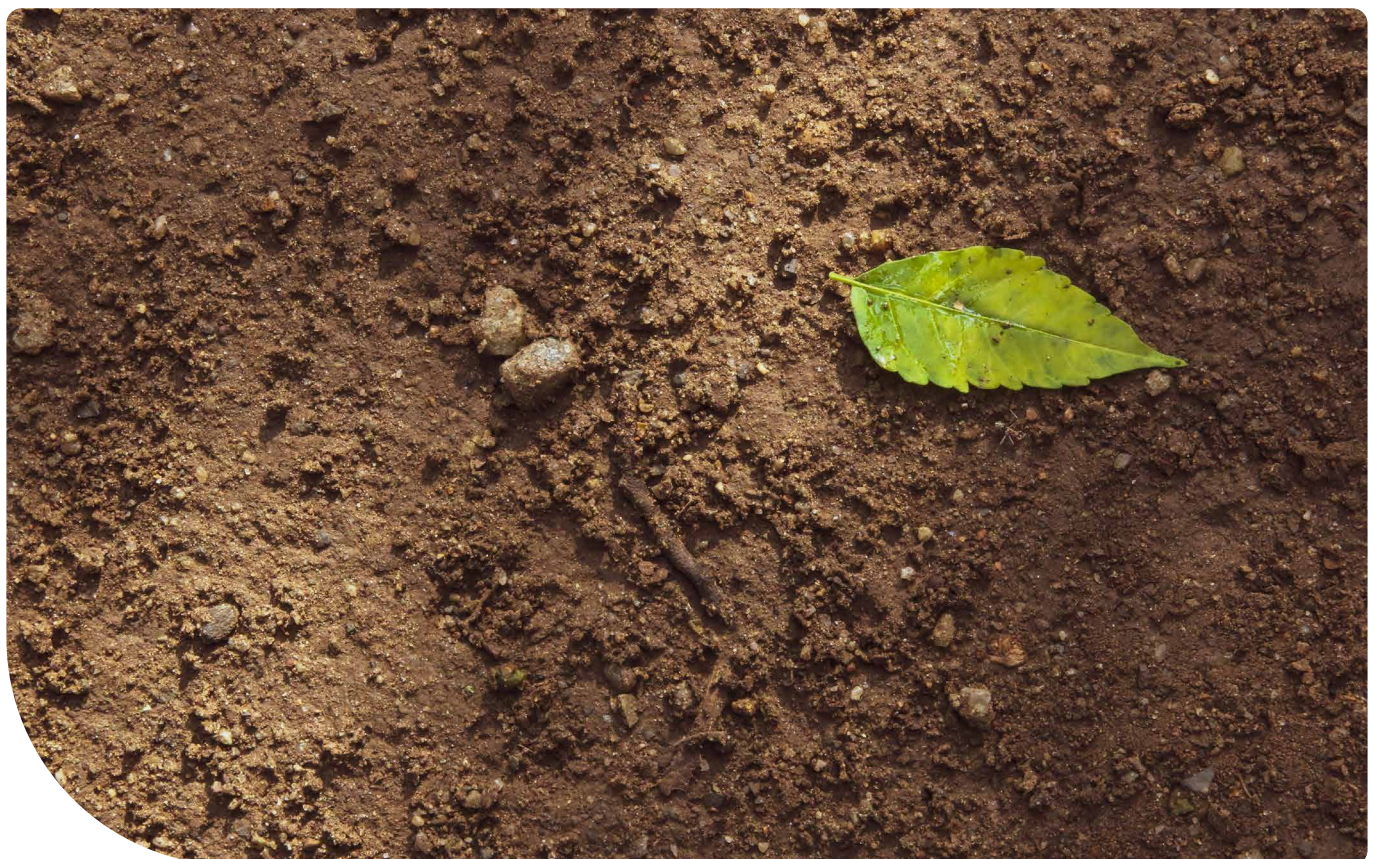
Contexte : pourquoi se concentrer sur la biodiversité des sols ?

La biodiversité des sols influence et est influencée par le changement climatique. D'une part, le réchauffement climatique augmente l'activité métabolique des microbes du sol, ce qui augmente à son tour les émissions de gaz à effet de serre. Il en résulte une boucle de rétroaction positive où les sols peuvent accélérer le réchauffement climatique⁵. D'autre part, le changement climatique perturbe les fonctions microbiennes du sol, la biodiversité et la performance des écosystèmes.

Le piégeage du carbone dans les terres de culture et de pâturage est de plus en plus reconnu comme une option d'atténuation essentielle⁶. Des pratiques agricoles

durables – telles que l'agriculture biologique et la réduction du travail du sol – sont promues par le Pacte vert pour l'Europe dans le cadre de la Toolbox Atténuation du changement climatique.

Cependant, la santé des sols a toujours été sous-représentée dans les objectifs politiques⁷ et dans la surveillance et l'évaluation des efforts de restauration. La stratégie de l'UE pour les sols à l'horizon 2030⁸ et la proposition de directive relative à la surveillance et à la résilience des sols représentent de nouvelles avancées stratégiques et réglementaires importantes à cet égard.





Principaux résultats pour l'intégration de la biodiversité et de la santé des sols

Décrypter les effets du changement climatique sur la biodiversité des sols et le fonctionnement des écosystèmes

Les réponses du carbone organique et des micro-organismes du sol au changement climatique ne sont pas encore pleinement comprises⁹. En particulier, l'impact de la sécheresse sur la biodiversité et les fonctions du sol n'est pas encore clairement établi. Pour combler ces lacunes, les projets **MICROSERVICES** et **GRADCATCH** ont examiné les relations qui existent entre biodiversité des sols, climat et schémas d'aridité.

- **La diversité fongique est essentielle à la santé des sols et à la régulation des écosystèmes.** GRADCATCH a démontré que les fonctions du sol sont façonnées par l'aridité via les propriétés du sol et la structure de la communauté microbienne, la diversité fongique jouant un rôle essentiel – en particulier dans les forêts tempérées d'Europe. Une étude menée dans les Alpes suisses a également révélé que les flux de CO_2 augmentaient avec l'altitude jusqu'à la limite des arbres et diminuaient au-delà, en lien avec l'activité microbienne régie par la température et la matière organique. Comme les limites des arbres se déplacent vers le haut avec le changement climatique, cette dynamique devrait s'intensifier dans les sols de montagne¹⁰.
- **Les zones agroclimatiques** (c'est-à-dire des régions définies par des caractéristiques climatiques qui influencent le potentiel agricole, en particulier la durée de la saison de croissance et des régions de chaleur accumulée) **influencent fortement la biodiversité et la multifonctionnalité des sols.** MICROSERVICES a constaté que les conditions climatiques futures pourraient avoir une influence significative sur la biodiversité des sols et les services écosystémiques. Par exemple, augmenter l'aridité dans les zones méditerranéennes pourrait réduire la diversité microbienne et perturber les cycles du carbone et des nutriments. Comme ces zones devraient se déplacer vers le nord, une atténuation du changement climatique précoce et proactive est essentielle pour préserver les fonctions des sols.



Étude de cas 1 : la réaction de la vie des sols au changement climatique dans le monde entier

Le projet **GRADCATCH** a étudié la réponse des communautés microbiennes des sols au changement climatique en fonction des gradients de température et d'aridité en Europe, au Groenland et en Afrique du Sud. Il s'agit notamment de transects nord-sud au Groenland et en Europe, d'un gradient d'altitude dans les Alpes et de gradients d'aridité allant du nord humide de l'Espagne au sud-est sec de l'Espagne, ainsi que des zones montagneuses humides aux déserts chauds d'Afrique du Sud.

En **Europe**, on a découvert que les champignons présents dans le sol jouaient un rôle clé dans le maintien de processus importants tels que le bon déroulement du cycle des nutriments, en particulier dans les forêts tempérées. Dans les Alpes, la **matière organique des sols** influençait fortement l'activité microbienne et les émissions de gaz à effet de serre (GES). Dans la **péninsule ibérique**, même si la composition de la communauté microbienne changeait à mesure que le climat se faisait plus sec, le sol continuait à bien fonctionner, ce qui laisse à penser que la nature a des sauvegardes intégrées, des microbes différents exerçant des rôles similaires.

Au **Groenland**, l'environnement était plus fragile. Les sols de l'extrême nord résistaient mal à la sécheresse. L'activité microbienne augmentait brièvement en cas de sécheresse modérée, mais chutait fortement lors de sécheresses plus

sévères, indiquant un point de basculement où le sol ne fonctionnerait plus de manière adéquate, ne remplissant plus entièrement son rôle écologique dans l'écosystème.

Dans les **zones arides d'Afrique du Sud**, les microbes sont déjà résistants à la chaleur et à la sécheresse extrêmes, mais ils peuvent encore être menacés. Si la région continue à devenir plus chaude et plus sèche, sa capacité à soutenir la croissance des plantes et à stocker du carbone pourrait diminuer, nuisant ainsi au cycle mondial du carbone et à l'agriculture locale.

Ces conclusions mettent en exergue la grande différence de réaction des sols du monde entier au stress climatique, en fonction de leur localisation et de leur état actuel.



Fig. 1 : Carotte de sol extraite près de Qaanaaq, au nord du Groenland (Crédit photo : Anders Priemé)

Comprendre l'influence des processus microbiens souterrains sur la productivité des plantes

La biodiversité des sols soutient des services écosystémiques dans les agroécosystèmes par des interactions non linéaires complexes entre de nombreuses espèces. Comprendre l'influence des processus microbiens souterrains sur la productivité des plantes et la qualité nutritionnelle peut aider à identifier des pratiques agricoles qui protègent la santé des sols et conservent des organismes clés.

Le projet **BIOFAIR** a évalué les fonctions des sols, le cycle des nutriments, les émissions de gaz à effet de serre et la diversité microbienne sur différents sites d'Europe. Il a comparé des stratégies de gestion des sols et testé de futurs scénarios climatiques. Parmi les principales conclusions :

- **La biodiversité n'est pas à elle seule gage de productivité plus élevée.** Les caractéristiques fonctionnelles et la complexité des réseaux de cycle des nutriments importent davantage. Les fonctions des sols étaient davantage façonnées par les interactions entre espèces que par la présence de groupes microbiens individuels. Cela souligne la nécessité d'indicateurs fonctionnels, plutôt que d'indicateurs purement taxonomiques de santé et de biodiversité des sols.
- **La matière organique des sols et l'activité microbienne n'augmentent pas toujours les rendements.** Dans les conditions climatiques futures de l'Europe centrale, les augmentations de matière organique des sols et de biomasse microbienne n'amélioreraient pas de manière cohérente la productivité des cultures – probablement parce que les nutriments étaient absorbés ou immobilisés par les microbes. Des changements au niveau de la disponibilité en eau liés au climat peuvent déstabiliser les communautés microbiennes et réduire leur efficacité.
- **Un plus grand nombre de microbes peut se traduire par une baisse des rendements à défaut d'une gestion prudente.** Des champs abritant de plus grandes communautés microbiennes (par exemple, avec le semis direct ou des amendements organiques) présentaient souvent des rendements céréaliers et une absorption de nutriments moindres. Pour éviter cette situation, les stratégies de gestion des sols doivent être affinées. Les options comprennent la sélection de cultures ayant une meilleure architecture racinaire pour accéder aux nutriments, ou l'utilisation de cultures de couverture, de haies ou de l'agroforesterie pour soutenir des relations équilibrées entre plantes et microbes.

Étude de cas 2 : l'influence du changement climatique sur la vie du blé et du sol dans une salle à environnement contrôlé (controlled environment room – CER)

Dans le cadre du projet **BIOFAIR**, deux expériences ont été menées pour (1) évaluer les effets du changement climatique sur la productivité du blé panifiable et (2) tester des sols issus de pratiques agricoles innovantes dans le cadre de scénarios climatiques futurs afin d'évaluer leur capacité à conserver les taxons de sol sensibles et à maintenir la qualité des aliments.



Fig. 2 : Salle à environnement contrôlé : Les expériences d'écotron prévoient des environnements contrôlés pour étudier les impacts du changement climatique sur les écosystèmes et les processus de la biodiversité (Crédit photo : Pierre Delaplace)

Dans la première expérience, les chercheurs ont testé la croissance du blé dans des conditions climatiques futures – telles que des températures plus élevées, une augmentation du dioxyde de carbone et des précipitations irrégulières. Si les plantes développaient d'abord plus de feuilles et de tiges, leurs racines ne se développaient pas suffisamment pour suivre le rythme. En s'en voyaient affaiblies lors des périodes de sécheresse plus tard dans la saison. En conséquence, elles produisaient moins de céréales (rendements plus faibles) – mais ces dernières contenaient plus de protéines (azote) et étaient donc meilleures sur le plan nutritionnel.

La deuxième expérience a comparé du blé cultivé dans des sols qui avaient été bien entretenus avec des matières organiques ou non, dans des conditions climatiques prévues pour les années 2013, 2068 et 2085. À court terme, les deux types de sols donnaient de meilleurs rendements, mais à plus long terme, les sols à rendement élevé (avec beaucoup d'utilisation d'engrais ou de compost par le passé) donnaient de moins bons résultats. Il est intéressant de noter que certains signes laissent à penser que les plantes activaient des défenses naturelles pour faire face au stress, mais que leur qualité nutritionnelle globale continuait de baisser.

Ensemble, ces expériences ont démontré que le changement climatique peut induire des modifications adaptatives dans les communautés microbiennes. Certains microbes peuvent prospérer, tandis que d'autres disparaissent, ce qui modifie le fonctionnement des sols et la manière dont ils soutiennent les cultures. L'ajout de carbone organique au sol n'améliorera pas toujours les résultats à l'avenir, ce qui suggère que nous devrions peut-être repenser notre mode de gestion des sols pour la production alimentaire.

Identifier les pratiques agricoles qui soutiennent la santé des sols et la sécurité alimentaire

Des questions restent en suspens quant à la manière dont des pratiques agricoles, telles que l'agriculture biologique ou l'*agriculture régénérative* (une approche holistique émergente promouvant la santé des sols et le bien-être social, tout en restant adaptable aux contextes locaux) contribuent non seulement à la durabilité, mais aussi à l'atténuation du changement climatique et à la résilience face à des phénomènes extrêmes comme la sécheresse.

Les projets **BIOFAIR** et **MICROSERVICES** ont étudié l'influence des systèmes de gestion sur la biodiversité et la fonction des sols, ainsi que la productivité des plantes :

- **Les bénéfices pour la santé des sols varient selon les systèmes et les sites.** BIOFAIR a constaté que les effets de pratiques telles que le travail du sol réduit et l'agriculture biologique dépendent fortement des propriétés du sol et des conditions climatiques. Par exemple, réduire le travail du sol a augmenté l'abondance microbienne dans les sols espagnols, mais n'a pas montré de bénéfice clair sur un site allemand.
- **Les microbes bénéfiques et les caractéristiques génétiques pour la tolérance au stress abiotique diffèrent selon les systèmes de culture.** MICROSERVICES a identifié les principaux organismes du sol et les gènes fonctionnels favorisant la résistance au stress.

Ceux-ci variaient selon les systèmes de culture, ce qui souligne l'importance d'adapter les pratiques aux contextes locaux.

- **Des systèmes riches en carbone n'augmentent pas toujours la productivité.** Alors que des pratiques biodynamiques et régénératives amélioraient le carbone organique du sol et le cycle des nutriments, BIOFAIR a démontré qu'une biomasse microbienne plus importante peut également conduire à l'immobilisation des nutriments – réduisant ainsi la disponibilité des nutriments pour les plantes en raison de la compétition entre microbes et cultures.
- **Une plus grande biodiversité souterraine n'est pas gage de rendements plus élevés.** BIOFAIR a démontré que ni la productivité des plantes ni l'absorption des nutriments ne s'amélioraient de manière cohérente avec l'augmentation de la biodiversité, ce qui suggère la nécessité d'une compréhension plus approfondie de la dynamique sol-plantes-microbes.

L'étude confirme l'importance d'investir dans des sols sains et résistants au stress pour faire face aux pressions climatiques futures, mais que le succès dépend de **stratégies de conservation des sols spécifiques à chaque région**, qui reflètent les **conditions écologiques locales**.



Étude de cas 3 : comment les méthodes agricoles du passé façonnent les réponses des sols aux futurs défis

Le projet **MICROSERVICES** a cherché à déterminer si l'agriculture biologique – promue comme approche durable dans le cadre du Pacte vert pour L'Europe – peut contribuer à la mise en place de systèmes agricoles plus résistants à des facteurs de stress climatique tels que la sécheresse. Une simulation de sécheresse à l'échelle du champ a été réalisée dans le cadre de l'essai de terrain le plus long au monde comparant des systèmes de culture biologiques et conventionnels, en cours depuis 1978.

Une étude antérieure menée sur ce site a démontré que les systèmes biologiques présentent des niveaux plus élevés de **carbone organique du sol** et de **biodiversité**, ce qui suggère une plus grande capacité à amortir les effets de la sécheresse. Cette expérience a permis d'évaluer les changements saisonniers de la **biodiversité** et des **indicateurs de santé des sols** en cas de sécheresse.

Les chercheurs ont constaté que la sécheresse réduisait l'activité microbienne dans tous les systèmes, et que les champignons étaient plus touchés que les bactéries. Ce résultat allait à l'encontre d'hypothèses antérieures selon lesquelles les champignons sont plus résistants à la sécheresse. Les organismes vivant à proximité des racines de plantes étaient les plus durement touchés, ce qui pourrait interférer avec d'importants processus souterrains contribuant à la croissance des plantes.

Il est intéressant de noter que, même si les systèmes biologiques et conventionnels étaient stressés par la sécheresse, les microbes du sol sont restés assez différents les uns des autres. Ces différences laissent à penser que les méthodes agricoles passées façonnent la réponse des sols aux futurs défis. Cependant, on ignore encore si ces différences microbiennes aideront réellement un système à mieux rebondir qu'une autre à long terme.



Fig. 3 : Simulation de sécheresse dans l'expérience de terrain à long terme DOK, Suisse (Crédit photo : Martin Hartmann)

Lien vers les sources

[MICROSERVICES](#)
[GRADCATCH](#)
[BIOFAIR](#)

Les publications scientifiques utilisées dans la présente note d'information sont disponibles dans la fiche d'information, téléchargeable à l'adresse suivante : www.biodiversa.eu/policy-briefs/

Photos : Unsplash

Contact

contact@biodiversa.eu
www.biodiversa.eu



@Biodiversa.eu



@BiodiversaPlus

À propos de cette note d'information

La présente note d'information fait partie d'une série visant à informer le public sur des stratégies pratiques et scientifiques permettant de renforcer la résilience des sols, des forêts et des paysages européens, sur la base des principaux résultats des projets de recherche de BiodivClim financés par Biodiversa+.

La série de notes politiques de Biodiversa+ est disponible à l'adresse suivante : www.biodiversa.eu/policy-briefs/.

Cette publication a été commandée et supervisée par Biodiversa+, et produite par Marion Ferrat et Julie De Bouville.

Les principaux résultats de recherche présentés ici ont été co-rédigés et validés par les chercheurs des projets de recherche de BiodivClim : MICROSERVICES, GRADCATCH et BIOFAIR. Les points de vue et opinions exprimés sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de la Commission européenne ou de tous les partenaires de Biodiversa+.



Cofinancé par
l'Union européenne
dans le cadre de la convention de subvention
n° 642420



Produit en août 2025.