

## La fertilité des sols agricoles : une notion évolutive, au contour mal défini

FICHE QUESTIONS SUR... n° 01.04.Q04

**Mots clés : # fertilité sol - # fertilisation - # matière organique - # activité biologique sol**

La fertilité d'un sol est une notion difficile à définir et encore plus à mesurer ; dans une acception générale il s'agit de l'aptitude d'un sol à assurer les besoins des plantes cultivées.

Souvent on apprécie la fertilité d'un sol à l'aide de paramètres physico-chimiques : profondeurs de sol, texture (teneur en argile, etc.) teneur en matière organique, en N, en P, en K, etc. Mais si ces informations sont nécessaires, elles sont insuffisantes ; par exemple, l'activité biologique des sols est difficile à apprécier, et on est toujours à la recherche d'indicateurs simples et faciles à utiliser dans ce domaine. Enfin, la présence ou l'accumulation d'éléments toxiques dans le sol doivent être prises en compte : sel, traces métalliques toxiques (cadmium, aluminium, cuivre, etc.), pesticides, etc.

### Le développement de l'agriculture a-t-il conduit à la dégradation des sols ?

On a souvent écrit qu'avec l'invention de l'agriculture, les hommes ont exploité les sols et donc dégradé sa fertilité. Ainsi Engels, en 1876, exprimait<sup>1</sup> : " *Cependant ne nous flattons pas trop de nos victoires sur la nature. Elle se venge sur nous de chacune d'elles. Chaque victoire a certes en premier lieu les conséquences que nous avons escomptées, mais, en second et en troisième lieu, elles ont des effets tout différents, imprévus, qui ne détruisent que trop souvent ces premières conséquences. Les gens qui, en Mésopotamie, en Grèce, en Asie mineure et autres lieux essartaient les forêts pour gagner de la terre arable, étaient bien loin de s'attendre à jeter par là les bases de l'actuelle désolation de ces pays, en détruisant avec les forêts les centres d'accumulation et de conservation de l'humidité. (...)*".

### Un peu d'histoire

Les rappels faits par Engels sont fondés, et pendant longtemps la mise en culture a appauvri ou détérioré les sols. Néanmoins, depuis longtemps, les agriculteurs se sont préoccupés de régénérer la fertilité : par exemple, dans les régions tempérées, après un défrichement au Moyen-âge, les agriculteurs pratiquaient des rotations avec une ou plusieurs années de jachère. P. Morlon<sup>2</sup> rappelle qu'on a compris depuis l'Antiquité que pour produire du blé, il fallait au préalable avoir une jachère.

Arthur Young, lors de son tour de France en 1787, observe les rotations pratiquées dans les différentes régions françaises, et constate que la majorité des rotations sont de 2 ou 3 ans, de type "jachère/blé" ou "jachère/blé/céréales de printemps". À cette époque, le rôle de la jachère est de régénérer la fertilité du sol (souvent il s'agit de travailler la parcelle pour la préparer pour la culture du blé).

En zone tropicale, la technique de l'abattis-brûlis repose sur un principe identique : après défrichement puis quelques années de culture, on laisse repousser la forêt pendant 30 à 50 ans ; les éléments minéraux puisés en profondeur par les arbres enrichissent alors le sol en surface et sont utilisés ensuite en quelques années par les cultures vivrières. Mais au cours de l'histoire, la pression démographique et donc l'augmentation des besoins alimentaires ont poussé les agriculteurs à raccourcir ce cycle, et finalement à dégrader les sols tropicaux.

La pression démographique conduit d'une manière générale à étendre les surfaces cultivables en débroussaillant ou en irriguant ce qui amène une minéralisation de la matière organique, et surtout, dans le cas de l'irrigation, à accumuler du sel dans les sols (cas des civilisations antiques de Mésopotamie).

Cependant, très rapidement, les agriculteurs ont trouvé des solutions pour améliorer ou au moins maintenir la fertilité des sols. La jachère en est un exemple. Dans un premier temps en Europe, on va la

<sup>1</sup> in *Dialectique de la nature, le rôle du travail dans la transformation du singe en homme*, Editions sociales, 1952, p. 170-183

<sup>2</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France

remplacer très progressivement à partir du XVIII<sup>e</sup> siècle par une culture de légumineuse (trèfle, luzerne, ...) qui permet d'améliorer la fertilité du sol par fixation d'azote de l'air. Puis après les travaux de Liebig (vers 1850), on a compris que les plantes avaient besoin d'éléments minéraux (N, P, K, etc.) ce qui introduit l'idée de compenser les exportations de ces éléments (donc la baisse de fertilité) par des apports d'engrais.

C'est aussi vers 1850 que le concept de rotation commence réellement à émerger tout du moins au sens où on en parle actuellement.

Mais d'autres facteurs de dégradations des sols sont peu à peu apparus dans les années 1950-1960. À cette époque, avec la généralisation de l'utilisation des engrais minéraux, le sol était fréquemment considéré comme un support inerte, aussi l'apport des facteurs naturels (vers, etc) en fertilisation était-il négligé. De plus l'arrivée de machines de plus en plus lourdes a souvent conduit au tassement, surtout préjudiciable dans certains sols fragiles comme les limons battants. La perte de matière organique, la diminution de l'activité biologique des sols (moins de vers de terre, moins de microarthropodes, etc.) et le tassement ont conduit de nouveau à invoquer des pertes de fertilité des sols cultivés ; mais là encore, les agronomes ont développé des solutions compensatrices : labours moins profonds, ou même suppression du labour

### **Les améliorations foncières**

La facilité de travailler le sol est aussi une composante de la fertilité. Il faut donc rappeler que les *améliorations foncières* ont permis de mettre en culture, ou de rendre productifs, des sols naturellement très difficiles à cultiver : en pente, caillouteux, pauvres et peu fertiles. Citons, par exemple :

- les cultures en terrasses, permettant de cultiver sur des pentes, en maîtrisant l'érosion ;
- le chaulage, permettant de cultiver des sols très acides et d'améliorer la structure du sol ;
- la fertilisation phosphatée, qui, entre autres, a permis de mettre en culture la *Champagne pouilleuse* ;
- le drainage et l'irrigation, techniques pratiquées dès l'Antiquité, mais qui – avec des méthodes modernisées – permettent de mettre en culture des zones humides ou trop sèches.

Il convient de rappeler que la fertilité du sol ne peut se gérer que sur la durée. Sous les climats tempérés, une trentaine d'année suffit pour dégrader la fertilité d'un sol (baisse de la teneur en matière organique, par exemple avec le chaulage, d'où le dicton : "*le chaulage enrichit le père, ruine le fils*"), et il faut une génération avec des bonnes pratiques pour retrouver un bon niveau de fertilité, par exemple en introduisant des prairies de 4 à 5 ans dans une rotation.

### **L'importance d'avoir des baux ruraux à long-terme**

Quand on souhaite maintenir la fertilité d'un sol sur le long terme, il faut disposer de baux ruraux de longue durée ; *a contrario*, la location de terres sur de courtes périodes conduit inmanquablement les exploitants agricoles à épuiser les terres. Or en France, jusqu'en 1946, le métayage et surtout les formes de location annuelle demeuraient les modes les plus répandus pour la contractualisation entre propriétaires fonciers et fermiers. Depuis cette date, les fermages sont maintenant souvent des baux ruraux conclus pour une durée de neuf ans, et le droit au renouvellement est énoncé explicitement ; ceci a pour conséquence que les fermiers sont plus enclins à préserver la fertilité de leurs parcelles.

### **Fertilité des sols : rendements et activité biologique**

Dans son acception actuelle, on considère que "*la fertilité d'un sol, dans son contexte pédoclimatique, peut se définir par l'importance des récoltes qu'il porte lorsque lui sont appliquées les techniques culturales qui lui conviennent le mieux*"<sup>3</sup>. Cette définition implique que c'est le niveau de rendement qui sert de mesure à la fertilité ; mais cette définition a l'inconvénient d'avoir pour corollaire que la fertilité dépend du niveau d'intrants qu'on applique sur le sol. Autre inconvénient : la fertilité dépendrait alors non seulement de la parcelle, mais aussi de la culture qu'elle porte : une parcelle peut être fertile pour cultiver de la vigne ou de l'olivier, mais ne pas convenir pour des cultures annuelles !

Le rendement des cultures annuelles (par exemple le blé) a progressé au cours du XX<sup>e</sup> siècle de manière spectaculaire : de 14 quintaux/ha en 1940 à 70 quintaux/ha dans les années 2000. Cette augmentation n'est toutefois qu'en partie à l'amélioration de la fertilité (en fait essentiellement aux apports d'engrais qui ont enrichi le sol en éléments minéraux), et, en réalité, une partie provient du développement des produits

---

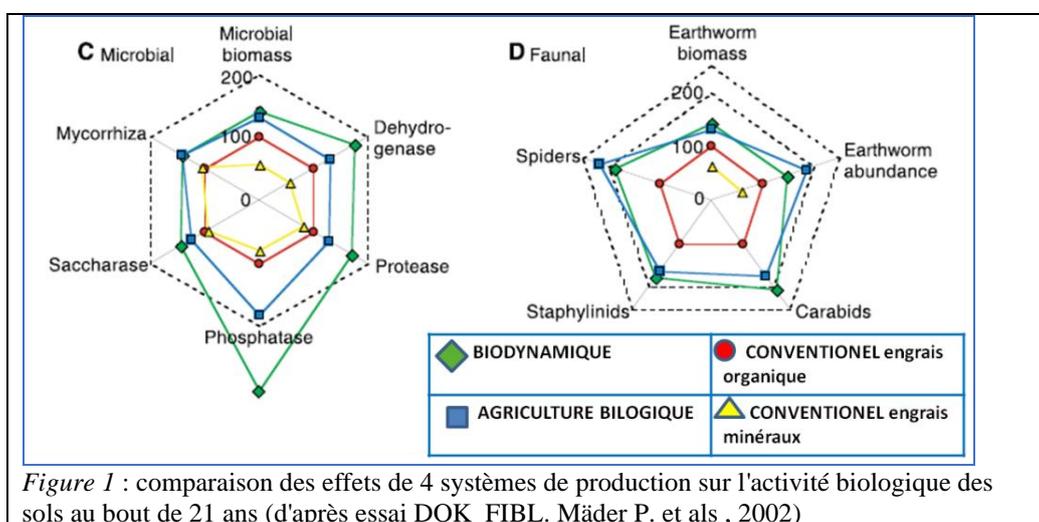
<sup>3</sup> L. Jordan ENITAB

phytosanitaires et une autre, importante, de l'amélioration génétique.

On voit donc qu'il est difficile de s'appuyer uniquement sur le rendement ou les caractères physico-chimiques du sol pour apprécier la fertilité d'un sol.

Les écologistes – nombreux à évoquer la perte de fertilité ou l'épuisement des sols – s'appuient sur la baisse de l'activité biologique du sol. Le FIBL<sup>4</sup> a réalisé un essai de longue durée en comparant deux systèmes en agriculture biologique à deux systèmes conventionnels (*Figure 1*) ; on observe qu'au bout de 21 ans d'essai, l'activité microbiologique (mesurée par la biomasse microbienne, les mycorrhizes, etc.) ainsi que la faune du sol (mesurée par la quantité de vers de terre, les carabes, etc.) sont plus importantes en agriculture biologique et biodynamique qu'en conventionnel. On peut donc considérer que, de ce point de vue, la fertilité du sol est meilleure en agriculture biologique ; toutefois, dans cette expérimentation, les rendements en blé en agriculture biologique ou biodynamie atteignent seulement 60 à 70 % de ceux des systèmes conventionnels, tandis que pour la pomme de terre les rendements atteignent 58 à 66 % du conventionnel.

Une bonne activité biologique des sols n'est donc pas synonyme de bons rendements ! Néanmoins une bonne activité biologique est nécessaire en agriculture biologique pour atteindre des rendements en moyenne supérieur à ceux de 1940 en France (35 à 40 quintaux/ha en blé).



## Conclusion et perspectives

Les agriculteurs se sont donc de tous temps préoccupés de maintenir la fertilité pour préserver leurs rendements et donc leurs revenus. Bien entendu, il existe au niveau mondial – et même en France – des situations où on observe des baisses de fertilité ; mais on peut raisonnablement penser que ce n'est pas une généralité. Néanmoins ce concept reste flou, et il n'existe toujours pas de définition satisfaisante de la fertilité d'un sol, ce qui facilite les critiques mettant en cause la gestion des sols par les agriculteurs.

Philippe VIAUX, membre de l'Académie d'Agriculture de France

décembre 2020

### Ce qu'il faut retenir :

Dès le début de la sédentarisation, les premiers agriculteurs ont constaté que les rendements baissaient après quelques années de mise en culture suivant un défrichement. Ils ont donc très vite essayé de maintenir la fertilité des sols. Ainsi, dans les pays tempérés est apparue la jachère, dont le rôle était de régénérer la fertilité.

Mais nos ancêtres ont aussi réussi à étendre les surfaces cultivables en irriguant, en drainant, en faisant des cultures en terrasse ou en amendant les sols. Toutes ces techniques mises en œuvre ont permis de nourrir une population toujours croissante. Parallèlement, des critiques sont apparues accusant les agriculteurs d'épuiser les sols. Ces critiques peuvent être fondées dans certains cas, mais on constate qu'au cours des siècles l'amélioration des connaissances a permis souvent de corriger les erreurs.

<sup>4</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau

**Pour en savoir plus :**

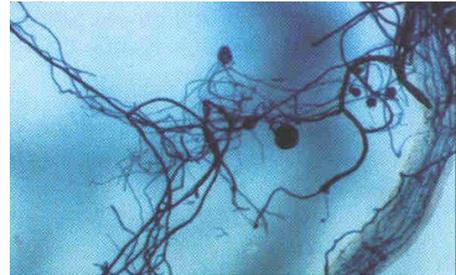
- J. BOIFFIN , P. STENGEL, in DEMETER 2000, INRA, pp. 147- 211
- L. JORDAN-MEILLE, S. MACÉ et J-F. LARCHÉ : *Intérêt, Mise en œuvre, Interprétation des analyses de sol*, ENITA de Bordeaux, 2000
- J. von LIEBIG : *Principles of agricultural chemistry, with special reference to the late researches made in England*, Walton & Marly, London, 1885
- P. MÄDER, A. FLIEBBACH, D. DUBOIS, L. GUNST, P. FRIED, U. NIGGLI : *Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming*, VOL 296 SCIENCE, 2002
- P. MORLON : *Les systèmes de culture dans l'histoire européenne : pratiques et concepts, réalités et discours*, Comptes-rendus Académie d'Agriculture de France n° 99 (4), 2013



Exemple de situation de perte de fertilité : érosion dans un champ de maïs.

L'érosion peut être limitée en faisant appel aux techniques de travail du sol simplifié.

Voir fiche 01.04.Q02 "Pourquoi remplacer le labour par du travail du sol simplifié ? "



Exemples d'activité biologique

Quelques organismes présents dans les sols (de haut en bas) :

- mycorhize,
- collembole,
- ver de terre et son terricule