ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE

Encyclopédie : *Question sur*

Les erreurs passent, il n'y a que le vrai qui reste (Diderot)

série ***Fertilité des sols agricoles***

La fertilité des sols agricoles : présentation générale

Fiche *QUESTIONS SUR…* n° 01.08.Q00 | **avril 2025**

Mots clés : fertilité des sols, matière organique, activité biologique

Ce vaste sujet ne pouvant être traité en un seul document, cette fiche vise à cadrer le sujet, et forme un tout avec les 14 fiches suivantes :

- 01.08.Q01 : Les constituants physiques du sol
- 01.08.Q02 : La matière organique : son rôle essentiel pour la fertilité (première fiche sur la matière organique)
- 01.08.Q03 : La matière organique : son rôle essentiel pour la fertilité (seconde fiche sur la matière organique))
- 01.08.Q04 : La chimie minérale des sols et la fertilisation (organique et minérale)
- 01.08.Q05 : Le sol agricole : un milieu vivant
- 01.08.Q06 : Interactions sol-plante
- 01.08.Q07 : Dans le sol vivent des bioagresseurs, comment les contrer ?
- 01.08.Q08 : La plante, le sol et l'eau
- 01.08.Q09 : Travail du sol simplifié
- 01.08.Q10 : Permaculture & agriculture de conservation des sols
- 01.08.Q11 : Aménagement foncier : culture des sols en pente et épierrage
- 01.08.Q12 : Aménagement foncier : drainages et adaptations du parcellaire
- 01.08.Q13 : Associer polyculture et élevage pour une fertilité à moindre coût (partie 1)
- 01.08.Q14 : Associer polyculture et élevage pour une fertilité à moindre coût (partie 2 : exemples))

Le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre résultant de l'altération de la roche mère (le substrat géologique) sous l'action du climat et des organismes vivants ; la roche mère est très variable en France et influe beaucoup sur la fertilité. Dans le Bassin parisien, les sols se sont développés en grande partie sur des apports quaternaires de lœss (limon éolien) plus ou moins épais et naturellement très fertiles. Dans d'autres zones, les sols se sont développés sur des alluvions fluviatiles déposées dans le lit des fleuves et des rivières. Dans d'autres régions les sols sont peu profonds, car installés sur des roches mères dures (calcaire jurassique du pourtour du Bassin parisien, granite du Massif armoricain ou du Massif central).

Les sols agricoles actuels sont issus de la mise en culture après défrichement, qui a été progressive à partir du Néolithique. C'était d'abord un simple grattage de la couche superficielle avec des outils manuels, puis le développement d'outils aratoires de plus en plus puissants, l'invention de l'araire, puis de la charrue et de la traction attelée, puis du tracteur, etc., ont progressivement permis un travail d'ameublissement du sol en profondeur. On a pu atteindre ainsi à une époque récente jusqu'à 40 cm de profondeur (voire 80 cm avec le sous-solage). Toutefois, la tendance actuelle remet en partie en cause les techniques de travail du sol des 50 dernières années : les agriculteurs deviennent plus attentifs à la teneur en matière organique et à l'activité biologique du sol, ce qui les conduit à pratiquer un travail du sol moins profond, voire à supprimer le labour.

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

De l'Antiquité à l'époque moderne, on a souvent écrit qu'avec l'invention de l'agriculture les hommes ont exploité les sols et donc dégradé leur fertilité. Par exemple, Friedrich Engels en 1876 : "*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*

Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

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 exacts : souvent, la mise en culture a appauvri ou détérioré les sols. Néanmoins, depuis longtemps les agriculteurs se sont préoccupés de régénérer cette fertilité. Par exemple dans les régions tempérées au Moyen Âge, après un défrichement les agriculteurs pratiquaient des rotations avec une ou plusieurs années de jachère. Pierre Morlon (membre de l'Académie d'agriculture de France) rappelle qu'on a compris depuis l'Antiquité que pour produire du blé il fallait au préalable avoir une jachère.

Arthur Young, dans son tour de France, observe dès 1787 les rotations pratiquées dans les différentes régions françaises, et constate que la majorité des rotations sont de 2 ou 3 ans : 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 le sol en surface et sont utilisés ensuite en quelques années par les cultures vivrières. 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. Cette pression conduit à étendre les surfaces cultivées en débroussaillant ou en irriguant, ce qui conduit à une minéralisation de la matière organique et, dans le cas de l'irrigation, à accumuler du sel dans les sols (cas des civilisations antiques de Mésopotamie). Mais très rapidement les agriculteurs ont trouvé des solutions pour améliorer ou au moins maintenir la fertilité des sols : la jachère par exemple.

Dans un premier temps en Europe, on va remplacer très progressivement – à partir du XVIII^{e} siècle – la jachère par une culture de légumineuse (trèfle, luzerne) qui permet d'améliorer la fertilité du sol (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 (azote N, phosphore P, potassium K, etc.) ce qui introduit l'idée de compenser les exportations de ces éléments (donc la baisse de fertilité) par des apports d'engrais.

Mais d'autres facteurs de dégradation des sols sont peu à peu apparus dans les années 1950-1960 : avec la généralisation de l'utilisation des engrais minéraux, le sol est de plus en plus considéré simplement comme un support inerte ; de plus, l'arrivée de machines de plus en plus lourdes a conduit au tassement, surtout préjudiciable dans certains sols fragiles comme les limons ou les limons sableux. 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 qui permettent d'éviter ces évolutions : labours moins profonds ou même suppression du labour (cf. fiche *01.08.Q09 Le travail du sol simplifié, agriculture de conservation et permaculture*).

Les améliorations foncières

Les améliorations techniques

La facilité de travailler le sol est aussi une composante de la fertilité. Il faut donc rappeler que les améliorations foncières (cf. fiche *01.08.Q13 L'association polyculture et élevage pour une fertilité à moindre coût*) 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 les cultures en terrasses (qui permettent de cultiver des pentes en maîtrisant l'érosion), le chaulage (qui a permis de cultiver des sols très acides et d'améliorer la structure du sol), la fertilisation phosphatée (qui a permis par exemple de mettre en culture la *Champagne pouilleuse*[1]), sans parler du drainage ou de l'irrigation, techniques pratiquées dès l'Antiquité, mais avec des méthodes modernisées qui permettent de mettre en culture des zones humides ou trop sèches.

L'importance du facteur temps

Il faut enfin mentionner que la fertilité du sol ne peut se gérer que sur la durée. Sous les climats tempérés, il faut une trentaine d'années pour dégrader la fertilité d'un sol (baisse de la teneur en matière organique, par

[1] Petite région agricole située dans l'Aube et la Marne, autrefois considérée, en raison de la pauvreté des sols, comme terre à moutons ; boisée au XIX^{e} siècle avec du pin noir d'Autriche, elle est de nouveau défrichée après la Seconde Guerre mondiale. Grâce aux apports d'engrais P et N, elle est devenue une des régions agricoles avec les meilleurs rendements de grandes cultures en France.

 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "***Publications***" puis "***Table des matières des documents de l'Encyclopédie***".
Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

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 niveau correct de fertilité (en introduisant par exemple des prairies de 4 à 5 ans dans une rotation).

Quand on souhaite maintenir la fertilité d'un sol sur le long terme, il faut des baux ruraux de longue durée, aussi la location des terres sur de courtes périodes conduit immanquablement les exploitants agricoles à épuiser les terres. En France, jusqu'en 1946, le métayage, mais surtout les formes de location annuelle, demeuraient la forme la plus répandue de contractualisation entre propriétaire foncier et fermier[2]. Depuis cette date, les fermages sont des baux ruraux conclus pour une durée de neuf ans, et le droit au renouvellement est énoncé explicitement, ce qui a pour conséquence que les fermiers sont plus enclins à préserver la fertilité de leurs parcelles.

Fertilité d'un sol : comment définir cette notion ? quels sont les bons indicateurs de fertilité ?

La fertilité d'un sol est difficile à définir et encore plus à mesurer.

Dans une acception générale, on définit la fertilité d'un sol agricole comme son aptitude à assurer les besoins des plantes cultivées. Depuis l'apparition de l'agriculture, l'objectif de l'agriculture est d'avoir une production agricole suffisante pour nourrir une population humaine toujours croissante. Mais cette définition générale ne dit pas comment reconnaître un sol fertile d'un autre moins fertile, ni quels sont les bons indicateurs permettant d'apprécier objectivement la fertilité d'un sol.

Dans un premier temps, on peut apprécier la fertilité d'un sol à l'aide de paramètres physico-chimiques : profondeur du sol, texture (teneur en argile, etc.), teneur en matière organique, en azote (N), phosphore (P), potassium (K), etc. (cf. fiches *01.08.Q01 : Les constituants physiques du sol*, *01.08.Q02 : La matière organique : son rôle essentiel pour la fertilité (fiche 1)* et *01.08.Q03 : La matière organique : son rôle essentiel pour la fertilité (fiche 2)*. Mais si ces informations sont nécessaires, elles sont insuffisantes.

L'activité biologique, indispensable à la fertilité des sols, a des effets positifs extrêmement divers, telles la décomposition des résidus de récolte ou la minéralisation de la matière organique (avec libération de CO_2 et de sels minéraux) ; elle contribue aussi à donner au sol sa structure grumeleuse et donc sa porosité. Mais elle est difficile à apprécier, et l'on est toujours à la recherche d'indicateurs simples et faciles à utiliser. Enfin, la présence ou l'accumulation d'éléments toxiques dans le sol doivent être prises en compte : sel, éléments traces métalliques toxiques (cadmium, aluminium, cuivre, etc.), pesticides…

L'activité biologique est-elle un bon indicateur de fertilité ?

Nous avons vu que la perte de fertilité ou l'épuisement des sols agricoles ont été souvent évoqués pour critiquer les pratiques des agriculteurs. Plus récemment, les écologistes (mais ils ne sont pas les seuls) ont été nombreux à affirmer que cette baisse de fertilité était liée à celle de l'activité biologique du sol, conséquence de l'intensification agricole (utilisation importante d'engrais et de produits phytosanitaires), et suggèrent que la mesure de l'activité biologique serait un bon indicateur de la fertilité.

Le FiBL[3] a réalisé un essai de longue durée en comparant deux systèmes en agriculture biologique (donc sans engrais de synthèse et sans produits phytosanitaires) à deux systèmes conventionnels. On observe effectivement qu'au bout de 21 ans d'essai, l'activité microbiologique ainsi que la faune du sol sont plus importantes en agriculture biologique qu'en conventionnelle, et 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 atteignent seulement 60 à 70 % de ceux des systèmes conventionnels, et pour la pomme de terre les rendements n'atteignent que 58 à 66 % de ceux du conventionnel (cf. fiche *01.08.Q04 Le sol : un milieu vivant*). Une bonne activité biologique des sols est très utile pour un bon fonctionnement du sol mais n'est pas forcément corrélée à de bons rendements ! Les écologistes – nombreux à évoquer la perte de fertilité ou l'épuisement des sols – ne s'appuient souvent que sur la baisse de l'activité biologique du sol.

Le rendement, un bon indicateur de fertilité ?

Nous venons d'évoquer la difficulté de trouver de bons indicateurs de fertilité. Beaucoup d'auteurs proposent une approche pragmatique, considérant 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*

---

[2] Aberdam, 1982

[3] Forschungsinstitut für biologischen Landbau, organisme de recherche en Suisse

 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "***Publications***" puis "***Table des matières des documents de l'Encyclopédie***".
Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

qui lui conviennent le mieux[4]". Cette définition, qui implique que c'est le niveau de rendement qui sert de mesure à la fertilité, a l'inconvénient d'avoir pour corollaire que la fertilité dépend du niveau d'intrants (engrais, produits phytosanitaires) épandus sur le sol. La fertilité ne serait alors pas une caractéristique intrinsèque de la parcelle, mais dépendrait des pratiques agricoles ainsi que 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 comme le blé ! Pour bien mesurer les limites du rendement comme indicateur de fertilité, il faut rappeler que celui des cultures a progressé au cours du XX^{e} siècle de manière spectaculaire ; par exemple, le rendement du blé est passé en France de 14 quintaux/hectare en 1940 à 70 quintaux/hectare dans les années 2000. Cette augmentation n'est toutefois qu'en partie due à l'amélioration de la fertilité du sol (en fait essentiellement due aux apports d'engrais qui ont enrichi le sol en éléments minéraux pour éviter les carences) : en réalité, les augmentations de rendement proviennent aussi de l'amélioration génétique des plantes, d'une généralisation des produits de protection des plantes, du développement de l'irrigation, sans oublier le rôle de la mécanisation qui améliore l'implantation des cultures. On voit donc qu'il est difficile de s'appuyer uniquement sur le rendement ou sur les caractères physico-chimiques du sol, ou même sur la mesure de l'activité biologique pour apprécier la fertilité d'un sol.

Il n'existe pas de définition parfaite de la fertilité d'un sol, ce qui facilite les critiques mettant en cause la gestion des sols par les agriculteurs. Pour l'auteur de ces fiches : "*Dans les quatorze autres fiches consacrées à la fertilité des sols, le rendement est considéré comme un indicateur incontournable de la fertilité quand la production agricole est obtenue en utilisant le minimum d'intrant industriel (engrais, produits phytosanitaires) et en mettant à profit au maximum les processus naturels de fonctionnement du sol*".

Conclusion et perspectives

Les agriculteurs se sont de tout 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 l'on observe des baisses de fertilité des sols agricoles, mais on peut raisonnablement penser que ce n'est pas une généralité.

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

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, et ont 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. Elles 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. Néanmoins il n'existe toujours pas de définition satisfaisante de la fertilité d'un sol, ce qui facilite les critiques mettant en cause leur gestion par les agriculteurs.

Pour en savoir plus :

- J. BOIFFIN et P. STENGEL: INRA Paris, in DEMETER 2000 pp. 147- 211
- Friedrich ENGELS *: Dialectique de la nature, le rôle du travail dans la transformation du singe en homme*, 1876, p. 170/183, Éditions sociales, 1952
- L. JORDAN-MEILLE, S. MACÉ et J-F. LARCHÉ : *Intérêt, mise en œuvre, interprétation des analyses de sols*, ENITA de Bordeaux, 2000
- Justus von LIEBIG : *Principles of agricultural chemistry, with special reference to the late researches made in England*, Walton & Marly, London, 1855.
- Pierre MORLON : *Les systèmes de culture dans l'histoire européenne : pratiques et concepts, réalités et discours*, in *C.R. Académie d'Agriculture de France*, 99 (4), 2013.
- Philippe VIAUX : *Dix clés pour une fertilité durable des sols agricoles*, Édition France Agricole, 2023

[4] L. Jordan, ENITAB 2000

 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "***Publications***" puis "***Table des matières des documents de l'Encyclopédie***".
Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance