

PRODUCTION ALIMENTAIRE

Séquestration du carbone dans le sol et amélioration de la santé des sols dans les systèmes agricoles

26 February 2026

9 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	
SDG1	NO POVERTY
SDG2	ZERO HUNGER
SDG3	HEALTH & WELL-BEING
SDG5	GENDER EQUALITY
SDG6	WATER & SANITATION
SDG8	ECONOMIC GROWTH
SDG10	REDUCED INEQUALITIES
SDG12	RESPONSIBLE CONSUMPTION
SDG15	LIFE ON LAND

5 GLOBAL BIODIVERSITY FRAMEWORKS	
GBF2	ECOSYSTEM RESTORATION
GBF7	POLLUTION REDUCTION
GBF8	CLIMATE RESILIENCE
GBF10	AGRICULTURAL BIODIVERSITY
GBF11	ECOSYSTEM SERVICES

5 GLOBAL ADAPTATION TARGETS	
GGA9D	ECOSYSTEMS
GGA9B	FOOD & AGRICULTURE
GGA9C	HEALTH
GGA9F	LIVELIHOODS
GGA9A	WATER & SANITATION

Après les océans, les sols constituent le deuxième plus grand puits de carbone actif, avec 1 500 milliards de tonnes de carbone présentes dans la matière organique des sols à travers le monde. Les sols constituent l'écosystème le plus complexe et le plus riche en biodiversité au monde, abritant plus de 25 % de la diversité biologique mondiale. La biodiversité des sols, qui va des micro-organismes aux vertébrés qui n'utilisent parfois les sols que pendant une partie de leur vie, contribue à des services écosystémiques tels que le cycle des nutriments, la filtration de l'eau, la lutte contre les parasites, le stockage du carbone et la stabilisation des sols, tous essentiels au bien-être des populations et de la planète.

Le carbone organique du sol représente 25 % du potentiel total des solutions climatiques naturelles. Cependant, la santé des sols et la biodiversité souterraine ont été largement négligées par la révolution agricole industrielle du siècle dernier. Les pratiques de gestion des terres non durables qui dégradent les sols ont entraîné non seulement des émissions de gaz à effet de serre (GES), mais aussi une réduction de la

capacité des sols à séquestrer le carbone et à soutenir la productivité agricole. Entre 20 et 40 % de la superficie terrestre mondiale est dégradée ou en voie de dégradation à des degrés divers, ce qui a des répercussions négatives sur plus de 3,2 milliards de personnes. Il est donc essentiel de restaurer la santé des sols pour améliorer la biodiversité et la productivité des paysages alimentaires, ce qui peut jouer un rôle important dans l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à celui-ci.

La santé des sols désigne la capacité des sols à maintenir la productivité, la diversité et les services environnementaux des écosystèmes terrestres. Selon le site, des sols sains peuvent garantir une productivité élevée, une bonne rétention d'eau et une bonne santé environnementale globale, ce qui améliore les fonctions et les services écosystémiques. La santé des sols préserve l'ensemble de l'écosystème et contribue à la formation de carbone organique dans les sols et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone (CO2), l'oxyde nitreux (N2O) et le méthane (CH4). La santé des sols dépend des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou de la composition des sols, qui sont toutes interconnectées. La santé des sols est la condition préalable à une production agricole durable. La compréhension et l'amélioration de ces propriétés peuvent permettre d'améliorer la capacité productive des sols, tout en augmentant le rendement et la qualité des cultures. Par conséquent, la préservation de la santé des sols et de leur capacité productive peut contribuer à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition.

Videos

Culture intercalaire d'anacardes indigènes et préservation de l'habitat naturel Colombie

Adopter des pratiques respectueuses de la nature et augmenter les rendements en sucre Pakistan

Augmentation de la production et de la consommation d'un superaliment indigène au Paraguay Paraguay

Politique nationale visant à éliminer les intrants synthétiques et à créer un système agricole présentant de multiples avantages en Inde Inde

Café cultivé à l'ombre qui soutient la nature au Mexique Mexique

Une agriculture en harmonie avec la nature pour diversifier les produits au Mexique Mexique

Des forêts alimentaires qui ne mettent pas l'agriculture en opposition avec la nature aux Pays-Bas

Mesures concrètes à mettre en œuvre

Les processus biologiques naturels dans les sols sains favorisent la séquestration du carbone et la fertilité des sols. Les pratiques agricoles qui favorisent la santé des sols doivent être personnalisées ou adaptées aux conditions locales. Cependant, certaines stratégies générales sont utilisées dans presque toutes les zones climatiques, conditions de sol ou systèmes de culture :

- Réduire au minimum la perturbation du sol (par exemple, labour nul ou minimal) grâce à l'ensemencement direct et/ou à l'épandage direct d'engrais, ce qui implique de cultiver des plantes en perturbant le moins possible le sol pendant et après la récolte de la culture précédente. Cette technique peut être utilisée pour toutes les cultures annuelles et pérennes ainsi que pour les légumes. La plantation directe peut être effectuée manuellement (par exemple, à l'aide de planteuses à pointe) ou mécaniquement (par exemple, à l'aide de semoirs sans labour tirés par des animaux ou des tracteurs), tout en évitant le compactage du sol. La réduction au minimum des perturbations protège contre le compactage du sol, la perte de carbone du sol due à l'érosion et la décomposition rapide de la matière organique dans le sol.
- Maintenir une couverture permanente du sol à l'aide de paillis, de paillis vivant ou de résidus de culture. Le paillis est tout matériau organique (tel que des feuilles en décomposition, de l'écorce ou du compost) répandu sur le sol et les cultures afin d'enrichir et d'isoler le sol. Le paillis vivant est une culture utilisée dans les cultures intercalaires dans le but de recouvrir le sol. Les résidus de culture ou la couverture vivante protègent le sol de l'impact direct des gouttes de pluie érosives et préservent le sol en réduisant l'évaporation et en limitant la croissance des mauvaises herbes. Les cultures de couverture fournissent une couverture végétale temporaire ou permanente pour

contrôler l'érosion, réduire le ruissellement et le lessivage des nutriments, limiter la croissance des mauvaises herbes, améliorer la fertilité du sol et augmenter la diversité biologique. Les agriculteurs peuvent également personnaliser les mélanges de cultures de couverture et les pratiques de gestion afin d'atteindre leurs objectifs spécifiques. Le maintien d'une couverture du sol protège contre l'érosion par le vent et l'eau, et la baisse des températures de surface réduit le taux de décomposition de la matière organique et, par conséquent, les émissions de CO2. Les paillis organiques sont une source de carbone ajoutée au sol et stimulent l'activité des méso- et micro-organismes.

- Utilisation d'engrais organiques, qui augmentent la matière organique grâce à des apports naturels tout en réduisant ou en éliminant les apports d'engrais synthétiques. Les apports organiques courants comprennent le compost, le fumier et la litière d'animaux, la farine d'os et la farine de sang, les algues et les algues marines, ainsi que les cultures d'engrais verts, en particulier les légumineuses. La rotation du bétail dans les champs en jachère est une méthode supplémentaire de fertilisation à base de fumier. Une gestion adaptative des nutriments est importante pendant la transition pour améliorer la santé des sols et établir un nouvel équilibre, mais elle dépend des systèmes de culture et de la disponibilité des intrants naturels. Les engrais organiques sont une source de carbone organique qui contribue directement et indirectement à la formation de carbone dans le sol en favorisant une croissance plus vigoureuse des plantes.
- L'application de biochar dans le sol, si elle est adaptée aux conditions, peut favoriser la séquestration du carbone, améliorer la qualité du sol et renforcer la productivité et la production agricole.
- La gestion intégrée de la fertilité des sols (ISFM) suivant les 4R (la bonne source de nutriments, au bon dosage, au bon moment et au bon endroit) de la gestion des nutriments contribue à optimiser l'utilisation des ressources. L'ISFM est un ensemble de pratiques de gestion de la fertilité des sols qui nécessitent l'utilisation d'engrais, d'intrants organiques et de matériel génétique amélioré, combinées à des connaissances sur la manière d'adapter ces pratiques aux conditions locales. Cette approche vise à maximiser l'efficacité agronomique des nutriments appliqués, à améliorer la productivité des cultures et, à terme, à éliminer progressivement l'utilisation d'engrais synthétiques. En particulier dans les zones où les sols sont pauvres, l'IFSM peut contribuer à améliorer progressivement la fertilité des sols, car des cultures plus productives peuvent augmenter les apports de carbone organique dans le sol à partir des racines et des résidus végétaux au fil du temps.
- Pour maximiser la diversification des espèces végétales, il faut cultiver une variété de plantes appartenant à la même espèce ou à des espèces différentes dans chaque zone, en variant les rotations et les associations culturales. La sélection de plantes cultivées dotées d'un système racinaire plus profond et plus touffu pourrait améliorer à la fois la structure du sol et ses niveaux de carbone en état stable, la rétention d'eau et de nutriments, ainsi que les rendements végétaux.
- La réintroduction d'une grande diversité d'espèces végétales indigènes dans les systèmes agricoles peut augmenter considérablement le stockage du carbone dans le sol. Il a été démontré qu'une grande diversité végétale améliore les taux de capture et de stockage du carbone sur les terres agricoles dégradées et abandonnées. Cela améliore la fertilité des sols et favorise un plus large éventail de services écosystémiques.
- La rotation des cultures consiste à cultiver une série de cultures dans la même zone de manière séquentielle, par exemple en alternant les céréales (comme le maïs et le blé) avec les légumineuses (comme les haricots). Tout comme les cultures de couverture, les cultures commerciales fixatrices d'azote (principalement des légumineuses, telles que les pois ou les haricots) peuvent constituer une source supplémentaire d'azote dans le sol. Bien que la plupart des recherches sur les avantages de la rotation des cultures se concentrent sur la fertilité des sols, elles confirment également que l'augmentation de la diversité des cultures grâce à la rotation de plusieurs espèces entraîne une augmentation correspondante de la richesse des espèces dans le sol, ce qui, associé à une croissance plus forte des plantes avec des profondeurs d'enracinement différentes, peut augmenter la quantité de carbone stockée dans le sol.
- Lutte contre l'érosion : minimiser le risque d'érosion grâce à des systèmes de conservation qui

protègent les champs cultivés contre le vent et le ruissellement de l'eau à l'aide de terrasses, de brise-vent et de digues de contour, ainsi que de bandes tampons, en tenant compte de la topographie locale (les pentes raides sont vulnérables à l'érosion par l'eau, les zones plates et ouvertes sont vulnérables à l'érosion par le vent). L'érosion peut entraîner une perte nette de carbone organique et inorganique dans le sol.

Les pratiques ci-dessus sont souvent intégrées dans des systèmes plus vastes qui comprennent d'autres pratiques susceptibles d'améliorer la santé des sols et la biodiversité :

- Gestion intégrée du fumier : Cela comprend la gestion optimale du fumier animal, notamment sa collecte, son stockage, son traitement et son épandage. Voir Mise en œuvre de pratiques d'élevage durables.
- Système intégré de culture et d'élevage : cela comprend, par exemple, la rotation entre le pâturage du bétail et les cultures, ou le pâturage du bétail sur des cultures de couverture. Voir Mise en œuvre de systèmes intégrés de culture et d'élevage.
- Agroforesterie (interaction entre l'agriculture et les arbres, y compris l'utilisation agricole des arbres) : cela consiste à planter des arbres ou des arbustes dans ou autour des terres agricoles ou des pâturages. L'agroforesterie sur les terres dégradées augmente la teneur en carbone organique du sol, améliore la disponibilité et la fertilité des nutriments du sol, renforce la dynamique microbienne du sol, réduit l'érosion du sol et améliore la biodiversité. La mise en œuvre de systèmes agroforestiers doit s'appuyer sur une conception sophistiquée afin d'éviter la concurrence entre les arbres et les cultures et d'assurer des synergies entre les différentes espèces. Voir Mise en œuvre de pratiques agroforestières.

Réduire les changements dans l'utilisation des terres et la conversion des écosystèmes naturels à des fins alimentaires : pour plus de détails sur les mesures visant à lutter contre les facteurs directs et sous-jacents de la conversion des écosystèmes, voir Réduire les changements dans l'utilisation des terres et la conversion des écosystèmes naturels à des fins alimentaires.

Mesures favorisant la gouvernance

Les mesures de gouvernance suivantes visant à promouvoir la santé des sols dans les systèmes agricoles s'appuient sur des exemples mis en œuvre à travers le monde :

- Garantir les droits fonciers : les gestionnaires fonciers et les agriculteurs sont plus enclins à investir dans des mesures de gestion des sols si leurs droits fonciers sont suffisants et garantis. La sécurité foncière peut être améliorée par l'enregistrement et l'attribution de titres fonciers, mais d'autres mesures peuvent s'avérer plus efficaces selon le contexte. Ces mesures doivent être équitables et sensibles au genre afin d'éviter les inégalités dans l'accès à la terre et de permettre aux femmes d'être des gardiennes efficaces de l'environnement.
- La participation pleine et effective et l'inclusion des peuples autochtones, des communautés locales et des parties prenantes contribuent à permettre la prise de décisions fondées sur le consentement éclairé pour les décisions relatives aux terres et aux ressources dans les plans et programmes gouvernementaux existants, ainsi qu'à l'évaluation des compromis économiques, sociaux et environnementaux lors de la conception des programmes.
- La fourniture et la promotion de services de conseil agricole, de mesures de sensibilisation et de renforcement des capacités, par exemple par le biais de coopératives agricoles, en vue d'améliorer et de diffuser les pratiques de conservation des sols, peuvent également contribuer à la mise en œuvre de pratiques agricoles durables pour la santé des sols.
- Développer les instruments fondés sur le marché (par exemple, tarifer les émissions de CO2 au moyen d'une taxe carbone ou de systèmes d'échange de quotas d'émission et récompenser la séquestration nette du carbone dans les sols par un paiement basé sur le prix du carbone).

- Réévaluer les subventions agricoles à grande échelle qui peuvent encourager la surproduction ou les pratiques de monoculture, car celles-ci peuvent avoir un impact sur la santé des sols à long terme.
- Renforcer ou établir des réglementations qui favorisent l'utilisation de pratiques visant à améliorer la teneur en carbone organique des sols et à prévenir la perte de sols organiques, ce qui peut augmenter les stocks de carbone dans les sols (aux États-Unis, par exemple, la loi agricole oblige les agriculteurs à se conformer à des dispositions spécifiques pour pouvoir bénéficier des avantages du programme du ministère américain de l'Agriculture (USDA). Ces dispositions comprennent, par exemple, le programme de conservation des terres hautement érodables, qui impose des pratiques de conservation des sols sur les terres agricoles).
- Développer les programmes de certification gouvernementaux (par exemple, CARBOCERT en Espagne a mis en place des méthodologies pour mesurer la séquestration nette du carbone dans les sols agricoles pouvant être certifiés et offre aux agriculteurs la possibilité d'accéder à des subventions gouvernementales pour soutenir l'adoption de pratiques de stockage du carbone dans les sols).
- Encourager les systèmes agroforestiers : les politiques pourraient promouvoir l'adoption de systèmes agroforestiers qui intègrent des arbres, des arbustes et des cultures sur une même parcelle. Cette pratique permet non seulement de séquestrer des quantités importantes de carbone dans la biomasse végétale et les sols, mais aussi d'améliorer la biodiversité en créant des habitats diversifiés et en favorisant la richesse des espèces.
- Intégrer la biodiversité des sols dans les programmes politiques plus larges en matière de sécurité alimentaire, de restauration des écosystèmes, d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets, ainsi que de développement durable.
- Intégrer la réhabilitation des sols dans les politiques urbaines, par exemple en encourageant l'utilisation de biosolides récupérés à partir des déchets solides municipaux comme compost afin d'améliorer la santé des sols dans les systèmes agricoles urbains. Pour plus d'informations, voir Construire des systèmes alimentaires circulaires dans les villes.

Outils et guides pour la mise en œuvre

Voici une liste d'outils et de guides complets destinés à améliorer la santé des sols dans les systèmes agricoles :

Outils

Outil d'évaluation ex ante du bilan carbone de la FAO

Système d'évaluation développé par la FAO qui aide les concepteurs de projets à estimer et à hiérarchiser les activités présentant des avantages économiques et en matière d'atténuation des changements climatiques. Cet outil peut être utilisé pour la gestion durable des terres, le développement des bassins versants, la gestion forestière, la sécurité alimentaire, l'intensification des cultures et la production animale.

Lien : https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act/es/

Tableau de bord des données pédologiques en Afrique

Données et informations pédologiques à l'échelle du continent pertinentes pour l'intensification durable de l'agriculture en Afrique.

Lien : https://africasis.isric.org

Méthodologie Verra pour une meilleure gestion des terres agricoles (VM0042)

Le VM0042 quantifie les réductions des émissions de gaz à effet de serre et les absorptions de carbone organique du sol qui résultent de l'amélioration des pratiques de gestion des terres agricoles (ALM). L'ALM comprend des pratiques telles que la gestion de l'eau, la gestion des résidus de biomasse, l'amélioration de l'utilisation des engrais, la réduction du labour, les pratiques de pâturage et les pratiques de plantation et de récolte de cultures commerciales et de couverture.

Lien : https://verra.org/methodologies/vm0042-improved-agricultural-land-management-v2-2/

Guides

Initiative 4p1000

Une initiative mondiale qui facilite les actions concrètes en matière de gestion des terres et des sols, encourageant la transition vers une agriculture régénératrice, productive et résiliente qui profite aux agriculteurs et aux éleveurs.

Lien : https://4p1000.org/?lang=en

Partenariat mondial pour les sols de la FAO

Un mécanisme mondial visant à inscrire les sols à l'ordre du jour mondial et à promouvoir une gestion durable des sols. Le Partenariat œuvre à l'amélioration de la gouvernance des sols et à la garantie de sols productifs pour la sécurité alimentaire, l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets, ainsi que le développement durable.

Lien : https://www.fao.org/global-soil-partnership/en/

Réseau d'observation de la biodiversité des sols GEO BON (Soil BON)

Constitué en tant que réseau mondial d'observation de la biodiversité des sols (Soil BON), ce groupe travaille en partenariat avec l'Initiative mondiale pour la biodiversité des sols (GSBI) et d'autres partenaires mondiaux et régionaux afin de mettre à disposition les observations biologiques et écosystémiques des sols nécessaires pour garantir que les ressources vivantes des sols soient conservées et gérées de manière durable et puissent répondre aux besoins essentiels de l'humanité.

Lien : https://geobon.org/bons/thematic-bon/soil-bon/

Livre blanc de la GIZ « Soil First » : faire progresser la transformation du système alimentaire à partir de la base

Ce document s'appuie sur les expériences de l'initiative ProSoil de la GIZ et sur des entretiens avec des experts. Il propose des conseils et des recommandations, ainsi qu'une réflexion approfondie sur les enseignements tirés. Il présente les meilleures pratiques et les solutions évolutives issues des efforts locaux de protection et de

réhabilitation des sols, et les relie aux agendas mondiaux.

Lien :
https://www.giz.de/en/downloads/giz2025-en-rooted-in-soil-advancing-agricultural-and-food-system-transformation.pdf

Synergies

L'amélioration de la santé des sols dans les systèmes agricoles grâce à la séquestration du carbone dans le sol peut également contribuer à la réalisation des objectifs du Cadre des Émirats arabes unis pour la résilience climatique mondiale, du Cadre mondial de Kunming-Montréal pour la biodiversité (KM-GBF) et des objectifs de développement durable (ODD).

Avantages liés à l'atténuation des changements climatiques

Une meilleure gestion du carbone dans les sols agricoles offre un potentiel important de réduction des émissions. La FAO estime son potentiel technique mondial de réduction (c'est-à-dire ce qui peut théoriquement être réalisé avec les techniques actuelles) à 1,9 (0,4-6,8) Gt de CO2 par an. Au niveau des exploitations agricoles, la séquestration du carbone organique dans les terres cultivées a été estimée entre 0,1 et 0,75 tonne de carbone par hectare et par an. Il convient toutefois de noter que la teneur en carbone n'augmente pas indéfiniment et atteint un niveau de saturation au-delà duquel elle ne progresse plus. Elle peut également être relâchée si les pratiques ne sont pas maintenues ou si des changements climatiques surviennent.

Selon le contexte, l'amélioration de la santé des sols peut contribuer à éviter les émissions, par exemple :

- empêcher les émissions de CO2 dues à la perturbation ou à l'érosion des sols, grâce à des pratiques telles que l'ajout de paillis organiques ou la diversification et la rotation des cultures,
- gestion optimale des émissions d'azote grâce à des approches telles que la gestion intégrée du fumier ou l'agroforesterie, qui peuvent réduire la quantité d'engrais synthétiques utilisés et, par conséquent, réduire les émissions de GES associées à leur cycle de vie.

Avantages de l'adaptation au changement climatique

Parmi les sept domaines clés d'adaptation proposés dans le Cadre des Émirats arabes unis pour la résilience climatique mondiale, la séquestration du carbone dans le sol et l'amélioration de la santé des sols dans les systèmes agricoles peuvent contribuer directement à :

- **Objectif 9a (Eau et assainissement) :** Les sols riches en carbone organique ont une meilleure capacité de rétention d'eau, ce qui réduit les risques de sécheresse et d'inondation. Une meilleure structure du sol aide à filtrer et à purifier l'eau et réduit le ruissellement et l'érosion du sol. Cela contribue à un approvisionnement en eau plus propre et plus résilient, ce qui améliore l'assainissement et l'accès à l'eau potable pour les communautés. Les mesures visant à améliorer la santé des sols, telles que l'utilisation appropriée d'engrais organiques, peuvent également réduire la dépendance aux engrais chimiques, ce qui diminue la pollution de l'eau. À leur tour, des sols plus sains sont mieux à même de fournir des services écosystémiques tels que le cycle des nutriments et la lutte contre les parasites, ce qui réduit encore davantage le besoin d'utiliser des intrants synthétiques.
- **Objectif 9b (Alimentation et agriculture) :** L'amélioration de la santé des sols augmente la matière organique et la fertilité des sols, ce qui peut conduire à des rendements agricoles plus élevés et plus stables, en particulier dans les régions arides. Cela renforce la sécurité alimentaire et rend les systèmes agricoles plus résistants aux chocs climatiques tels que les sécheresses.

- **Objectif 9c (Santé) :** Les mesures de gestion des sols peuvent favoriser la culture d'aliments nutritifs, en particulier une variété de légumineuses. Des sols plus sains peuvent également produire des cultures plus nutritives, améliorant ainsi la qualité de l'alimentation et la santé publique. La réduction de l'utilisation de produits agrochimiques grâce à une meilleure gestion des sols diminue le risque de contamination de l'eau et des aliments, ce qui rend les communautés plus saines et plus résilientes. En outre, des systèmes alimentaires résilients peuvent contribuer à prévenir la malnutrition lors de perturbations liées au climat. Les bactéries et les champignons du sol sont également les principales sources de plusieurs types de médicaments, en particulier les antibiotiques.
- **Objectif 9d (Écosystèmes) :** Une augmentation du carbone organique dans les sols favorise la biodiversité au-dessus et en dessous du sol. Des sols sains et riches en biodiversité contribuent à plusieurs services écosystémiques tels que la pollinisation, la lutte contre les ravageurs, la régulation du climat et le cycle de l'eau et des nutriments, rendant les écosystèmes plus résistants au changement climatique. Des sols plus sains sont moins sujets à la dégradation, sont de plus en plus résistants aux chocs environnementaux et sont associés à une réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- **Objectif 9f (Moyens d'existence) :** En rendant les sols plus productifs et plus résilients, la séquestration du carbone et l'amélioration de la santé des sols renforcent la stabilité économique, contribuant ainsi à garantir les moyens d'existence et à réduire la pauvreté. Les mesures visant à améliorer la santé des sols, telles que la diversification des cultures, l'agroforesterie ou la gestion intégrée des cultures et de l'élevage, peuvent également offrir des possibilités de revenus supplémentaires.
- Pour plus d'informations à ce sujet, consultez les sections suivantes : Mise en œuvre de systèmes intégrés de culture et d'élevage, Mise en œuvre de pratiques agroforestières, Mise en œuvre de pratiques de gestion améliorées dans les prairies et Mise en œuvre de pratiques de production alimentaire respectueuses de la nature.

Avantages liés à la biodiversité

L'amélioration de la santé des sols dans les systèmes agricoles peut contribuer à la réalisation de plusieurs objectifs du KM-GBF. Parmi ceux-ci figurent :

- **Objectif 2 (Restaurer 30 % de tous les écosystèmes dégradés) :** L'amélioration de la santé des sols dans les systèmes agricoles contribue directement à cet objectif en restaurant les terres agricoles dégradées. De meilleures pratiques de gestion des sols peuvent améliorer les fonctions écosystémiques, la biodiversité et l'intégrité écologique dans ces zones. En augmentant la teneur en matière organique et en favorisant la biodiversité des sols, cette option stratégique s'aligne étroitement sur les objectifs de restauration énoncés dans l'objectif.
- **Objectif 7 (Réduire la pollution à des niveaux qui ne nuisent pas à la biodiversité) :** En améliorant la structure du sol et en augmentant l'activité biologique, les pratiques favorisant la santé des sols améliorent la rétention et le cycle des nutriments, ce qui peut réduire les pertes excessives de nutriments dans l'environnement et diminuer la dépendance à l'égard des intrants chimiques (et donc la pollution qu'ils génèrent).
- **Objectif 8 (Réduire au minimum les effets des changements climatiques sur la biodiversité et renforcer la résilience) :** La séquestration du carbone dans les sols peut contribuer de manière significative à l'atténuation des changements climatiques en compensant jusqu'à 4 % des émissions annuelles mondiales de GES d'origine humaine d'ici la fin du siècle. En outre, les sols peuvent contribuer à la régulation du microclimat grâce à leur impact sur les cycles hydrologiques régionaux. Des sols plus sains et plus riches en biodiversité sont également plus résilients aux effets du changement climatique tels que la sécheresse, les inondations et les maladies, car ils peuvent remplir plus efficacement des fonctions écosystémiques essentielles.
- **Objectif 10 (Renforcer la biodiversité et la durabilité dans l'agriculture, l'aquaculture, la pêche et la sylviculture) :** La mise en œuvre de pratiques qui améliorent la santé des sols renforce intrinsèquement la biodiversité des sols ainsi que leur fertilité et les services

écosystémiques fournis par des sols sains. Ces pratiques, telles que la rotation des cultures et le labour réduit ou nul, peuvent améliorer la productivité tout en réduisant le besoin d'intrants chimiques. En outre, une meilleure rétention d'eau dans le sol peut réduire le besoin d'irrigation, ce qui contribue à une gestion durable de l'eau. Voir également Renforcer la gouvernance de l'utilisation des terres et de l'eau douce.

- **Objectif 11 (Restaurer, préserver et renforcer les services écosystémiques) :** Des sols sains sont plus productifs, et en améliorant la santé des sols, cette option stratégique renforce les services écosystémiques, notamment une meilleure régulation et purification de l'eau, une productivité agricole accrue et une meilleure résilience climatique.

Autres avantages en matière de développement durable

Améliorer la santé des sols dans les systèmes agricoles grâce à une gestion durable des sols peut contribuer à la réalisation de plusieurs ODD, car cela permet :

- **ODD 1 (Pas de pauvreté) et 8 (Travail décent et croissance économique) :** maintenir et accroître la productivité agricole et garantir les moyens de subsistance, en rendant les sols plus productifs et plus résistants aux chocs climatiques et environnementaux. Une meilleure sécurité alimentaire, hydrique et nutritionnelle contribue également à réduire la pauvreté.
- **ODD 2 (Faim « zéro ») :** renforcer la sécurité alimentaire et nutritionnelle en encourageant la culture de plantes plus nutritives, améliorer la santé globale des cultures et stabiliser ou augmenter les rendements, en particulier dans les régions arides.
- **ODD 3 et 6 (Bonne santé et bien-être, et Eau propre et assainissement) :** améliorer la sécurité nutritionnelle, fournir des sources de médicaments et atténuer la contamination de l'eau par les intrants agricoles synthétiques, tout en améliorant la rétention, l'infiltration et la purification de l'eau.
- **ODD 5 et 10 (Égalité entre les sexes et réduction des inégalités) :** offrir une plus grande sécurité foncière et davantage de possibilités de revenus et de gestion environnementale aux petits exploitants agricoles et aux gestionnaires fonciers, y compris les femmes et les peuples autochtones, si les interventions sont mises en œuvre dans le respect de l'équité.
- **ODD 12 (Consommation et production responsables) :** augmenter la productivité des cultures, améliorer la gestion de l'eau et l'absorption des nutriments par les cultures, et soutenir la biodiversité, réduisant ainsi les effets négatifs de la production et de la consommation alimentaires sur l'environnement.
- **ODD 15 (Vie terrestre) :** protéger la biodiversité souterraine et aérienne. Cela revêt une importance particulière, car le sol abrite plus de 25 % de la diversité biologique mondiale.

Principaux défis liés à la mise en œuvre, externalités négatives potentielles et compromis

Le succès de l'amélioration de la santé des sols dans les systèmes agricoles dépend de la conception et de la mise en œuvre efficace d'interventions ciblées. Cependant, ces initiatives peuvent se heurter à des difficultés techniques et non techniques, et peuvent comporter des compromis susceptibles de compromettre les résultats escomptés, notamment :

- Coûts d'investissement initiaux élevés liés aux machines et aux coûts de main-d'œuvre, en fonction du choix des pratiques de gestion.
- Le manque de financement (par exemple, le crédit organisationnel) peut entraver le développement et les activités de renforcement des capacités des agriculteurs.
- Politiques organisationnelles incohérentes et manque d'infrastructures organisationnelles pour

servir les agriculteurs.

- Difficultés à conserver les résidus de culture dans les exploitations agricoles (entraînant par exemple des infestations de ravageurs). Dans d'autres cas, les résidus de culture constituent une source de revenus pour les agriculteurs ou sont utilisés pour l'alimentation du bétail, comme combustible ou comme matériau de construction, et sont donc retirés des champs.
- Réductions potentielles des rendements dans les régions plus froides, ayant un impact sur les revenus des agriculteurs, principalement pendant une période de transition.
- Immobilisation de l'azote si des matériaux présentant un rapport carbone/azote élevé sont incorporés. Cela augmente l'activité biologique, ce qui entraîne une plus grande demande en azote.
- L'albédo (réflectivité de surface) peut diminuer pour certains sols à mesure que la teneur en matière organique augmente, ce qui peut accroître l'absorption du rayonnement solaire dans le sol et ainsi avoir un effet de réchauffement.
- Augmentation du lessivage de l'azote provenant des sols riches en matière organique, ce qui peut avoir un impact sur la qualité de l'eau.
- Selon les pratiques de gestion des sols, augmentation des besoins en désherbage et/ou utilisation d'herbicides dans les systèmes sans labour.
- Il est important de savoir qu'un changement dans les pratiques de gestion des sols et l'augmentation du carbone organique qui en résulte ne conduisent pas nécessairement à la séquestration du carbone (et donc à des émissions négatives). Dans les sols qui subissent une perte continue de carbone, une accumulation de carbone peut seulement entraîner une réduction des pertes de carbone plutôt qu'une véritable séquestration, et doit donc être comptabilisée différemment.
- Pour plus d'informations à ce sujet, consultez les sections suivantes : Mise en œuvre de systèmes intégrés de culture et d'élevage, Mise en œuvre de pratiques agroforestières, Mise en œuvre de pratiques de gestion améliorées dans les prairies et Mise en œuvre de pratiques de production alimentaire respectueuses de la nature.

Mesures visant à minimiser les défis, les externalités négatives potentielles et les compromis

L'intégration des mesures suivantes dans un cadre global et cohérent peut aider à relever les défis liés à la mise en œuvre et à minimiser les compromis potentiels :

- Il est important de savoir qu'un changement dans les pratiques de gestion des sols et l'augmentation du carbone organique qui en résulte ne conduisent pas nécessairement à la séquestration du carbone (et donc à des émissions négatives). Dans les sols qui subissent une perte continue de carbone, une accumulation de carbone peut entraîner une réduction des pertes de carbone et doit donc être prise en compte différemment.
- Intégrer les pratiques de gestion durable des sols dans les ministères concernés et les institutions locales et régionales, et veiller à ce qu'ils disposent des ressources nécessaires, notamment des agents de vulgarisation formés et motivés, pour fournir une aide efficace aux agriculteurs.
- Renforcer les mesures visant à réduire les obstacles liés au manque de connaissances en matière de pratiques de gestion durable des sols et de séquestration du carbone, telles que les services de conseil publics et les investissements dans la recherche et le développement, y compris la conception conjointe de pratiques avec les agriculteurs dans des laboratoires vivants.
- Fournir aux agriculteurs des crédits pour acheter du matériel et des intrants par l'intermédiaire des banques et des organismes de crédit à des taux d'intérêt raisonnables.
- Offrir un soutien financier (lignes de crédit abordables) et pratique pour la mesure de la

séquestration nette du carbone dans le sol et d'autres pratiques de réduction aux agriculteurs qui souhaitent participer à des programmes de crédits carbone ou à des marchés de compensation afin d'encourager les investissements. Les lignes directrices pour les projets agricoles de compensation carbone sont fournies par l'initiative CompensACTION du G7.

- Réduire les droits de douane sur les équipements importés destinés à la gestion des sols afin d'encourager et de promouvoir leur disponibilité. À terme, la production locale de ces équipements permettra d'accroître leur disponibilité, de les adapter aux besoins locaux, de créer des emplois et de réduire les coûts.
- Renforcement du soutien au renforcement des capacités en matière de santé des sols à tous les niveaux.
- Conception et mise en œuvre de rotations culturales en fonction des différents objectifs, par exemple : production alimentaire et fourragère, production de résidus, lutte contre les ravageurs et les mauvaises herbes, absorption des nutriments ou mélange/cultivation biologique du sous-sol.
- Utilisation de semences appropriées/améliorées de variétés adaptées pour obtenir des rendements élevés ainsi qu'une production importante de biomasse résiduelle des parties aériennes et souterraines, en fonction des conditions pédologiques et climatiques.
- Évaluation holistique de l'impact et surveillance, rapports et vérification rigoureux des mesures telles que l'application de biochar pour améliorer la capacité de séquestration du carbone dans le sol.
- Augmenter les subventions et autres mesures incitatives pour compenser les baisses de rendement (par exemple, accès à des marchés durables haut de gamme).
- Intervenir du côté de la demande en informant et en incitant les consommateurs à adapter leur comportement.
- Pour plus d'informations à ce sujet, consultez les sections suivantes : Mise en œuvre de systèmes intégrés de culture et d'élevage, Mise en œuvre de pratiques agroforestières, Mise en œuvre de pratiques de gestion améliorées dans les prairies et Mise en œuvre de pratiques de production alimentaire respectueuses de la nature.

Outils, indicateurs et cadres de suivi

Pour suivre efficacement les efforts visant à séquestrer le carbone dans le sol et à améliorer la santé des sols dans les systèmes agricoles, il faut disposer d'outils de surveillance performants, d'indicateurs clairs et de cadres structurés qui permettent de mesurer à la fois les progrès réalisés dans la mise en œuvre et les résultats obtenus en matière de biodiversité et de climat.

Indicateurs permettant de suivre les résultats en matière de biodiversité

Les Parties à la Convention sur la diversité biologique ont convenu d'un ensemble complet d'indicateurs principaux, composants et complémentaires pour suivre les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs du KM-GBF. Certains des indicateurs suivants pourraient également être utilisés pour suivre la mise en œuvre de cette option stratégique. Ces indicateurs sont les suivants :

Cible KM-GBF	Indicateur d's binaire ou titre	Désagrégations facultatives	Indicateur de composante	Indicateur complémentaire
Cible 2			2.CT.1 Proportion de terres dégradées par rapport à la superficie totale des terres	
Cible 7	7.2 Concentration de pesticides dans l'environnement et/ou toxicité totale agrégée appliquée	Pour l'indicateur 7.2 : Par type de pesticide Par utilisation de produits pesticides dans chaque secteur	7.CT.1 Bilan nutritif des terres cultivées	
Cible 8	8.b Nombre de pays ayant mis en place des politiques visant à minimiser l'impact du changement climatique et de l'acidification des océans sur la biodiversité et à minimiser les impacts négatifs et favoriser les impacts positifs de l'action climatique sur la biodiversité	B.1 Ventilation : Total des services de régulation du climat fournis par les écosystèmes et par type d'écosystème		8.CY.1 Stock de biomasse aérienne dans les forêts (tonnes/ha) 8.CY.2 Inventaires nationaux des gaz à effet de serre provenant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie
Cible 10	10.1 Proportion de la superficie agricole consacrée à une agriculture productive et durable			10.CY.1 Indice d'agrobiodiversité 10.CY.2 Stocks de carbone organique dans le sol 2.CT.1 Proportion de terres dégradées par rapport à la superficie totale
Cible 11	B.1 Services fournis par les écosystèmes			

Outils permettant de surveiller les résultats en matière de biodiversité

Cadre de surveillance de la dégradation des terres du CIFOR pour évaluer la santé des sols, la dégradation des terres et la diversité végétale

Une méthode complète pour évaluer la santé des sols et des terres, depuis le terrain jusqu'à l'utilisation de nouvelles techniques avancées d'analyse des données. La santé des terres désigne généralement le degré d'équilibre et de durabilité de l'intégrité des sols, de la végétation, de l'eau et de l'air, ainsi que des processus écologiques.

Lien : https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf/brochures/2023-LDSF-Brochure.pdf

Pour SoilSTAT de la FAO

En partenariat avec le Partenariat mondial pour les sols (GSP), la FAO conçoit actuellement SoilSTAT, un système permettant de surveiller, prévoir et rendre compte périodiquement de l'état des ressources mondiales en sols, y compris de la biodiversité des sols.

Lien : https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/soilstat/en/

Outil de la FAO pour l'évaluation des performances agroécologiques (TAPE)

Ce rapport fournit des indicateurs permettant d'évaluer la santé des sols et l'agrobiodiversité.

Lien : https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8ad4bb1b-c06d-4260-835e-564698493149/content

Guide d'évaluation de la santé des sols du NIAB

En partenariat avec l'Institut pour le leadership en matière de durabilité (CISL) de l'Université de Cambridge et ASDA, ce document fournit des conseils sur la manière d'évaluer le plus efficacement possible les indicateurs de santé des sols dans les exploitations agricoles, afin de surveiller la capacité continue des sols à fonctionner comme un écosystème vivant essentiel qui soutient les plantes, les animaux et les humains.

Lien :
https://www.niab.com/sites/default/files/imce_uploads/VirtualEvents/ASDA%20soil%20health%20assessment%20handbook%20-%20May%202020.pdf

Guide d'évaluation de la santé des sols agricoles sur le terrain de l'USDA

Avec quelques adaptations, cet outil peut fournir des moyens qualitatifs pour suivre les changements au fil du temps ou comparer des champs soumis à différentes pratiques de gestion. Les indicateurs comprennent, par exemple, l'infiltration de l'eau, la structure du sol, les racines des plantes et la diversité biologique.

Lien : https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Cropland_InField_Soil_Health_Assessment_Guide.pdf

Outils permettant de surveiller les effets climatiques

Projet sur les avantages liés au carbone (CBP)

Le CBP fournit des outils permettant d'estimer l'impact de l'agriculture, de la sylviculture et d'autres activités d'utilisation des terres sur les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre.

Lien : https://cbp.nrel.colostate.edu

Outil MRV EO4CarbonFarming

L'outil MRV EO4CarbonFarming comprend des fonctionnalités permettant de surveiller le carbone dans les plantes et le sol, de rendre compte des mesures requises telles que la rotation des cultures et la plantation de cultures dérobées, et de les vérifier. De plus, leur impact peut être évalué. Cela permet d'évaluer les performances des mesures de durabilité et des pratiques agricoles plus résilientes. Une détermination fiable des stocks de carbone dans les champs est essentielle pour surveiller les impacts climatiques de l'agriculture carbone et pour développer des modèles commerciaux.

Lien : https://business.esa.int/projects/eo4carbonfarming

Surveillance du carbone dans le sol par la FAO à l'aide d'enquêtes et de modélisations

Cette étude présente la manière de concevoir un tel inventaire et examine différentes approches, y compris leurs avantages et leurs inconvénients, pour surveiller les changements dans les stocks de carbone dans le sol. Elle fournit en outre un exemple d'application pratique d'étude des sols, à savoir l'inventaire des stocks de carbone dans le sol réalisé dans le cadre du projet national de surveillance et d'évaluation des ressources forestières de la République-Unie de Tanzanie.

Lien : https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/141b5dcb-4ecb-46c2-b72e-38a5903e91bb/content

Guide de référence de la Banque mondiale sur la mesure, la notification et la vérification du carbone organique du sol dans les paysages agricoles

Ce guide propose un cadre pour les systèmes de carbone du sol dans lequel l'évaluation et la surveillance à l'échelle des projets s'alignent sur les échelles paysagères et juridictionnelles ainsi que sur les engagements nationaux.

Lien :
https://documents1.worldbank.org/curated/en/948041625049766862/pdf/Soil-Organic-Carbon-MRV-Sourcebook-for-Agricultural-Landscapes.pdf

Coûts de mise en œuvre

Les coûts estimés varient selon les pays en raison des conditions socio-économiques et des capacités institutionnelles propres à chaque région, mais une estimation rapportée comprend :

- Le 6e rapport d'évaluation du GIEC de 2022 estime que, compte tenu des technologies actuelles, une réduction de 3,4 (1,4-5,5) Gt de CO2eq par an grâce à la gestion du carbone dans les sols des terres agricoles, des prairies, de l'agroforesterie et du biochar est théoriquement réalisable à un coût annuel de 100 dollars US par tonne de CO2eq pour la période 2020-2050.

Intervention dans la pratique

Plusieurs projets importants constituent des exemples réussis de mise en œuvre de la séquestration du carbone ou tentent de le faire :

- La France met en œuvre un programme 4 pour 1000, lancé en 2015, visant à améliorer la séquestration du carbone dans les sols et la biodiversité grâce à des pratiques agricoles. L'approche du pays, telle que décrite dans sa CDN, comprend plusieurs mesures qui contribuent à la fois à la séquestration du carbone et à l'amélioration de la biodiversité. Ces mesures devraient permettre de séquestrer environ 5,7 mégatonnes de carbone dans les 30 premiers centimètres du sol sur une période de 30 ans, sur environ 28 500 kilo-hectares de terres à l'échelle nationale. Cela soutient

divers services écosystémiques liés à l'adaptation au changement climatique, à la sécurité alimentaire et à l'amélioration de la biodiversité.

- GIZ ProSoil: De 2014 à 2027, la GIZ et le ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ) mettent en œuvre un programme visant à préserver et à réhabiliter les sols, à renforcer la sécurité alimentaire et à promouvoir l'utilisation durable des terres dans six pays africains et en Inde. ProSoil aide ses partenaires à mettre en œuvre à grande échelle des pratiques agroécologiques intelligentes face au climat, en proposant aux agriculteurs des formations et des conseils pour réduire l'érosion des sols et améliorer et maintenir leur fertilité. À son terme, le projet aura permis de préserver ou de réhabiliter 816 000 hectares de sols, de renforcer la résilience face à la sécheresse, d'augmenter les rendements agricoles et de contribuer à la sécurité alimentaire et des revenus. Un projet de suivi a également démarré en 2025.
- Le programme de recherche sur le maïs du CGIAR montre que l'agriculture de conservation réduit la vulnérabilité des agriculteurs aux risques climatiques dans toute l'Afrique australe. L'adoption par les agriculteurs de pratiques d'agriculture de conservation couvre plus de 627 000 hectares au Malawi, en Zambie et au Zimbabwe, avec des gains de rendement de 30 % à 50 % (jusqu'à 140 %) en cas de sécheresse. Ces résultats ont enrichi les discussions sur l'agriculture intelligente face au climat et les politiques associées en Afrique australe.
- Le projet SIMLESA (Intensification durable des systèmes agricoles de culture du maïs et des légumineuses en Afrique orientale et australe), financé par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR), a permis d'augmenter considérablement les rendements des cultures vivrières (jusqu'à 38 %) et les revenus, tout en préservant la santé des sols dans les pays où il a été mis en œuvre (Éthiopie, Kenya, Malawi, Mozambique, Rwanda, Tanzanie et Ouganda).

Références

1. Abagandura, G. O., Şentürklü, S., Singh, N., Kumar, S., Landblom, D. G., & Ringwall, K. (2019). Impacts de la diversité des rotations culturales et du pâturage dans le cadre d'un système intégré de culture et d'élevage sur les flux de gaz à effet de serre à la surface du sol. *PLoS ONE*, *14*(5). Consulté le 6 février 2024, à l'adresse https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6530893/
2. Al-Kaisi, M. M., & Yin, X. (2005). Effets du labour et des résidus de culture sur le carbone du sol et les émissions de dioxyde de carbone dans les rotations maïs-soja. *Journal of Environmental Quality*, *34*(2), 437–445
3. Ataei, P., Sadighi, H., Aenis, T., Chizari, M., & Abbasi, E. (2021). Les défis liés à l'application de l'agriculture de conservation en Iran : aperçu des points de vue des experts et des agriculteurs. *Air, Soil and Water Research*, *14*, 1178622120980022
4. Bhan, S., & Behera, U. K. (2014). L'agriculture de conservation en Inde – Problèmes, perspectives et enjeux politiques. *International Soil and Water Conservation Research*, *2*(4), 1–12
5. Calvo, F. (s.d.). Comment les politiques agricoles peuvent contribuer à protéger nos sols. *Institut international du développement durable*. Consulté le 7 février 2024, à l'adresse https://www.iisd.org/articles/analysis/farm-policies-protect-soils
6. Carbon Standards International. (2023). Global Artisan C-Sink : Lignes directrices pour la certification des puits de carbone pour la production artisanale de biochar (Version 1.0). https://www.carbon-standards.com/en/standards/service-505~global-artisan-c-sink.html
7. Carvalho, J. L. N., Raucci, G. S., Frazão, L. A., Cerri, C. E. P., Bernoux, M., & Cerri, C. C. (2014). Rotation cultures-pâturages : une stratégie pour réduire les émissions de gaz à effet de serre du sol dans le Cerrado brésilien. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *183*, 167–175
8. CGIAR. (n.d.). L'agriculture de conservation en Afrique orientale et australe. Messages clés. Consulté le 29 janvier 2026, à l'adresse https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/f20a1dac-02c9-472b-a342-f2591f6ab0b0/conte

nt

9. Clardy, J., Fischbach, M., & Currie, C. (2009). L'histoire naturelle des antibiotiques. *Current Biology : CB*, *19*(11), R437–R441.
10. Climate Smart Agriculture Sourcebook. (n.d.). Consulté le 6 février 2024, sur https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b7-soil/chapter-b7-3/en/
11. L'agriculture de conservation réduit les risques climatiques dans toute l'Afrique australe. (n.d.). *CGIAR*. Consulté le 7 février 2024, sur https://www.cgiar.org/annual-report/performance-report-2020/conservation-agriculture-reduces-climate-risks-throughout-southern-africa/
12. Contour Farming - an overview | ScienceDirect Topics. (n.d.). Consulté le 13 février 2026, sur https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/contour-farming#chapters-articles
13. Dickinson, D., Balduccio, L., Buysse, J., Ronsse, F., Huylenbroeck, G. van, & Prins, W. (2015). Analyse coûts-avantages de l'utilisation du biochar pour améliorer la culture céréalière. *GCB Bioenergy*, *7*(4), 850–864
14. Diop, S., Cardinael, R., Lauerwald, R., Ferlicoq, M., Thierfelder, C., Chikowo, R., et al. (2024). L'interaction entre le type de sol et le système de culture sur la dynamique de l'albédo entraîne un impact contrasté sur l'atténuation du changement climatique [Conference_item]. Consulté le 28 janvier 2026, sur https://agritrop.cirad.fr/609270/
15. Union européenne DG-ENV. (2011). *SOIL: the hidden part of the climate cycle* (Le sol : la partie cachée du cycle climatique). Extrait de https://climate.ec.europa.eu/system/files/2016-11/soil_and_climate_en.pdf
16. FAO. (2012). Surveillance du carbone dans le sol à l'aide d'enquêtes et de modélisations : description générale et application en République-Unie de Tanzanie (Document sur les forêts n° 168). https://www.fao.org/4/i2793e/i2793e00.htm
17. FAO. (2019). *Outil TAPE pour l'évaluation des performances agroécologiques 2019 – Processus d'élaboration et lignes directrices pour l'application.* Extrait de https://www.fao.org/3/ca7407en/ca7407en.pdf
18. FAO. (2019). Outil d'évaluation des performances agroécologiques (TAPE) : processus d'élaboration et lignes directrices pour l'application – version test. FAO. https://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1430122/
19. FAO. (2021). *Options d'atténuation du changement climatique dans les systèmes agroalimentaires : résumé de la contribution du groupe de travail III au sixième rapport d'évaluation (AR6) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Extrait de https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc4943en
20. FAO. (s.d.). Avantages de l'agriculture de conservation (AC). Consulté le 7 février 2024, à l'adresse https://www.fao.org/conservation-agriculture/impact/benefits-of-ca/en/
21. FAO. (s.d.). SoilSTAT. FAO. Consulté le 15 octobre 2025, à l'adresse https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/soilstat/en/
22. GEO BON. (n.d.). Soil BON. Consulté le 15 octobre 2025, sur https://geobon.org/bons/thematic-bon/soil-bon/
23. GIZ. (2025). Soil First : Advancing food system transformation from the ground up. GIZ. https://www.giz.de/en/projects/soil-matters-innovations-soil-health-and-agroecology
24. GIZ. (2025). Soil Matters : Innovations pour la santé des sols et l'agroécologie (programme mondial, 2025-2029). GIZ. https://www.giz.de/en/projects/soil-matters-innovations-soil-health-and-agroecology
25. Goswami, S. B., Mondal, R., & Mandi, S. K. (2020). Options de gestion des résidus de culture dans le système riz-riz : une revue. *Archives of Agronomy and Soil Science*. Consulté le 7 février 2024, à l'adresse https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03650340.2019.1661994

26. Henderson, B., Lankoski, J., Flynn, E., Sykes, A., Payen, F., & MacLeod, M. (2022). Séquestration du carbone dans les sols par l'agriculture : options politiques. Consulté le 7 février 2024, à l'adresse https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/soil-carbon-sequestration-by-agriculture_63ef3841-en;jsessionid=CC7AnzMq1vfeipkJ25culTmXLEII5ueAZGIoo1-d.ip-10-240-5-171
27. ISRIC – World Soil Information. (n.d.). Africa Soil Information Service (AfSIS). Consulté le 15 octobre 2025, à l'adresse https://africasis.isric.org/bio
28. Kell, D. B. (2011). Cultiver des plantes à racines profondes : leur rôle dans la séquestration durable du carbone, des nutriments et de l'eau. *Annals of Botany*, *108*(3), 407
29. Laban, P., Metternicht, G., & Davies, J. (2018). *Biodiversité des sols et carbone organique du sol : préserver la vie dans les zones arides* (1re éd.). Consulté le 29 janvier 2026, sur https://portals.iucn.org/library/node/47735
30. Lal, R., Bouma, J., Brevik, E., Dawson, L., Field, D. J., Glaser, B., et al. (2021). Les sols et les objectifs de développement durable des Nations Unies : le point de vue de l'Union internationale des sciences du sol. *Geoderma Regional*, *25*, e00398.
31. Lal, R., Monger, C., Nave, L., & Smith, P. (2021). Le rôle du sol dans la régulation du climat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. Consulté le 8 février 2024, sur https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2021.0084
32. McPhee, C., & Schwarz, G. (2025). Les laboratoires vivants pour l'innovation dans l'agriculture : quelle est la prochaine étape pour cette approche ? [Numéro spécial sur les laboratoires vivants et l'innovation collaborative]. *Journal of Innovation Management*, *12*(4), X–XXI.
33. NIAB & Institute for Sustainability Leadership. (n.d.). ASDA Soil Health Assessment Guide. NIAB / University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership. Extrait de https://www.niab.com/event-hub/soils-and-farming-systems/soils-and-farming-systems-2021/video-soil-health-assessment-2021
34. Rockström, J., Kassam, A., Friedrich, T., Reicosky, D., Dumanski, J., Goddard, T., & Peiretti, R. A. (2026). Agriculture de conservation : contribuer au retour dans les limites planétaires. *Global Sustainability*, *9*, e11.
35. Rumpel, C., Henry, B. K., Chenu, C., & Amiraslani, F. (2022). Avantages et inconvénients de la séquestration du carbone organique dans le sol.
36. Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002). Mécanismes de stabilisation de la matière organique du sol : implications pour la saturation en carbone des sols. *Plant and Soil*, *241*(2), 155–176.
37. Le sol et les ODD : la réponse se trouve sous nos pieds. (n.d.). *Coalition of Action for Soil Health*. Consulté le 8 février 2024, sur https://www.coalitionforsoilhealth.org/news/soil-the-sdgs-the-answer-lies-beneath-our-feet
38. Biodiversité des sols - aperçu général | ScienceDirect Topics. (n.d.). Consulté le 29 janvier 2026, sur https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/soil-biodiversity
39. Sun, W., Canadell, J. G., Yu, L., Yu, L., Zhang, W., Smith, P., et al. (2020). Le climat influence la séquestration mondiale du carbone dans les sols et les changements dans le rendement des cultures dans le cadre de l'agriculture de conservation. *Global Change Biology*, *26*(6), 3325–3335
40. Thierfelder, C., Bunderson, W., & Mupangwa, W. (2015). Preuves et enseignements tirés de la recherche à long terme menée dans les exploitations agricoles sur les systèmes d'agriculture de conservation dans les communautés du Malawi et du Zimbabwe. *Environments*, *2*, 317–337
41. Țopa, D.-C., Căpșună, S., Calistru, A.-E., & Ailincăi, C. (2025). Pratiques durables pour améliorer la santé des sols et la qualité des cultures dans l'agriculture moderne : une revue. *Agriculture*, *15*(9). Consulté le 13 février 2026, sur https://www.mdpi.com/2077-0472/15/9/998
42. Turmel, M.-S., Speratti, A., Baudron, F., Verhulst, N., & Govaerts, B. (2015). Gestion des résidus de culture et santé des sols : une analyse systémique. *Biomass Use Trade-Offs in Cereal Cropping Systems: Lessons and Implications from the Developing World*, *134*, 6–16
43. USDA. (2021). Guide d'évaluation de la santé des sols agricoles (Note technique sur la santé des

sols n° 450-06). https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Cropland_InField_Soil_Health_Assessment_Guide.pdf

44. Centre pour l'innovation en matière de développement de Wageningen, Université et centre de recherche de Wageningen. (2021). *Interventions sur les systèmes alimentaires présentant des avantages connexes en matière de changement climatique et de nutrition : revue de la littérature*. Extrait de https://www.ifad.org/documents/38714170/43188972/wageningen_foodsystems.pdf/b163afbd-8e20-ea3d-a7ab-77328ddf6adb?t=1622789088577
45. Wei, Z., Hoffland, E., Zhuang, M., Hellegers, P., & Cui, Z. (2021). Intrants organiques pour réduire les exportations d'azote par lessivage et ruissellement : une méta-analyse mondiale. *Environmental Pollution*, *291*, 118176.
46. World Agroforestry. (2023). The Land Degradation Surveillance Framework Field Manual. CIFOR-ICRAF. https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publication/25533/
47. Banque mondiale. (30 juin 2021). Soil Organic Carbon MRV Sourcebook for Agricultural Landscapes. Banque mondiale. https://hdl.handle.net/10986/35923