

# Méthode de diagnostic de la fertilité du sol

Par Hélène Védie (GRAB)

*Depuis 3 ans, le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) étudie différentes méthodes de diagnostic de la fertilité des sols, afin de mieux connaître les informations apportées par chacune d'elle, et d'étudier la cohérence des résultats obtenus. A cette occasion le GRAB fait intervenir des experts de ces différentes techniques sur le terrain au cours d'une journée ouverte à un large public (producteurs, techniciens, étudiants...).*

L'action est conduite sur des parcelles de maraîchage de plein champ exploitées en agriculture biologique depuis des durées variables.

Les méthodes mises en œuvre offrent une bonne vision de la diversité des outils qui peuvent être employés, et dont les objectifs sont souvent complémentaires. L'évolution des connaissances scientifiques et des demandes exprimées sur le terrain conduit à une adaptation permanente des techniques ; c'est le cas par exemple des analyses organo-biologiques.

## Les diagnostics de terrain

La fertilité est très largement fonction des caractéristiques physiques du sol, qu'il faut savoir examiner avant de prescrire la réalisation d'analyses de laboratoire et avant d'agir en matière de techniques culturales.

■ La connaissance du sol s'appuie d'abord sur les données de la pédologie, qui permettent de caractériser la fertilité potentielle : type de sol déterminé par une succession d'horizons de texture, porosité et charge en éléments grossiers variables ; présence de discontinuités texturales ou structurales ; migrations et accumulations d'éléments (dépôts de carbonates par exemple), problèmes d'hydromorphie...

■ Le profil cultural permet de diagnostiquer objectivement l'impact des façons culturales sur la fertilité physique des sols. Cette méthode consis-

te à décrire les horizons supérieurs en identifiant les états structuraux du sol (structure continue, fragmentaire ou particulière), le mode d'assemblage, et l'état interne des mottes. Les descriptions sont repérées dans l'espace en liaison avec les passages d'outils. Le degré de compaction est apprécié par la porosité de l'horizon et des mottes à l'aide d'une nomenclature précise. Le profil cultural permet de déceler l'influence des passages de pneumatiques et des outils de travail du sol, de localiser les zones de lissage et de compaction et de préconiser des mesures curatives le cas échéant.

■ L'activité des vers de terre est un indicateur biologique intéressant et relativement simple à observer. Le nombre et le type de galeries renseignent sur l'intensité de l'activité. Le nombre et le type de vers de terre permettent d'améliorer l'information en renseignant sur l'état biologique du sol.

■ L'étude des plantes bio-indicatrices donne des indications sur l'état du milieu à une période donnée et présente l'avantage d'être facilement mise en œuvre pour peu que l'on dispose de compétences botaniques. Le postulat de base de cette méthode est que la plupart des espèces végé-



Les analyses de laboratoire permettent d'affiner le diagnostic

tales ont besoin de conditions de milieu précises pour assurer la levée de dormance de leurs graines, ces conditions étant connues par l'étude de leur biotope primaire (présence naturelle des plantes, sans intervention de l'homme). La présence de certaines espèces en parcelle cultivée peut donc être révélatrice de conditions telles que : sol calcaire ou tassé, milieu anaérobie ou riche en éléments fertilisants...

### ■ La méthode BRDA-Hérody

Cette méthode combine systématiquement les approches pédologiques et agronomiques, à la fois sur le terrain et au laboratoire.

L'approche de terrain permet de faire le point sur les données géologiques (nature des particules minérales présentes), les données climatiques et les conditions de milieu (milieu poreux et aéré ou tassé et asphyxié, niveau d'oxydo-réduction, niveau de décomposition de la matière organique...).

## Les analyses de laboratoire

Elles fournissent des informations complémentaires aux observations de terrain (détermination précise de la texture, valeur du pH), ou supplémentaires (teneurs en éléments fertilisants, caractérisation de la matière organique...). Elles permettent de tirer des conséquences pratiques sur les techniques à employer, mais constituent aussi des points de repère indispensables pour juger de l'évolution des paramètres, et donc du résultat des techniques employées sur une parcelle.

Les analyses de laboratoire réalisées par le BRDA-Hérody sont des tests chimiques, non normalisés, qui vont permettre de caractériser :

- le Coefficient de Fixation (CF) qui donne la mesure de la proportion et de la qualité des argiles minéralogiques. L'interprétation des autres paramètres (Ca, Mg, acidité...) et les préconisations d'apport sont ajustées en fonction du CF ;
- les liaisons Fer et Calcium qui assurent la liaison entre les éléments organiques et particules minérales fines du sol et ainsi la formation du complexe organo-minéral (COM) ;

- les teneurs en éléments fertilisants (P, K, Mg) ;
- plusieurs compartiments de matières organiques, actives ou passives.

La spécificité des analyses Alma Terra est liée à l'évaluation biologique des sols, à partir de la caractérisation des matières organiques (MO) et de la mesure des activités microbiennes par des méthodes susceptibles d'être utilisées dans un laboratoire en routine. La méthodologie est bâtie à partir des mesures de trois grandes caractéristiques.

- La caractérisation de 2 types de MO par fractionnement physique granulométrique :
  - "MO libre", MO jeunes à minéralisation rapide,
  - "MO liée", matières évoluées de type humique.
- La mesure de la biomasse microbienne.
- La mesure des activités minéralisatrices du carbone et de l'azote.

Ces analyses permettent de définir un "statut organique" de la parcelle et d'en tirer des conséquences en terme de fourniture d'azote par minéralisation. Elles permettent aussi d'orienter les apports de matière organique vers des matières plus ou moins précurseurs d'humus.

## Les premières observations

Ces observations ont été réalisées par des spécialistes de chacune des méthodes (voir tableau 1).

Les parcelles maraîchères étudiées ont été diagnostiquées de façon globale (tour de champ, situation dans le paysage, flore spontanée...) et par des observations plus fines dans une fosse d'une profondeur de 1,5 m. Les principales caractéristiques de ces parcelles sont regroupées dans le tableau 2.

## Une structure souvent dégradée

La structure du sol est dégradée sur les trois parcelles observées. Le niveau de dégradation ne dépendant pas forcément de la sensibilité "pédologique" du sol, résultant de sa texture. En général, ce sont des interventions réalisées dans de mauvaises conditions, comme c'est bien souvent le cas en maraîchage, qui ont plus ou moins dégradé la structure.

Ainsi, sur les parcelles étudiées, la compaction de l'horizon supérieur va de 50 % du volume occupé par des mottes très compactes (site A) à 95 % du volume très compacté (site C). La

Tableau 1 : Intervenants ayant réalisé les diagnostics

Intervenant	Organisme	Méthode mise en oeuvre
Jean-Pierre PENEL	Chbre d'Agri. du Vaucluse	Profil pédologique
Yvan GAUTRONNEAU	ISARA	Profil cultural
Dominique MASSENOT	AMISOL	Méthode du BRDA-Hérody
Gérard DUCERF	PROMONATURE	Plantes bio-indicatrices
Xavier SALDUCCI	ALMA-TERRA	Analyses classiques et biologiques

Tableau 2 : Parcelles en maraîchage de plein champ ayant fait l'objet des diagnostics

Lieu	Site A	Site B	Site C
	Avignon (84), GRAB	Lambesc (13), Arnaud	St Siffret (30), Muffat
AB depuis	En conversion	30 ans (biodynamie)	15-20 ans
Type de sol	Sol limono-argileux profond, calcaire, développé sur des alluvions récentes	Sol sablo-limoneux calcaire, profond, développé sur des molasses calcaire-gréseuses du Miocène	Sol sablo-argilo-limoneux d'origine alluviale, reposant sur un substrat de grès calcaire.
Particularités	Sol sensible à la compaction et aux tassements, très calcaire (pH=8,5)	Sol peu sensible à la compaction, très calcaire (pH=8,5), un peu faible en MO	Horizons de texture discontinue Hydromorphie temporaire
Rotation culturale	Début du maraîchage après 15 ans de verger et 2 ans de friche	Salade en février, puis melon, courgette, pomme de terre...	3 ans de légumes, 1 an de céréales, engrais verts.
Fertilisation	Engrais minéraux complets avant conversion	20 t/ha compost de fumier d'ovins + 2 t/ha tourteau de ricin + préparations biodynamiques	1 à 3 t/ha d'amendement du commerce + 1,5 t/ha d'engrais de type 2/3/3 + purins de plantes.



Fosse ouverte en 2003 dans une parcelle avec engrais vert d'orge et de vesce

semelle de labour est présente dans tous les cas. La compaction peut aussi affecter les horizons situés sous la couche labourée, jusqu'à 50 cm de profondeur, avec succession de structures lamellaires (site B), ou une structure continue (site C). Ces zones compactées sont en général traversées par les racines fines, mais elles ne le sont pas, ou peu, par les racines plus grosses et les vers de terre, très peu présents sur les trois parcelles. Le volume de sol exploité est donc fortement réduit.

L'étude des plantes bio-indicatrices confirme cet état de compaction, avec notamment la présence de ravenelle polymorphe, capselle bourse à Pasteur ou plantain majeur.

Pour améliorer des structures fortement dégradées, les solutions biologiques (engrais verts...) ne suffiront pas : on est bien souvent obligé d'envisager un sous-solage, à réaliser dans de bonnes conditions (risques de lissage si le sol est trop humide, et d'émiettement si le sol est trop sec).

Il faut ensuite savoir attendre avant d'intervenir pour toute opération de travail du sol : la terre doit être bien ressuyée, d'autant plus si la parcelle est sensible à des excès d'eau temporaires. Les pneus basse pression permettent de limiter les risques de tassement.

### Des sols riches en éléments nutritifs

Les analyses de laboratoire, qu'elles soient "classiques" ou du BRDA-Hérody révèlent des sols riches en phosphore, potassium et magnésium dans les trois situations. Les stratégies de fertilisation pratiquées par les exploitants semblent donc a priori cohérentes avec les rotations culturales, bien que la situation puisse évoluer et que le jugement doive se faire sur le long terme.

### Des analyses organo-biologiques ... variées !

Dans les deux parcelles dont le sol est de nature sableuse (sites B et C), le taux de matière organique est plutôt faible, inférieur à 2 %. Cette constatation est assez courante dans les sols sableux, où la minéralisation est importante.

L'équilibre entre les formes de matières organiques, "libres" ou "liées" par les analyses Alma-Terra, ou "fugitives" ou "stables" par les analyses du BRDA, sont assez variables entre les sites, et surtout ne sont pas toujours concordantes...

L'activité microbienne est en générale satisfaisante, avec de fortes potentialités de minéralisation de l'azote (de 100

unités/ha/an sur le site C à plus de 300 unités/ha/an sur le site B).

L'optimisation du statut organique des sols semble passer par la "technique du double-apport" : un apport de MO précurseur de matières jeunes à turn-over rapide (type guano ou engrais vert) au printemps pour stimuler l'activité microbienne et un apport de MO précurseur d'humus stable à l'automne (type compost, amendement, déchets verts).

### Un premier bilan

Les méthodes de diagnostic de fertilité d'un sol mises en œuvre sur plusieurs parcelles depuis 2001 apparaissent complémentaires à bien des niveaux.

Les études de terrain, incontournables, donnent accès à de précieux renseignements que ne révélera pas l'analyse : potentiel pédologique, état de la structure, sensibilité à l'hydromorphie... Les profils pédologique et cultural, les données géologiques fournissent autant d'informations utiles à la compréhension du fonctionnement du sol et des cultures. L'étude de la flore spontanée permet de confirmer un certain nombre de caractéristiques de la parcelle ; bien qu'un peu approximative elle a le mérite d'être facilement mise en œuvre et de ne pas nécessiter d'ouverture de fosses.

Les discordances portent essentiellement sur la **typologie des matières organiques**, preuve que cette détermination, préoccupation relativement récente en analyse de laboratoire, fera encore l'objet de nombreux débats et mises au point.

Elles apparaissent peu sur l'appréciation relatives aux teneurs en éléments fertilisants dans les parcelles étudiées où les sols sont plutôt riches. Ponctuellement, en cas de teneur moins élevée, le sol est plutôt jugé "normal" en analyse classique et "pauvre" en analyse du BRDA-Hérody.

Cette action est poursuivie par le GRAB en 2004 sur de nouvelles parcelles, puis les diagnostics seront renouvelés sur les premières parcelles, afin de connaître l'évolution des paramètres mesurés après 4 ans. ■