

Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu Rural
Groupement Régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur

JOURNEES DE FORMATIONS

Gestion de la fertilité des sols, Gagner en autonomie et en économie

22 et 28 novembre 2011

Compte-rendu

Journée du mardi 22 novembre

Vie des sols - Dynamiques et composantes de la fertilité Méthodes d'observation du sol et mise en question des pratiques

Intervenant : **Karim RIMAN**, consultant en agriculture écologique

*chez Marie et Jean-Michel ROL – EARL Le jardin des 1000 couleurs
Chemin de Sénas, Quartier Gardet - 13370 Mallemort*

× Matinée

Objectif de présenter la vie des sols et de fournir une analyse de la fertilité physique, organique, biologique et minérale.

Particularités du maraîchage :

Du point de vue agronomique, le maraîchage est le système de culture le plus intensif. Il tend à déséquilibrer ou épuiser la fertilité à court et moyen termes, si la pratique n'est pas adaptée aux caractéristiques du sol et du climat.

Notion d'intensivité liée à : la succession intensive de cultures, la pratique fréquente de l'irrigation et la salinité du sol que cela peut entraîner, au poids de la pression foncière.

Le phénomène de « pression » sur le sol est accentué :

- sous tunnels / serres
- en rotations courtes
- en l'absence de repos du sol ou engrais verts
- en l'absence d'amendements (emploi exclusif d'engrais)
- en sols légers et/ou acides
- lorsque le sol est travaillé sur une faible profondeur, avec des outils animés ou rotatifs

L'activité biologique des sols n'est pas nécessairement plus intense en culture biologique qu'en conventionnel, même si les produits utilisés sont organiques.

Il existe notamment des techniques qui violentent la biologie des sols : solarisation, traitement thermique, qui provoquent sur l'activité microbienne un effet comparable à la désinfection chimique.

Ces systèmes peuvent donc entraîner une « fatigue » du sol :

mauvaise structure, tassement, mauvaise pénétration des racines, asphyxie, problèmes sanitaires, baisse de rendement et de qualité des produits...

Apports théoriques sur le sol :

Un sol se forme par altération d'un substratum minéral, combinée à une transformation de matières organiques.

Il en résulte une succession de couches spécifiques, mesurant de quelques centimètres à plusieurs mètres, et appelées horizons, depuis la roche mère en profondeur jusqu'à l'horizon organique en surface.

La formation d'un sol est un processus naturel très lent.

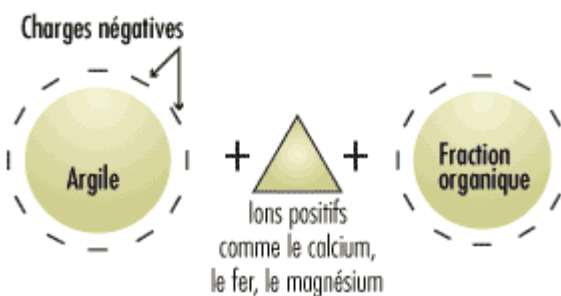
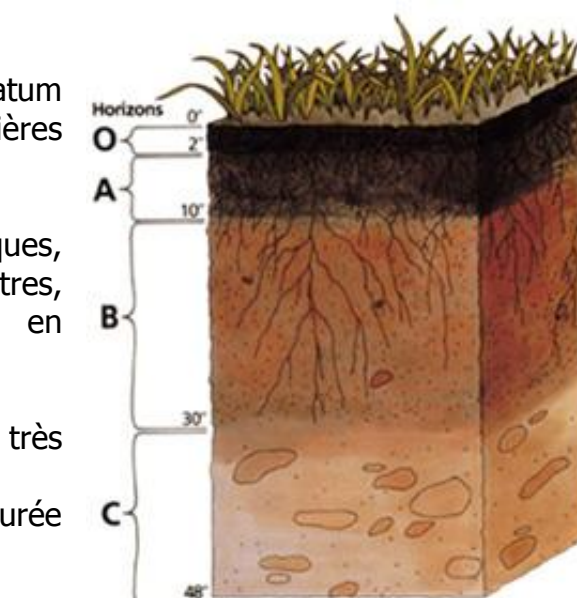
En climat tempéré, on estime à cent ans la durée nécessaire à la formation d'un cm de sol.

La structure du sol apparaît par agrégation de matières.

A l'échelle microscopique, il y a formation de complexes organo-minéraux :

Les « argiles vraies » ou les limons fins (chargés négativement) s'agrègent à l'« humus lié » (chargé négativement aussi), par l'intermédiaire d'ions à charges positives : Ca^{2+} (calcium), Mg^{2+} (magnésium), Fe^{2+} , Fe^{3+} (fer)...

L'activité biologique (mycéliums, excréments des racines et organismes du sol) joue un rôle important autour de ces complexes, dans la stabilisation des agrégats et leur liaison entre eux.



L'évolution des sols est entravée par :

- Le phénomène d'érosion : absence de couvert végétal, exposition à des conditions climatiques dures, non restitution de matières organiques,...
- La « fermeture » des horizons du sol : tassement, mauvaise communication entre les couches, faible activité biologique, encouragée par un travail à profondeur peu importante et constante

La notion de fertilité :

Il existe plusieurs définitions de la fertilité.

Dans tous les cas, il ne faut pas l'assimiler à la fertilisation.

On pourra retenir la définition suivante (notion de fécondité) :

« C'est l'aptitude à produire toute la chaîne alimentaire, des micro-organismes à l'homme, en passant par la plante et l'animal, et ceci pendant des générations » H-P Rusch.

La fertilité est une association de composantes :

- Physique : texture (=composition), qualité des argiles, structure
- Minérale : analyse chimique (teneurs en nutriments, oligo-éléments,...), Capacité d'Echange Cationique (CEC), etc.
- Biologique : biomasse microbienne, faune, flore bio-indicatrice, rapport C/N, etc.

Les matières organiques influencent chacune d'entre elles.

Remarques sur limites des analyses chimiques :

- Elles ne comptabilisent que les éléments disponibles (solubles ou facilement accessibles), alors que les organismes vivants ont sans doute la capacité de mobiliser des éléments liés (aux argiles, aux matières organiques)

> Fertilisation peut être raisonnée à partir d'éléments faussés

- Elles modifient, selon les méthodes employées, les conditions de pH, par l'utilisation des réactifs. Or le pH joue un rôle très important dans la « solubilité » des éléments.

- Il existe de nombreuses méthodes différentes pour le dosage d'un même élément, dont aucune ne donne une approximation particulièrement fiable.

Exemple du phosphore (14 méthodes d'analyse) : difficulté d'en connaître la réelle disponibilité dans le sol, et son influence sur l'activité biologique (mycorhizes en particulier)

- Les analyses chimiques sont réalisées à partir de prélèvements, sources supplémentaires d'erreur.

- Enfin, l'interprétation des résultats de l'analyse fait apparaître sa subjectivité (angle d'analyse particulier).

Remarque pour la composante biologique :

Le ver de terre est souvent considéré comme indicateur fiable de l'activité biologique.

Or il existe une grande diversité d'organismes vivants dans le sol, qui ne dépendent pas tous des mêmes caractéristiques que les lombrics. Par ailleurs on peut rencontrer une typologie de vers bien particulière, en fonction du type de sol.

> Analyses conseillées pour approcher les caractéristiques de son sol :

- Analyse physique
- Analyse de la biomasse microbienne (plus cher qu'une analyse chimique, mais plus fiable et pertinent sur le long terme)

Exemple d'une couche de sol, de 20 cm d'épaisseur sur une surface de 1 ha.

Cela représente en moyenne une masse de 3000 t/ha (densité du sol $\sim 1,5$).

On pourra trouver dans ce volume de terre :

- 500 kg à 5 t de vers de terre, soit 10 à 1000 individus /m²
- 5 à 50 t de matières microbiennes vivantes
- 3×10^{18} bactéries (soit 3 milliards de milliards)
- 150 millions de km d'hyphes (filaments) fongiques etc.

Passage en revue avec illustrations des organismes vivants du sol:

- Faune : Collemboles, nématodes, enchytréides, acariens, vers de terre, arthropodes

(myriapodes et isopodes), isoptères (termites), larves et insectes.

- Champignons, bactéries, protozoaires (animaux unicellulaires)
- Toutes les racines

Principaux organismes microscopiques du sol

Type d'organismes	Nombre par g de terre
Protozoaires	10^3 à 10^5
Algues	10^2 à 10^4
Bactéries	10^8 à 10^9
Champignons	10^4 à 10^6

Principaux organismes macroscopiques du sol

Type d'organismes	Nombre par m ²
Lombriциens	10^1 à 10^3
Mollusques	10^2 à 10^3
Enchytreides	10^2 à 10^5
Arthropodes >1mm	10^2 à 10^3
Arthropodes <1mm	10^3 à 10^4
Nématodes >0,1mm	10^6 à 10^8

La vie du sol a besoin de conditions particulières de :

- pH (relié au taux de calcium)
- température
- humidité
- oxygénation
- « nourriture » : matières organiques fraîches plutôt qu'un compost trop mûr ou engrais.

Pour adapter sa pratique (notamment les amendements) et stimuler l'activité biologique, il faudra tenir compte de ces facteurs, donc des conditions pédo-climatiques locales, et de l'influence des intrants apportés.

En volume, un sol type (limon moyen) contient approximativement :

- 50 % de partie minérale
- 20-25 % d'eau
- quelques % de matières organiques
- 20-25 % de gaz

L'analyse de la structure d'un sol :

1 – Observation générale :

Utilisation de la tarière (extraction d'une « carotte » de sol)

Utilisation de pénétromètres (appareils d'appréciation ou de mesure de la compacité)

Réalisation d'un profil (à la bêche), sur une coupe réunissant si possible toute la diversité des influences subies par le sol : passage de roue, planche cultivée, ligne d'irrigation, etc.

2 – Analyse de l'état interne des mottes :

Degré de structuration/compaction, pénétration des racines, homogénéité, traces d'activité biologique, etc.

Il existe une nomenclature des mottes en fonction de leur structure :
Gamma Γ : grumeleux, « ouvert »
Delta Δ : mottes « fermées » / ou Δ_0 lorsque cela est moins marqué
Phi Φ : intermédiaire, mottes compactes

Pour les méthodes de réalisation de profils de sol, se référer par exemple à l'ouvrage « Guide méthodologique du profil cultural » Y. Gautronneau, H. Manichon – ISARA de Lyon. Il est accessible en pdf sur internet, via le site de l'Isara ou de Karim Riman.

La flore bio-indicatrice

Prudence :

La plante doit être présente de manière significative

Prendre la période du relevé en considération

Tenir compte de l'influence des pratiques culturales (difficiles à observer en maraichage où les parcelles restent très peu inoccupées, succession rapide de cultures)

Mais les plantes bio-indicatrices peuvent donner des informations sur les caractéristiques d'un sol, permettent une typologie grossière des sols entre les parcelles, ou à l'intérieur de celles-ci.

Exemples :

Diploaxis (fausse roquette) indique une importante disponibilité d'azote,

Le mouron blanc indique l'abondance de matières organiques,

Les chardons sont des témoins de la compaction du sol.

Les pratiques améliorantes pour la vie des sols

- Rotations de cultures :

Cultures les plus variées possibles et en rotations pluri-annuelles (prairie/luzerne – céréales – légumes) avec cycles courts et cycles longs alternés.

Rotation des pratiques si possible également (exemple : déplacer les tunnels...)

> Alternance des profondeurs et volumes d'enracinement : exploration du sol

> Exploitation diversifiée des nutriments, en qualité et quantité.

> Alternance de cultures entraînant par les pratiques (nombre de passages de tracteur etc.) un tassement faible ou important

> Alternance de production / consommation d'humus, sur le cycle de la culture

> Permet une gestion des apports organiques sur la rotation :

Apport en tête de rotation avant des cultures tolérantes aux matières fraîches et ayant des besoins nutritifs importants, puis culture les années suivantes des plantes ayant des besoins moindres et/ou préférant les matières organiques décomposées, et en fin de rotation des cultures nécessitant des apports nutritifs nuls, et ne tolérant que les matières très bien décomposées.

- Engrais verts :

Culture intercalaire, que l'on installe non pour la récolte mais pour ses effets bénéfiques sur

le sol et la fertilité.

Ce sont des cultures de cycles courts, ou dont le cycle est avorté avant son terme. (fauchage/broyage, gel...)

- > Stimulation de l'activité biologique
- > Accélération de la minéralisation de l'humus
- > Ameublissement du sol / stabilisation de la structure, à court terme
- > Couverture du sol, protection contre érosion et battance.
- > Assimilation et immobilisation de nutriments et oligo-éléments sujets au lessivage ou à la lixiviation (exemple : azote). Puis restitution progressive au sol.
- > Effet répulsif contre des ravageurs (exemple : nématicide) pour certains engrais verts ;
Pression sur les adventices

Remarque : l'action en profondeur dépend de l'engrais vert choisi et de sa durée de culture

C'est une opération minutieuse :

: Nécessite une destruction (fauchage/broyage), un temps d'attente, puis un enfouissement. Ajustements et calages temporels à trouver.

: Immobilise la parcelle entre 2 et 8 mois

: Délai nécessaire entre la fin de l'engrais vert et le début de la culture suivante

: Utilisation de l'eau, assèchement possible du sol

: Gestion coûteuse en moyenne entre 150 et 300 € /ha.

Mieux vaut donc ne pas employer d'engrais verts que de mal s'y prendre...!

- **Couverture du sol** : paillage, mulch, Bois Raméal Fragmenté (BRF)

- **Techniques Culturelles Simplifiées** (TCS) aussi appelées pour certaines d'entre elles Techniques de Labour Superficiel (TLS).

Remarque : Les essais et expérimentations réalisés semblent montrer que seuls des travaux très superficiels ou des techniques de semis direct permettent une augmentation significative de la population de lombrics.

Selon le passé cultural, certains travaux superficiels nécessiteraient au préalable une décompaction en profondeur (sous-sollage) pour montrer des résultats positifs et durables sur l'activité biologique.

Ce ne sont en tout cas pas les outils de travail du sol en eux-mêmes qui sont néfastes, mais leur fréquence d'utilisation, leur période de passage.

- Planches permanentes :

Peu d'applications et de résultats connus.

Les expérimentations du GRAB ne montrent pas des résultats probants en Provence.

Notions sur la matière organique :

Les M.O. fraîches tendent à dynamiser l'activité biologique (nourriture)

Les M.O. bien décomposées permettent d'augmenter la structuration et la porosité du sol

(humus stable)

Evolution dans le sol :

Les matières organiques fraîches peuvent subir

- une minéralisation rapide, les transformant en éléments minéraux solubles
- une humification, aboutissant à la formation d'humus stable (colloïdes insolubles)

L'humus stable subit lui-même une minéralisation lente, libérant au cours de sa décomposition des éléments minéraux dissous.

× **Après-midi**

Objectif: mettre en pratique les techniques de base de l'observation d'un sol et d'analyser les solutions qui s'offrent au producteur pour en améliorer la fertilité, au regard des observations.

Les participants se divisent en deux groupes :

Un premier visite l'exploitation de M. et Mme ROL, en compagnie des agriculteurs, et échange sur les pratiques, les contraintes de production et de commercialisation, etc.

L'autre réalise avec Karim Riman des observations du sol sous l'un des tunnels.

1 – Utilisation de la tarière

Cet outil donne une approche globale de la profondeur du sol, de sa texture (composition), mais n'indique rien sur la structure.

Constats :

- Sol profond (plus d'un mètre)
- Au toucher : Texture = sol fin, limoneux, <5% d'argiles (Les limons se remarquent au côté soyeux, et restent entre les empreintes digitales. Les sables apportent un toucher plus rugueux.)
- Test à l'acide positif (effervescence) sur toute l'épaisseur : sol calcaire
- Relative homogénéité de couleur et de texture



Donc :

Structure fragile qui a tendance à se compacter facilement.

Sol à faible capacité de fixation intrinsèque des nutriments, mais pouvant abriter des réserves conséquentes sur la profondeur.

Les questions sont alors :

Est-ce que les cultures exploitent au maximum ce volume important de sol ?

Qu'est ce qui peut dans les pratiques de l'agriculteur (irrigation, paillage, amendements) favoriser une exploration maximale par les racines ?

A priori :

L'irrigation induit une compaction supplémentaire > Apports d'eau seraient à fractionner.

Des engrais verts permettraient de limiter l'effet des pluies et du vent (érosion, lessivage) en situation de plein champ.

2 – Utilisation du pénétromètre

Les différents pénétromètres permettent d'apprécier (« simple tige ») ou de mesurer (dispositif à aiguilles), en fonction de la facilité d'enfoncement, la compacité du sol.

Les observations révèlent la présence d'une couche compactée, entre environ 15-20 et 40 cm de profondeur.



3 – Réalisation d'un profil et analyse de la structure

Un profil sommaire du sol est réalisé, sur une ligne recoupant la planche de culture et la zone du goutte à goutte.

La coupe confirme les observations précédentes :

Le sol est peu structuré au-delà de 5-10 cm de profondeur : mottes compactes, peu friables, anguleuses (mauvaises agrégation).

Les racines de la culture précédente (haricots grimpants) sont surtout réparties dans les 15 premiers cm de sol et n'ont que très peu pénétré les mottes

Les traces d'activité biologique sont surtout visibles en surface, peu de galeries en profondeur. On remarque par ailleurs des traces de matières mal décomposées en profondeur, ce qui est le signe d'une activité réduite.

On remarque par ailleurs une amplification du tassement aux abords du goutte-à-goutte.

4 – Confrontation avec les éléments apportés par les agriculteurs

Terres cultivées par le couple depuis l'année dernière seulement. Avant, monoculture de blé pendant 6 à 7 ans.

Travail du sol mis en œuvre :

Labour profond une fois par an seulement, avant la première culture (outils en provenance de la CUMA). Entre les deux cultures de la saison, travail superficiel seulement (car décalage dans le temps des mises en culture d'où l'impossibilité de faire intervenir la CUMA) : rotobèche / rotavator.

Parcelle fertilisée à partir de compost produit localement (Girardin?), d'engrais organiques et tourteaux de ricin (bouchons organiques), mais pas amendée.

Avec du recul, irrigation un peu excessive.

5 – Recommandations sur des pratiques améliorantes

Décompactation préalable (sous-solleuse), puis amendement organique (matières fraîches), engrais vert ou culture décompactante : sorgho, luzerne (efficace seulement en plusieurs années).

Si l'espace le permet, déplacement régulier des tunnels, ou plus réaliste, rotation importante entre les parcelles sous serre.

Si le temps le permet, mise en repos régulier des terres (non passage du tracteur, cycles plus long d'où une meilleure exploration, diversité de plantes,...)

Bibliographie proposée

- *Le sol, la terre, les champs* – C. et L. Bourguignon - Editions Sang de la Terre
 - *Le sol* – dossier INRA
 - *Les plantes bio-indicatrices, Guide des diagnostics des sols* – G. Ducerf, C. Thiry
Editions Promonature
 - *Mémento d'agriculture biologique* – K. Riman, G. Giet, A. Chatard
Editions France Agricole
 - *Connaissance du sol* – Y. Hérody - Editions BRDA
 - *Guide méthodologique du profil cultural* – Y. Gautronneau, H. Manichon -
Edité par l'ISARA de Lyon
 - *Les mycorhizes, la nouvelle révolution verte* – J.-A. Forlin, C. Planchette, Y. Pichet
Editions Quae – Multimondes
- autres publications sur le site de Karim RIMAN:
<http://www.consultant-agriculture-ecologique.com/>