

Diagnostiquer son sol

La transition vers des pratiques d'**Agriculture de Conservation des Sols** (ACS) sous entend une remise en question de tout l'**écosystème sol**. Pour bien appréhender les changements de pratiques, et prendre les bonnes décisions, il est indispensable de connaître son sol. En effet, il est bien plus qu'un substrat, c'est un écosystème **complexe** et **dynamique** aux multiples fonctionnalités. Le sol est un **système en interaction** pouvant être abordé sous 3 aspects : **physique**, **chimique** et **biologique**. Garant d'un système efficient et résilient, il mérite toute votre attention pour être soigneusement préservé.



Diagnostic physique

Diagnostiquer la **physique de son sol** peut se traduire par l'observation de sa **structure**, la détermination de sa **texture**, la mesure de sa **température** et l'évaluation de son **fonctionnement hydrique**.

→ La **structure** correspond à l'agencement des éléments solides du sol entre eux. Elle varie dans le temps et dans l'espace, et diffère selon les horizons. Elle dépend d'une combinaison de facteurs tels que la texture, le climat, l'activité biologique et les interventions humaines. Il existe 3 types de structure : particulière, compacte et fragmentaire.

Méthodes d'évaluation : profil cultural, mini profil 3D, test bêche

→ La **stabilité structurale** est la capacité d'un sol à résister aux perturbations telles que des précipitations violentes ou le travail du sol. Plus les agrégats sont stables, mieux ils résistent aux agents de dégradation. Elle dépend de la teneur en argile, en matières organiques ainsi qu'en ions calcium et sodium. L'adaptation des pratiques agricoles permet de préserver et/ou d'améliorer la stabilité structurale.

Méthodes d'évaluation : slake test

→ La **texture** correspond à la répartition granulométrique des composants du sol (argiles - limons - sables). Elle n'évolue pas dans le temps. Une texture optimale doit être équilibrée entre les trois composants.

Méthodes d'évaluation : test du boudin, analyse granulométrique

→ La **température** est également un indicateur physique. Elle varie d'un sol à l'autre sous des conditions climatiques égales. La température peut révéler des informations sur la texture, sur l'activité biologique ou sur des défauts structuraux.

Méthodes d'évaluation : thermomètre

→ Le **fonctionnement hydrique** du sol est traduit par les différents processus que l'eau (de pluie ou d'irrigation) suit quand elle arrive sur un sol. Ainsi, l'infiltration, le ruissellement, l'évaporation et la transpiration des plantes sont des procédés régis par des facteurs morphologiques, pédologiques et paysagers.

Méthodes d'évaluation : méthode gravimétrique, sonde à neutrons, réflectrométrie temporelle





Diagnostic chimique

Diagnostiquer la **chimie de son sol** c'est faire un état des lieux des **éléments nutritifs** (majeurs et secondaires) disponibles pour les plantes, et s'intéresser à son fonctionnement à travers le **pH** et la **CEC**.

→ La **quantité et la disponibilité des éléments nutritifs** est un critère primordial pour établir un diagnostic de son sol. On distingue plusieurs types d'éléments :

- Les éléments majeurs : azote, phosphore potassium soufre, calcium, magnésium
- Les oligoéléments : fer, manganèse, cuivre, bore, zinc, le molybdène
- Les métaux lourds : mercure, chrome, cadmium, plomb, nickel

Les pratiques culturales influencent la fixation des éléments dans le sol et dans le temps. Attention ! Ils peuvent être présents mais pas disponibles ou non assimilables par la plante. Attention, des apports correctifs excessifs associés à des conditions pédoclimatiques peu favorables peuvent occasionner l'intoxication de la plante et des pertes par lixiviation.

Méthodes d'évaluation : analyse de sol et appréciation visuelle

→ Le **pH**, aussi appelé "statut acido-basique" est caractérisé par la teneur en ions hydrogène et permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Le pH du sol est exprimé de deux façons :

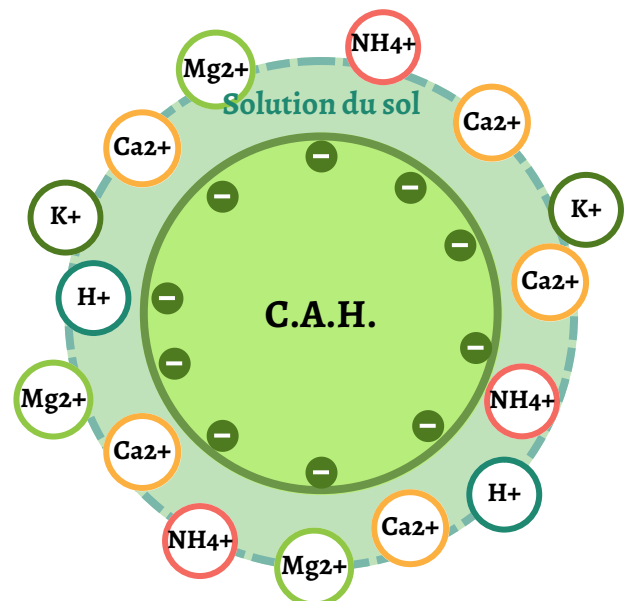
- Le pH_{eau} correspond au pH d'une suspension de terre dans l'eau, c'est le pH tel que ressenti par les organismes du sol. Sur un sol agricole son optimum se situe entre 6.3 et 6.5
- Le pH_{KCl} correspond au pH d'une suspension de terre dans une solution de chlorure de potassium

Le pH varie au cours de l'année : il est influencé par les pratiques culturales, l'activité biologique du sol et le cycle de l'azote. Le pH influence la structure du sol, la microbiologie, et la biodisponibilité des éléments.

Méthodes d'évaluation : analyse de sol, pH-mètre

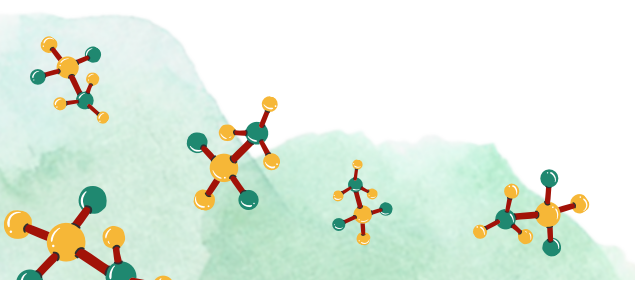
→ La **Capacité d'Echange Cationique (CEC)** correspond à la quantité en cations qu'un sol peut retenir grâce à son complexe argilo-humique (C.A.H.) : les sols à la CEC élevée (argileux) peuvent ainsi retenir davantage de cations. La CEC est un indicateur relatif du potentiel de fertilité d'un sol, estimé à partir de trois paramètres : la teneur en MO du sol, sa structure et sa teneur en argiles : la CEC peut donc évoluer !

Méthodes d'évaluation : analyse de sol



Représentation de la capacité d'échange en cation sur un complexe argilo-humique

Source : Maylis Lachaussée



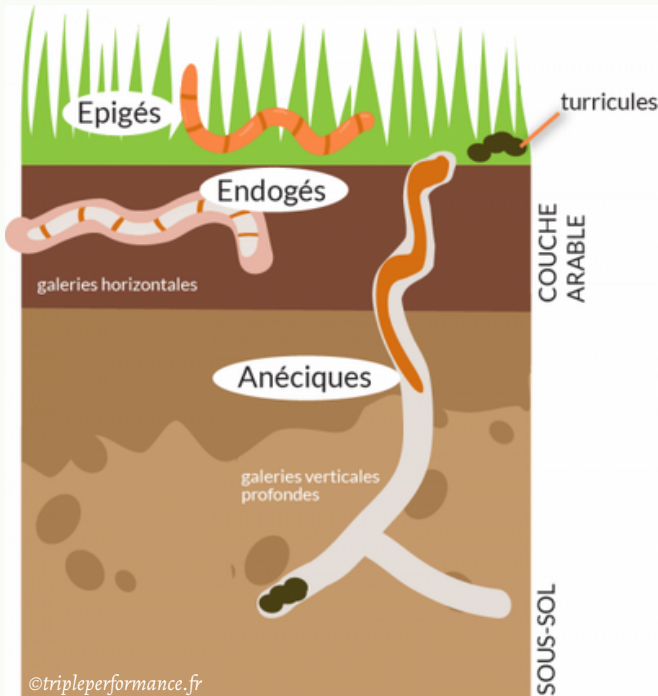


Diagnostic biologique

Diagnostiquer la **biologie de son sol**, c'est apprécier son **activité biologique**, garante de la fertilité durable de cet écosystème. Les organismes vivants d'un sol ont de nombreux rôles. Ils interviennent dans la dynamique des matières organiques, dans la biodisponibilité des éléments nutritifs, dans la biodégradation des polluants et dans la structuration des sols. La biologie du sol s'évalue à travers plusieurs indicateurs parmi lesquels les **vers de terre**, le **potentiel de dégradation** et la **matière organique** (MO).

→ Les **vers de terre** sont couramment appelés "ingénieurs du sol", et pour cause ! Ils fournissent d'incroyables services à tout l'écosystème sol : ils le labourent, le drainent, le filtrent et le fertilisent. Ils participent activement à la dégradation des MO et à la dynamique de la structure du sol via leur activité de bioturbation qui modifie la micro et la macroporosité du sol, leur réseau de galeries et leurs turricules. Ils sont sensibles au travail du sol et leur présence dans l'écosystème assure la multiplication de prédateurs généralistes en surface, capables de gérer les ravageurs des cultures. On distingue trois catégories écologiques (ou groupes fonctionnels) de vers de terre : les épigés, les endogés et les anéciques.

Les vers de terre, performants dans leur diversité



Les **Epigés** (1-5cm) vivent en surface. Petits et pigmentés, ils fragmentent la MO fraîche et participent ainsi au recyclage des résidus de culture (ou de couvert). Ils creusent peu ou pas de galeries.

Les **Endogés** (1-20cm) vivent dans l'horizon organo-minéral (0-30cm). Moyens et peu pigmentés, ils ingèrent du sol minéral pauvre en MO dans les galeries temporaires horizontales qu'ils construisent.

Les **Anéciques** (10-110cm) vivent dans l'ensemble du profil. Ils sont gros et se nourrissent de MO trouvée en surface qu'ils déplacent le long de galeries permanentes verticales et profondes. Leurs déjections (turricules) sont un concentré agrégats stables riches en MO et matières minérales disponibles pour les plantes.

Méthodes d'évaluation : profil cultural, mini profil 3D, test bêche, protocole moutarde (+ clé d'identification des vers de terre OPVT)

→ Le **C/N**, ou rapport carbone sur azote traduit la capacité d'un produit organique à se décomposer. Il est étroitement lié à la vie du sol puisque c'est elle qui recycle le produit organique en question, en sollicitant plus ou moins d'énergie (azote).

- 🌱 C/N > 25 = C en grande quantité = matière très riche en carbone --> dégradation lente, les microorganismes décomposeurs valorisent les ressources en azote du sol pour dégrader la matière --> attention aux faims d'azote !
- 🌱 C/N < 15 = C en petite quantité = matière très riche en azote --> dégradation rapide, les microorganismes décomposeurs puisent leur énergie (N) dans la matière et pas dans le sol --> libération d'azote disponible pour les plantes !

Méthodes d'évaluation : analyse de sol

→ Le **potentiel de dégradation** de la MO correspond à la capacité du sol à dégrader et recycler les MO. Il dépend de l'activité biologique (microorganismes), de l'environnement physique (climat, structure du sol) et de la disponibilité en azote.

Méthodes d'évaluation : rapport C/N, observation des résidus végétaux, analyse biologique, test du slip, test des thés vert et rooibos

→ La **matière organique (MO)** (ou les MOs) représente en moyenne entre 1 à 10% de la masse du sol et influence grandement la qualité physique, chimique, biologique du sol et les cycles biogéochimiques. Elle se définit par l'ensemble des constituants organiques vivants ou morts, d'origine animale, végétale, fongique et microbienne et est alimentée par les parties aériennes comme souterraines. On distingue 3 types de MOs :

- Les MOs vivantes sont représentées par l'ensemble des organismes en activité (champignons, micro-organismes, racines, vers de terre etc).
- Les MOs facilement décomposables sont des MOs fraîches et mortes (résidus végétaux, exsudats, cadavres, déjections) associées à des produits transitoires (métabolites).
- Les MOs stables proviennent de l'évolution des MOs précédentes et sont représentées par l'humus (70 - 90% du total) et les matières humiques.

Le carbone organique des sols est le composant principal de la MO (58% en moyenne). Son stock dans le sol dépend de 4 facteurs : sol, végétation, climat, utilisation. Plus de la moitié de son stock se concentre dans les 20-30 premiers centimètres du sol.

Il est possible d'enrichir ou de maintenir la richesse d'un sol en MO en apportant des produits organiques "résiduaux" d'origine agricole (fumiers, lisiers, composts), urbaine (boues d'épuration) ou agro-industrielle (digestats, composts). L'ensemble de ces produits organiques ont des dynamiques de dégradation dans le sol très différentes, auxquelles il est indispensable de penser au moment de l'apport. Pour approfondir, consulter la F8 "Valoriser les engrais organiques".

Le taux de MO des sols cultivés français est généralement compris entre 1.5 et 5. D'après les études de C. Chenu et P. Boivin (2021) il est lié au taux d'argile dans les sols : un sol est fonctionnel et structuré pour un rapport moyen MO/argile de 17% (min. 12% - max. 24%). Pour comprendre la dynamique du stock de MO dans votre sol, pensez à faire votre bilan humique !

Les substances humiques (acide humique et acide fulvique) sont des composés organiques qui résultent de la décomposition de la MO. Ils sont constitués de nombreux éléments chimiques (C, O, H, N, S, P...) dont la proportion varie en fonction de la nature des sols. Ces substances sont des échangeurs de cations qui influencent la dynamique des nutriments (et des polluants), elles sont ainsi actrices de la fertilité des sols. Le pH du sol influence les charges (+ ou -) qu'elles peuvent porter.

Méthodes d'évaluation : analyse de sol, profil cultural, test bêche, mini profil 3D, bilan humique (Siméos)

L'outil SIMEOS d'Agrotransfert :

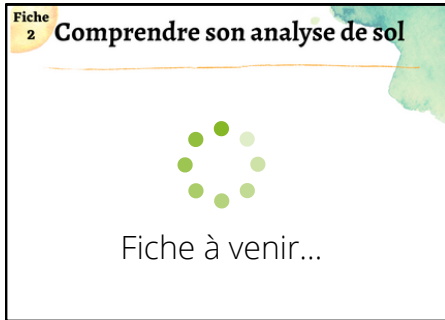
Cet outil modélise l'évolution du stock d'humus dans le sol en fonction, notamment, des conditions pédo-climatiques et des cultures composant la rotation. Les méthodes sur lesquelles il repose sont en constante évolution. La prise en compte de la granulométrie du sol ou encore le coefficient de minéralisation (K2), utilisé pour estimer les pertes annuelles de matière organique, sont les principaux axes des évolutions à venir.



→ Les **adventices** sont des bio-indicatrices qui informent sur le fonctionnement du sol et donc sur son activité biologique. Elles peuvent traduire par exemple une compaction ou un tassement, une bonne aération, un excès ou une carence en minéraux (azote, phosphore, potassium) ou en MO etc. Il faut cependant rester prudent sur l'interprétation, qui peut être faussée par l'emploi des herbicides.

Méthodes d'évaluation : appréciation visuelle, méthodologie Gérard Ducerf

Diagnostiquer son sol en 3 étapes



Le saviez-vous ?

Plus de 80% de la vie sur terre dépend de la santé du sol

En France métropolitaine, les sols renferment 6.9 gigatonnes de carbone organique, dont plus de la moitié dans les 30 premiers centimètres du sol

33% des sols à l'échelle mondiale sont dégradés

À l'échelle mondiale, le premier mètre du sol renferme entre deux à trois fois plus de carbone que l'atmosphère et trois à sept fois plus que la végétation

Chaque année en France, c'est l'équivalent de 1.5t de terre/ha qui est perdue en raison de l'érosion par ruissellement

Une prairie permanente abrite en moyenne 2.5t de vers de terre/ha alors qu'un champ cultivé en conventionnel n'en abrite qu'en moyenne 50kg/ha

La formation d'1cm de sol peut prendre jusqu'à 1000 ans

1/4 de la biodiversité terrestre se trouve dans les sols

Références bibliographiques : Néron & Alletto (2021) ; www.supagro.fr ; Projet SEBIOREF (2017) ; ecobiosoil.univ-rennes1.fr ; terre-net.fr ; Calvet *et al.* (2021) ; Chambre d'agriculture Occitanie ; Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (2022) ; FAO (2015) ; agriculturedeconservation.com



Carole Merienne : carole.merienne@haute-garonne.chambragri.fr
Sarah Singla : s.singla@laposte.net
Aubin Lafon : aubin.lafon@orange.fr

AGRICULTURES
PRODUISONS
AUTREMENT

