

La qualité des sols :

associer perceptions et analyses des scientifiques et des viticulteurs

P. Coll_(1*), R. Le Velly₍₂₎, E. Le Cadre₍₁₎ et C. Villenave₍₃₎

- 1) Montpellier SupAgro - UMR Eco&Sols (Montpellier SupAgro - INRA - IRD - CIRAD)
Bât. 12 - 2, place Pierre Viala - 34 060 Montpellier CEDEX 2
- 2) Montpellier SupAgro - UMR Innovation (Montpellier SupAgro - INRA - CIRAD)
Bât. 27 - 2, place Pierre Viala - 34 060 Montpellier CEDEX 2
- 3) IRD - UMR Eco&Sols (Montpellier SupAgro - INRA - IRD - CIRAD)
Bât. 12 - 2, place Pierre Viala - 34 060 Montpellier CEDEX 2

* : Auteur correspondant : coll.patrice@gmail.com

RÉSUMÉ

Ce travail s'inscrit dans un projet de recherche visant à proposer aux viticulteurs un outil d'évaluation de la qualité de leurs sols, afin qu'ils puissent adopter des itinéraires culturaux plus respectueux de l'environnement. Dans le but d'accroître la transférabilité de cet outil, il est nécessaire de mieux connaître quelle(s) définition(s) les viticulteurs donnent de la qualité des sols et quels moyens ils utilisent pour l'évaluer. Pour répondre à ces questions, une enquête par entretien compréhensif a été réalisée auprès de 29 viticulteurs de 4 zones différentes du Languedoc-Roussillon (sud de la France). L'enquête a montré que les registres de la qualité des sols évoqués par les viticulteurs rappellent en de nombreux points les définitions proposées par les scientifiques, mais qu'ils ne s'y superposent pas. L'étude des indicateurs utilisés par les viticulteurs a également révélé le besoin d'outils diversifiés, performants et opérationnels pour évaluer la qualité des sols.

Mots clés

Vigne, perception, qualité des sols, définition, indicateurs, facteurs explicatifs.

SUMMARY

SOIL QUALITY: Associate perceptions and analyses of scientists and wine-growers

This project is part of a more ambitious research project dealing with the evaluation of the soil quality by wine-growers in order to incite them to adopt more environmentally friendly practices. In the present article, we analysed the definitions and the indicators of soil quality they use. Such approach is particularly important to highlight the bottleneck reducing the chances of new soil quality indicators adoption by wine-growers. In order to answer these questions semi-structured interview were conducted with 29 wine-growers from 4 different areas of Languedoc-Roussillon (South of France): Montagnac (Hérault), Aigues-Mortes (Gard), Vergèze (Gard) and Saint-Hippolyte du

Fort (Gard) (Figure 1). The interviewed wine-growers used different agricultural practices, mainly soil management and fertilization, under conventional or organic viticulture (Table 1). As main results, we have first identified 4 types of discourses on soil quality. Wine-growers described their soil as (i) a production tool (Production lexicon), (ii) a tank with physical and chemical properties (Physico-chemical lexicon), (iii) a living system to protect (Living system lexicon) and (iv) a component of Terroir (Terroir lexicon) (Table 2). Interestingly, the scientists' perceptions of soil quality were very close to the wine-growers' ones. However, conceptions of the environment protection seemed more limited and local for wine-growers. In their definition of a « good » soil, wine-growers gave also more precise physical and chemical characteristics whereas scientists are usually more general. And finally, wine-growers included in the definition of soil quality the notion of Terroir. As a second result, the set of physical and chemical and biological indicators of soil quality measured in the research project (Table 3) was compared to those used by wine-growers. The scientists and wine-growers shared many indicators but the study of indicators used by wine-growers revealed the need of diversified, efficient and operational tools to evaluate soil quality. Finally, we have attempted to link the wine-growers' perceptions of soil quality with their socio-economic characteristics. However, neither the age, nor the education level, nor the size of farm, nor the type of viticulture (conventional or organic) seemed to have a determinant effect. As a consequence, we have a better estimation of the knowledge gap between researchers and wine-growers which can be used to drive research projects and popularization of new soil quality indicators.

Key-words

Vineyard, perception, soil quality, definition, indicators, explicative factors.

RESUMEN

LA CALIDAD DE LOS SUELOS: Asociar percepciones y análisis de los científicos y de los viticultores.

Este trabajo hace parte de un proyecto de investigación ambicioso que trata de la evaluación de la calidad de los suelos por los viticultores para incitarlos adoptar prácticas más respetuosas del medio ambiente. En este artículo analizamos las definiciones y los indicadores de la calidad de los suelos que usan los viticultores. Así, se condujeron entrevistas comprensivas de 29 viticultores originarios de 4 regiones de Languedoc-Rosellón (Sur de Francia): Montagnac (Hérault), Aigues-Mortes (Gard), Vergèze (Gard) y San Hipólito de la Fortaleza (Gard) (figura 1). Los viticultores entrevistados usaban prácticas de cultivos diferentes principalmente en término de modo de gestión del suelo y del tipo de fertilizantes, en viticultura convencional y orgánica (tabla 1). Identificamos en un primer tiempo 4 registros de la calidad de los suelos. Los viticultores describieron su suelo como (i) una herramienta de producción (registro producción) (ii) un tanque con propiedades físicas y químicas (registro fisicoquímico), (iii) un sistema vivo a proteger (registro sistema vivo) y un componente del "Terroir" (registro "Terroir") (tabla 2). Las percepciones de la calidad de los suelos por los científicos eran muy similares de las de los viticultores. Sin embargo, las concepciones de la protección del medio ambiente aparecieron más limitadas y en una escala más local para los viticultores. En su definición de un "bueno" suelo, los viticultores hicieron referencia a características más precisas en término de propiedades físicas y químicas mientras que los científicos quedaron muy a menudo más general. Finalmente, los viticultores incluyeron en la definición de la calidad de los suelos, la noción de "Terroir". Los indicadores físicos y químicos y biológicos de la calidad de los suelos medidos en nuestro proyecto de investigación (tabla 3) se compararon también a los indicadores usados por los viticultores. Los científicos y los viticultores compartieron numerosos indicadores pero este estudio reveló la necesidad para los viticultores de tener herramientas diversificadas, eficientes y operacionales para evaluar la calidad de los suelos. Finalmente, tentamos ligar percepciones de la calidad de los suelos por los viticultores con características socio-económicas. Sin embargo, ni la edad, ni el nivel de formación, ni el tamaño de la explotación, ni el tipo de viticultura (convencional u orgánica) no pareció tener un efecto determinante. Conocemos mejor ahora los conocimientos de los viticultores en materia de evaluación de la calidad de los suelos y de su necesidad sobre este asunto. Estos resultados podrían ser usados para conducir proyectos de investigación para facilitar la medida de nuevos indicadores de la calidad de los suelos.

Palabras clave

Viñas, percepción, definición, indicadores, factores explicativos.

En France, la vigne est conduite en grande majorité selon des pratiques conventionnelles qui ont parfois un effet défavorable sur le sol favorisant le tassement (Coulouma *et al.*, 2006), l'érosion (Le Bissonnais *et al.*, 2007), l'accumulation du cuivre (Saby *et al.*, 2011) et la diminution de la biomasse microbienne (Dequiedt *et al.*, 2011). Or, le sol joue des rôles importants pour les agroécosystèmes, notamment pour les cultures pérennes comme la vigne. Il constitue le support physique des cultures et intervient dans la nutrition hydrique et minérale des plantes. Le sol est aussi l'habitat d'une grande quantité d'organismes qui interviennent dans la structuration du sol et la dynamique de la matière organique et des éléments nutritifs. De plus, le sol est une composante essentielle du Terroir (Van Leeuwen et Seguin, 2006), notion chère à la filière vigne et vin.

Dans ce contexte, un projet de recherche a été conduit pour évaluer la qualité des sols viticoles, à partir d'indicateurs physico-chimiques et biologiques, potentiellement modifiée par les pratiques culturales. Les deux principaux objectifs de ce travail étaient (1) d'étudier les effets des pratiques culturales sur la qualité des sols et (2) de définir des gammes de variation pour ces indicateurs dans le contexte de la viticulture en Languedoc-Roussillon. L'enjeu finalisé est de proposer aux professionnels de la filière viticole un outil d'évaluation de la qualité des sols, afin qu'ils puissent en analyser la durabilité et adopter des itinéraires culturaux plus respectueux de l'environnement. Ainsi, il est nécessaire de mieux connaître les relations qu'entretiennent les viticulteurs avec leurs sols : y apportent-ils une attention particulière ? Quels sont, selon eux, les facteurs de qualité d'un sol ? Ont-ils déjà des outils d'évaluation de la qualité des sols ? A l'instar de nombreux travaux (Ali, 2003; Andrews *et al.*, 2003; Barrios *et al.*, 2006; Ericksen et Ardón, 2003; Mairura *et al.*, 2007) menés dans différents pays du monde (Bangladesh, Etats-Unis, Honduras, Nicaragua, Colombie, Pérou, Venezuela et Kenya) et sur des productions agricoles très diverses (riz, tomate, coton, maïs et pois), nous pensons que la conception d'outils d'évaluation de la qualité des sols sera d'autant plus pertinente qu'elle associera les savoirs pratiques et les préoccupations des agriculteurs aux connaissances apportées par la recherche scientifique. A notre connaissance, peu de travaux ont cherché à établir ce lien, dans le cadre de la viticulture. Même si certains ont étudié la perception des Terroirs chez les viticulteurs (Carey *et al.*, 2007; Goulet et Morlat, 2011), ils ne traitent pas directement de la qualité des sols.

Pour cela, une enquête a été réalisée par entretiens compréhensifs auprès de 29 viticulteurs originaires de 4 zones du Languedoc-Roussillon. Le contenu de ces entretiens a ensuite été comparé à celui des publications scientifiques sur la qualité des sols. Cette confrontation nous a permis d'identifier les proximités et les écarts existants entre ces deux ensembles de discours, en ce qui concerne, d'une part, la définition de la qualité des sols et, d'autre part, la nature des indicateurs

permettant de l'évaluer. Enfin, des pistes de recherche complémentaires qui permettraient de mieux comprendre les facteurs déterminant les perceptions de qualité des sols chez les viticulteurs ont été identifiées, afin d'identifier les verrous à l'adoption de nouveaux indicateurs de la qualité des sols.

MÉTHODE

Echantillonnage

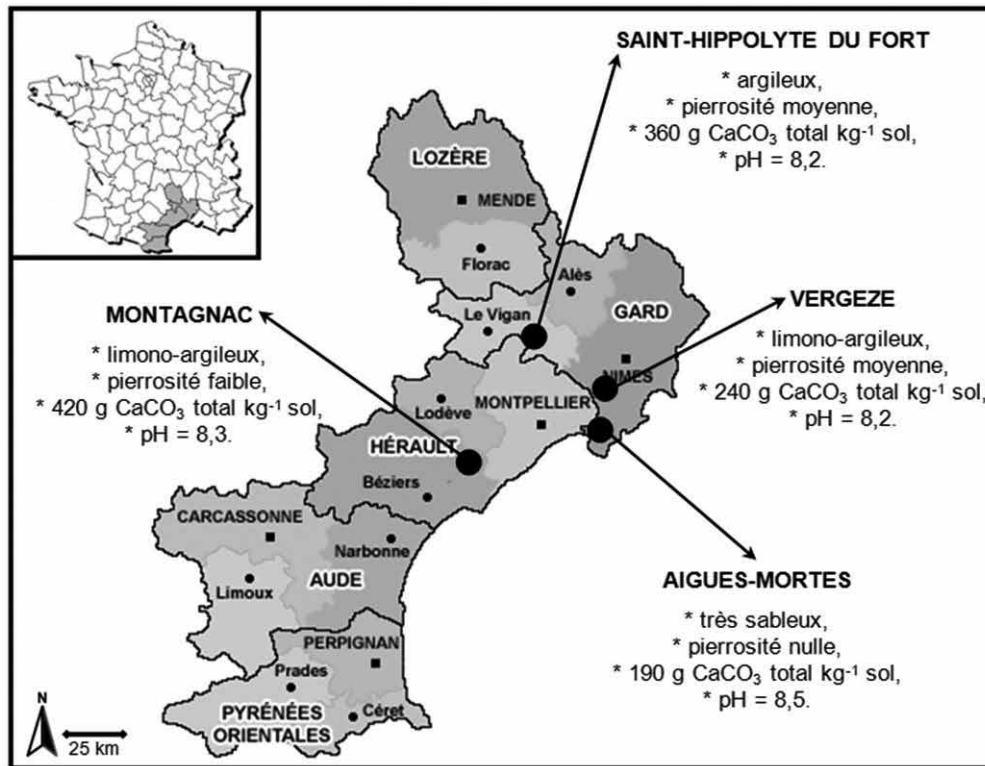
Cette étude a été conduite dans le Languedoc-Roussillon (sud de la France). Quatre zones ont été étudiées : Montagnac (Hérault), Aigues-Mortes (Gard), Vergèze (Gard) et Saint-Hippolyte du Fort (Gard). La localisation des zones d'études et le détail de leurs principales caractéristiques pédologiques sont présentés en *figure 1*. Les zones sont soumises au même type de climat méditerranéen avec $14,8 \pm 0,5$ °C de température annuelle moyenne, 728 ± 232 mm de précipitations annuelles et $1\ 310 \pm 70$ mm d'ETP Penman-Monteith annuelle (valeur moyenne basée sur des données collectées de 2000 à 2010 par Météo-France). Au total, 29 viticulteurs ont été enquêtés : 8 pour Montagnac, 5 pour Aigues-Mortes, 8 pour Vergèze et 8 pour Saint-Hippolyte du Fort. Le choix de travailler sur 4 zones déterminées a été motivé par le souhait de comprendre si le contexte, au sens large (pédoclimatique, économique, social, culturel...) pouvait expliquer les différences observées. Nous avons aussi tenu à enquêter un panel de viticulteurs aux pratiques culturales variées (mode de gestion du sol et de fertilisation principalement) en mode conventionnel ou biologique afin de déterminer si les pratiques culturales étaient liées aux différentes définitions et évaluations de la qualité des sols. Nous avons donc constitué un échantillon raisonné (*tableau 1*), construit en fonction des questions de recherche préalables, et non pas un échantillon généré par un tirage au sort au sein d'une liste des viticulteurs du Languedoc-Roussillon. Ce choix se justifiait d'autant plus que l'objectif n'était pas de mener une enquête quantitative, par questionnaire sur un grand nombre d'individus, mais d'engager des entretiens compréhensifs.

Enquête

Le recours à des entretiens compréhensifs a été motivé par l'absence d'étude préalable sur la perception de la qualité des sols par les viticulteurs. Il nous était alors impossible de rédiger un questionnaire précis et pertinent, aussi bien au regard des questions à poser que des réponses à proposer aux enquêtés. Les entretiens menés dans cette étude peuvent alors être envisagés comme un travail exploratoire, qui pourra nourrir la rédaction d'un futur questionnaire. Mais ils peuvent aussi être valorisés en tant que tels, comme le résultat d'une technique d'enquête spécifique, permettant de rendre compte de façon approfondie des pratiques

Figure 1 - Localisation des 4 zones d'étude avec leurs principales propriétés pédologiques (texture, pierrosité, teneur en calcaire (CaCO_3) total et pH).

Figure 1 - Localisation of the 4 study areas with their main soil properties (texture, stoniness, total calcareous (CaCO_3) content and pH).



des acteurs et du sens qu'ils attachent à leurs pratiques (Kaufman, 1996). L'objectif de l'enquêteur lors d'un entretien compréhensif est alors de faire parler les interviewés sur une série de thèmes prédéfinis, en les laissant s'exprimer le plus librement possible et en les invitant par des relances à préciser constamment leur pensée. Les thèmes à aborder avec les viticulteurs étaient :

- 1- Quelles sont leurs pratiques culturales ? Pourquoi avoir fait ces choix ? Quelles sont leurs principales contraintes dans leur activité ?
- 2- Comment décident-ils des types et doses d'engrais ou d'amendements à apporter et de la façon de gérer leur sol (désherbage chimique, travail du sol et enherbement) ?
- 3- Que savent-ils sur le sol ? Qu'est-ce qu'un « bon » sol selon eux ? Agissent-ils pour améliorer ou conserver la qualité de leurs sols ?
- 4- Quels indicateurs utilisent-ils pour distinguer les différents types de sols ? Évaluent-ils la qualité des sols avant d'agir ?

Les entretiens compréhensifs nécessitent plus de temps qu'une enquête par questionnaire, lors des interviews mais aussi lors de la saisie des données (retranscription intégrale).

En outre, la redondance des discours, qui apparaît au fur et à mesure de la conduite des entretiens, amène assez rapidement au sentiment d'une « saturation » de l'enquête. Ces deux constats expliquent le nombre d'interviews réalisées (29), qui peut sembler faible, mais qui correspond aux pratiques habituelles de la recherche par entretien compréhensif. Dans différents articles comparables au nôtre, le nombre d'interviewés est d'ailleurs du même ordre : 22 pour Schneider *et al.* (2010), 14 pour Andrews *et al.* (2003), 15 pour Sattler et Nagel (2010) et 12 pour Murage *et al.* (2000). Les entretiens, d'une durée moyenne de 45 minutes, ont été réalisés entre juin et octobre 2010 au domicile ou sur l'exploitation des viticulteurs. Ils ont ensuite été retranscrits et codés manuellement. L'objectif n'était alors pas de proposer une analyse statistique du contenu des discours, mais de rester le plus fidèle possible aux finesses qui y étaient exprimées, tout en s'efforçant d'y repérer des récurrences et de dégager des enseignements de nature générale, allant au-delà de l'expérience individuelle de tel ou tel viticulteur.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Quelle définition de la qualité des sols ?

La qualité des sols définie par les scientifiques

Beaucoup de définitions de la qualité des sols ont été proposées entre les années 1990 et 2000 (Arshad et Martin, 2002). La qualité des sols a été reliée uniquement à la production pour certains (Hornick, 1992; Karlen *et al.*, 1997) et uniquement à l'environnement pour d'autres (Johnson *et al.*, 1997; Warkentin, 1995). Ces deux composantes ont été intégrées par Doran et Parkin (1994) ; la qualité d'un sol est « *la capacité d'un sol à fonctionner en maintenant la productivité biologique, la qualité de l'environnement et la santé des plantes et des animaux* ». Cette définition est la plus citée aujourd'hui. D'autres précisions l'ont enrichie comme l'intégration de la notion de durabilité (Doran et Zeiss, 2000) et l'importance de considérer la qualité du sol dans un contexte donné (Doran et Safley, 1997) et pour une utilisation donnée (Martin *et al.*, 1999).

Les composantes de la qualité des sols identifiées par les viticulteurs

Dans les entretiens réalisés, les viticulteurs ont mobilisé une large gamme de caractéristiques pour s'exprimer sur la qualité de leurs sols. De leurs discours, 4 registres de perception ont été évoqués de façon exclusive ou combinée chez un même producteur : (i) le sol en tant qu'outil de production, (ii) le sol comme réservoir avec des propriétés physico-chimiques, (iii) le sol, système vivant à protéger et (iv) le sol, composante du Terroir (tableau 2).

Parmi les viticulteurs enquêtés, 9 évaluent la qualité des sols à partir de leur capacité de production. Qualité et fertilité des sols sont alors associées : « *un bon sol est un sol fertile* » (53 ans, Aigues-Mortes, viticulture conventionnelle), « *qui permet à la vigne de s'exprimer pleinement au niveau des récoltes* » (65 ans, Vergèze, viticulture biologique). Cette fertilité peut également être évaluée de façon différenciée, selon des objectifs de production. Ainsi, un viticulteur (49 ans, Vergèze, viticulture biologique) affirme « *tous les sols sont bons, cela dépend ce qu'on leur demande* ». Pour lui, « *les sols limoneux sans cailloux ont de très bons rendements et sont parfaits pour la production de jus de raisins* ».

Selon un second registre, observable dans près de la moitié de notre échantillon (13 viticulteurs), la qualité des sols est définie par leurs caractéristiques physico-chimiques. Les viticulteurs ont alors évoqué la texture du sol. C'est tout particulièrement le cas à Aigues-Mortes où les sols très sableux et à proximité de la mer génèrent deux problèmes majeurs : (1) l'érosion éolienne (par grand vent, « *les parcelles volent* » (53 ans, Aigues-Mortes, viticulture conventionnelle) et (2) la faible rétention en eau et en nutriments (« *Sur le sable, sans engrais, rien ne pousse. Ici, on ne peut faire que du conventionnel* » (80 ans, Aigues-Mortes, viticulture conventionnelle)). La pierrosité a également été évoquée à plusieurs reprises. Les cailloux sont une contrainte pour certains ; « *un bon sol en est peu ou pas pourvu* » (50 ans, Montagnac, viticulture conventionnelle) car si les parcelles sont caillouteuses, certains outils comme les charrues et la herse rotative ne peuvent être utilisés. A l'inverse, d'autres (51 ans, Montagnac, viticulture conventionnelle ; 49 ans, Vergèze, viticulture biologique) ont dit que les cailloux constituent un critère de qualité et qu'ils sont à l'« *origine de très bons vins* ». La capacité de rétention en eau est une caractéristique qui a aussi

Tableau 1 - Nombre de viticulteurs enquêtés par type de viticulture (conventionnel ou biologique) pour chaque zone.

Table 1 - Number of investigated wine-growers by type of viticulture (conventional or organic) for each area.

Zone	Viticulture	Nombre de viticulteurs enquêtés
Aigues-Mortes	conventionnelle	3
	biologique	2
Montagnac	conventionnelle	7
	biologique	1
Saint-Hippolyte du Fort	conventionnelle	4
	biologique	4
Vergèze	conventionnelle	2
	biologique	6
Total		29

été mentionnée; les viticulteurs la reliant souvent à la profondeur du sol. Nombreux enfin sont les viticulteurs qui ont parlé de la teneur en macronutriments et en matière organique. « *Un bon sol est [...] riche en matière organique* » (50 ans, Montagnac, viticulture conventionnelle). « *Les sols qui ont reçu des apports de matière organique sont plus stables, absorbent plus l'eau et ainsi les vignes résistent mieux à la sécheresse* » (35 ans, Saint-Hippolyte du Fort, viticulture biologique).

Dans un troisième registre plus présent que le précédent (19 viticulteurs), les professionnels perçoivent le sol comme un système vivant à protéger. Pour un viticulteur (52 ans, Saint-Hippolyte du Fort, viticulture conventionnelle) : « *Quand on est entomologiste et qu'on regarde un peu, on voit les bestioles qui [...] vivent, les vers qui commencent à faire des trous, les fourmis qui charrient, tout ça, tout ce qu'on voit, cette vie, cet équilibre, cette biodiversité !* ». Un autre (65 ans, Vergèze, viticulture biologique) a affirmé que dans un bon sol, « *il faut toujours qu'il y ait des vers de terre, de la vie, des petits trous dedans quand on regarde les mottes* ». Dans leur réflexion, ces agriculteurs ont considéré le sol comme une entité vivante à part entière. Plusieurs l'ont d'ailleurs personnifié en disant « *il faut que le sol vive et respire* » (53 ans, Saint-Hippolyte du Fort, viticulture biologique). D'autres (53 ans, Aigues-Mortes, viticulture conventionnelle) ont mis en garde, « *un sol c'est sûr qu'il ne faut pas le tuer* », et ont fait part de leur regret face au « *massacre* » du sol par les pratiques non respectueuses de l'environnement (51 ans, Montagnac, viticulture conventionnelle).

Une dernière notion est enfin ressortie des enquêtes : le Terroir. Sept viticulteurs ont spontanément évoqué cet aspect du sol et seulement 3 ont affirmé que le vin porte la marque du Terroir et que le sol influence le type de vin. Un d'entre eux (61 ans, Aigues-Mortes, viticulture biologique) a affirmé : « *Bien sûr qu'il y a un reflet sur le vin. [Les sols de sable] donnent des vins plus légers [...]. Le Terroir a obligatoirement un effet sur le vin.* ».

Comparaison entre les perceptions des scientifiques et celles des professionnels sur la qualité des sols

En comparant les deux types de définition, celle des scientifiques et celle des viticulteurs, nous avons remarqué des points communs. L'aspect production, présent chez les premiers, n'a bien évidemment pas été oublié par les seconds. D'ailleurs, plusieurs viticulteurs ont parlé de fertilité au lieu de qualité des sols. Bien que la définition du terme fertilité ait été autant discutée par les scientifiques que le terme qualité, il est fort probable que les viticulteurs l'associent uniquement à la notion de production. Bien que plus restrictive, cette vision semble être plus facilement perceptible par les agriculteurs. Ainsi, pour assurer le transfert entre recherche et milieu professionnel, les scientifiques ont certainement intérêt à intégrer dans leurs discours le terme fertilité en plus de celui de qualité des sols. Les viticulteurs ont aussi intégré la part de l'environnement dans la définition de la qualité des sols. Même si la notion de durabilité n'a pas été directement mobilisée

Tableau 2 - Présentation des 4 registres de la qualité des sols donnés par les viticulteurs (1) le sol en tant qu'outil de production (Production), (2) le sol comme réservoir avec des propriétés physico-chimiques (Physico-chimique), (3) le sol en tant que système vivant à protéger (Vivant) et (4) le sol, composante du Terroir (Terroir).

Table 2 - Presentation of 4 registers of soil quality given by wine-growers (1) soil as production tool (Production), (2) soil as a tank with physical and chemical properties (Physico-chimique), (3) soil as an alive system to protect (Vivant) and (4) soil, component of Terroir (Terroir).

Zone	Viticulture	Registres			
		Production	Physico-chimique	Système vivant	Terroir
Aigues-Mortes	conventionnelle	1	0	2	0
	biologique	0	2	1	1
Montagnac	conventionnelle	4	2	4	2
	biologique	0	0	1	0
Saint-Hippolyte du Fort	conventionnelle	1	2	3	2
	biologique	0	4	4	2
Vergèze	conventionnelle	0	1	0	0
	biologique	3	2	4	0
	Total	9	13	19	7

par les viticulteurs rencontrés, elle fait écho aux descriptions du sol comme un être vivant qu'il « *ne faut pas tuer* ». Sur ce point, les perceptions des viticulteurs ont cependant différé de celles des scientifiques car elles ont révélé une conception de la protection de l'environnement plus restreinte, plus locale. Les professionnels ont semblé prioritairement concernés par la durabilité de leur sol, de leurs parcelles, avant d'embrasser des problématiques environnementales plus larges (comme celles qui touchent à la dégradation des ressources en eau, par exemple). La définition d'un « *bon* » sol pour les viticulteurs est apparue comme directement associée à des caractéristiques pédologiques (profondeur, texture, pierrosité, capacité de rétention en eau, teneur en matière organique et en nutriments), alors que la littérature scientifique a développé des définitions plus générales. Les paramètres à mesurer sont décidés dans un second temps, après définition des utilisations du sol et des fonctions associées (Arshad et Martin, 2002; Bastida *et al.*, 2008). Enfin, soulignons la présence de références au Terroir dans les discours de certains viticulteurs car cette notion est absente des définitions proposées par les scientifiques (Ali, 2003; Barrios et Trejo, 2003; Ericksen et Ardón, 2003; Ingram *et al.*, 2010). Néanmoins, un tel écart est peut-être essentiellement le résultat de l'importance de cette notion en viticulture, et plus particulièrement en France.

Comment évaluer la qualité des sols ?

Les indicateurs reconnus par les scientifiques

Dans le cadre de notre projet de recherche, nous avons tout d'abord mesuré un set d'indicateurs physico-chimiques (*tableau 3*), en nous inspirant de ceux qui avaient été sélectionnés dans de précédents travaux (Arshad et Martin, 2002; Bastida *et al.*, 2008; Karlen *et al.*, 1997; Marzaioli *et al.*, 2010; Wienhold *et al.*, 2004). Nous l'avons complété par des mesures de bio-indicateurs, car les organismes du sol vivent en étroites relations avec leur environnement et donnent une évaluation du fonctionnement du sol (Franzle, 2006). Nous avons ainsi étudié les microorganismes, les nématodes libres et les vers de terre (*tableau 3*)

Les indicateurs observés par les viticulteurs

Dans les discours des viticulteurs, nous retrouvons de nombreux indicateurs physico-chimiques. Plusieurs viticulteurs ont dit observer la pierrosité et la texture de leurs sols pour en évaluer la qualité. De même, la couleur et l'odeur des sols ont été souvent données par les viticulteurs comme un indicateur de fertilité des sols. Un sol de couleur noire est « *riche en matière organique. Il suffit qu'on gratouille le sol pour s'en rendre compte* » (50 ans, Montagnac, viticulture conventionnelle). « *Une terre noire, foncée, retient mieux la chaleur et l'humidité et elle a une odeur de champignon. [...] Tandis qu'une terre stérile*

possède une couleur blanche » (65 ans, Vergèze, viticulture biologique). Enfin, nous avons également rencontré un viticulteur qui a réalisé une fosse pédologique pour évaluer la profondeur de son sol. Afin de valider leurs observations de terrain ou de les compléter, certains viticulteurs ont aussi demandé des analyses de laboratoire (texture, pH, teneur en matière organique et en éléments nutritifs majeurs (N, P et K)). Cependant, peu ont commandé des analyses de sol de façon régulière pour leur permettre d'évaluer l'impact de leurs pratiques culturales et/ou de piloter de façon plus fine la gestion de leurs sols.

Les viticulteurs ont aussi fait référence à des bio-indicateurs. Un viticulteur a par exemple engagé une stagiaire pour faire l'inventaire de la biodiversité dans ses vignes. Parmi les bio-indicateurs, nous avons noté l'utilisation de la flore. « *Il y a de bonnes herbes et de mauvaises herbes. Les bonnes herbes sont les chénopodes. Les mauvaises herbes à cette saison commencent à jaunir, à sécher* » (53 ans, Aigues-Mortes, viticulture conventionnelle). D'autres, plus nombreux, ont observé la faune, surtout les vers de terre. A une autre échelle, certains ont parlé des renseignements que leur apporte la mégafaune tels que les oiseaux et sangliers. Un viticulteur (65 ans, Vergèze, viticulture biologique) explique : « *il y a plein d'oiseaux, quand vous labourez, qui vous suivent pour manger justement toutes les vermines qu'il y a dans le sol. Moi, j'ai l'impression que quand il y a beaucoup d'oiseaux derrière le tracteur, c'est qu'il y a beaucoup de choses à manger, sinon ils ne viendraient pas. C'est comme les pêcheurs. Derrière les bateaux de pêche, il y a beaucoup d'oiseaux parce qu'ils rejettent les petits poissons etc.* ». Un autre (45 ans, Saint-Hippolyte du Fort, viticulture biologique) a expliqué « *qu'en dessous [sous ses pieds], il y a des vers de terre, puisqu'il y a des sangliers qui passent* ».

Les viticulteurs interrogés ne se sont pas référés qu'à des indicateurs physico-chimiques et biologiques du sol. Beaucoup ont également évoqué les observations qu'ils réalisent sur la vigne (tolérance à la sécheresse, carences, rendements...), car elles les renseignent sur l'état de leur sol. Selon les termes d'un d'entre eux : « *La qualité [des sols] est surtout évaluée à la récolte du végétal qui y pousse* » (65 ans, Vergèze, viticulture biologique). Dans cette perspective, certains ont fait réaliser en laboratoire des analyses pétiolaires pour connaître les quantités de nutriments absorbées par la vigne et ainsi mieux gérer les fertilisations.

Enfin, nous avons aussi noté que les viticulteurs se basaient beaucoup sur leur propre expérience et/ou celle de leurs voisins ou prédécesseurs. Un viticulteur (53 ans, Saint-Hippolyte du Fort, viticulture biologique) a avoué « *essayer de se renseigner sur le passé des vignes, leurs antécédents, les analyses chimiques et granulométriques du sol* ». A l'inverse, peu de viticulteurs ont reçu des conseils extérieurs (Chambres d'Agriculture, entreprises de conseil...) et beaucoup nous ont fait part de leur regret. Des viticulteurs ont ainsi souligné

Tableau 3 - Indicateurs physico-chimiques et biologiques étudiés avec le(s) processus associé(s).**Table 3** - Physical, chemical and biological indicators studied with associated processus.

Indicateurs	Processus associés
Physiques	
pierrosité	- érosion, - capacité de rétention en eau du sol...
texture	- érosion, - aération, - capacité de rétention en eau et en nutriments du sol...
densité apparente	- compaction du sol...
micro et macroporosité	- aération, - capacité de rétention en eau du sol...
humidité à la capacité au champ	- capacité de rétention en eau du sol...
stabilité structurale des agrégats	- érosion, - infiltration de l'eau dans l'eau...
Chimiques	
calcaire actif et total	- pH, - disponibilité des éléments...
pH	- disponibilité des éléments, - sélection d'organismes vivants...
carbone (C) organique et azote (N) total	- stabilité des agrégats, - capacité de rétention en eau et en nutriments du sol, - stock de nutriments minéralisables, - activités biologiques...
disponibilité des macronutriments (P et K)	- productivité des plantes...
capacité d'échange cationique (CEC)	- capacité de rétention en nutriments du sol...
disponibilité en cuivre (Cu)	- risque de toxicité pour les organismes du sol...
Biologiques	
microorganismes	- décomposition de la matière organique, - formation de l'humus, - agrégation du sol, - cycle et rétention des nutriments...
nématodes	- intensité de différents processus (décomposition de la matière organique), - structure du réseau trophique non nématologique (compartiments bactérien et fongique, prédation), - niveau de perturbations du système sol (longueur de la micro-chaîne trophique), - biodiversité...
vers de terre	- décomposition de la matière organique, - structuration du sol, - fonctionnement hydrodynamique du sol...

qu'ils n'étaient pas assez conseillés sur la gestion du sol et qu'ils manquaient de connaissances. Un viticulteur (32 ans, Montagnac, viticulture conventionnelle) a précisé : « *les vers de terre c'est une chose, mais bon on ne les connaît pas bien, donc on n'en parle pas* ».

Que peuvent apporter les scientifiques aux viticulteurs ?

Les chercheurs et les viticulteurs partagent bon nombre d'indicateurs. Cependant, nous avons remarqué que ces indicateurs étaient souvent évalués par les seconds de façon empirique sur le terrain, sans recourir à une analyse de laboratoire. Les viticulteurs ont insisté sur l'utilisation des plantes bio-indicatrices et des vers de terre. Même si ces indicateurs présentent l'avantage d'être facilement observables, leur interprétation est plus difficile. D'après Diekmann (2003), l'utilisation des plantes bio-indicatrices pour évaluer la qualité des sols est un sujet de controverse. En effet, la bio-indication par les plantes porte souvent sur des mesures qualitatives, non reliées à des valeurs seuils et/ou ne tient pas compte de l'étendue des réponses des plantes à une modification donnée selon un gradient géographique ou pendant leur cycle de vie. A l'image de ce qu'Ali (2003) observait parmi les fermiers du Bangladesh, les données avancées par les viticulteurs languedociens restent relativement imprécises, non quantitatives (« *il y a des vers* », « *on voit des bestioles* »). De même, aucun viticulteur de notre échantillon n'a fait mention de protocole de mesure ou de fréquence d'observations. Ces méthodes d'évaluation ont soulevé aussi le problème des seuils. Par exemple, à partir de quel pourcentage de cailloux, un viticulteur juge-t-il qu'une parcelle est caillouteuse ? Les observations des producteurs leur permettent de distinguer de grandes classes de sol au sein d'une même zone, mais elles ne constituent pas un outil d'évaluation ou de pilotage suffisant.

Un autre constat est que les laboratoires d'analyses sollicités par les viticulteurs que nous avons enquêtés ne réalisent que des mesures physico-chimiques sur les sols. Certains laboratoires proposent pourtant des analyses biologiques en routine mais ils sont peu nombreux et leurs analyses sont peu diversifiées (biomasse microbienne et respirométrie, principalement).

Enfin, les agriculteurs ont fait mention d'indicateurs que nous n'abordons pas dans notre projet de recherche. Il s'agit des indicateurs mesurés sur vigne comme les rendements, les carences... Ce point est important. Il rappelle le caractère pluridimensionnel des analyses menées par les professionnels, lorsque celles suggérées par les scientifiques sont généralement plus compartimentées. Pour autant, nous ne pensons pas qu'il remette en question la pertinence de notre projet. L'éco-physiologie de la vigne a été davantage étudiée que le fonctionnement des sols dans les systèmes viticoles et les viticulteurs manquent encore d'indicateurs de la qualité des sols.

Les facteurs expliquant les différences de perceptions ?

Nous avons mis en évidence l'intérêt des viticulteurs pour la qualité des sols. Mais qui sont les viticulteurs particulièrement attentifs à la qualité de leurs sols ? Les travaux classiques de sociologie ont montré que les agriculteurs qui étaient les premiers à adopter des innovations avaient souvent des caractéristiques particulières (plus éduqués, plus solides financièrement, disposant de réseaux sociaux plus hétérogènes...) (Padel, 2001; Ryan et Gross, 1943). Cela devrait être vérifié par une enquête par questionnaire sur un grand nombre, mais dans ce travail, nous n'avons pas eu le sentiment que cela était véritablement confirmé. Ni l'âge, ni le niveau d'étude, ni la taille de l'exploitation, ni de façon peut-être plus inattendue le mode de production (conventionnel ou biologique, *tableau 2*) ne semblent avoir d'effets déterminants. D'autres recherches, quantitatives cette fois, permettraient de confirmer, nuancer ou invalider ces constats de façon statistique. Des études ethnographiques pourraient également aider à mieux saisir les raisons pour lesquelles les viticulteurs engagent effectivement des actions visant à mieux prendre en compte la qualité de leurs sols. Elles feraient alors vraisemblablement apparaître le poids des dynamiques d'apprentissage qui se développent au sein des territoires et des organisations collectives (Darré et al., 1989). D'ailleurs, nous avons pu constater sur Vergèze l'influence de la source d'eau minérale naturelle gazeuse Perrier® qui a conduit les viticulteurs de la commune à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse. Nous avons aussi noté les actions volontaristes menées au sein des caves coopératives (acquisition de matériel, réunions hebdomadaires avec un technicien de la Chambre d'Agriculture du Gard).

CONCLUSION

L'évaluation de la qualité des sols est un enjeu que partagent scientifiques et viticulteurs. Cependant, c'est une tâche complexe tant les fonctions à étudier sont nombreuses et différentes en fonction des individus. Les viticulteurs reconnaissent d'ailleurs que les indicateurs dont ils disposent sur la qualité de leurs sols sont, aujourd'hui, trop peu nombreux et peu opérationnels. L'enjeu de notre travail de recherche qui consiste à mettre au point des indicateurs de la qualité des sols prend donc tout son sens. Cependant, scientifiques et viticulteurs doivent interagir pour assurer la réussite d'un tel challenge. Des concessions devront être faites. Pour les scientifiques, il faudra accepter de travailler sur des indicateurs peut-être moins précis mais plus pertinents. A l'inverse, nous pourrions conseiller aux professionnels de la filière d'engager des formations pour acquérir les connaissances nécessaires pour l'utilisation des outils.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier l'ensemble des viticulteurs qui ont bien voulu participer à cette enquête. Nous sommes également très reconnaissants pour le travail qu'ont fourni Boris Hiro Lhie, Mathilde Mellin, Charlotte Ngo-Dinh et Arwa Osseiran, étudiants à Montpellier SupAgro, dans la réalisation des entretiens et leur retranscription. Nous adressons enfin nos remerciements à l'ensemble des personnes impliquées dans le module « *Projet d'Elèves Ingénieurs* ».

BIBLIOGRAPHIE

- Ali A.M.S., 2003 - Farmers' knowledge of soils and the sustainability of agriculture in a saline water ecosystem in Southwestern Bangladesh. *Geoderma*, 111, pp. 333-353.
- Andrews S. S., C. B. Flora, J. P. Mitchell et D. L. Karlen, 2003 - Growers' perceptions and acceptance of soil quality indices. *Geoderma*, 114, pp. 187-213.
- Arshad M. A. et S. Martin, 2002 - Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 88, pp. 153-160.
- Barrios E., R.J. Delve, A. Bekunda J. Mowo J. Agunda J. Ramisch M.T. Trejo et R.J. Thomas, 2006 - Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. *Geoderma*, 135, pp. 248-259.
- Barrios E. et M. T. Trejo, 2003 - Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma*, 111, pp. 217-231.
- Bastida F., A. Zsolnay, T. Hernández et C. García, 2008 - Past, present and future of soil quality indices: A biological perspective. *Geoderma*, 147, pp. 159-171.
- Carey V., E. Archer, G. Barbeau et D. Saayman, 2007 - The use of local knowledge relating to vineyard performance to identify viticultural terroirs in Stellenbosch and surrounds. *Proceedings of the International Workshop on Advances in Grapevine and Wine Research*, 754, pp. 385-391.
- Coulouma G., H. Boizard, G. Trotoux, P. Lagacherie et G. Richard, 2006 - Effect of deep tillage for vineyard establishment on soil structure: A case study in Southern France. *Soil Tillage Res.*, 88, pp. 132-143.
- Darré J.-P., R. Le Guen et B. Lémery, 1989 - Changement technique et structure professionnelle locale en agriculture. *Economie Rurale*, 192-193, pp. 115-121.
- Dequiedt S., N. P. A. Saby, M. Lelievre, C. Jolivet, J. Thioulouse, B. Toutain, D. Arrouays, A. Bispo, P. Lemanceau et L. Ranjard, 2011 - Biogeographical patterns of soil molecular microbial biomass as influenced by soil characteristics and management. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 20, pp. 641-652.
- Diekmann M., 2003 - Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review. *Basic Appl. Ecol.*, 4, pp. 493-506.
- Doran J. W. et T. B. Parkin, 1994 - Defining and assessing soil quality. *Madison, WI: SSSA Spec. Publ. No. 35, Soil Sci. Soc. Am., Inc. and Am. Soc. Agron., Inc.*
- Doran J. W. et M. R. Zeiss, 2000 - Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Appl. Soil Ecol.*, 15, pp. 3-11.
- Doran J.W. et M. Safley, 1997 - Defining and assessing soil health and sustainable productivity. *In* Defining and assessing soil health and sustainable productivity, eds. C. Pankhurst, B.M. Doube et V.V.S.R. Gupta, *Biological Indicators of Soil Health*, pp. 1-28. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Ericksen P. J. et M. Ardón, 2003 - Similarities and differences between farmer and scientist views on soil quality issues in central Honduras. *Geoderma*, 111, pp. 233-248.
- Franzle O., 2006 - Complex bioindication and environmental stress assessment. *Ecol. Indic.*, 6, pp. 114-136.
- Goulet, E. et R. Morlat, 2011 - The use of surveys among wine growers in vineyards of the middle-Loire Valley (France), in relation to terroir studies. *Land Use Policy*, 28, pp. 770-782.
- Hornick S. B., 1992 - Factors affecting the nutritional quality of crops. *Amer. J. Alternative Agric.*, 7, pp. 63-68.
- Ingram Julie, Patricia Fry et Ann Mathieu, 2010 - Revealing different understandings of soil held by scientists and farmers in the context of soil protection and management. *Land Use Policy*, 27, pp. 51-60.
- Johnson D. L., S. H. Ambrose, T. J. Bassett, M. L. Bowen, D. E. Crummey, J. S. Isaacson et D. N. Johnson, 1997 - Meanings of environmental terms. *J. Environ. Qual.*, 26, pp. 581-589.
- Karlen D. L., M. J. Mausbach, J. W. Doran, R. G. Cline, R. F. Harris et G. E. Schuman, 1997 - Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, pp. 4-10.
- Kaufman J.-C., 1996 - *L'entretien compréhensif*. Paris: Nathan.
- Le Bissonnais Y., D. Blavet, G. De Noni, J. Y. Laurent, J. Asseline et C. Chenu, 2007 - Erodibility of Mediterranean vineyard soils: Relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *Eur. J. Soil Sci.*, 58, pp. 188-195.
- Mairura F. S., D. N. Mugendi, J. I. Mwanje, J. J. Ramisch, P. K. Mbugua et J. N. Chianu, 2007 - Integrating scientific and farmers' evaluation of soil quality indicators in Central Kenya. *Geoderma*, 139, pp. 134-143.
- Martin S., D. Baize, M. Bonneau, R. Chaussod, H. Ciesielski, J.-P. Gaultier, P. Lavelle, J.-P. Legros, A. Leprêtre et T. Sterckeman, 1999 - Le suivi de la qualité des sols en France, la contribution de l'Observatoire de la Qualité des Sols. *Etude et Gestion des Sols*, 6, pp. 215-230.
- Marzaioli R., R. D'Ascoli, R. A. De Pascale et F. A. Rutigliano, 2010 - Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Appl. Soil Ecol.*, 44, pp. 205-212.
- Murage E. W., N. K. Karanja, P. C. Smithson et P. L. Woome, 2000 - Diagnostic indicators of soil quality in productive and non-productive smallholders' fields of Kenya's Central Highlands. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 79, pp. 1-8.
- Padel, S., 2001 - Conversion to organic farming: a typical example of the diffusion of an innovation? *Sociologia ruralis*, 41, pp. 40-61.
- Ryan, B. et N. C. Gross, 1943 - The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural sociology*, 8, pp. 15-24.
- Saby, N.P.A., B.P. Marchant, R.M. Lark, C.C. Jolivet et D. Arrouays, 2011 - Robust geostatistical prediction of trace elements across France. *Geoderma*, 162, pp. 303-311.
- Sattler Claudia et Uwe Jens Nagel, 2010 - Factors affecting farmers' acceptance of conservation measures--A case study from north-eastern Germany. *Land Use Policy*, 27, pp. 70-77.
- Schneider Flurina, Thomas Ledermann, Patricia Fry et Stephan Rist, 2010 - Soil conservation in Swiss agriculture - Approaching abstract and symbolic meanings in farmers' life-worlds. *Land Use Policy*, 27, pp. 332-339.
- Van Leeuwen C. et G. Seguin, 2006 - The concept of terroir in viticulture. *J. Wine Research*, 17, pp. 1-10.
- Warkentin B. P., 1995 - The changing concept of soil quality. *J. Soil Water Conserv.*, 50, pp. 226-228.
- Wienhold B. J., S. S. Andrews et D. L. Karlen, 2004 - Soil quality: a review of the science and experiences in the USA. *Environ. Geochem. Health*, 26, pp. 89-95.

