

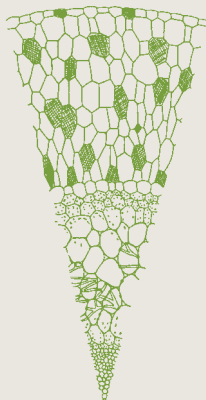
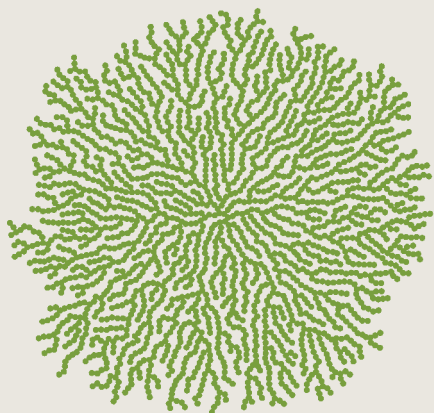
Emmanuel  
BOURGUIGNON



# Prendre soin de son sol



Mieux le comprendre,  
le fertiliser  
et favoriser la vie



RÉSILIENCES

ulmer



# Sommaire

Introduction.....	10
<b>Connaître &amp; comprendre le sol .....</b>	<b>15</b>
Sol & humanité .....	17
La diversité des sols.....	21
Les constituants minéraux.....	28
Les constituants organiques.....	35
L'eau & l'air du sol.....	47
Les habitants du sol.....	55
Comment les habitants du sol fabriquent-ils leur maison?.....	76
Un sol fertile pour les plantes & la vie .....	83
Une maison résiliente mais rare & fragile.....	91
<b>Prendre soin du sol : conseils simples &amp; pratiques .....</b>	<b>97</b>
Travailler avec le vivant .....	99
Rotation des cultures & des couverts végétaux.....	105
Les amendements minéraux .....	117
Les amendements organiques .....	129
Les engrais naturels.....	143
Cultiver son sol, les erreurs à ne pas commettre .....	151
La permaculture pour préserver les sols.....	161
Entretenir son sol selon l'usage de son jardin.....	171
Préserver des sols pour la faune & la flore .....	177
<b>Annexes .....</b>	<b>182</b>
Notes .....	184
Bibliographie .....	185
Table des matières .....	186
Remerciements.....	188

# Introduction

*La terre ne vieillit point, ne s'épuise pas tant que nous la cultivons, non suivant nos lois, nos coutumes ou préjugés, mais conformément à ses lois et à ses principes.*

L'Abbé François Rozier

Les sols fertiles et vivants sont une ressource précieuse très limitée. Les 33 millions de km<sup>2</sup> de terres cultivables dont l'humanité dispose ne représentent que 22 % des 149 millions de km<sup>2</sup> des terres émergées de notre planète. Mais chaque année, nous détruisons entre 70 000 et 150 000 km<sup>2</sup> de ces terres arables ; à ce rythme-là, dans 220 ans, nous n'aurons plus de sols fertiles pour subvenir à nos besoins les plus vitaux. Certes, en comparaison des 40 années restantes avant la fin du pétrole, on peut se dire qu'on a le temps... sauf que cette destruction des sols va en s'accéléralant. Il est donc urgent de mieux connaître et comprendre les sols si l'on veut pouvoir les protéger, l'avenir de l'humanité en dépend !

## Menace sur les sols

Si cette introduction peut paraître un peu alarmiste, la préservation de la bonne santé des sols fait partie, avec le maintien de la biodiversité ou la stabilité du climat, des facteurs majeurs conditionnant l'habitabilité de notre planète. Nos sociétés ultralibérales fondées exclusivement sur la croissance infinie et l'exploitation massive des ressources naturelles et du vivant, sont à bout de souffle. Depuis les années 70, une multitude d'indicateurs ne cessent de nous avertir des déséquilibres que nos activités ont engendrées sur le globe. Cornélius Castoriadis<sup>1</sup>, philosophe, économiste et psychanalyste grec (1922-1997), analysait avec justesse la chose

suiivante: « *Ily a eu sous le capitalisme une expansion économique fantastique [...] mais, comme on le voit aujourd'hui, elle a été achetée par des destructions irréremédiables infligées à la biosphère* ».

Ce qui était au départ un murmure lointain est devenu au cours des 20 dernières années une sirène à laquelle on ne peut plus échapper. Les rapports d'experts, comme ceux du GIEC<sup>2</sup> sur le climat, tombent les uns après les autres pour nous alerter sur la disparition de la biodiversité, la déforestation, l'acidification des océans, l'érosion des sols, la pollution généralisée de l'environnement, l'urbanisation, en somme l'effondrement des écosystèmes et de leur fonctionnalité à l'échelle planétaire, rendant chaque jour notre Terre moins habitable. Dès les années 70 le professeur Jean Dorst résumait formidablement le propos: « *L'homme moderne dilapide d'un cœur léger les ressources non renouvelables, combustibles naturels, minéraux, ce qui risque de provoquer la ruine de notre civilisation* ».

Depuis les années 1900, nous avons dégradé près de 10 millions de km<sup>2</sup> de terres fertiles. Soit une surface équivalente à celle du Canada et à ce que l'humanité a dégradé depuis l'invention de l'agriculture il y a plus de 10 000 ans, soit encore un total de 20 millions de km<sup>2</sup> — c'est énorme: pour mémoire, la Russie fait 17 millions de km<sup>2</sup>. Entre l'urbanisation galopante, l'érosion grandissante et les pollutions diverses, nos sols sont de plus en plus menacés. Rien qu'en 2023, l'érosion a impacté 6,6 millions d'hectares à l'échelle mondiale ; en France, ce sont presque 20 % des



sols agricoles qui sont fortement exposés à l'érosion, mais en Chine, ce sont près de 40 % des sols qui sont impactés. Quant à l'artificialisation des sols, rien qu'en France, on bétonne chaque année entre 50 000 et 60 000 hectares, soit l'équivalent d'un terrain de foot toutes les 7 minutes.

Le rôle du sol est central dans la régulation du climat, la séquestration du carbone, la purification de l'eau, la qualité de notre alimentation ou la biodiversité. L'année 2015 avait été dédiée au sol par la FAO, afin de sensibiliser et d'alerter sur la dégradation de ce patrimoine non renouvelable, dont l'humanité dépend. Depuis 2015, le Stockholm Resilience Centre a défini 9 grandes limites planétaires que l'humanité ne doit pas franchir si l'on veut maintenir l'habitabilité de la terre. Nous en avons franchi 3 en 2009, nous en étions à 6 en 2023, dont celle liée à la dégradation des sols.

## Donnons des sols vivants aux générations futures

Pourtant, le sol, lorsqu'il est vivant et en pleine santé est le levier le plus puissant pour relever les défis environnementaux auquel nous faisons face. Prenons simplement le problème de nos émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : si l'on redonnait la capacité aux sols de stocker du carbone, nous pourrions rapidement avoir un impact positif. C'est d'ailleurs ce qu'essaie de promouvoir l'initiative « 4 pour 1 000 » lancée à la COP 21 en 2015. « 4 pour 1 000 » lutte pour la conservation et l'augmentation du stock de carbone organique des sols, avec un objectif d'au moins 0,4 % par an, soit 4 pour 1 000 par rapport au niveau initial, afin de lutter contre le changement climatique. Ce projet encourage les pratiques agricoles et forestières durables qui favorisent le stockage de carbone dans les sols, comme l'agroforesterie, la protection des zones humides, la réduction des engrais chimiques au profit des composts. L'augmentation du carbone dans les sols contribue en effet à améliorer leur fertilité, leur résilience face aux événements climatiques extrêmes et

leur capacité à stocker l'eau, tout en réduisant les risques d'érosions et de pollutions de l'eau.

Malgré cela, à l'échelle internationale, il n'existe pas actuellement de législation spécifique contraignante pour la protection des sols, même si plusieurs traités et accords internationaux incluent des dispositions relatives à la conservation et à la gestion durable des sols : le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a adopté en 2012 des lignes directrices volontaires pour une gestion pérenne des terres (VGSL) ; la convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification encourage également la protection des sols en tant que composante essentielle de la lutte contre la désertification et la dégradation des terres.

## Vers une législation protectrice des sols ?

Certains pays ont mis en place leur propre législation nationale sur la protection des sols. Par exemple, la France a adopté une loi en 2008 sur la préservation des sols et le développement durable, ainsi qu'une loi sur la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages en 2016, visant à protéger les sols et à encourager des pratiques agricoles vertueuses. Ces deux lois ont pour objectif de prévenir la dégradation des sols, de favoriser leur conservation et de promouvoir une utilisation rationnelle des ressources. Toute législation contraignante reste donc au bon vouloir des États. L'Union européenne (UE) qui dispose d'une législation, contraignante en comparaison de la plupart des pays du monde, et principalement régie par la Directive-cadre européenne sur les sols (Directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 mai 2006), vise à établir une politique communautaire pour la protection des sols afin de prévenir, de détecter et de remédier à leur détérioration. Cette directive définit les principes de la protection des sols, tels que la prévention des risques de détérioration, la préservation de leurs fonctions, l'utilisation durable, la récupération des sols pollués et la restauration des sols dégradés. Elle encourage

également les États membres à établir des inventaires nationaux des sols pour évaluer leur état et mettre en place une surveillance régulière. Enfin, la Politique Agricole Commune de l'UE (PAC) s'est aussi emparée timidement du sujet, en incitant les agriculteurs à mettre en place des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et protectrices des sols (réduction du labour, bandes enherbées, etc.).

Si toutes ces mesures sont encourageantes à l'échelle européenne, il reste, néanmoins, encore beaucoup à faire pour améliorer l'état de santé des sols en France et dans l'UE. Il est essentiel d'encourager l'agroécologie et de réduire l'utilisation des produits chimiques. Il est également vital de sensibiliser les agriculteurs et le grand public à l'importance de la préservation des sols et de la biodiversité. Une agriculture reposant sur des sols vivants est indispensable pour nourrir l'humanité et préserver les écosystèmes.

## Lanceurs d'alerte avant l'heure

Mes parents, les agronomes Claude et Lydia Bourguignon, ont fait partie des pionniers qui, dans les années 80, ont alerté sur la dégradation, biologique et physico-chimique, des sols agricoles gérés selon les modèles industriels à grand renfort d'engrais chimiques et de pesticides. Étant tombé dans la marmite dès mon plus jeune âge, j'ai pu constater avec eux à quel point les sols ont été abîmés, et à quel point leur message et leur combat sont longtemps restés à la marge, pour ne pas dire moqués. Ce livre est donc l'occasion pour moi de leur rendre hommage. C'était très compliqué jusqu'à l'aube des années 2000 de défendre la théorie selon laquelle les modèles agricoles devaient évoluer vers des pratiques régénératives des sols et protectrices des êtres vivants qui y vivent. Conditions sine qua non d'une agriculture pérenne, source de richesse pour nos sociétés et les écosystèmes. Il n'est jamais facile d'avancer à contre-courant des pensées dominantes. Mon père cite souvent l'écrivain polonais Stanislaw Jerzy Lec à ce sujet: «C'est en nageant à contre-courant que l'on peut espérer atteindre la source, le fondement

des choses.» Ils ont fortement influencé et inspiré nombre d'agriculteurs et de vignerons mais aussi, de consultants, agronomes, journalistes, et même des scientifiques qui sont aujourd'hui aux avants postes de la sensibilisation et de la défense des sols. D'ailleurs, je souris lorsque leurs propos sont présentés comme disruptifs alors qu'ils sont identiques à ce que mes parents et d'autres disaient dès les années 1980.

Nous avons étudié et analysé plus de 11 000 profils de sols à travers le monde et avons pu mesurer comment la mise en place de pratiques agroécologiques permettent de protéger les sols tout en améliorant leur productivité. Fort de cette expérience de terrain acquise depuis plus de 30 ans, aux côtés des paysans, il me semble fondamental de pouvoir transmettre au plus grand nombre des clés de compréhension simples sur le fonctionnement du sol et comment en prendre soin. Le sujet est complexe et de grandes inconnues subsistent encore au sein de la communauté scientifique sur le fonctionnement biologique des sols. Sa vulgarisation n'est pas simple, mais c'est un défi que j'ai essayé de relever avec ce projet. Aujourd'hui, aux quatre coins du monde, il n'y a jamais eu autant de bonnes volontés, d'initiatives citoyennes alternatives, et de personnes engagées pour proposer d'autres chemins. Comme souvent lors des grands bouleversements de civilisations ou de sociétés, c'est la base, le peuple, les gens comme vous et moi qui, à leur petite échelle, possèdent les outils pour amorcer les changements salutaires. Et tout commence en prenant soin des sols de nos jardins.

*Il est urgent de mieux connaître  
et comprendre les sols si l'on  
veut pouvoir les protéger. Nous  
ne pouvons plus faire l'économie  
d'une telle démarche car l'avenir  
de l'humanité en dépend !*





A close-up photograph of a mossy forest floor. The moss is a vibrant green, with some areas appearing more yellowish-green. A piece of weathered, greyish-brown wood lies horizontally across the middle of the frame. The background is slightly out of focus, showing more moss and some dry leaves or twigs. The lighting is bright, creating strong highlights and shadows.

Connaitre  
& comprendre  
le sol



# Sol & humanité

*C'est une triste chose de songer que la nature parle  
et que le genre humain ne l'écoute pas.*

Victor Hugo

S'il est un sujet dont la bonne compréhension peut avoir des répercussions positives en termes d'environnement, de climat, de biodiversité, de santé, de société, et qui, par voie de conséquence, constitue un levier majeur pour préserver et améliorer la résilience, il s'agit bien du sol. Pour reprendre les mots de la célèbre biologiste Rachel Carson: « Le sol est un organisme vivant, traitons-le avec respect ».

Ce milieu que nos pieds foulent tous les jours, ce milieu extraordinaire, complexe, un peu mystérieux et essentiel à la vie en dehors des océans, ce milieu est paradoxalement l'un des plus incompris. Je dirais même que sa complexité peut effrayer celui qui souhaiterait s'y intéresser. Ce guide est là pour vous donner l'envie et le plaisir de découvrir et comprendre ce milieu foisonnant de vie qu'est le sol.

Quelques grammes de sol peuvent paraître anodins, mais sachez que le sol fertile tel que nous le connaissons est une création récente à l'échelle géologique de notre planète. Cette dernière s'est formée il y a environ 4,5 milliards d'années et la vie est apparue relativement rapidement puisque l'on estime que les premières formes de vie sont vieilles d'environ 3,5 à 4 milliards d'années. Mais pour que la vie et plus particulièrement les plantes sortent de l'océan primitif, il a fallu être bien plus patient car cela s'est produit il y a « seulement » 440 millions d'années. Cette escapade du milieu aquatique,

avec en tête de file les algues, les lichens et les mousses, initiera un immense bouleversement sur les terres émergées. Pour la première fois, le carbone ne se contentera plus de faire le va-et-vient entre l'atmosphère et le Panthalassa (cet océan primitif), il transitera désormais aussi par la terre. En colonisant le milieu terrestre, les plantes, par la photosynthèse, fabriqueront et déposeront les premières litières carbonées à la surface des roches et au fur et à mesure que les écosystèmes terrestres se développeront, le sol pourra s'épaissir, s'enrichir et ainsi entretenir voire stimuler la complexification de ces derniers et surtout assurer leur résilience. Sans la vie, le sol ne peut pas exister.

Aussi, pour introduire ce vaste sujet qui nous intéresse, et vous aider à comprendre comment le sol fonctionne et comment, avec des moyens simples, vous pouvez le cultiver pour en faire un pilier majeur d'un mode de vie plus résilient, je ne peux faire l'impasse sur un peu d'histoire et de préhistoire. J'ai toujours pensé que pour comprendre les grands défis auquel notre humanité fait face aujourd'hui, il est essentiel de comprendre d'où l'on vient.

La relation intime et les liens indéfectibles qui se sont noués entre l'humanité et le sol comme source de richesse et d'abondance remontent à une période que l'on nomme le Néolithique, durant laquelle il s'est produit ce qu'on a appelé la Révolution du Néolithique.

Le sol et les êtres vivants qui l'habitent sont des acteurs centraux dans la régulation du climat, la séquestration du carbone, la purification de l'eau, la qualité de notre alimentation ou la biodiversité. Et pourtant, en à peine un siècle, nos sociétés ont dégradé les sols de la planète. Entre l'urbanisation galopante, l'érosion grandissante, les pollutions en tout genre, nos sols souffrent. Emmanuel Bourguignon, microbiologiste et spécialiste de l'écologie des sols, nous donne les clés et les solutions pour comprendre et préserver ce précieux patrimoine indispensable à la bonne santé des écosystèmes et donc à la vie sur Terre. Amender, fertiliser, cultiver, protéger... tout ce qu'il faut savoir pour prendre soin de son sol et faire de chaque jardin un miracle de vie.

*EMMANUEL BOURGUIGNON, formé dans divers laboratoires en Écosse, France, Nouvelle-Zélande, est Docteur ès sciences en microbiologie et écologie des sols. Prédestiné grâce à ses parents, Claude et Lydia Bourguignon, scientifiques et lanceurs d'alerte sur les dangers de l'agriculture moderne, il se consacre à la vie des sols et aux interactions qui s'opèrent entre le système racinaire des plantes et les microbes. Aujourd'hui consultant en biologie du sol, il aide les professionnels à mieux gérer leur sol.*



**ulmer**

