

# Des sols sains grâce à la diversité biologique

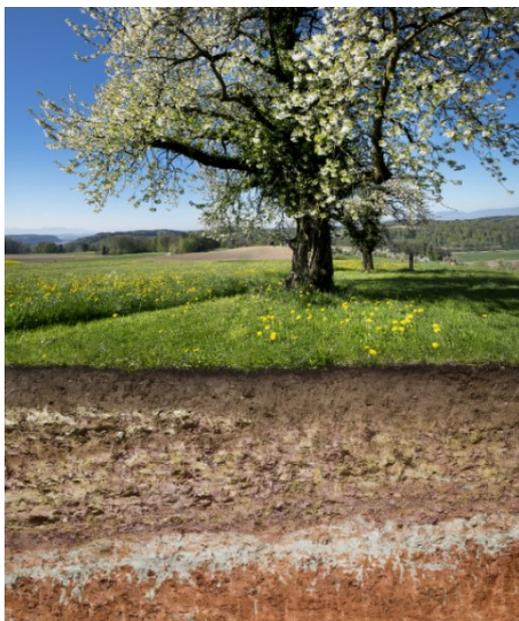
Protéger les sols et favoriser leurs organismes afin d'améliorer les conditions de production végétale

## De quoi s'agit-il?

Les sols sont l'une des ressources les plus importantes de l'humanité, car en définitive, toute vie supérieure repose sur les processus du sol. Sans sols, il n'y aurait pas de plantes et donc pas de nourriture pour les hommes et les animaux. En outre, les sols fournissent une multitude de services indispensables à notre environnement et à toute la planète. Ils jouent un rôle essentiel dans le régime hydrique, filtrent notre eau potable et constituent un immense piège à carbone. Ils jouent donc également un rôle crucial de protection en cas de conditions météorologiques extrêmes et dans le contexte du changement climatique en cours.

La plupart des services écosystémiques fournis par les sols sont en fin de compte le fait des organismes qui y vivent. Les sols abritent une grande partie de la biodiversité mondiale. Dans une poignée de terre, on trouve des dizaines de milliers d'espèces et davantage d'organismes vivants qu'il n'y a d'êtres humains sur la terre. Le poids de ces organismes présents dans le sol d'un hectare de prairie située sous nos latitudes équivaut à celui de 15 vaches. Or, en comparaison avec la biodiversité de surface, les organismes du sol n'ont guère été étudiés jusqu'à présent.

## Les sols – un écosystème menacé



Profil de sol (Foto: G. Brändle)

Les sols et leur biodiversité sont sous pression partout dans le monde, y compris en Suisse. Les constructions représentent l'une des plus graves atteintes à l'écosystème sol. L'exploitation agricole peut également avoir un impact important sur la structure des sols. À cela s'ajoute une pollution croissante par des substances nocives (par ex. plastique, pesticides, antibiotiques). Des sols sains et fertiles, capables de fournir tous leurs services, disparaissent à un rythme alarmant partout dans le monde. En Suisse, chaque seconde, un mètre carré de sol est recouvert d'asphalte ou de béton. Une exploitation inappropriée du sol le rend vulnérable à l'érosion. Sous l'effet du vent et de l'eau, la couche superficielle fertile s'érode et disparaît. Ce phénomène est encore accentué par le changement climatique en cours et les conditions météorologiques extrêmes. On estime que 40 milliards de tonnes de terre végétale sont perdus chaque année dans le monde à cause de l'érosion. C'est plusieurs fois ce que les organismes du sol peuvent produire pendant cette période. La situation est grave et des mesures de conservation des sols doivent être développées et encouragées (tableau 1). Seuls des sols sains et fertiles garantiront à notre société son existence à long terme.

Les résultats des recherches menées au cours des dernières décennies montrent de plus en plus clairement que le nombre et la diversité des différents groupes d'organismes vivant dans le sol diminuent en raison d'une exploitation intensive. Et ceci est problématique, car la recherche a également montré qu'une diminution de la biodiversité du sol empêche l'ensemble de l'écosystème du sol de remplir pleinement ses fonctions. À long terme, ce recul peut également entraîner des problèmes dans l'agriculture. Le défi pour l'avenir consiste désormais à favoriser de manière ciblée les processus naturels, de sorte que l'utilisation de produits agrochimiques puisse être réduite sans que le rendement ou d'autres services écosystémiques ne diminuent.

Nous présentons ici l'importance de la santé des sols pour les surfaces agricoles ou horticoles et montrons les possibilités de protéger les sols et même de rendre les processus naturels utilisables pour la production végétale. La protection des sols ne doit pas être considérée comme une charge et un surcoût supplémentaires, mais comme un investissement nécessaire pour l'avenir. Seuls des sols sains peuvent fournir des rendements de qualité à long terme et sont résistants aux maladies et aux conditions météorologiques extrêmes.



Pseudoscorpion (© F. Ashwood)

## Des sols sains en favorisant la vie du sol

Nous présentons ici l'importance de la santé des sols pour les surfaces agricoles ou horticoles et montrons les possibilités de protéger les sols et même de rendre les processus naturels utilisables pour la production végétale. La protection des sols ne doit pas être considérée comme une charge et un surcoût supplémentaires, mais comme un investissement nécessaire pour l'avenir. Seuls des sols sains peuvent fournir des rendements de qualité à long terme et sont résistants aux maladies et aux conditions météorologiques extrêmes.



Illustration 1: Les sols abritent un quart de la biodiversité mondiale. Si on la favorise correctement, les activités des organismes vivant dans le sol contribuent dans une grande mesure à la qualité du sol et peuvent soutenir la production végétale de manière naturelle<sup>1</sup>.

## Qu'est-ce qui vit dans mon sol et pourquoi est-ce important?

La vie du sol se compose d'une multitude d'êtres vivants de formes et de tailles différentes. Si on lui en donne la possibilité, une vie du sol diversifiée a le potentiel d'accomplir tous les processus importants pour l'agriculture. Les organismes du sol ameublissent et stabilisent le sol, fournissent des éléments nutritifs aux plantes, tiennent les ravageurs en échec et favorisent l'approvisionnement en eau des plantes. Les vers de terre sont des organismes clés pour la santé des sols. Ils produisent de grandes quantités d'humus fertile et contribuent à l'amélioration de la structure du sol grâce aux galeries qu'ils creusent et qu'ils tapissent d'excréments. Celles-ci facilitent la pénétration de l'eau dans le sol et les plantes y trouvent des cavités pour s'enfoncer profondément et atteindre les réservoirs d'eau situés plus bas. En outre, les vers de terre enrichissent le sol en vie microbienne. Les cloportes, collemboles, acariens et autres animaux de la mésofaune broient la matière végétale morte ou les excréments de la surface, ce qui permet aux microorganismes tels que les champignons et les bactéries de poursuivre leur décomposition et de les transformer en humus et en éléments nutritifs disponibles pour les plantes. La microfaune, par exemple les nématodes et les protozoaires, joue un rôle important dans les cycles des éléments nutritifs et dans la régulation des communautés microbiennes du sol.

Les véritables forces du sol sont les microorganismes. Ce groupe d'êtres vivants extrêmement diversifié se compose d'innombrables espèces, dont seule une très faible part est connue à ce jour. Leur boîte à outils contient tout ce qui est nécessaire pour soutenir la production végétale. Certains favorisent la croissance des plantes, d'autres s'attaquent aux ravageurs (par ex. les hannetons) et jugulent les maladies (par ex. le rhizoctone) et d'autres encore collectent les éléments nutritifs difficilement disponibles dans le sol et les transmettent aux plantes. Les champignons mycorhiziens sont particulièrement intéressants pour l'agriculture. Ils pénètrent dans les racines des plantes et forment un réseau de filaments mycéliens dans le sol, grâce auquel ils absorbent les éléments nutritifs et les transmettent aux plantes. Ils contribuent en outre à la santé des plantes et à leur résistance

<sup>1</sup> a) *Diplura* (© F. Ashwood), b) *Collembola* (© H. Conrad), c) Nodules contenant des bactéries fixatrices d'azote sur la racine de trèfle (© M. van der Heijden), d) acarien prédateur (© H. Conrad), e) *Isopode* (© F. Ashwood), f) *Tardigrade* (© T. de Carvalho), g) testate *Amibe* (© Q. Blandenier), h) *Lombrique* (© G.Brändle), i) *Nematode* (© A. Murray), j) Racine de maïs colonisée par des champignons mycorhiziens (en bleu) (© F. Bender), k) *Collembola* (© F. Ashwood), l) *Amibe* (© Q. Blandenier), m) *Isopode* (© F. Ashwood), n) *Oribatei* (© H. Conrad), o) *Symphyle* (© F. Ashwood), p) *mille-pattes* (© F. Ashwood), q) *Oribatei* (© F. Ashwood), r) *Chilopode* (© F. Ashwood)

à la sécheresse. À noter que ces organismes n'agissent pas seuls dans le sol, mais nouent des relations complexes avec d'autres microorganismes. Ces champignons peuvent également relier plusieurs plantes par un réseau souterrain de filaments mycéliens. On sait aujourd'hui que les plantes peuvent communiquer entre elles par le biais de ce réseau et sont même capables de s'avertir mutuellement d'une attaque de ravageurs.

C'est de cette communauté d'organismes vivants que les sols tirent leur force. Plus la vie du sol est riche et diversifiée, plus la boîte à outils est complète et plus le sol peut remplir ses fonctions. On sait également que les maladies et les parasites se propagent beaucoup moins bien dans les sols présentant une biodiversité élevée. Il ressort d'études de modélisation qu'une réduction de la biodiversité du sol entraîne une baisse des rendements et une perte accrue d'éléments nutritifs dans le sol.

**Bien approvisionnée, la vie du sol se révèle un producteur actif d'engrais et améliore la structure. De plus, une biodiversité élevée favorise la résistance contre les ravageurs et les maladies.**

Tableau 1: Favorise la vie de ton sol. Il y a beaucoup de choses que tu peux faire pour ton sol. Afin que les organismes du sol puissent remplir leurs fonctions, ils ont besoin d'une source de nourriture et d'un habitat aussi diversifié et intact que possible. Il existe également des possibilités de favoriser de manière ciblée certains organismes utiles.

<p><b>Réduire les perturbations</b></p>	<p><b>Par le biais du labour, d'énormes quantités de CO2 sont libérées qui, autrement, resteraient stockées dans le sol sous forme de carbone organique. Les organismes du sol sont également perturbés dans leur travail.</b></p> <p>Il n'est souvent pas possible de se passer totalement du travail du sol, mais il existe de nombreuses possibilités de le minimiser. Dans le jardin, il ne faut travailler le sol que superficiellement et là où c'est nécessaire, et de préférence l'ameublir sans le retourner afin de ne pas détruire inutilement la structure du sol. Dans les grandes cultures, il est recommandé de labourer peu profondément et le moins souvent possible. Des machines légères et équipées de pneus jumelés doivent être utilisées et la date de passage ainsi que la pression des pneus doivent être adaptées aux conditions du sol (Terranimo). Ces mesures permettent d'économiser du temps et du carburant et donnent aux habitants du sol la possibilité de le travailler de manière naturelle.</p> <p>→ Des informations sur la réduction du travail du sol sont disponibles ici <a href="#">SWISS NO-TILL</a> ou ici <a href="#">AGRIDEA Techniques culturales préservant le sol</a>, ici <a href="#">BIO ACTUALITES Travail du sol</a> et encore ici <a href="#">TERRANIMO Modèle de simulation</a>.</p>
<p><b>Maintenir les sols couverts</b></p>	<p><b>Les plantes stabilisent le sol grâce à leurs racines, améliorent la perméabilité en cas de fortes pluies et empêchent le compactage du sol. Un sol couvert de végétation est mieux protégé contre l'érosion, freine la croissance des mauvaises herbes et empêche le lessivage des éléments nutritifs. De plus, la couverture végétale du sol est une source de nourriture pour les habitants du sol.</b></p> <p>Une couverture permanente du sol peut être obtenue par des cultures intercalaires, des sous-semis et des engrais verts. Le mulch, qui consiste à recouvrir le sol de végétaux morts, peut également présenter des avantages. Mais c'est sous une couverture végétale vivante que la vie du sol se sent le mieux.</p> <p>→ Des propositions de couverture du sol pour les grandes cultures sont disponibles ici <a href="#">BEST4SOIL Fiche technique</a>, ici <a href="#">SWISS NO-TILL Engrais verts</a> ici <a href="#">AGRIGENÈVE Guide couverts végétaux</a> et ici <a href="#">FIBL Engrais verts</a></p>
<p><b>Augmenter la biodiversité</b></p>	<p><b>Un écosystème diversifié résiste mieux aux ravageurs, alors que la monoculture augmente sa vulnérabilité.</b></p> <p>Une rotation des cultures judicieuse, le choix de variétés adaptées, les cultures intercalaires, les sous-semis, les mélanges ou les bandes fleuries sont les éléments de base d'une biodiversité élevée. Une grande diversité offre des habitats et des ressources alimentaires aux insectes utiles et empêche la propagation des parasites. Dans les jardins privés également, la rotation des cultures et les cultures mixtes sont un bon moyen de promouvoir la diversité et sont souvent nécessaires pour prévenir les maladies.</p> <p>→ Des instructions pour une rotation adéquate dans les grandes cultures sont disponibles ici <a href="#">BEST4SOIL Fiche technique</a>, pour le jardin ici <a href="#">NABU Mischkultur und Fruchtfolge</a> (seulement en DE, EN). Des informations complètes pour promouvoir la biodiversité dans les exploitations agricoles sont disponibles ici <a href="#">FIBL Guide biodiversité</a> et ici <a href="#">AGRIDEA Terres assolées</a>.</p>
<p><b>Utiliser la fertilité naturelle du sol</b></p>	<p><b>Des assistants invisibles peuvent t'aider à fournir des éléments nutritifs à tes plantes.</b></p> <p>Les plantes de la famille des légumineuses se lient à des bactéries capables de fixer l'azote de l'air dans le sol. Ainsi, en plantant des haricots, des petits pois, des lentilles ou du trèfle (également sous forme de sous-semis, de cultures intercalaires et d'engrais verts, voir ci-dessus), il est possible d'enrichir le sol en azote, ce qui profite aux cultures suivantes et permet d'économiser des engrais. Les cultures de trèfle favorisent les champignons mycorhiziens, qui à leur tour favorisent l'approvisionnement des plantes en phosphate. Les plantes de la famille des crucifères (moutarde, chou, etc.) font partie des rares plantes qui n'établissent pas de lien avec les champignons mycorhiziens et ne les favorisent donc pas.</p> <p>Les champignons mycorhiziens ou les bactéries favorables à la croissance des plantes peuvent être appliqués directement dans le sol ou sur les plantes grâce à des produits appropriés disponibles dans le commerce. Le marché est toutefois mal réglementé et il existe de nombreux produits de mauvaise qualité. Bien entendu, les vers de terre contribuent également de manière importante à la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol.</p> <p>→ De plus amples informations sont disponibles <a href="#">AGRIDEA Agriculteur cherche champignon</a> et ici <a href="#">AGRIDEA Bénévoles invisibles</a>.</p>

<p><b>Enrichir le sol</b></p>	<p><b>En récoltant, nous prélevons des éléments nutritifs dans le sol qu'il faut donc restituer.</b>                  Les résidus de récolte, les engrais verts ou les engrais externes organiques tels que le fumier et le compost ou les mulchs sont une source de nourriture pour le sol. Ils augmentent la matière organique et favorisent ainsi sa structure. Il faut toutefois veiller à ajouter suffisamment d'azote lorsque les matériaux végétaux sont très carbonés (par ex. copeaux de bois ou écorces), de manière à ce que les plantes ne soient pas sous-alimentées ('faim d'azote'). Le lisier et les engrais synthétiques contiennent de fortes concentrations d'éléments nutritifs facilement disponibles, qui donnent aux plantes une poussée d'énergie à court terme, mais qui ne peuvent guère être utilisés par les organismes du sol. En général, il faut respecter les recommandations d'application des engrais (par exemple dans les PRIF, sur la notice d'emballage ou les recommandations des conseillers). Trop d'engrais nuit à l'environnement et les plantes ne sont pas capables de tout absorber.                  → Davantage d'informations sur l'humus et la substance organique du sol, en particulier dans les grandes cultures, sont disponibles ici <a href="#">BEST4SOIL Fiche technique</a> et ici <a href="#">AGRIDEA Matière organique des sols cultivés</a>, ici <a href="#">FiBL Les principes de la fertilité des sols</a> et encore ici <a href="#">AGROSCOPE Bilan humique</a>.</p>
<p><b>Éviter dans la mesure du possible les produits phytosanitaires chimiques</b></p>	<p><b>Presque tous les produits phytosanitaires chimiques interfèrent avec les cycles naturels et peuvent avoir des effets secondaires indésirables et pérennes. On les retrouve d'ailleurs souvent dans le sol des dizaines d'années après leur application.</b>                  Les preuves scientifiques s'accumulent pour montrer que ces produits réduisent la biodiversité et ont également un impact négatif sur les organismes bénéfiques du sol, tels que les champignons mycorhiziens. En maintenant une biodiversité élevée dans le jardin ou les cultures, en choisissant des variétés résistantes aux maladies, en utilisant des produits phytosanitaires biologiques ou en introduisant des insectes utiles, on peut également protéger ses plantes contre les ravageurs et les maladies.                  → Des informations utiles sont disponibles sur le site Internet d'<a href="#">AGRIDEA Grandes cultures</a>, du <a href="#">FiBL</a>, introduire le terme de recherche 'Protection des plantes') et ici <a href="#">BIOGARTEN Produits phytosanitaires bio</a>.</p>

## Avenir

Investir dans la santé des sols n'est souvent rentable pour les exploitants qu'à long terme. C'est pourquoi les politiques et l'industrie privée doivent prendre des mesures d'incitation supplémentaires pour promouvoir la gestion durable des sols et encourager les exploitants à investir dans la santé de nos sols. En outre, les connaissances sur la biodiversité, les fonctions et la santé du sol doivent être davantage intégrées dans les programmes de formation afin de favoriser une orientation à long terme vers une gestion durable des sols.

Le changement climatique est perceptible partout et l'agriculture est également touchée par ses effets. Il est donc d'autant plus important de protéger, d'améliorer et de préserver nos sols dès maintenant, afin que les générations futures puissent continuer à bénéficier des nombreux services écosystémiques fournis par les sols et leurs habitants.

Cette fiche d'information a été rédigée dans le cadre du projet « La Preuve par le Slip », dans le cadre d'une collaboration entre l'Université de Zurich et Agroscope.

**Auteurs:** Franz Bender, Noemi Peter et Marcel van der Heijden, Agroscope et Université de Zurich.

### Davantage d'information:

[www.preuve-par-slip.ch](http://www.preuve-par-slip.ch)

Des informations (en anglais) et des photos fascinantes d'organismes vivant dans le sol sont disponibles sur les sites suivants :

<https://www.frankashwood.com/macrophotography>

<https://www.chaosofdelight.org>

