

MON SOL FONCTIONNE-T-IL BIEN?

Un besoin primordial de références

Même si les analyses de sol se développent ces dernières années, elles ne sont pas encore un outil de gestion des sols. Elles sont pourtant un préalable indispensable, avant plantation et au cours du temps, pour assurer et maintenir un bon fonctionnement du sol. Les laboratoires proposent des analyses physico-chimiques et biologiques et interprètent les résultats en fonction de leur expertise.

Le projet DuraSolVi, piloté par le BIVB, a rassemblé les services viticoles des Chambres d'Agriculture de Côte d'Or, de Saône-et-Loire et de l'Yonne, le laboratoire SEMSE et un laboratoire de l'Université de Bourgogne (UMR ArTeHis) autour d'un réseau d'une centaine de parcelles en Bourgogne. Ce programme avait pour objectif général de donner aux vignerons des indicateurs et références leur permettant de gérer leurs itinéraires culturaux en conciliant l'entretien du patrimoine sol et la réalisation de leurs objectifs viti-vinicoles : vigueur de la vigne, rendement et qualité de la récolte.

Les analyses physico-chimiques ont été faites par les laboratoires CESAR et AUREA, l'analyse des matières organiques et de qualité biologique par le laboratoire SEMSE, selon ses méthodes, éprouvées depuis longtemps en Bourgogne.



Un sol qui fonctionne bien, ou un sol de bonne qualité, est un sol fertile, durable et multifonctionnel

(Dominique SOLTNER 2017).

Les sols sont vivants et les très nombreux êtres vivants (microorganismes, vers de terre, etc.) qui l'habitent agissent directement sur leur fonctionnement : sur les propriétés agronomiques (stabilité structurale, résistance à l'érosion) et physiochimiques (cycles de l'azote et du carbone).

La maîtrise de cette « qualité des sols » est un enjeu important pour la viticulture. Cette notion recouvre les propriétés physiques, chimiques et biologiques dont les effets propres et les interactions se traduisent par un fonctionnement plus ou moins efficace en termes de production, d'impact sur l'environnement et de durabilité des systèmes viticoles.



Actuellement, des analyses physico-chimiques standardisées sont proposées en routine par de nombreux laboratoires d'analyse de terres. Toutefois, ces analyses ne renseignent que sur les aspects « chimiques » et, en ce qui concerne la matière organique par exemple, elles ne permettent de déceler des évolutions que sur le long terme et que si elles sont importantes. Or, nous avons besoin d'outils plus sensibles et en lien plus direct avec le fonctionnement biologique des sols, notamment pour mettre en évidence des évolutions liées aux changements de pratiques culturales.

En raison de la complexité des mécanismes à l'œuvre dans les sols, il faut s'appuyer sur des bioindicateurs, qui sont des paramètres accessibles par l'analyse standardisée et utilisables pour juger de l'évolution des sols. Leur utilisation implique de pouvoir disposer de référentiels d'interprétation. C'est le travail qui a été mené entre 2018 et 2020 dans le vignoble bourguignon.



Ai-je suffisamment de matière organique dans mon sol

Après une analyse de sol, le **taux de matière organique** est donné directement par le laboratoire d'analyses. Il peut aussi se calculer de la manière suivante :

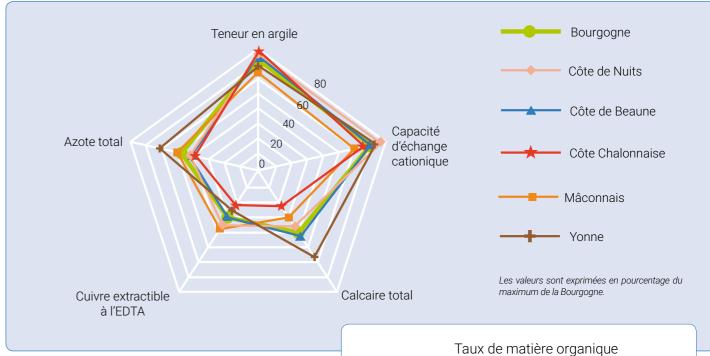
Taux de matière organique (MO) = Carbone organique \times 1,72

Le coefficient de 1,72 est couramment utilisé en France, il représente un taux de carbone moyen de la matière organique de 58%. Ce calcul donne une teneur en g/kg de sol, soit en ‰

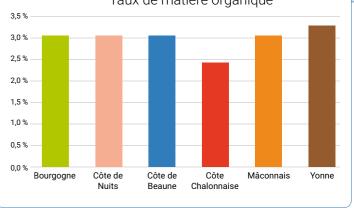
Il est aussi possible de raisonner en **stock de carbone** par la formule suivante :

Stock de carbone = Epaisseur du sol × Masse volumique de la terre × $\frac{\text{Teneur en C}}{1000}$ \downarrow T/ha T/m^3 ou g/cm^3 T/m^3

Références du projet DURASOLVI:



On retrouve une certaine homogénéité au travers des différents sols de Bourgogne avec une prédominance de terrains plutôt argileux présentant un taux satisfaisant en matière organique. En résulte une capacité d'échange cationique confortable avec en moyenne 169 meq/kg pour l'ensemble de l'échantillon observé (écart-type 36) permettant un bon stockage et relargage des éléments nutritifs. Les écarts entre les différentes régions sont souvent liés à l'antériorité de la parcelle, mais ceux-ci restent tout à fait acceptables pour le bon fonctionnement du sol. En revanche, sans grande surprise, les taux de cuivre mesurés sont très importants et dépassent à plusieurs reprises le seuil maximal pour chaque région viticole.







Quelle est la qualité de la matière organique dans mon sol

?

Le « classique » rapport Carbone organique total/ azote organique total d'un sol renseigne sur le fonctionnement du sol : état de dégradation des MO, blocages, etc. C'est une donnée complémentaire essentielle au taux de MO d'un sol. De la même manière que le taux de MO, le rapport C/N donne une tendance sur l'ensemble du pool de MO (majoritairement MO stabilisées ou MOS – voir plus bas). C'est donc une donnée qui évolue sur le long terme, peu sensible aux changements de pratiques mais témoignant de l'historique de la parcelle.

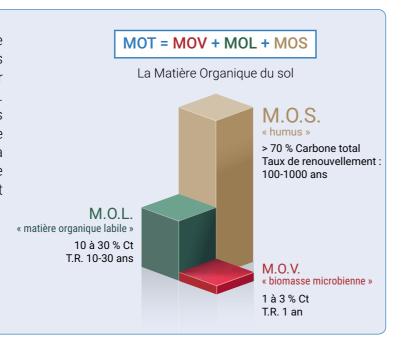
C/N élevé >12 : faible dégradation des matières organiques du sol.

C/N faible <8 : dégradation rapide des matières organiques du sol, activité trop importante du sol.

La matière organique du sol n'est pas un ensemble homogène. Elle est formée de différents compartiments qui se distinguent par leur fonctionnalité et leur renouvellement (turn-over). Plusieurs techniques d'approche existent, nous avons choisi de décrire celle proposée par le laboratoire SEMSE. Ce laboratoire propose, au-delà de la mesure des stocks totaux, de donner une représentation analytique plus fine du « statut organique » du sol en considérant que

la matière organique totale (MOT) est constituée

- de matière organique vivante (MOV)
- de matières organiques labiles (MOL)
- et de matières organiques stables (MOS)

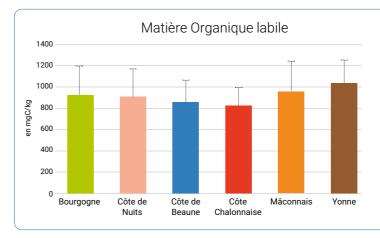


Biomasse microbienne ou Matières Organiques Vivantes (MOV) qui mesure le carbone organique réellement sous forme « vivante » et quantifie de façon fiable l'abondance des microorganismes (bactéries, champignons...). C'est le compartiment le plus affecté, dans un sens ou un autre, par la plupart des pratiques culturales. L'évolution dans le temps du rapport MOV/MOT (ou C-Biomasse en % du C total) renseigne très tôt sur le sens d'évolution des stocks (enrichissement ou appauvrissement).

La biomasse microbienne est mesurée par la technique de fumigation au chloroforme (mesure normalisée ISO 14.240-2). C'est le paramètre biologique le plus couramment utilisé en France et dans le monde pour des préoccupations agronomiques et environnementales.

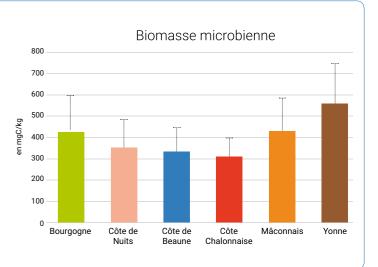
Matières Organiques Labiles (MOL) qui reflètent le « statut organique » de la parcelle en mesurant la fraction réactive de la matière organique, par opposition à la matière organique stable.

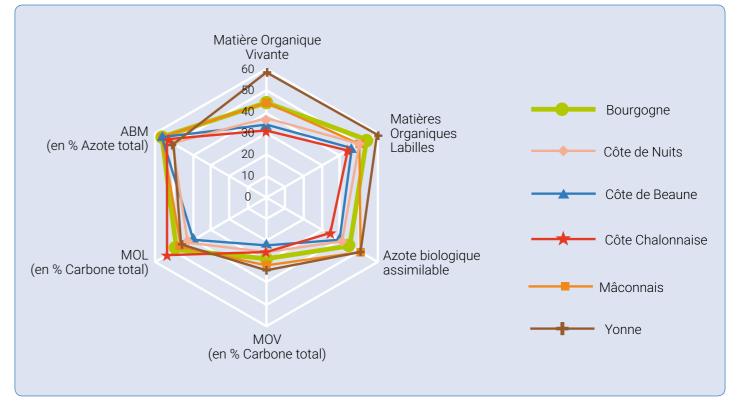
Résultats du projet DURASOLVI :



Les matières organiques labiles (MOL) qui sont facilement oxydables témoignent d'un statut organique satisfaisant dans la plupart des cas. A l'évidence, les sols viticoles de Bourgogne font l'objet d'un bon entretien organique. Dans quelques situations où les niveaux de matières organiques labiles apparaissent plus faibles, il est probable que le « bon » sol ait en partie disparu à cause de phénomènes d'érosion.

La biomasse microbienne des sols viticoles (MOV) de Bourgogne s'établit en moyenne à près de 430 mg C/kg sol, ce qui témoigne d'une bonne qualité biologique des sols. On observe toutefois de fortes variations (de 130 à 960 mg C/kg sol) selon les situations pédoclimatiques. l'ancienneté de la culture de la vigne sur ces parcelles (antériorité viticole), et les pratiques culturales (apports organiques, enherbement, etc.). La biomasse microbienne est légèrement inférieure à la moyenne globale pour les parcelles de Côte-d'Or et de la Côte Chalonnaise, alors qu'elle est supérieure pour les parcelles de l'Yonne. En moyenne, le carbone de la biomasse microbienne représente 2,4 % du carbone organique total des sols, ce qui est tout à fait correct pour des sols viticoles. Ce pourcentage est un peu plus bas pour les parcelles de Côte d'Or (respectivement 2,0 et 1,9 % pour la Côte de Nuits et pour la Côte de Beaune), et plus élevé (2,9 %) pour les parcelles de l'Yonne.





MON SOL, FONCTIONNE-T-IL BIEN? - ■ PAGE 5







Quelle est la qualité biologique de mon sol

?

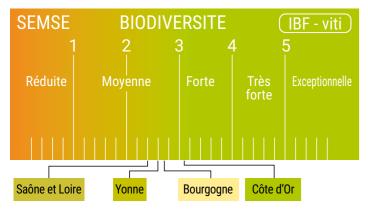
La « qualité biologique des sols » fait référence à l'abondance, à l'activité et à la diversité des êtres vivants qui peuplent le sol. Comme il est matériellement impossible de tout mesurer, les investigations se limitent généralement à l'étude de sous-ensembles choisis parmi la faune, notamment les lombriciens, ou la microflore. Cette dernière représente en masse la plus grande part des organismes vivants du sol et elle constitue un acteur majeur des cycles du C, de l'N, entre autres. En raison de l'extraordinaire complexité biologique du sol, la démarche naturelle est de s'appuyer sur des « bio-indicateurs », qui sont des paramètres accessibles à l'analyse et utilisables pour juger de l'état biologique des sols comme pour apprécier leur évolution sous l'effet de facteurs anthropiques.

La notion de biodiversité microbienne du sol recouvre la diversité des groupes biologiques, la diversité génétique, la diversité écologique et la diversité fonctionnelle. (Chaussod & Nouaïm, 2011).

La diversité fonctionnelle fait référence aux aptitudes métaboliques de la microflore dans son ensemble, indépendamment des différents groupes d'êtres vivants. Dans la mesure où c'est le bon fonctionnement de l'écosystème sol qui nous préoccupe, cette approche est à la fois pertinente et gérable par un test pouvant être mis en œuvre en routine et pour un coût acceptable, compatible avec les attentes de la profession viticole. Cette démarche pragmatique a semblé être la voie la plus efficace pour progresser vers une approche opérationnelle dans un contexte agronomique, même si la réalité des choses est plus complexe.

Le projet DURASOLVI a testé des indicateurs terrain permettant une estimation globale de la qualité biologique des sols. Vous trouverez tous ces résultats dans la fiche « Comparaison de 6 tests indicateurs terrain pour une évaluation de la qualité biologique des sols » sur l'Extranet du BIVB.

Au laboratoire, l'indicateur est la mesure de la diversité fonctionnelle de la microflore, telle que définie par le SEMSE. C'est une méthode utilisable en routine et économiquement abordable. A partir de l'activité métabolique globale, elle définit un Indice de Biodiversité Fonctionnelle (IBF) pour évaluer ou suivre l'évolution de la biodiversité dans le sol.



Les valeurs de l'Indice de Biodiversité Fonctionnelle (IBF) varient largement selon les parcelles : de 0,9 (diversité réduite) à 4,8 (diversité très forte). Mais il y a peu de différences entre vignobles pour les valeurs moyennes, qui se situent dans la zone des valeurs moyennes à fortes de diversité fonctionnelle. Il n'apparait pas de relation entre teneur du sol en cuivre et biodiversité fonctionnelle microbienne.

Ces résultats ne concernent que les 35 parcelles du réseau BIVB et non l'ensemble des 92 parcelles échantillonnées en 2018.

QUESTION 4

Quel est le potentiel de fourniture en azote de mon sol

Pour évaluer la fourniture potentielle en azote du sol, on peut déterminer l'azote minéralisable en incubation au laboratoire puis extrapoler en unités d'azote par hectare au champ. La méthode standard normalisée est une incubation aérobie de 28 jours à 28°C (Norme ISO

Une autre méthode plus rapide et moins coûteuse pour évaluer le potentiel de fourniture du sol en azote :

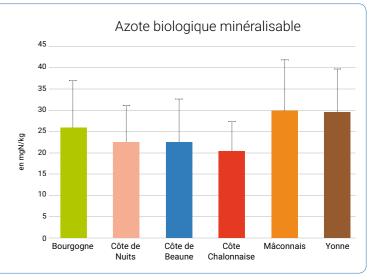
14.238).

l'Azote Biologiquement Minéralisable (ABM). Les résultats obtenus par cette méthode rapide sont bien corrélés à la méthode standard et à la fourniture du sol en azote telle qu'estimée par des essais au champ.

Cet indicateur correspond à la fraction de l'azote organique facilement minéralisable. On l'ajoute à l'azote minéral déjà présent lors du prélèvement pour estimer les fournitures potentielles du sol en azote.

En bonne cohérence avec les quantités de matière organique vivante et labile, les **fournitures potentielles en azote** sont relativement importantes, représentant en moyenne pour la Bourgogne **25 mg N/kg** pour l'horizon superficiel du sol (0-20 cm). S'y ajoute l'azote minéral déjà présent lors du prélèvement, qui se situait en moyenne à 12 mg N/kg sur 0-20 cm pour la centaine de parcelles échantillonnées en 2018. Par rapport à la moyenne générale de la Bourgogne, le potentiel de fourniture en azote est un peu plus faible en Côte d'Or et en Côte Chalonnaise alors qu'il est plus élevé dans le Mâconnais et dans l'Yonne. Ces niveaux de fournitures d'azote par le sol sont à mettre en relation avec le bon entretien organique des sols.

(Source : réseau de parcelles du projet DuraSolVi)



Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats des mesures biologiques dépend de divers facteurs : type de sol, antériorité viticole, pratiques culturales, etc. Il est donc nécessaire de disposer de valeurs «de référence» pour interpréter correctement les résultats des mesures biologiques. De telles mesures doivent être réalisées selon un protocole standardisé et sur des échantillons de sol parfaitement caractérisés en termes de localisation, contexte pédoclimatique et historique cultural.

Les résultats du projet DURASOLVI, présentés de façon synthétique ci-dessus, concernent des échantillons de sol prélevés en 2018. Une fiche

d'interprétation a été réalisée pour chacune des 100 parcelles du projet. Les mesures biologiques ont été interprétées en comparaison avec les valeurs moyennes du vignoble d'origine de la parcelle et en tenant compte des résultats des mesures physicochimiques ainsi que des informations fournies par les viticulteurs sur l'antériorité viticole et sur leurs pratiques.

Ces premières données ne permettent pas encore d'établir de liens statistiques entre les pratiques viticoles et les indicateurs de qualité des sols utilisés. Ce travail d'investigation se poursuit.

MON SOL, FONCTIONNE-T-IL BIEN?

www.esprit-archibald.com • Imprimé, avec encres végétales, sur papier contenant 60 % de fibres recyclées, produit selon une gestion responsable des forêts, chez un imprimeur viente des forêts, chez un imprimeur menurente des forêts, chez un imprimeur menurente des forêts, chez un imprimeur menurente des forêts des forêts, chez un imprimeur menurente des forêts des forêts.

Pour en savoir plus vous pouvez consulter les documents suivants :

- (1) Chaussod R. 1996. La qualité biologique des sols : évaluation et implications. Etude et Gestion des Sols, 3, pp 261-278.
- (2) Chaussod R., Breuil M.C., Nouaïm R., Lévêque J. et Andreux F. 2000. Des mesures microbiologiques pour évaluer la fertilité des sols. La Revue des Œnologues, 95, pp 19-22.
- (3) Chaussod R et Nouaïm R. 2015. Qualité des sols viticoles ce qu'il faut savoir, plaquette BIVB, 4 p.
- (4) Chaussod R., Letessier I., Marion J., Moncomble D., Descôtes A., Meurgues O., Trarieux C., Cahurel J.Y., Chatelet B., et Nouaïm R. 2018. Connaissance et suivi de la qualité des sols en vignobles septentrionaux. Partie 1/2 : Pédologie et résilience des sols viticoles. La Revue des Œnologues, 169, pp 15-17.
- (5) Nouaïm R., Cahurel J.Y., Crozier P., Bidaut F., Sauvage D., Descôtes A., Moncomble D., Letessier I. et Chaussod R. 2019. Connaissance et suivi de la qualité des sols en vignobles septentrionaux. Partie 2/2: Pratiques culturales et durabilité de la viticulture. La Revue des Œnologues, 170 pp 19-21.

- (6) Nouaïm R. et Chaussod R. 2016. Qualité biologique des sols viticoles : du concept aux indicateurs opérationnels. synthèse SEMSE sur extranet BIVB, 23 p.
- (7) Chaussod R. et Nouaïm R. 2017. Synthèse de 20 années de travaux sur la qualité des sols viticoles de Bourgogne. Synthèse SEMSE sur extranet BIVB, 80 p.
- (8) Nouaïm R. et Chaussod R. 2015. Biodiversité microbienne et qualité du sol : des indicateurs biologiques à portée agronomique. In : 12èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse. COMFER GEMAS, Lyon, 18-19/11/2015. Communication orale + article 11 p.
- (9) Nicolardot N., Bazerolle B., Oudot M., Morvan G., Chaussod R., Vidalou F., Déplanche T. Compte-rendu de la matinée technique BIVB du 9 décembre 2016. Matière organique des sols, un bien essentiel à gérer.

D'autres références sur la qualité biologique des sols sont disponibles sur votre espace professionnel BIVB.

https://extranet.bivb.com/

Le projet DuraSolVi, piloté par le BIVB, a rassemblé les compétences des services viticoles des Chambres d'Agriculture de Côte d'Or, de Saône-et-Loire et de l'Yonne, du laboratoire SEMSE et du laboratoire de l'Université de Bourgogne (UMR ArTeHis).

PÔLE TECHNIQUE ET QUALITÉ DU BIVB CITVB

6 rue du 16° chasseurs - 21200 Beaune Tél. 03 80 26 23 74 technique@bivb.com





