



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ADEME



AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

TOUT COMPRENDRE

La santé des sols



CLÉS POUR AGIR

TOUT UN MONDE SOUS NOS PIEDS

P. 4

À QUOI RESSEMBLENT DES SOLS EN BONNE SANTÉ ?

P. 6

POURQUOI DOIVENT-ILS ÊTRE PROTÉGÉS ?

P. 8

POURQUOI LES SOLS SE DÉGRADENT-ILS ?

P. 10

QUELS RISQUES POUR LA BIODIVERSITÉ ?

P. 13

DANS QUEL ÉTAT SONT LES SOLS EN FRANCE ?

P. 14

COMMENT DÉPOLLUER LES SOLS ?

P. 17

PEUT-ON VIVRE SUR UN ANCIEN SITE INDUSTRIEL RÉHABILITÉ ?

P. 18

COMMENT MIEUX PROTÉGER LES SOLS ?

P. 19

QUE FAIRE AU JARDIN ?

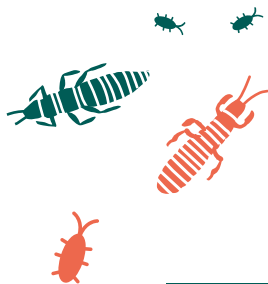
P. 21

POUR ALLER PLUS LOIN

P. 23

Ce document est édité par l'ADEME | 20, avenue du Grésillé | 49000 Angers

Conception graphique : bearideas - Rédaction : ADEME - Illustrations : Claire Lanoë - Photos : couverture : © feey-S/Unsplash ;
Page 10 : Terra/© Laurent Mignaux ; Page 11 : ©Leitenberger Photography/Shutterstock ; Page 12 : © fS.Narongrit99/Shutterstock ;
Page 14 : Terra/© Olivier Brosseau ; Page 18 : © ADEME ; Page 20 : © Matauw/Shutterstock ; Impression : L'Artésienne



LUTTER CONTRE LA DÉGRADATION DES SOLS PARTOUT DANS LE MONDE

Le sol ne se limite pas à une simple surface que l'on foule. Vivant, actif, sensible et fragile, il constitue un écosystème à part entière, qui nous rend bien des services. Lieu d'une intense activité biologique, il doit être considéré comme une ressource non renouvelable, dont nous ne disposons qu'en très faible quantité.

Cette vie cachée dans les sols est pourtant méconnue et peu prise en compte. L'indifférence de nos sociétés, associée à la pression des activités urbaines, agricoles, forestières et industrielles, au manque de réglementation visant la protection des sols... engendrent d'importantes dégradations, pour certaines, irréversibles.

Parce qu'un sol de qualité se constitue sur des milliers d'années et ne peut pas se renouveler rapidement, les actions d'aujourd'hui impacteront les générations futures pendant longtemps.

**60 % DES SOLS
SONT DÉGRADÉS**
dans le monde

1500 à 2400 milliards de tonnes de carbone sont stockés dans la matière organique du sol, soit **2 À 3 X PLUS** que dans l'atmosphère



TOUT UN MONDE SOUS NOS PIEDS

Les sols s'étendent depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition de la roche. Milieux vivants et complexes, ils sont le support de nombreuses activités humaines qui, pourtant, ne cessent de les fragiliser. Parce que notre avenir dépend de leur préservation, il est urgent de s'en préoccuper.

200 À PLUSIEURS MILLIERS D'ANNÉES SONT NÉCESSAIRES POUR FORMER 1 CM DE SOL

ENVIRON 10 MILLIARDS DE MICRO-ORGANISMES SONT PRÉSENTS PAR GRAMME DE SOL

25 À 50 % DES ESPÈCES TERRESTRES VIVENT DANS LE SOL

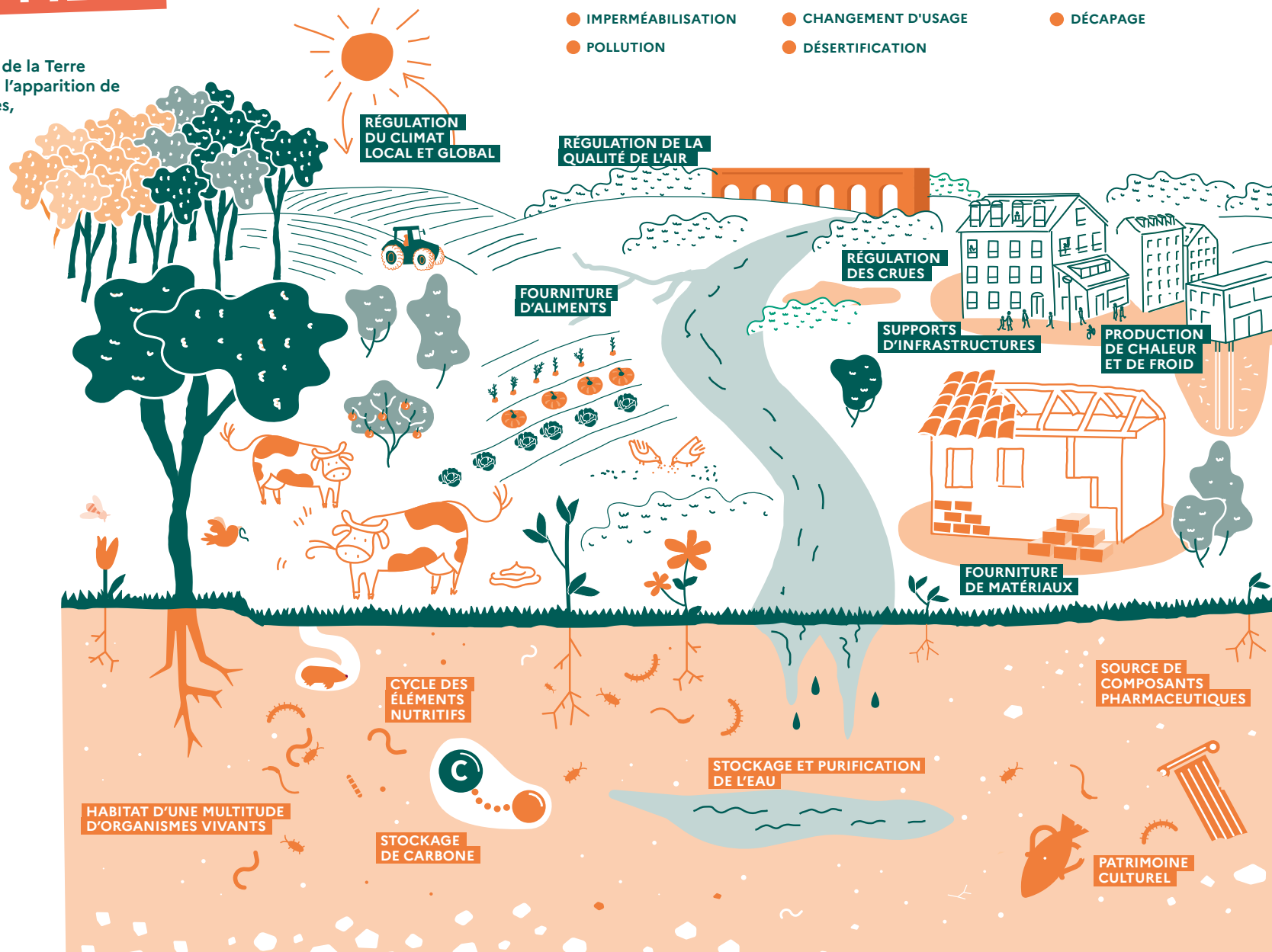
+ DE 2 HA/HEURE DE SOLS DISPARAISSENT EN FRANCE À CAUSE DE L'EXPANSION URBAINE

Source : apport CEREMA 2023 sur la consommation d'espaces.

DES SOLS DE QUALITÉ SONT ESSENTIELS À NOTRE VIE SUR TERRE

LES MENACES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

- SUREXPLOITATION
- ÉROSION
- IMPERMÉABILISATION
- POLLUTION
- TASSEMENT
- PERTE DE MATIÈRE ORGANIQUE
- CHANGEMENT D'USAGE
- DÉSSERTIFICATION
- SALINISATION
- ACIDIFICATION
- DÉCAPAGE





À QUOI RESSEMBLENT DES SOLS EN BONNE SANTÉ ?

LA QUALITÉ DU SOL N'EST PAS LA MÊME PARTOUT

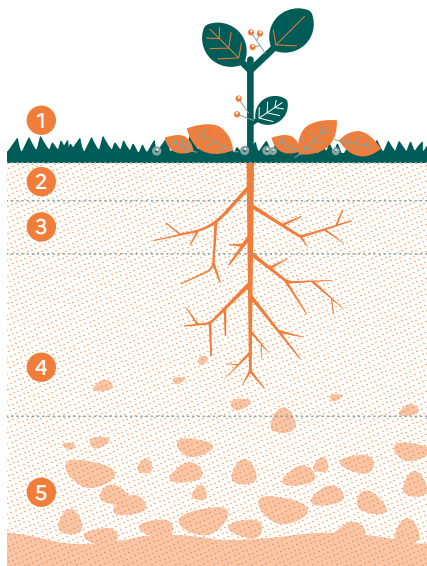
Dans le monde, tous les sols ne sont pas identiques, qu'ils aient été ou non travaillés par les êtres humains. Certains sols sont excellents pour faire pousser de la vigne, d'autres pour cultiver du blé, d'autres encore sont favorables au développement des forêts. Cette différence est une richesse qu'il faut préserver.

DES SOLS QUI ACCUEILLENТ LA VIE

Un sol en bonne santé conserve ses qualités sur le long terme, à condition que la vie s'y maintienne. Il perdurera pendant des centaines voire des milliers d'années, même en étant exploité pour des activités comme l'agriculture ou la sylviculture, si de bonnes pratiques sont mises en place, comme par exemple :

- l'agroécologie, qui utilise la nature pour limiter l'utilisation de pesticides et d'engrais,
- l'agriculture biologique, sans engrais de synthèse ni pesticides,
- la permaculture, forme d'agriculture systémique et globale qui s'inspire de l'écologie naturelle et de la tradition. Durable et économe en énergie, elle s'appuie notamment sur l'utilisation de plantes qui se complètent,
- l'agroforesterie qui associe arbres et cultures,
- la réduction du travail du sol (moins de labours...),

Exemple d'un profil de sol



1 La végétation, qui puise de l'eau et des éléments minéraux des sols.

2 L'humus, issu de la décomposition de matières organiques accumulées à la surface, rend au sol des nutriments pour les végétaux.

3 La couche superficielle arable est un mélange riche en matière organique et minéraux.

4 La couche profonde est souvent pauvre en matière organique, avec peu de traces de vie.

5 La roche mère est une couche 100 % minérale, sans air et sans vie.

L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres ou plus. Il est le plus souvent composé de plusieurs couches.

- la rotation des cultures,
- la réduction des surfaces utilisées par les engins agricoles et forestiers et en évitant les interventions pendant les périodes où le sol est humide,
- la prévention du tassement avec la réduction des surfaces utilisées par les engins agricoles et forestiers et en évitant les interventions pendant les périodes où le sol est humide,
- la préservation des zones humides dans les pratiques agricoles et forestières,
- le maintien de résidus de cultures dans les champs, du bois mort et résidus de coupes de bois en forêt, pour un retour au sol de la matière organique.

DES SOLS RICHES EN MATIÈRE ORGANIQUE

Dans un sol, la plupart des organismes se nourrissent directement ou indirectement de matière organique. Fabriquée par les plantes par photosynthèse, cette matière retourne au sol sous forme de feuilles, de racines ou de bois morts. Les organismes du sol la mangent ou mangent à leur tour des organismes qui

s'en sont nourris. La matière organique est ainsi progressivement dégradée puis minéralisée par des décomposeurs (bactéries, champignons...). Ce cycle doit être entretenu par des apports réguliers en végétaux.

C'est en partie grâce à ce processus de dégradation que les sols sont fertiles. En dégradant les déchets végétaux, les petits animaux du sol les rendent utilisables par les plantes pour leur nutrition. Grâce à eux, le sol est aussi plus poreux, laissant passer l'air, retenant l'eau et permettant aux racines d'y pénétrer plus profondément pour se nourrir.

QUALITÉ, SANTÉ, FERTILITÉ DU SOL, QUELLE DIFFÉRENCE ?

- La qualité du sol est son aptitude à remplir ses fonctions. Chaque sol a un potentiel différent, accueille une biodiversité spécifique et peut rendre des services qui dépendent de sa composition de base.
- La santé du sol est liée à sa capacité réelle à remplir ses fonctions selon son état.
- La fertilité est la capacité du sol à assurer la croissance des plantes et subvenir à ses besoins.

Le cycle de la matière organique





POURQUOI DOIVENT-ILS ÊTRE PROTÉGÉS ?

ILS PRODUISENT NOTRE ALIMENTATION

La surface de sols où la vie peut se développer est infime à l'échelle de la planète. Et sa capacité de renouvellement est limitée : pour former 1 cm de sol, il faut 200 ans à plusieurs milliers d'années.

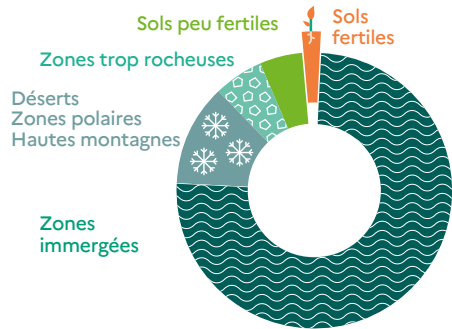
Les sols sont le support de l'agriculture. De leur santé dépend la qualité de notre alimentation. Ils doivent être riches en matière organique, ne pas être tassés mais aussi accueillir une grande biodiversité. Sans elle, ils ne peuvent se maintenir dans le temps, ni participer à la pollinisation des cultures. C'est en effet dans le sol que la majorité des abeilles et bourdons sauvages installent leurs nids.

ILS FILTRENT ET STOCKENT L'EAU

Les sols sont tout aussi essentiels à la protection des ressources en eau, grâce à leur rôle filtrant. Pour fournir de l'eau potable de bonne qualité et éviter la dégradation des rivières, des lacs et des océans, ils ne doivent pas être pollués. Autre point important : ils doivent être couverts toute l'année (par des plantes, du paillage...) afin de résister à l'érosion et éviter que des éléments indésirables ne soient emportés vers les cours d'eau et viennent les polluer (matières en suspension, azote, phosphore, germes pathogènes...).

De plus, **les sols retiennent l'eau**, comme une éponge, surtout dans les zones humides. Ils permettent de stocker l'eau, la rendre disponible pour

Quelle est la part de sols fertiles
à la surface de la terre ?



LE RÔLE ESSENTIEL DES ORGANISMES DU SOL

- Ils rendent le sol poreux, ce qui lui permet d'infiltrer et de retenir l'eau.
- Ils filtrent l'eau et participent à la rendre potable.
- Ils jouent un rôle important dans les cycles de la matière organique et des nutriments.
- Ils peuvent aider à réguler les germes pathogènes, les maladies et les ravageurs nuisibles aux cultures et au bétail.
- Certains organismes sécrètent des substances collantes qui maintiennent la cohésion de la terre et la rendent plus résistante à la pluie, évitant l'érosion et les glissements de terrain.

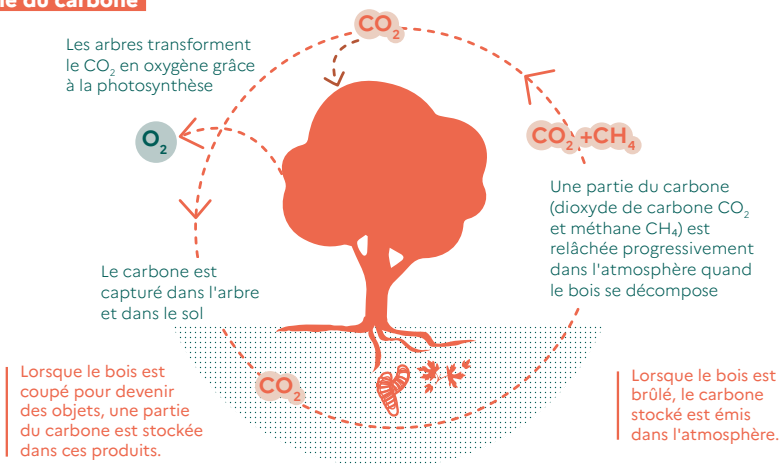
les plantes, la transférer vers des nappes souterraines et alimenter les rivières tout au long de l'année. Sans ce stock dans le sol, il y a moins d'eau disponible pour les plantes et certaines rivières peuvent être sèches une partie de l'année.

ILS FOURNISSENT DES MATÉRIAUX ET DES RESSOURCES INDISPENSABLES

En plus de supporter les bâtiments et les infrastructures (routes, ponts...), **les sols fournissent les matériaux** pour les construire : argiles, limons, sable... Ils produisent aussi les argiles pour la poterie ou la céramique, ou encore la tourbe et la terre de bruyère pour l'horticulture et le jardinage. Ils sont aussi le support de végétaux qui fournissent des matériaux de construction (bois, chanvre, paille...), de chauffage, etc.

On y trouve également de nombreux organismes qui nous servent tous les jours, comme les levures utilisées dans le secteur agroalimentaire pour produire les fromages ou encore des organismes nécessaires à la fabrication de médicaments. Ils permettent également aux plantes médicinales de s'épanouir.

Le cycle du carbone



ILS RÉGULENT LE CLIMAT

En prélevant le CO_2 de l'air via la photosynthèse, une plante absorbe du carbone. Lorsqu'elle perd ses feuilles, ses fleurs, ses fruits ou qu'elle meurt, elle se décompose et restitue ce carbone sous forme de matières organiques, qui sont en partie consommées par d'autres êtres vivants ou enfouies de plus en plus profondément dans le sol au fil du temps. Le sol s'enrichit alors en carbone et en autres éléments nutritifs, à nouveau prélevés par la plante.

Un sol dont le stock de carbone augmente joue un rôle de puits de carbone. À l'inverse, une réduction des stocks signifie qu'il génère des émissions de carbone dans l'atmosphère.

Entre 1 500 et 2 400 milliards de tonnes de carbone sont stockées dans la matière organique enfouie dans le sol partout dans le monde, soit deux à trois fois plus que dans l'atmosphère. La préservation des sols riches en carbone (zones humides, forêts, prairies permanentes...) et l'accroissement des teneurs en matières organiques dans les sols dégradés représentent donc de véritables enjeux dans la lutte contre le changement climatique.



POURQUOI LES SOLS SE DÉGRADENT-ILS ?

DES SOLS TROP ARTIFICIALISÉS

L'extension des villes consomme des terres et réduit l'espace disponible pour les parcelles agricoles, les forêts et les prairies, partout dans le monde. En parallèle, des prairies sont transformées pour être cultivées. En France, les surfaces toujours en herbe, riches en carbone et en biodiversité, ont à elles seules diminué de 7,5 % en 10 ans (2000-2010), soit un recul équivalent à la surface du département de la Nièvre.

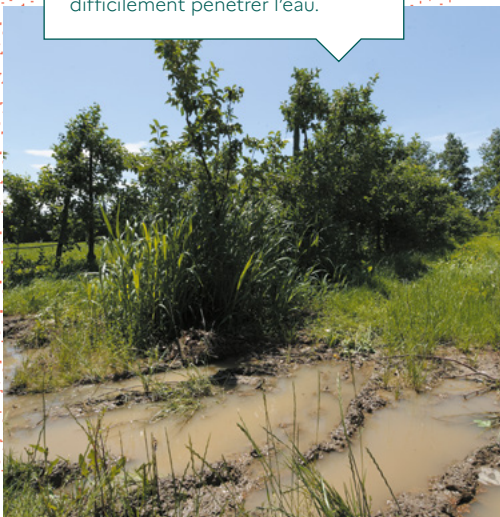
Les routes, parkings et habitations qui remplacent ces espaces rendent les sols imperméables. Or, il est indispensable de laisser l'eau pénétrer dans les sols pour garantir leur stabilité, maintenir la biodiversité, réapprovisionner les nappes phréatiques en période de sécheresse mais aussi limiter les conséquences en cas de fortes pluies (inondations, coulées de boue, glissements de terrain...).

Bien qu'en Europe les surfaces forestières tendent à augmenter, **près de dix millions d'hectares de forêts sont détruits chaque année dans le monde**, soit l'équivalent de la surface de la Guyane. En Afrique subsaharienne, en Amérique latine et en Asie du Sud-Est, les surfaces déforestées sont majoritairement utilisées pour cultiver du soja, de l'huile de palme ou du cacao, exportés notamment vers l'Union européenne. C'est ce qu'on appelle la déforestation importée.

DES TERRES SUREXPLOITÉES

Certains sols sont trop tassés par les passages d'engins, le piétinement du bétail, et ne sont plus assez aérés. De même, une exploitation agricole ou forestière trop intensive (travail du sol, apports de produits de synthèse, appauvrissement en matière organique...) perturbe la structure et l'agencement des couches les plus superficielles en les mélangeant. Ces bouleversements affectent la vie des résidents du sol, en détruisant les galeries des vers de terre et les réseaux de champignons symbiotiques, en fragmentant et déplaçant les populations installées. Dans ces conditions, tous ces organismes ne jouent plus aussi efficacement leurs rôles et la santé des sols se dégrade.

Exemple d'un verger en Provence dont le sol trop tassé laisse difficilement pénétrer l'eau.





Sur un sol nu, en cas de fortes pluies, l'eau entraîne la terre en s'écoulant, ce qui appauvrit le sol.

UNE SENSIBILITÉ ACCRUE À L'ÉROSION

L'érosion des sols est accentuée par certaines actions de l'homme : rangs de cultures dans le sens de la pente ou peu couvrants, surpâturage, déforestation ou surexploitation des forêts...

Un sol nu, pauvre en matière organique ou sans arbres profondément enracinés, est plus fragile, notamment en période de fortes pluies et de vent. La terre est alors moins retenue et les couches fertiles sont entraînées par les intempéries, surtout en zone de pente. Les conséquences peuvent être irréversibles : le sol ne pourra plus se reconstituer faute d'apports suffisants en matière organique.

Pour prévenir l'érosion, l'agroforesterie, qui encourage la présence d'arbres dans les champs, mais aussi les haies et les couverts végétaux, participe à la préservation des sols. Il faut également conserver la forêt en assurant sa reconstitution après des coupes de bois et favoriser un couvert forestier continu, en zone de pente plus particulièrement.

DES POLLUTIONS MULTIPLES

Dans leur grande majorité, les pollutions sont dues aux activités humaines. Activités minières, industrielles, de gestion des déchets, pesticides, engrais utilisés dans l'agriculture, produits dérivés du pétrole relâchés dans l'environnement... tous contribuent au problème.

Autre source d'inquiétude : « les polluants émergents » présents dans les sols sous forme de débris ou d'éléments chimiques. Il s'agit notamment de certains métaux lourds, de composés pharmaceutiques, de perturbateurs endocriniens, d'hormones, de polluants biologiques et de plastiques, désormais utilisés dans presque tous les secteurs industriels.

Ces polluants se diffusent plus ou moins loin dans les eaux souterraines et superficielles, mais aussi dans l'air, sous forme de poussières, et peuvent être absorbés par les animaux et les plantes.

EN SAVOIR +



Guide
*Tout comprendre.
Le paradoxe du plastique.*

LA POLLUTION PLASTIQUE EST ENCORE PLUS PRÉSENTE DANS LES SOLS QUE DANS LES EAUX

Selon une étude suisse, la quantité de plastique libérée sur et dans les sols est près de 40 fois plus élevée que celle qui se disperse dans les eaux. L'agriculture et le secteur de la construction représentent les sources les plus importantes de microplastiques dans les sols (dans l'eau, ce sont principalement le lavage de vêtements en fibres synthétiques et les cosmétiques). Par ailleurs, une première évaluation du réseau de mesure de la qualité des sols a révélé la présence de microplastiques dans la majorité des échantillons de sol analysés et prélevés partout en France dans différents milieux.



DES TRACES DU PASSÉ AUX IMPACTS DURABLES

Sur tous les continents, les sols conservent les restes des guerres passées. Environ 110 millions de mines ou autres types d'engins non explosés sont éparpillés à travers 64 pays. Ils peuvent avoir des conséquences mortelles pour les habitants et relâcher des produits toxiques sous l'effet de l'érosion.

À cela s'ajoute l'empreinte des essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère et des catastrophes comme celle de Tchernobyl dont les retombées polluent les sols. **Presque tous les sols de l'hémisphère Nord contiennent des radionucléides**, avec une concentration plus élevée que le niveau de fond, même dans les zones éloignées.

DES SÉCHERESSES ET DES INONDATIONS PLUS FRÉQUENTES

Les précipitations toujours plus fortes auront pour conséquence d'accélérer les coulées de boues. Des pluies hivernales plus abondantes pourraient aussi engorger les sols, modifier leur structure et affecter certains arbres et certaines cultures.

À l'inverse, **l'intensification des périodes de sécheresse** augmentera le risque d'incendies et de dépérissement des forêts et réduira les apports en matières organiques. Les fissures générées dans les terrains les plus argileux deviendront des voies d'entrée d'eau trop rapides vers les couches profondes, au retour des pluies. Le sol ne jouant plus son rôle de filtre, certaines bactéries pourraient atteindre les eaux souterraines. De plus, l'eau ne participerait plus à l'hydratation du sol lui-même et de son écosystème.



QUELS RISQUES POUR LA BIODIVERSITÉ ?

LES MICRO-ORGANISMES DU SOL EN DANGER

On trouve dans les sols **une immense quantité de micro-organismes** dont la majeure partie, encore largement inconnue, constitue un patrimoine génétique considérable. Un sol sain peut contenir plusieurs espèces d'animaux vertébrés, plusieurs espèces de vers de terre, 20 à 30 espèces d'acariens, entre 50 et 100 espèces d'insectes, des centaines d'espèces de champignons, et des milliers d'espèces de bactéries et d'actinomycètes.

Du fait de l'urbanisation, de la déforestation, de la dégradation des forêts, de la fragmentation des habitats et de la mise en culture intensive des sols, la biodiversité est modifiée, voire détruite. Les organismes du sol n'ont pas le

temps de se déplacer ou de s'adapter à leur nouvel environnement. Les engrais et les pesticides utilisés en agriculture modifient l'équilibre naturel du sol. Les engrais ont des impacts sur la qualité de l'eau, de l'air... et les pesticides sur la biodiversité. Certaines espèces sont alors favorisées et d'autres disparaissent.

Dans les villes, la fermeture et le cloisonnement des espaces verts nuisent au renouvellement de la biodiversité.

Les sols abritent **25 À 50 %
DES ESPÈCES TERRESTRES
CONNUES**

UNE POPULATION D'ABEILLES SAUVAGES EN DÉCLIN

Les abeilles sauvages sont indispensables à la pollinisation des cultures et des plantes à fleurs. La France en compte 1000 espèces, majoritairement solitaires. Elles sont aujourd'hui victimes du changement climatique, de certaines maladies, de l'utilisation d'insecticides, de l'éradication des « mauvaises herbes », de la disparition des haies fleuries et des prairies, des parcelles en monoculture et de l'utilisation d'engrais azotés de synthèse, en remplacement des légumineuses qui enrichissent naturellement les sols en azote.

70 % des abeilles sauvages font leur nid dans la terre. Avec les abeilles domestiques, elles contribuent à la pollinisation de 80 % des espèces de plantes à fleurs.



UN DÉSÉQUILIBRE DES ÉCOSYSTÈMES

En accueillant les nids de 70 % des abeilles sauvages solitaires, les sols participent à la pollinisation des plantes à fleurs sauvages et des cultures. Grâce aux collemboles, ils contribuent aux mécanismes de reproduction des mousses.

Par ailleurs, ils nourrissent une multitude d'animaux terrestres : les vers de terre sont par exemple consommés par de nombreux oiseaux, petits mammifères, amphibiens et reptiles.

BEAUCOUP D'ORGANISMES DU SOL VIVENT EN SYMBIOSE

La grande majorité des plantes sont étroitement associées à des champignons et des bactéries, surtout dans les racines, qui les aident à absorber les nutriments. En échange, elles leur fournissent des sucres produits par la photosynthèse. En altérant les sols, on altère souvent ces symbioses.



DANS QUEL ÉTAT SONT LES SOLS EN FRANCE ?

L'ARTIFICIALISATION DES SOLS LA PLUS ÉLEVÉE D'EUROPE

L'artificialisation des sols progresse de manière soutenue, beaucoup plus vite que la population et de manière inégale selon les territoires.

En France, la loi Climat et résilience prévoit de diviser par 2 le rythme d'artificialisation des sols entre 2021 et 2031 et d'atteindre zéro artificialisation nette (ZAN) en 2050.

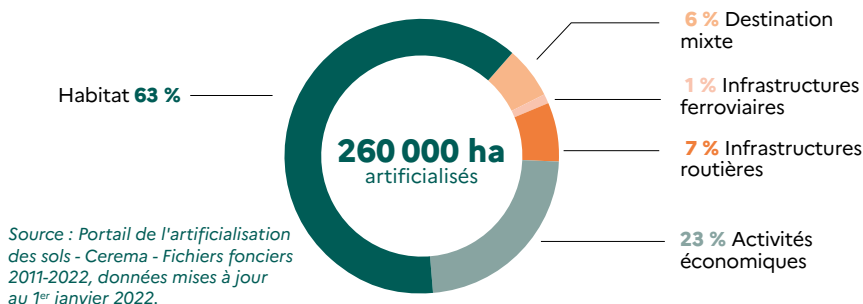
En France, **20 000 Ha d'espaces naturels, agricoles et forestiers sont consommés en moyenne** chaque année. Cet étalement urbain représente 5 terrains de football par heure

ARTIFICIALISATION OU IMPERMÉABILISATION ?

— L'artificialisation est l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage. Elle peut être due à la transformation en terrain de sport, route, construction, jardin...

— L'imperméabilisation ne concerne que les sols recouverts par un matériau qui ne laisse pas pénétrer l'eau (surface goudronnée, construction...).

Répartition des sols artificialisés par usage en France de 2011 à 2021



UN APPAUVRISSEMENT DANS CERTAINES RÉGIONS FRANÇAISES

Plusieurs observations montrent déjà que **les taux et les stocks de matières organiques dans les sols sont en baisse** depuis plusieurs décennies dans certaines régions, comme en Beauce, en Bretagne, en Franche-Comté, dans les Landes de Gascogne, dans le Piémont pyrénéen.

Si le phosphore minéral, essentiel à la fertilité des sols, se raréfie à l'échelle mondiale, il est aussi en diminution dans certains sols français. Ces sols doivent être régulièrement enrichis en phosphore par une fertilisation minérale. Le cadmium, considéré comme cancérigène, présent dans les filons de phosphore, n'est pas éliminé lors de la fabrication des engrais. Il se retrouve ainsi dans le sol au moment de la fertilisation.

À l'avenir, **il serait possible de créer un meilleur équilibre en stoppant la spécialisation des bassins agricoles** et en développant des systèmes de polyculture-élevage sur tous les territoires agricoles. Le phosphore présent dans les effluents d'élevage pourrait alors être plus facilement épandu dans les zones de grandes cultures et les céréales ainsi produites pourraient alimenter les animaux d'élevage. La boucle du phosphore serait alors bouclée !

Les effluents humains, via les eaux usées, représentent également une source de phosphore et d'azote qui n'est à ce jour pas exploitée.

EN FRANCE, UN CONSERVATOIRE D'ÉCHANTILLONS DE SOLS

Géré par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, ce conservatoire constitue une véritable mémoire des sols à l'échelle nationale et européenne. Mis à disposition des chercheurs, il permet une meilleure surveillance de la qualité des sols, mais aussi de reconstituer *a posteriori* certaines de leurs évolutions.

EN SAVOIR +



Découvrez de nombreuses informations sur les sols et leur qualité sur le site du Groupement d'intérêt scientifique Sol : gissol.fr

DES CONTAMINATIONS DIFFUSES OU LOCALES

Certains sols sont contaminés durablement, parfois en raison de pollutions anciennes.

C'est pourquoi, certains produits utilisés par l'agriculture et l'industrie sont aujourd'hui interdits (l'arséniate de plomb ou divers polluants organiques persistants) ou mieux contrôlés.

Néanmoins, **certains contaminants sont très persistants et ne disparaîtront pas**, avec des risques pour les êtres humains, les plantes cultivées, le bétail et les écosystèmes naturels, là où ils sont en excès. C'est notamment le cas du chlordécone utilisé dans les bananeraies aux Antilles, du lindane interdit depuis 1998 en grandes cultures, ou encore des métaux lourds (plomb, mercure, cadmium, nickel, arsenic...) présents dans de nombreux sols français ayant accueilli des activités agricoles ou industrielles.

Certains jardins peuvent aussi être pollués.

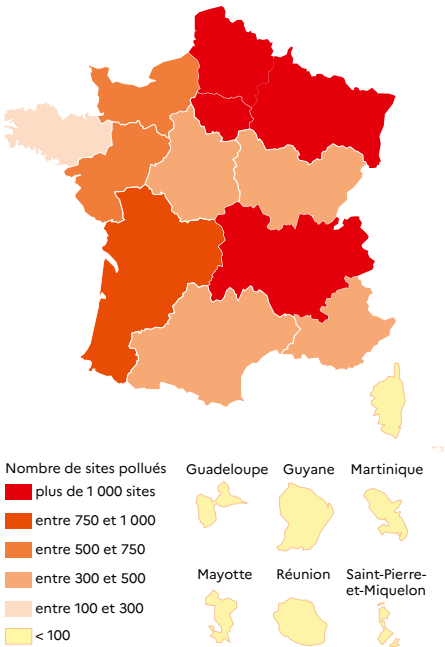
Une étude de l'Université de Lorraine a montré que les sols de vieux potagers présentaient des concentrations en certains métaux nettement supérieures aux sols agricoles proches. Les raisons invoquées : l'usage de produits phytosanitaires mal contrôlé, l'apport de cendres de bois ou de déchets, un compost mal maîtrisé, ou encore des travaux dans le jardin comme le ponçage d'une porte recouverte d'une ancienne peinture au plomb...

**DE NOMBREUX SITES POLLUÉS
OU POTENTIELLEMENT POLLUÉS
EN FRANCE**

Le sol, l'eau, l'air et les écosystèmes peuvent être pollués à certains endroits du fait des activités antérieures et actuelles des sites (par exemple une exploitation industrielle). Ces pollutions sont susceptibles de provoquer un risque pour les êtres humains ou pour l'environnement. Lorsqu'un site présente une menace grave pour les populations ou l'environnement et si les responsables (exploitants et/ou propriétaires) sont défaillants, les pouvoirs publics (via l'ADEME) sont chargés de leur mise en sécurité.

10 400 sites pollués ou potentiellement pollués en France*

Sites appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.



*Répertoriés en décembre 2023.



COMMENT DÉPOLLUER LES SOLS ?

DES TRAITEMENTS PARFOIS LOURDS ET CÔTEUX

Un ensemble d'actions permet de réduire les pollutions présentes dans les milieux (sol, eau, air, écosystèmes). Certaines opérations de traitement peuvent être mises en œuvre *in situ* (directement dans le milieu pollué) ou sur site (traitement sur place mais avec extraction de la terre du sol). En fonction du contexte de l'opération de dépollution (type de polluant, transfert possible vers la nappe, les végétaux ou l'air via les poussières, objectifs, surface disponible, calendrier, etc.), les matériaux pollués peuvent aussi être excavés et évacués en centre collectif de traitement.

Le choix des techniques de traitement se fait après caractérisation complète des milieux et de la pollution. Il s'appuie aussi sur un bilan « coûts - avantages » qui précise les meilleures techniques à envisager.

Plusieurs types de traitements existent :

— **Les traitements physiques** : par voie thermique, mécanique ou électrique, il est possible d'immobiliser, extraire ou dégrader les polluants (volatilisation, pompage, désorption thermique, stabilisation etc.).

— **Les traitements chimiques** : des réactifs chimiques détruisent ou transforment les polluants en des composés moins toxiques, moins mobiles et/ou plus facilement biodégradables.

— **Les traitements biologiques** : des micro-organismes dégradent des substances chimiques, les immobilisent et les rendent

moins toxiques. Les racines des végétaux complètent l'action des micro-organismes et absorbent des polluants.

— **Les traitements thermiques** : la chaleur est utilisée pour détruire le polluant ou le rendre volatil et favoriser ainsi son extraction du sol.

Pour certains sites dépollués, il sera ensuite nécessaire de maintenir une surveillance pour s'assurer de l'efficacité du traitement dans le temps.

QUI EST CHARGÉ DE LA DÉPOLLUTION ?

Selon le principe du « pollueur-payeur », l'exploitant ou le dernier exploitant du site doit s'assurer de l'absence de pollution du sol via un diagnostic. Lorsqu'une pollution est avérée, il doit faire effectuer les opérations de dépollution. En cas de défaillance de ce responsable à assumer ses obligations et lorsqu'il y a une menace grave pour les populations et l'environnement, l'ADEME a pour mission de prendre en charge la maîtrise d'ouvrage des opérations de mise en sécurité, puis le cas échéant, de remise en état.

Phytostabilisation : la couverture du sol par des végétaux permet de réduire l'érosion et l'envol des poussières contaminées.



LES LIMITES DE LA DÉPOLLUTION

Le traitement des sources de pollution et des pollutions concentrées permet rarement une dépollution totale. Des pollutions diffuses et résiduelles restent souvent dans les sols. L'objectif est que les taux soient suffisamment bas pour garantir l'absence d'impacts sanitaires et environnementaux. Dans le cas contraire, pour que le terrain soit utilisé, il faut limiter les transferts de pollution, voire restreindre les usages du sol.

Parmi les actions possibles, on peut :

- couvrir le terrain de terre végétale,
- mettre en dépression le bâtiment construit ou créer un vide sanitaire pour que les polluants volatils soient dispersés hors du bâtiment,
- restreindre l'usage du jardin (pas de potager par exemple) ou des eaux souterraines.

Ces actions doivent être maintenues dans le temps et transmises pour accompagner les changements de propriétaires ou d'usage sur le terrain concerné.



PEUT-ON VIVRE SUR UN ANCIEN SITE INDUSTRIEL RÉHABILITÉ ?

TOUT DÉPEND DE L'USAGE DU SITE

Un site ne sera pas dépollué de la même manière s'il est destiné à accueillir une résidence, un parking ou un espace vert récréatif ouvert au public. **Charge au porteur de projet de mener une dépollution permettant d'atteindre un niveau de qualité compatible avec l'usage prévu**, d'un point de vue sanitaire et environnemental.

En cas de changement d'usage (une ancienne friche transformée en logements par exemple), une analyse de sol doit être réalisée par un bureau d'étude certifié. Ce dernier délivrera une attestation pour garantir que l'aménage-

ment prévu et, le cas échéant, la dépollution, garantissent la protection des futurs usagers. Cette pièce administrative est indispensable pour obtenir un permis de construire.

Des restrictions d'usage sont parfois nécessaires. Même si le terrain est déclaré propre à recevoir des habitations, en fonction de la pollution antérieure et par principe de précaution, il est parfois préférable de ne pas faire de potager ou de ne pas planter d'arbres fruitiers. Ces précautions sont indiquées par les aménageurs dès la mise en vente du terrain.

BIEN S'INFORMER EN AMONT

Pour identifier les sites pollués ou potentiellement pollués connus des pouvoirs publics, plusieurs sites Internet peuvent être consultés.

— **L'inventaire des sites pollués** pour lesquels une action (diagnostic, évaluation, traitement...) est envisagée, en cours ou achevée est consultable sur le site : data.gouv.fr/fr/datasets/base-des-sols-pollues

— **Les inventaires des anciens sites industriels et d'activités de service, susceptibles d'être affectés par une pollution des sols.** Constitués dans chaque région, essentiellement à partir d'archives, ils permettent de reconsti-

tuer le passé industriel et d'offrir une information pertinente aux acheteurs, vendeurs, aménageurs... pour mener les études et investigations nécessaires avant de donner une nouvelle utilisation au site. La base de données correspondante, CASIAS, est disponible sur : ssp-infoterre.brgm.fr/fr/base-de-donnees/casias

— **Les secteurs d'information sur les sols (SIS) recensent les terrains sur lesquels l'administration a connaissance d'une pollution avérée** et qui justifient, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement. Ils sont mis à disposition du public après consultation des mairies et information des propriétaires sur : georisques.gouv.fr



COMMENT MIEUX PROTÉGER LES SOLS ?

PLUS DE PLACE AU VÉGÉTAL EN VILLE

En ville, le sol est majoritairement recouvert de matériaux qui le rendent imperméable. Il est pourtant indispensable de laisser pénétrer l'eau, notamment pour limiter le risque d'inondations en cas de fortes pluies. Pour restaurer cet équilibre et mieux s'adapter au changement climatique, **certaines villes désimperméabilisent les surfaces et développent des espaces végétalisés.** Les bénéfices sont nombreux : réduction des coûts de gestion des eaux pluviales urbaines, amélioration du bien-être des habitants et création de zones favorables à la biodiversité ou d'îlots de fraîcheur bien utiles en période de fortes chaleurs.

DU GAZON DANS LES PARKINGS !

De nombreuses villes ont mis en place des parkings végétalisés qui laissent pénétrer l'eau dans le sol. Résultats : la biodiversité revient en ville, les échanges air/eau sont de nouveau possibles, l'effet d'îlot de chaleur dû au béton est atténué et le milieu urbain plus agréable à vivre.

DÉVELOPPER L'AGRO-ÉCOLOGIE

Certains agriculteurs appliquent des pratiques permettant notamment d'obtenir un meilleur taux de matière organique dans le sol et d'offrir un milieu propice à la biodiversité :

- diversification des cultures ;
- réduction de l'utilisation d'intrants chimiques (engrais, pesticides...) ;
- maintien des résidus de culture et/ou d'une couverture végétale à la surface du sol (paillage ou interculture) pour le protéger du vent, retenir l'eau et offrir un habitat aux petits animaux du sol ;
- épandage de matières organiques (compost, fumier...) ;
- préservation ou plantation de haies d'arbres autour ou dans les parcelles... ;
- réduction du travail du sol (moins de labour et moins profond...) ;
- limitation des passages d'engins, en particulier sur des sols trop humides, pour ne pas tasser le sol.

Résidus de culture laissés au champ pour protéger et enrichir le sol entre deux cultures.

CONSERVER LES ESPACES AGRICOLES ET NATURELS

Ces dernières années, **les espaces urbains se sont étalés de plus en plus, réduisant les surfaces disponibles pour l'agriculture**. Et les prix élevés des logements en centre-ville poussent les ménages toujours plus loin. En France, cette préoccupation est davantage prise en compte par les aménageurs (élus, promoteurs...) qui doivent aujourd'hui justifier la nécessité d'utiliser des espaces naturels pour construire.

Les élus sont aussi sensibilisés aux services précieux rendus par les sols agricoles : nourrir la ville avec des circuits courts, stocker et filtrer les eaux ou encore contribuer à l'atténuation ou à l'adaptation au changement climatique. Même s'il reste encore beaucoup à faire, **une nouvelle approche de l'aménagement du territoire se met progressivement en place et doit intégrer la santé des sols dès les premières réflexions d'aménagement**.

ADAPTER LA GESTION DES FORÊTS

Pour limiter ses impacts sur le sol, l'exploitation du bois en forêt doit respecter des bonnes pratiques :

- **limiter la surface du sol** où les engins circulent au moment de la récolte comme du reboisement, en évitant les interventions en période humide, et favoriser le débardage par câble ou traction animale pour tasser le sol le moins possible ;
- **éviter de laisser les sols à nu en maintenant un couvert végétal**, notamment en zone de pente, et en reconstituant le couvert forestier rapidement après des coupes de bois ou des dégradations naturelles (tempête...) ;



—**éviter de labourer des parcelles complètes** avant plantation et privilégier une préparation du sol plus localisée ;

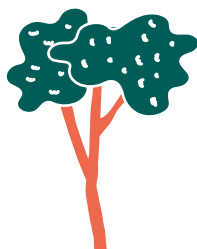
—**ne pas récolter tout l'arbre** : laisser sur place le feuillage et les branches fines, riches en éléments nutritifs, ainsi que les souches d'arbres en terre ;

—**maintenir des zones à haut intérêt environnemental** (îlots de vieux bois, du bois mort sous différentes formes, conserver et restaurer les mares forestières...).

EN SAVOIR +



Guide
La forêt française
en 10 questions



REPENSER SON ALIMENTATION

La déforestation importée est en grande partie due à l'alimentation animale. De grandes quantités de soja cultivées en dehors de l'Europe sont nécessaires pour nourrir le bétail et les volailles. Ce type de culture participe à la déforestation.

L'huile de palme et le cacao font également partie des produits à plus fort risque de déforestation. Ils sont surtout présents dans des produits transformés.

Ainsi, la réduction de la part de la viande et plus largement des produits carnés, le choix de produits moins transformés et locaux, permettent de lutter contre la déforestation et la dégradation des sols dans le monde.

EN SAVOIR +



Guide
Tout comprendre.
L'alimentation durable.

9 QUE FAIRE AU JARDIN ?

ANALYSER LE SOL AVANT DE PLANTER

Pour savoir si le sol de votre jardin est contaminé, si certains éléments nutritifs manquent ou sont présents en trop grande quantité, il est possible de faire réaliser une analyse en laboratoire d'échantillons de votre terre. De nombreux laboratoires, dont certains pro-

posent des kits en jardinerie, peuvent réaliser cette prestation. Une fois identifiés les carences, les contaminations, les excès, vous pouvez agir sur votre sol en lui apportant les éléments manquants et choisir les plantations adaptées.

RENDRE LA MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

Laisser l'herbe haute favorise sa résistance à la sécheresse et l'accueil de la biodiversité (petites fleurs pour les pollinisateurs...). Il est ainsi préférable d'éviter de la couper trop court et trop souvent. Privilégier la fonction *mulching* qui laisse les résidus d'herbe sur place et qui permet de favoriser le retour au sol de la matière organique. Ces pratiques évitent de devoir gérer l'herbe coupée, un autre point positif !

Composter les déchets de cuisine (épluchures, trognons de pommes et poires, coquilles d'œuf, marc de café, croûtes de fromage...) et les déchets verts (tontes, feuilles mortes...) produit un engrais naturel très utile au jardin. Ce compost, utilisé en amendement au jardin, restitue à la terre les éléments nutritifs que les plantes ont prélevés pour grandir : azote, potassium, phosphore, calcium, magnésium...

De même, **pailler les pieds des plantes avec des branchages, résidus de tonte...** nourrit et protège les végétaux mais aussi le sol et ses résidents. Cela limite aussi l'évaporation et évite le désherbage.

EN SAVOIR +



Guide
Comment réussir son compost ?



Guide
Comment bien pailler au jardin ?

JARDINER AU NATUREL

Il est tout à fait possible d'avoir un beau jardin et un potager productif sans apports chimiques.

Depuis le 1^{er} janvier 2019, seuls les produits de « bio-contrôle », qualifiés à faible risque ou dont l'usage est autorisé en agriculture biologique, peuvent être utilisés au jardin. Les pesticides sont quant à eux, interdits à la vente.

Certaines plantes, qualifiées à tort de « mauvaises herbes », ont en réalité bien des qualités :

- elles attirent les pollinisateurs : marjolaine, organ, pissenlit, berce, chicorée sauvage, bardane, lierre, eupatoire, lamier, bourdaine... ou les insectes auxiliaires : centaurée, fenouil, ortie, lierre, pâquerette...
- elles nourrissent les oiseaux : sureau, lierre, graminées, aubépine, renouée, plantain...
- elles ont des mécanismes pour se protéger d'insectes ou de nuisibles.
- elles bonifient le sol : rumex, trèfle, fabacées...
- elles ont des vertus médicinales : sauge, bouillon blanc, bleuet, chélideine...
- elles peuvent même être comestibles : pissenlit, cardamine, ail des ours, fenouil, pourpier, ortie, jeunes feuilles de pâquerettes...

Il n'est pas nécessaire de toutes les éliminer !

EN SAVOIR +



Guide
Comment jardiner au naturel ?



Apprenez à jardiner
sans pesticides sur
jardiner-autrement.fr

10 POUR ALLER PLUS LOIN

S'IMPLIQUER DANS LES SCIENCES PARTICIPATIVES

L'association française pour l'étude des sols (AFES) anime un réseau de sciences participatives. Parmi ceux-ci :

- Clés de sol, pour améliorer la cartographie des sols : clesdesol.hub.inrae.fr
- QUBS, Qualité Biologique des Sols, pour observer et recenser les organismes vivants (vers de terre, fourmis, escargots...) : qubs.fr
- Jardibiodiv, pour observer la biodiversité des sols du jardin : ephytia.inra.fr

Par ailleurs, l'Université de Rennes, en collaboration avec le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), a mis en place l'Observatoire Participatif des Vers de Terre (OPVT). Il propose une méthode simplifiée d'observation et de comptage des vers de terre et s'adresse à toutes les personnes volontaires. Les données pourront ainsi être collectées et analysées au niveau national.

EN SAVOIR +



Consultez le site
ecobiosoil.univ-rennes1.fr



Consultez le site dédié à la
biodiversité en milieu agricole



Retrouvez la majorité des
observatoires participatifs sur
open-sciencesparticipatives.org

PARTICIPER À UNE FRESQUE DU SOL

La Fresque du Sol est un atelier ludique et collaboratif, développé par l'ADEME et l'AFES, et diffusé sous licence *creative commons* par un réseau d'animateurs permet de comprendre le fonctionnement des sols et les enjeux liés à leur préservation.

En 3 heures, à l'aide d'un jeu de 50 cartes, elle explique ce qu'est un sol, comment il se forme et quelles sont ses fonctions écologiques,

quels sont les services qu'il rend, les menaces qui pèsent sur ces services et les actions que l'on peut engager pour le préserver. Il existe aussi un atelier en format 1 heure, ainsi qu'une version pour les 8-12 ans et des versions traduites (anglais, espagnol, italien, néerlandais, chinois, khmer...).

Pour participer à une fresque, retrouvez les dates des ateliers sur : fresquedusol.com

L'ADEME À VOS CÔTÉS

À l'ADEME — l'Agence de la transition écologique —, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines — énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... — nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche, du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers

