

# Connaissance et respect des sols pour une viticulture dynamique et durable

**Karim Riman**

Consultant en agriculture écologique - Spécialiste des sols  
Accompagnant technique Viticulture - Arboriculture.  
karim.riman@free.fr

Le sol est-il statique et support de culture ? Non, il est organisme vivant, organisé et complexe, tout à l'image du vin. Une viticulture dynamique et durable se doit :

- De connaître son sol, fruit d'une longue transformation d'une roche en place ou déplacée (éboulis, colluvions ou alluvions),
- De le respecter en mettant en place de nouvelles stratégies d'entretien du sol afin de réduire l'érosion et le tassement et de préserver ces milliards d'être vivants par poignée de terre, œuvrant dans l'ombre à son service.

## Connaissance des sols

Traiter des sols sans parler de son origine géologique, n'est pas envisageable. Mais, il serait trop long ici de l'aborder et toute omission ou préférence affichée seraient impardonnables. Ainsi nous invitons le lecteur à consulter le livre fort intéressant « *Terroirs et vins de France* » itinéraires œnologiques et géologiques du BRGM (sous la direction de Charles Pomerol).

Le sol prend naissance à partir d'un matériau minéral (roches sédimentaires, éruptives ou métamorphiques) qui va être transformé (plus ou moins rapidement selon le climat) par la végétation, la faune et la biomasse microbienne, il est façonné par le climat (température, pluviométrie, durée des saisons), par la topographie (phénomènes d'entraînement,

d'appauvrissement et d'accumulation) et l'Homme.

Ces transformations sur plusieurs centaines voire milliers d'années aboutissent à une organisation verticales par couches (ou horizons) successives.

Nous caractérisons les sols par leur origine, leur texture (composition en graviers, cailloux, et éléments fins) et leur couleur. Nous évaluons leur stade d'évolution (leur âge), leur structure (degré de liaison entre les particules très fines -argiles minéralogiques et limons fins- avec l'humus) et leurs activités biologiques.

Le diagnostic des sols, par la méthode du profil, reste le meilleur moyen de découvrir son sol et l'installation de la vigne dans ce sol (enracinement). Ce diagnostic est complété par des analyses agro-pédologiques et organo-biologiques afin de déterminer :

- Sa fertilité physique
- Sa fertilité biologique et organique
- La qualité de son complexe organo-minéral
- Sa richesse minérale
- Son état d'évolution.

Il est nécessaire avant tout diagnostic de sol, de définir les unités de sol (cartes des sols du domaine) afin d'y réaliser les observations approfondies (figure 1).

## Fragilité des sols

Ce sol qui s'est construit durant des années est fragile ; cependant moins sous nos climats que sous d'autres latitudes comme

■ Figure 1



**Surface (0 cm)**

Horizon évolué, brunifié, enrichi

**40 cm**

Horizon de transition, entre l'horizon minéral et évolué

**60 cm à plus d'1 m**

Horizon « minéral », ici dépôt alluvial



fe

le climat tropical par exemple. Il sera dévitalisé et déstructuré par l'impact des rayons brûlants du soleil de l'été (destruction de la vie à la surface du sol) et des orages violents qui prennent le relais à l'automne, notamment dans le vignoble du Sud de la France. Les orages seront d'autant plus dévastateurs que les sols sont nus (désherbage chimique total), non « caillouteux », dépourvus d'argiles de qualité et pauvres en humus.

Perte par érosion en sol argilo-limoneux avec une pente de 3 à 4 % :

- Travail du sol : 3,9 T/ha/an
- Enherbement : 0,8 T/ha/an.

Source : *Chambre d'Agriculture du Var 1994*

## Respect des sols

Une viticulture respectueuse de son environnement et soucieuse de son devenir se doit de protéger, de maintenir voire d'augmenter le potentiel de fertilité de ses sols.

## Une viticulture qui limite les phénomènes d'entraînement

La vigne est une mono-culture pérenne. Elle n'a pas une forte densité racinaire pour retenir le sol, ni une végétation suffisante souvent diminuée par le rognage et l'écimage pour le couvrir (comme les arbres fruitiers à large frondaison) et réduire ainsi l'impact des rayons du soleil et des gouttelettes d'eau.

Par ailleurs, l'absence de racines d'herbe pour grumeler la terre et la faible activité biologique protégeant la structure du sol (par le mucus, le mycélium et d'autres sécrétions), sont autant de facteurs fragilisant le sol et diminuant sa fertilité.

**> Technique**

L'enherbement, qu'il soit naturel ou semé, temporaire ou permanent fait partie intégrante de la gestion du sol (**tableau 1**).

Pour nous, l'enherbement mono-variétal qu'il soit temporaire ou permanent n'est qu'une étape pour stabiliser les sols et freiner l'érosion. La bio-diversité doit être privilégiée. Dans ce domaine, tout reste à imaginer, à installer, à adapter à chaque région par la mise en place d'enherbements diversifiés et de haies composites.

La flore « indigène » peut être intéressante à gérer. Cela passe impérativement par un inventaire floristique du couvert végétal naturel au printemps et à l'automne, ceci en se guidant du précieux livre de Gérard Ducerf (*L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices*) (**photo 1**).

**Elle limite le tassement**

Le nombre élevé de passage du tracteur, le poids des outils, le travail répétitif et profond, les outils (surtout rotatifs) vont occasionner des déséquilibres et induire un tassement à des profondeurs différentes. Ceci aura un effet :

- Mécanique: Réduction de la porosité du sol avec comme conséquence la perturbation de l'exploration racinaire, l'écrasement des racines et la mauvaise circulation de l'eau.
- Biologique: Réduction du taux d'oxygène du sol entraînant des perturbations de la vie du sol avec des dérives microbiennes, accumulation de la matière organique et baisse de l'assimilation des éléments comme le phosphore, le soufre, l'azote et les oligo-éléments.
- Géochimique: par exemple la précipitation du calcaire et les risques d'encroûtement du profil.

Pour réduire le tassement:

- Réaliser un diagnostic des pneumatiques: vérification de la pression des pneus et remplacement des pneus « classiques », quand cela est possible, par des pneus larges voire extra-larges.
- Préférer les outils à dents aux outils rotatifs.
- Raisonner la protection sanitaire.
- Voir la possibilité de remplacer, pour certains travaux, le tracteur par des engins moins lourds.

**■ Tableau 1: Extrait des résultats obtenus après 25 ans d'application des différents traitements à la Station de Recherches viticoles Drăgășani - Roumanie.**

Analyse	Désherbage mécanique	Désherbage chimique	Enherbement
Agrégats stables profondeur 0-10 cm (%)	71	76	89
Porosité totale, profondeur 0-5 cm (%)	52	46	53
Humus	1,7	1,5	2,1
Bactéries 10 <sup>6</sup> /g de sol sec	209	113	413
Champignons 10 <sup>3</sup> /g de sol sec	428	234	714

**■ Tableau 2: Composition de la faune (nombre par m<sup>2</sup>).**

Lombriciens	10 à 1 000
Mollusques	100 à 1 000
Enchytreides	100 à 100 000
Arthropodes > 1 mm	100 à 1 000
Arthropodes < 1 mm	1 000 à 10 000
Nématodes > 0,1 mm	10 <sup>6</sup> à 10 <sup>8</sup>
Source: Xavier Salducci - Alma Terra.	

**Elle respecte la vie biologique du sol**

Les êtres vivants du sol interviennent à différents niveaux servant d'intermédiaires indispensables entre le monde organique et minéral. Ils participent ainsi aux processus de dégradation et d'évolution de la matière organique et ils sont aussi intermédiaires entre les racines de la vigne et les éléments nutritifs du sol. Leur répartition dans le sol est souvent hétérogène, mais concentrée surtout dans les 20 premiers cm et autour des racines. Cette vie biologique, composée de la faune et de la flore, est extrêmement riche et variée. Elle est évaluée de 5 à 15 T de matière vivante par hectare.

**La faune du sol**

La faune exerce une action physique, chimique et biologique. Sa composition est présentée dans le **tableau 2**.

« Vie et fertilité vont de pair, la vigueur des systèmes radiculaires va de pair avec la diversité de la faune » Wilcke 1963.

L'importance de l'activité de la faune est illustrée à travers l'exemple des vers de terre, qui représentent 500 kg à 5 T/ha. Ces vers de terre exercent :

**• Une action mécanique**

- La formation des galeries verticales augmente la percolation de l'eau et l'entraînement de la matière organique en profondeur. Elle diminue le ruissellement (important dans les sols méditerranéens) et la battance de certains sols compactés.

En 1975, Ehlers a montré que la porosité des sols non labourés à activité lombricienne significative était beaucoup plus forte qu'en sols labourés.

Kirkham (1981) a prouvé expérimentalement que la vitesse d'infiltration est doublée dans les sols non labourés. En effet, les galeries des lombriciens traversent tout le profil (hors labours) alors que les labours interrompent les galeries (donc l'infiltration) au niveau de la semelle de labour (**photo 2**).

- La bioturbation provoque l'enfouissement de la matière organique et la remontée de matériel minéral par les mouvements verticaux des acéniques par digestion et défécation dans des horizons différés.

Les galeries se ramifient en surface et en profondeur; leurs parois sont recouvertes d'un mélange organo-minéral rigide et enrichi en microflor.

**■ Photo 1: Enherbement naturel diversifié: plus d'une dizaine d'espèces occupant bien le sol.**

- La fragmentation des débris végétaux par les lombriciens mène à la libération des contenus cellulaires. Ce mélange intime donnera des agrégats à l'origine de la stabilité structurale sur toute la verticale du profil colonisé. La stabilisation des agrégats s'accompagnera d'une oxydation ménagée de la matière organique.

- Les dépôts des fèces des vers se font en surface sous forme de turricules lorsque le sol est compacté ou dans toutes les cavités et fissures en profondeur (**photo 3**). Ils sont à l'origine de la structure grumeleuse et de la macro-porosité du sol, qui permet la circulation des gaz, des liquides et du système racinaire.

**■ Photo 2**

- Le creusement des galeries se fait suivant deux modes :  
En sols poreux et non compactés, l'activité fousseuse consiste en une simple poussée latérale des matériaux.

En sols compactés et lourds, les lombriciens sont forcés de creuser par ingestion et défécation le long du profil.

Ainsi, la vitesse de creusement est 4 à 5 fois plus grande en sols limono-argileux qu'en sols argileux lourds (*Edwards & Lofty 1972*).

#### • Une action chimique et biologique

- Le contexte biochimique et enzymatique de l'intestin du ver de terre favorise une dégradation rapide de la matière organique. Le lombricien digère la matière organique et transforme l'énergie biochimique en énergie calorifique et mécanique. Ils entrent ainsi dans une chaîne trophique où la matière organique à C/N > 30 est dégradée en C/N proche de 8 ou 9.

Le carbone est rejeté sous forme de CO<sub>2</sub> et il libère les éléments biogènes N, P, K, S (*Bouche*).

- L'intestin du ver de terre propose également un milieu favorable à la stimulation et à l'activation de la microflore par une humidité, une température et un pH adéquats (conditions qui se perpétuent dans les fèces des vers). En 1992, Barois a prouvé cette activation de la microflore par sécrétion digestive de mucopolysaccharides.

- Les dépôts des fèces dans les horizons non colonisés mènent à un recensement de la microflore. Ce brassage est une source nouvelle de nourriture pour le monde microbien également par l'éclatement des structures d'agrégats. En effet d'après Fayolle, seulement 10 % des agrégats sont en contact avec la microflore, les 90 % restant sont hors d'atteintes sans cet éclatement. De plus, la colonisation en profondeur la

#### ■ Photo 3



met à l'abri des conditions climatiques externes.

- Les lombriciens agissent sur l'ensemble des phénomènes du sol et par conséquent sur l'activité racinaire. L'aération profonde du sol créée par l'activité lombricienne augmente le volume de la rhizosphère exploitable par les racines. De même dans les sols compactés, les racines emprunteront préférentiellement les axes des galeries (*Bouche*).

- De récentes expériences ont soulevé des interactions entre le peuplement lombricien et les nématodes phytoparasites. Le transit à travers le tube digestif du ver de terre perturbe les capacités physiologiques des nématodes à donner une descendance normale. Une microflore antagoniste serait activée lors du passage dans l'intestin du ver et la protéase responsable de ces perturbations dans le développement du peuplement des nématodes a été identifiée (*Boyer, Michellon, Reversat*).

La faune prépare l'action de la microflore.

#### La micro-flore du sol

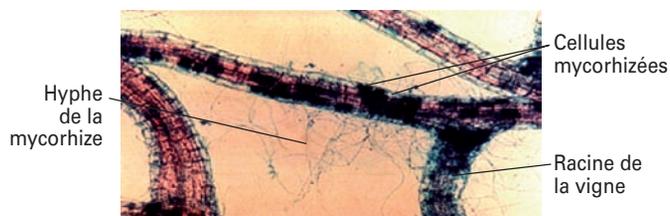
Les organismes microscopiques du sol sont nombreux, ci-après nous avons leur importance dans le premier horizon du sol (20 cm) et par gramme de terre (*tableau 3*).

#### ■ Tableau 3

Type d'organisme	Nombre par g. de terre	Par ha de terre et sur 20 cm
Protozoaires	1000 à 100 000	
Algues	100 à 10 000	
Bactéries	10 <sup>8</sup> à 10 <sup>9</sup>	3.10 <sup>18</sup> bactéries
Champignons	10 <sup>4</sup> à 10 <sup>6</sup>	150 millions de km d'hyphes

Source: Xavier Salducci - Alma Terra

#### ■ Figure 2



Les champignons filamenteux peuvent représenter de 50 jusqu'à 1000 m d'hyphes par gramme de terre.

La majorité des bactéries prélèvent leur énergie des matières organiques (amidon, cellulose, lignine, protéines), elles participent ainsi à l'humification et à la minéralisation.

D'autres bactéries fabriquent leurs propres substances organiques à partir des éléments minéraux, exemple des bactéries nitriques qui oxydent l'acide nitreux et les nitrites en acide nitrique et en nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

D'autres sont libres fixatrices d'azote type azotobacter ou associées en symbiose comme les Rhizobium (association avec les légumineuses principalement).

Les champignons du sol eux vivent soit en parasites, en saprophytes sur de la matière organique morte qu'ils transforment ou en symbiose avec des organismes vivants comme les racines des plantes (ce sont les mycorhizes).

L'importance de l'activité de la micro-flore est illustrée à travers l'exemple des endomycorhizes. Ces endomycorhizes résultent de l'association intime entre certains champignons du sol et les racines de la vigne. Leur survie dépend directement des pratiques culturales: apport d'engrais, utilisation de pesticides, travail du sol, etc. La symbiose endomycorhizienne existe depuis plusieurs millions d'années (*figure 2*).

On sait aujourd'hui que les endomycorhizes interviennent positivement dans plusieurs processus physiologiques chez les plantes (*Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées - D.G. Strullu*). Ils jouent donc un rôle déterminant non seulement dans la croissance et la vie des plantes, (de la plantation à la récolte) mais aussi dans tout le système de production y compris la gestion du sol :

- Réduction du stress à la plantation et du stress hydrique assurant une meilleure reprise des jeunes plants (surtout quand les racines ne sont pas trop raccourcies) et un meilleur développement racinaire
- Amélioration de la nutrition minérale (surtout pour les éléments peu mobiles dans le sol comme le phosphore et certains oligo-éléments), ce qui permet de valoriser la fertilité du sol et donc de réduire les quantités d'engrais apportés
- Protection vis-à-vis des pathogènes racinaires et résistance accrue des plantes d'où une diminution de la protection sanitaire

## > Technique

- Meilleure structure du sol grâce aux réseaux externes du mycélium
- Enrichissement de la microflore de la rhizosphère.

Dans la nature, l'observation des racines de plantes prélevées montrent toujours la présence d'endomycorhizes.

Cependant, dans les sols cultivés, les équilibres micro-biologiques sont souvent perturbés et modifiés à cause des diverses pratiques culturales. Cela entraîne souvent une réduction ou même une élimination des endomycorhizes dans ces sols. Cette situation de « carence en endomycorhizes » amène l'agriculteur à augmenter les intrants et l'oblige à rester dans ce « cycle infernal ».

Par exemple, l'apport de quantité élevée de fertilisants, quelles que soient leur forme et leur origine, peut entraîner une réduction des endomycorhizes. Certains éléments comme le phosphore sont très inhibiteurs. En général, les sols sont suffisamment pourvus en phosphore, mais les mycorhizes manquent pour l'assimiler correctement.

Certains fongicides, herbicides, etc. sont connus pour leur action négative sur l'activité des endomycorhizes dans les racines. De même, l'accumulation de ces matières actives dans le sol peut aussi inhiber

la germination des spores de champignons endomycorhiziens et aboutir à un taux de mycorhization trop faible dans les racines. La culture d'espèces non mycorhiziennes. (crucifères, chénopodiacées...) comme engrais vert peut abaisser le potentiel mycorhizien.

### Conditions de développement de la vie biologique du sol et nutrition de la vigne

Cette biologie du sol a besoin de conditions favorables pour se

développer et remplir sa mission de transformation, de stockage et de libération des éléments nécessaires à la vie et à la vigne.

Ces conditions sont :

- L'oxygène du sol, donc son aération (bonne structure),
- La température du sol, supérieures à 10 °C
- L'eau sans excès
- Et la « nourriture », qui sera favorisée par la gestion de l'herbe et l'apport de matière organique diversifiée, de qualité et composée.

La vigne puisera ses besoins dans sa rhizosphère. Mais cette rhizosphère sera affectée par les pratiques culturales notamment les pesticides. Il n'est pas rare de voir les symptômes d'application de désherbant sur la vigne (*voir livre d'André Crespy Reconnaître les symptômes page 58 à 62*) parfois 2 voire 4 ans après avoir arrêté le désherbage chimique.

Ainsi, la notion nutritionnelle strictement minérale ne suffit pas pour comprendre la vigne et son comportement, d'autant plus que ses besoins en éléments minéraux restent faibles (*tableau 4*). La physique du sol (porosité ver-

ticale), son activité biologique, l'ancrage de la vigne, l'équilibre entre éléments minéraux et enfin l'alimentation hydrique sont les points clefs.

**Le changement vers une agriculture raisonnée, biologique ou bio-dynamique**, relève d'une simple prise de conscience, d'un autre regard que le vigneron portera sur son sol et à son environnement. Ce sont des notions simples développées ici mais difficile à mettre en œuvre pour des raisons techniques, humaines et économiques.

Une fois la décision prise, souvent après de petits tests, la conversion démarre et peut se planifier sur 2 à 3 ans, le temps d'acquiescer l'équipement adapté, d'expliquer et de faire accepter le changement auprès de toute l'équipe de salariés.

Mon expérience dans le sud de la France depuis plus de 10 ans m'apprend que la vie reprend toujours. Mais c'est la période de convalescence du sol qui est plus ou moins longue, elle oscille entre 3 à 6 ans (*tableau 5*). Ceci en ayant recours à des pratiques simples :

- Enherbement diversifié et géré en fonction du sol et de l'état hydrique du sol (suivi tensiométrique)

- Apports de matières organiques, selon les analyses organo-biologiques; de préférence un mélange de produits d'origine animale et végétale compostés sur une courte durée afin de permettre une stimulation de l'activité microbienne et de la macrofaune du sol. Parfois le recours à des engrais organiques simples pour nourrir la vigne et éviter un sevrage violent.

- Apport complémentaire d'éléments minéraux au sol ou en foliaire afin de corriger une carence (réelle ou induite). Ces apports sont ponctuels, le temps de la convalescence.

■ **Tableau 4: Prélèvements annuels par hectare de vigne (feuilles, rameaux et grappes) Delas, 1989.**

Azote	20 à 70 kg
Phosphore	7 à 23 kg
Potassium	30 à 84 kg
Calcium	56 à 112 kg
Magnésium	10 à 25 kg
Soufre	4 à 8 kg
Cuivre	60 à 120 g/ha/an
Fer	400 à 800 g
Bore	80 à 150 g
Zinc	100 à 200 g
Molybdène	0,3 à 0,8 g

■ **Tableau 5: Évolution de la matière organique et de la Biomasse microbienne entre 2001 et 2006 suivant un programme de gestion de la matière organique et d'enherbement temporaire ou permanents selon les parcelles et les années.**

Parcelle	Matière organique		Biomasse microbienne	
	2001 Carbone total M.O. %	2006 Carbone total M.O. %	2001 Biomasse microbienne BM/C total %	2006 Biomasse microbienne BM/C total %
Parcelle 1	1,74 g/kg de terre <b>0,3 %</b>	2,8 g/kg de terre <b>0,5 % niveau reste très faible</b>	BM très faible 9 mg C/kg de terre BM/C total très faible 0,5 %	<b>BM très faible 51 mg C/kg de terre</b> BM/C total correct 1,8 %
Parcelle 2	5,14 g/kg de terre <b>0,9 %</b>	7,9 g/kg de terre <b>1,4 % niveau moyen</b>	BM très faible 61 mg C/kg BM/C correct 1,2 %	<b>BM correcte pour la vigne 173 mg C/kg</b> BM/C fort 2,2 %
Parcelle 3	5,33 g/kg de terre <b>0,9 %</b>	6,95 g/kg de terre <b>1,2 % niveau très faible</b>	BM faible 100 mg C/kg BM/C correct 1,8 %	<b>BM faible 120 mg C/kg</b> BM/C correct 1,8 %
Parcelle 4	7,55 g/kg de terre <b>1,3 %</b>	8,4 g/kg de terre <b>1,5 % niveau moyen</b>	BM faible 104 mg C/kg de terre BM/C correct 1,4 %	<b>BM 154 C/kg assez correcte pour la vigne</b> BM/C correct 1,8 %

**Pas d'amélioration**    **Légère amélioration**    **Amélioration nette**

La biomasse microbienne a été nettement améliorée. Cependant elle reste faible dans la parcelle 1; assez faible dans la parcelle 3. Le niveau de la matière organique a été moyennement amélioré. Cependant ce niveau est très faible dans la parcelle 1; assez faible dans la parcelle 3.

• Les préparations biodynamiques qui sont une aide appréciable pour améliorer l'équilibre physiologique de la vigne et son enracinement.

Ceci est accompagné d'un suivi nutritionnel de la vigne par l'analyse des rameaux et des pétioles et d'une analyse en cristallisation sensible pour évaluer l'harmonie de la plante.

La vigne présente une amélioration nette de son comportement agronomique: meilleur démarrage au printemps, disparition des symptômes de carences et d'effet du désherbant, meilleure homogénéité de la parcelle. Enfin, plus de raisin sur les parcelles qui avaient la plus faible production et la plus faible vigueur.

**Conclusion**

La diversité des sols et leur beauté ainsi que le travail du vigneron durant des générations sont la richesse de notre

viticulture et pour moi un éternel émerveillement.

Seule une Viticulture respectueuse de son environnement et soucieuse de son devenir peut assurer la transmission de ce patrimoine (*photos 4 et 5*).

Le maintien de cette richesse passe par la connaissance de son sol et la mise en place de pratiques maintenant voire améliorant son potentiel de fertilité.

Une vigne sans vie dans le sol qui :

- N'a pas exploré ses profondeurs, exploitées les fractures du rocher, empruntées les galeries des vers de terres,
  - Ne s'est pas associée avec les mycorhizes
- ne résistera pas aux changements climatiques qui nous sont annoncés et ne pourra pas exprimer le meilleur du « Terroir ».

Un sol viticole non fécond (nous préférons cette notion à celle de

■ Photo 4: Terrasses dans le Var, sur substratum Dolomitique.



la fertilité), ne sera pas inscrit dans la durée. Cette notion est empruntée à H.P. Rusch, qui définit la fécondité du sol: « son aptitude à produire toute la chaîne alimentaire, allant des micro-organismes à l'homme, en passant par la plante et l'animal, et ceci pendant des générations »

La biodynamie, est-elle la voie vers la fécondité du sol, l'harmonie de la vigne et la pleine expression du « Terroir » ? Un champ d'expérimentation et d'exploration sont ouverts. ■

■ Photo 5: Vigne installée dans le Tuf granitique en Corse.

