



**CONNAÎTRE LA MATIÈRE ORGANIQUE
ET LA BIODIVERSITÉ DU SOL
POUR LA MULTI-PERFORMANCE
DES EXPLOITATIONS AGRICOLES**



Les sols fertiles sont à la base de l'activité agricole. Une bonne gestion des sols consiste à faire en sorte que leurs caractéristiques restent ou deviennent les plus favorables possibles à la nutrition et à la bonne croissance des végétaux, et, plus largement, à développer les nombreux services écosystémiques qu'ils rendent. La fertilité des sols dépend de leurs caractéristiques physico-chimiques, de la nature, de la quantité de matière organique et de leur biodiversité. La gestion de la fertilité des sols peut être vue comme un ensemble de choix, s'appuyant sur des informations, des outils d'aide à la décision, ainsi que des indicateurs et des références associées.

La matière organique et la biodiversité du sol sont parmi les déterminants majeurs de la fertilité des sols. Mieux les connaître permet d'apprécier certains risques et d'orienter des décisions techniques pour améliorer de manière durable les conditions de production et donc les résultats de l'exploitation.

Pour qualifier les matières organiques des sols ainsi que l'abondance, la diversité et l'activité des organismes vivants, de nombreux indicateurs ont été développés depuis plus de 20 ans. Le conseil agricole et des réseaux d'agriculteurs, accompagnés par des acteurs du développement et de la recherche, utilisent déjà de tels indicateurs dans des situations concrètes de production agricole.

Vous pouvez désormais disposer d'outils suffisamment référencés pour guider plus efficacement vos choix de gestion face à divers enjeux liés aux sols : fertilité, santé du sol, biodiversité, perméabilité, rétention d'eau, sensibilité à la dégradation physique... D'autres outils peuvent être mobilisés à titre plus exploratoire car encore en cours de référencement ; des avancées majeures sont attendues dans ce domaine dans les toutes prochaines années.

Ce document vous donne des pistes pour :

- effectuer des observations et des mesures qui contribueront à améliorer votre production, que ce soit individuellement ou en groupe ;
- mobiliser des indicateurs qui vous aideront à piloter autrement, à résoudre des problèmes agronomiques tout en optimisant les usages d'intrants, à préserver le capital sol essentiel pour le succès des productions à venir, tout en contribuant à préserver les ressources naturelles et à lutter contre les changements climatiques ;
- construire et étayer vos propres initiatives.

POUR MIEUX GÉRER LA FERTILITÉ DU SOL, IL FAUT DIVERSIFIER LES ANGLES D'OBSERVATION ET ÊTRE RIGOUREUX DANS L'ÉCHANTILLONNAGE, LA MESURE ET L'INTERPRÉTATION

L'utilisation de plusieurs indicateurs complémentaires, quels qu'ils soient (biologiques, physiques ou chimiques) permet souvent d'affiner les diagnostics. En outre, certains indicateurs peuvent détecter des variations sur des temps courts (ex : communautés et activités biologiques) alors que d'autres ne sont modifiés que sur le long terme (ex : stocks de carbone). Les indicateurs à mobiliser seront différents selon les questions à résoudre ou les évolutions à suivre.

Le type de sol, le climat, la saison, les cultures en place et les itinéraires techniques mis en œuvre ainsi que l'his-

torique des parcelles ont un impact sur les résultats des mesures. Pour interpréter des indicateurs mesurés, il faut pouvoir s'appuyer sur des références, si possibles locales, et connaître le niveau optimum que l'on souhaiterait atteindre.

Les caractéristiques des sols peuvent être très variables au sein d'une même parcelle. Il est donc nécessaire de procéder à un échantillonnage rigoureux pour obtenir des résultats fiables et permettant un suivi cohérent dans le temps.

Regardez de plus près votre sol, par exemple en utilisant un simple test bêche.

Prélevez-en à l'aide d'une bêche et observez : vous y distinguerez d'abord la tenue du bloc puis, progressivement en le fractionnant, les racines et invertébrés, les cailloux, la terre fine, les mottes avec leur compacité et leur mode d'assemblage. Ce test vous renseignera sur la circulation de l'eau, de l'air et des racines dans la structure de votre sol ainsi que sur la présence d'organismes vivants. Il sera une très bonne entrée en matière pour les mesures et observations à suivre, pour comparer des parcelles entre elles.



Des bêchées de sol dans deux parcelles adjacentes. Les pratiques différentes qui y sont menées ont de forts effets sur la structure du sol, massive à gauche et agrégée et poreuse à droite ©Claire Chenu

MESURER : POUR QUOI FAIRE ?

Observer et mesurer la matière organique et la biodiversité des sols peut vous aider à résoudre des problèmes de sol, à évaluer votre capital « sol », à piloter et évaluer les effets des changements au sein de l'exploitation. Elle peut aussi vous aider à atteindre des objectifs de plus grande ampleur comme participer au stockage du carbone dans les sols agricoles et à l'atténuation du changement climatique. Observer et mesurer certains paramètres de vos sols vous permet d'appuyer vos choix de gestion et d'améliorer la performance économique et environnementale de votre exploitation.

► POUR AIDER À RÉSOUDRE DES PROBLÈMES DE SOL

➔ Les maladies et les attaques aux cultures trouvant leur origine dans les sols (bioagresseurs telluriques)

Les bioagresseurs telluriques sont des maladies ou des parasites ayant tout ou une partie de leur cycle de vie dans le sol. Les interactions entre espèces végétales, conditions initiales de l'état du sol et pratiques agricoles sont les facteurs responsables du développement de ces bioagresseurs.

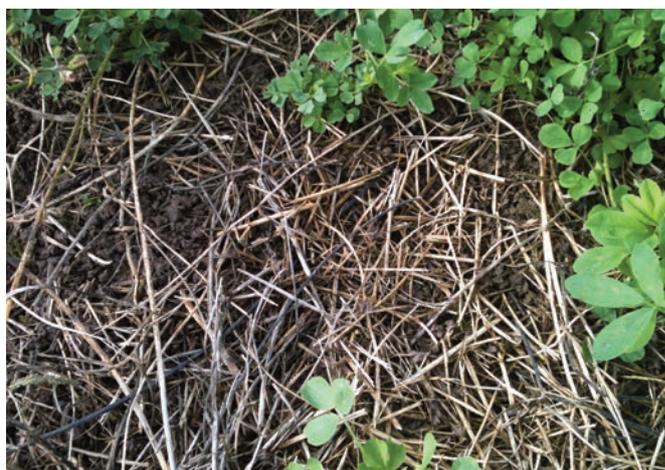
Les indicateurs biologiques pour évaluer et piloter les conditions initiales de l'état du sol (dont son état sanitaire) sont très nombreux, et en lien avec les caractéristiques physico-chimiques des sols. Par exemple, une analyse nématologique, qui quantifie tous les nématodes (petits vers ronds microscopiques) y compris phytoparasites (qui s'attaquent aux cultures), est un outil d'aide au diagnostic pour estimer les risques encourus par la culture en place ou à venir.

L'utilisation de ces indicateurs contribue à la réflexion plus globale pour choisir parmi les différentes types de stratégies de gestion possibles. Par exemple, alors que le nombre de solutions « classiques » de protection des cultures autorisées est de plus en plus limité, la diversification des cultures peut permettre d'accroître la biodiversité des sols et de renforcer la présence d'organismes potentiellement compétiteurs ou prédateurs des bioagresseurs et ainsi réduire la dépendance aux pesticides. Ces nouvelles stratégies de culture sont en cours de développement et d'évaluation.

La couverture des sols par des résidus les protège de l'action de la pluie, les enrichit en matière organique et stimule l'activité biologique / © C.Chenu

➔ Dégradations de l'état physique du sol

Les matières organiques et la biodiversité des sols contribuent à en améliorer la porosité et la structure. Les matières organiques peu évoluées permettent également de diminuer la masse volumique apparente du sol. Cela facilite la circulation de l'eau, de l'air et l'installation des systèmes racinaires, contribue à diminuer les risques de battance, et donc de difficulté de levée des semis, de compaction et de ruissellement, en particulier sur des sols limoneux. Des indicateurs relatifs au fractionnement des matières organiques du sol et les tests de stabilité structurale sont utiles pour évaluer ces risques et suivre l'effet de ces pratiques sur l'amélioration des propriétés physiques du sol. Pour certains sols très fragiles du fait de leur texture, l'évolution positive de tels indicateurs ne suffit pas à diminuer les risques. Des mesures de gestion spécifiques telles que protéger la surface du sol par un couvert végétal sont nécessaires.



► POUR ÉVALUER LE « CAPITAL SOL »

La fertilité du sol et les contraintes que certaines de ses caractéristiques entraînent pour la production (comme la pierrosité, l'excès d'eau, la texture, etc.) déterminent le potentiel agronomique et par là-même la valeur d'un sol au regard de sa mise en culture. Mieux identifier les qua-

lités du sol à partir des analyses de terre et des indicateurs pertinents aide à entretenir et à améliorer ce capital, et peuvent être notamment utilisés dans l'état des lieux pour l'établissement d'un bail rural.

L'association Terre de Liens a élaboré, avec des chercheurs, un « diagnostic HUMUS », construit pour être accessible au plus grand nombre dans le cadre de l'état des lieux pour l'établissement d'un bail rural.

Le taux de matière organique, le rapport C/N et des observations relatives à la présence de vers de terre font partie des indicateurs retenus pour l'établissement du diagnostic. Des observations de la faune sont effectuées en complément. Ces indicateurs sont associés à une analyse du contexte et à des observations sur profils de sol (structure, porosité...).

Le diagnostic est appelé à être renouvelé en fin de bail et tous les cinq ans, pour suivre collectivement l'évolution de l'état des sols.

Ce diagnostic encourage le preneur à s'engager dans des dynamiques d'observations et contribue, pour les citoyens engagés autour de la ferme, à une meilleure connaissance des sols et des objectifs liés à leur préservation.

► POUR SUIVRE ET PILOTER DES CHANGEMENTS

➔ Piloter la fertilisation autrement : la fertilisation organique

Bien gérer les apports de matières fertilisantes à la culture suppose de bien connaître son sol, d'identifier les quantités d'éléments nutritifs présents et leur disponibilité pour la plante, en complément des réflexions sur

l'équilibre de la fertilisation. Cela permet alors de choisir les apports minéraux et/ou organiques qui permettront de répondre aux besoins de la culture, mais aussi des organismes du sol.

Pour cela l'utilisation des indicateurs suivants est particulièrement utile :

Objectif	Caractérisations	Pour connaître	Pour gérer
Évaluer les conditions du sol avant apport	Test bêche	Structure et la porosité	Les conditions d'épandage (pas de tassement ou d'engorgement) Le suivi des propriétés après apport
	Fractionnement granulométrique des matières organiques	Quantité et nature des matières organiques	— Sélectionner les engrais ou amendements à apporter dont les caractéristiques répondent le mieux aux objectifs de fertilisation poursuivis
	Analyses physico-chimiques	Quantité de nutriments	
Évaluer la diversité et l'activité biologique	Diversité des organismes du sol	Potentiel de minéralisation des matières organiques apportées	— Le suivi de la qualité du sol après épandage
	Activités biologiques (ex : respiration)		

➔ Raisonner le choix d'exportation des pailles

L'exportation de pailles pour l'énergie ou les matériaux, sans aucune restitution, conduit à baisser la teneur en matière organique des sols et donc à réduire la biodiversité et l'activité biologique, ce qui dégrade de nombreuses propriétés du sol favorables aux cultures. En fonction de l'état initial des sols, il est possible que des prélèvements ponctuels ne dégradent pas les sols mais il est nécessaire de contrôler le statut organique et biologique des sols afin d'éviter de mettre en danger, à plus ou moins long terme la fertilité des sols. L'utilisation d'outils basés sur le modèle AMG (cf encadré) permet de prendre les décisions de gestion appropriées à chaque type de contexte et système de culture.

Les outils basés sur le modèle AMG développé par l'INRA sont disponibles pour les agriculteurs et leurs conseillers. Ce modèle prend en compte les entrées (restitutions par les racines, résidus de cultures, cultures intermédiaires, produits organiques) et les sorties de carbone organique via la minéralisation. Ces outils peuvent servir à simuler l'effet de différentes fréquences d'exportation des pailles ou de l'apport des cultures intermédiaires ou encore des effluents d'élevages sur la matière organique des sols.

➔ Plus largement, observer les effets des changements

L'observation de l'effet des changements sur la matière organique et la biodiversité des sols, notamment lors de modifications de systèmes de culture tels que les modifications de rotation, de modes de travail du sol ou d'apports d'intrants, peut se faire à l'aide d'indicateurs évaluant la matière organique ou l'abondance, l'activité et la diversité des microorganismes (bactéries, archées), champignons ou organismes macroscopiques (nématodes, vers de terre et collemboles, etc.).

Les effets sur les stocks de matière organique ne sont généralement pas perceptibles avant 5 ans, contrairement à l'activité biologique dont la réponse peut être beaucoup plus rapide.

Du fait de la complexité des processus impliquant la biodiversité du sol, une batterie d'indicateurs est nécessaire pour comprendre, surveiller et évaluer les impacts des pratiques agricoles sur la fertilité des sols. Par exemple, le comptage de vers de terre, la caractérisation des nématodes et des microorganismes, le test bêche, ou le levabag peuvent être combinés pour diagnostiquer l'impact des pratiques agricoles.

► POUR PARTICIPER À L'ATTEINTE D'OBJECTIFS GLOBAUX

➔ Stocker du carbone dans les sols

En plus de leurs rôles agronomiques déjà identifiés, les matières organiques du sol constituent le réservoir de carbone le plus important des écosystèmes terrestres. Les plantes absorbent du CO₂ atmosphérique via la photosynthèse, et elles restituent une partie de ce carbone au sol sous forme organique. Entretenir un bon niveau de matière organique dans les sols a non seulement un intérêt agronomique et pour la biodiversité, mais c'est aussi un moyen de contribuer aux efforts entrepris pour lutter contre les changements climatiques et s'adapter à leurs effets.

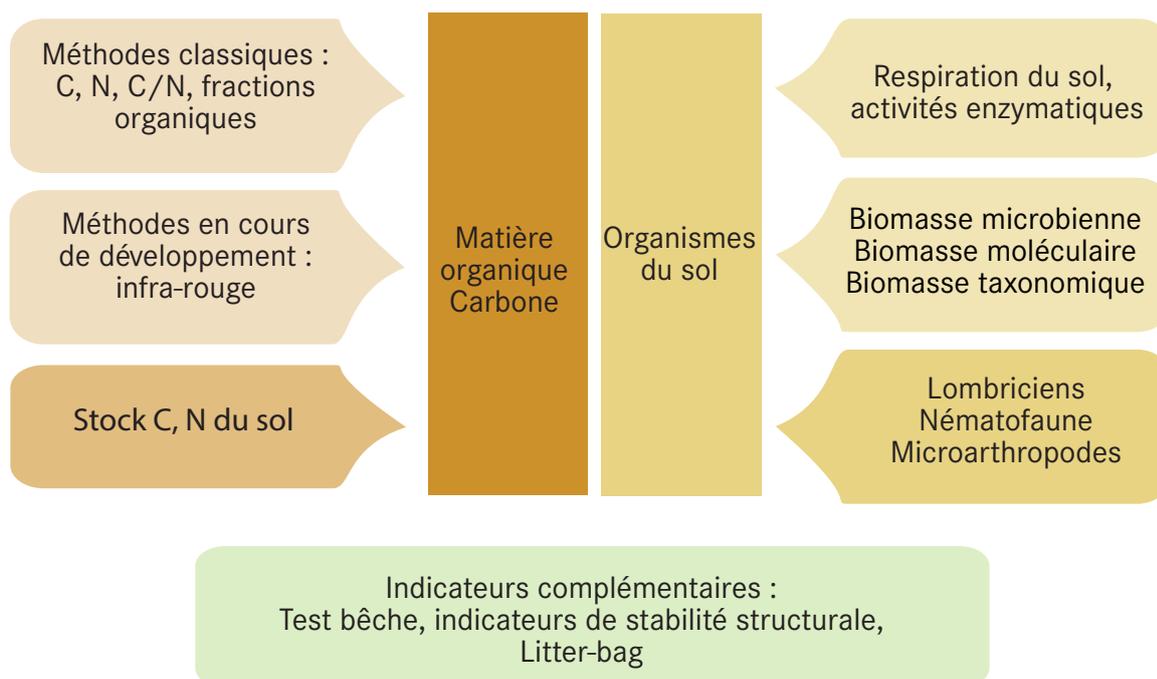
Le niveau d'accumulation, appelé aussi stock de carbone du sol, dépend d'une part des quantités de matière organique restituées au sol (résidus de culture, cultures intermédiaires, apports de produits résiduels organiques), et d'autre part de l'activité biologique consommant plus ou moins rapidement cette matière organique (source d'énergie des organismes du sol), de la texture, de la masse volumique apparente et de la profondeur du sol. Si les apports de matières organiques sont supérieurs à la biodégradation des matières organiques, il y a alors accumulation ou stockage de matière organique et donc de carbone.

Des analyses et des outils d'aide à la décision, tels que les outils basés sur le modèle AMG (cf encadré), existent pour piloter la gestion du carbone organique des sols.

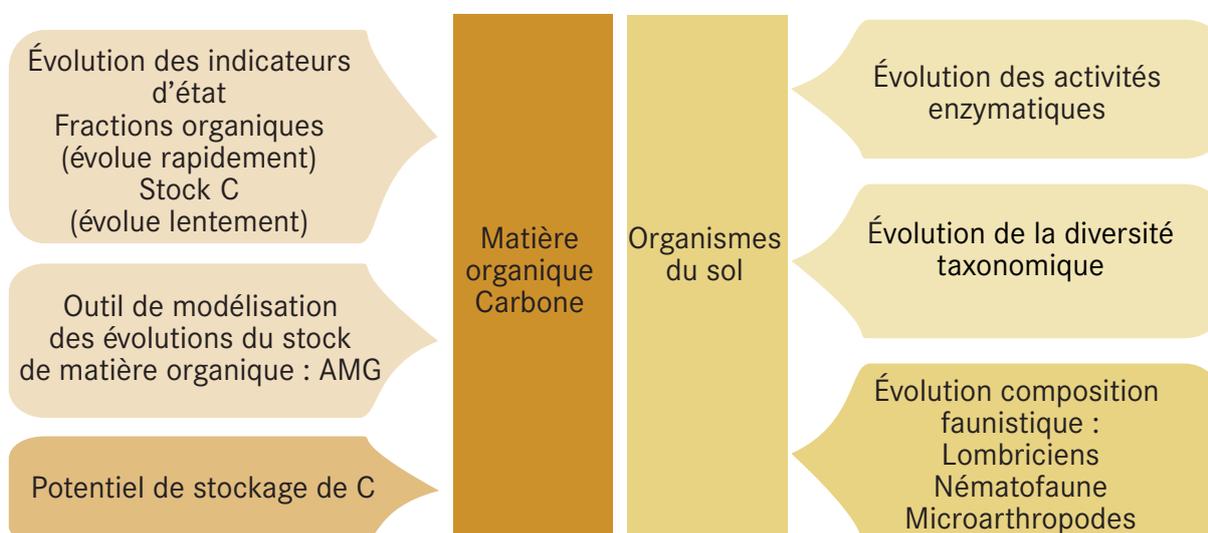
UN DOCUMENT EN LIGNE RECENSE LES INDICATEURS DISPONIBLES OU À VENIR

<http://agriculture.gouv.fr/tour-dhorizon-des-indicateurs-relatifs-letat-organique-et-biologique-des-sols>

Indicateurs d'état : Indicateurs physico-chimiques / Indicateurs biologiques



Indicateurs de suivi : Indicateurs physico-chimiques / Indicateurs biologiques



► POUR AGIR

➔ Vers qui se tourner pour un accompagnement sur la connaissance de ses sols ?

Divers organismes de développement proposent des diagnostics et délivrent des conseils, individuellement ou en groupes, sur les pratiques qui s'appuient sur la connaissance des sols de l'exploitation et la gestion de leur qualité :

- chambres d'agriculture ;
- réseaux techniques de développement et de recherche accompagnée (CIVAM, BASE, APAD, REVA...);
- coopératives ;
- instituts techniques ;
- laboratoires d'analyse de terre.

➔ Comment réaliser des analyses de sols ?

Les laboratoires d'analyse de terre proposent tous des analyses portant sur la matière organique, mais diffèrent généralement quant aux méthodes ou à la variété des indicateurs proposés.

Prenez contact avec un laboratoire accrédité* qui vous aidera à définir les analyses que vous souhaitez et la campagne de prélèvement adaptée, ou pourra réaliser ces prélèvements. Le prélèvement des échantillons doit être fait selon des méthodes rigoureuses pour pouvoir donner des résultats fiables : le laboratoire fournit ces informations en même temps qu'un kit de prélèvement. Vous remplissez ou faites remplir une fiche de renseignements sur la parcelle qui aidera le laboratoire à interpréter les résultats. Vous adressez l'ensemble au laboratoire et recevez les analyses et leur interprétation, parfois assorties de préconisations.

* Un arrêté annuel fixe la liste des laboratoires d'analyses de terre agréés (pour l'année 2017 : arrêté du 8 février 2017).



➔ Se former pour mieux connaître ses sols et intégrer leur gestion dans mes pratiques

Le site Vivéa recense un grand nombre de formations à destination des agriculteurs : dans la barre de recherche par mots-clés, renseignez « sol » et affinez votre recherche selon des critères géographiques et thématiques pour connaître les places disponibles, l'organisme formateur et le détail de chaque formation. Les organismes délivrant des conseils, les laboratoires ou les associations de territoires travaillant sur des thématiques sols peuvent également contribuer à des formations.



Février 2017

Crédits photos : ©Pascal Xicluna/Min.Agri.Fr, ©Cheick Saidou/Min.agri.fr et ©Claire Chenu/Min.agri.fr