

Les analyses de l'Inrae pour orienter ses pratiques

Il existe un lien entre les systèmes de culture et les propriétés écologiques du sol. Cette notion est très difficile à approcher si l'on s'attache à prendre séparément chaque pratique spécifique comme le labour, les rotations de culture, le type de fertilisation ou encore les traitements chimiques sur la qualité écologique des sols. Ils sont bien connus individuellement mais l'effet d'une pratique se combine à une autre et produit des effets de synergie ou de compensation. Les travaux de Rillig et Lehman (2019) montrent qu'étudier précisément toutes les combinaisons possibles de pratiques qui influencent la qualité du sol nécessiterait plus de 100 000 comparaisons de critères, sans même prendre en compte les variations pédoclimatiques. Ainsi, il apparaît plus pertinent d'évaluer l'impact des systèmes de culture les plus répandus, à savoir le conventionnel, la bio, la biodynamie et l'agriculture de conservation des sols.

Compilation de recherches

Les chercheurs ont donc mené une méta-analyse dont les résultats ont été publiés en août 2021 dans la revue *Environmental Chemistry Letters*. Une centaine de publications ont ainsi été prises en compte. Les résultats montrent que les systèmes conventionnels, biologiques et biodynamiques sont les plus étudiés, alors que l'agriculture de conservation des sols reste peu documentée. Les chercheurs se sont attardés sur la qualité écologique des sols prenant en compte la macrofaune, la mésofaune, la microfaune et les micro-organismes des sols qui participent au recyclage des éléments et influencent notamment la biodisponibilité des nutriments pour les plantes, tout en régulant l'état sanitaire des sols. Toutes ces fonctions biologiques déterminent *in fine* les propriétés agronomiques des sols.

Les résultats de ces analyses permettent de classer les systèmes de production selon leur impact positif sur la préservation, voire l'amélioration, des propriétés écologiques des sols : agriculture biodynamique > agriculture biologique ≥ agriculture de conservation > agriculture conventionnelle. L'agriculture de conservation des sols obtient de meilleurs résultats que l'agriculture conventionnelle pour 57 % des indicateurs biologiques des sols.

Si l'on focalise sur agriculture biologique et agriculture biodynamique, 43 % des indicateurs sont améliorés en agriculture biodynamique par rapport à l'agriculture biologique. Une tendance générique se dégage pour les paramètres microbiologiques : l'abondance des micro-organismes augmente en moyenne de 71 % en biodynamie par rapport

	Agroforesterie	Couverture végétale	Rotation des cultures	Cultures associées	Mélanges variétaux
Production	+	+	+	+	+
Biodiversité associée	+	+	+	+	○
Qualité du sol	+	+	+	+	○
Contrôle des parasites et des maladies	+	+	?	+	?
Qualité de l'eau	+	+	?	+	?
Utilisation de l'eau	+	○	○	?	?
Émission de gaz à effet de serre	?	⊖	+	?	?
Efficacité de l'utilisation des intrants	?	○	?	+	?
Rentabilité	+	?	⊖	?	?
Qualité du produit	?	?	○	○	?
Stabilité des rendements	?	?	○	?	?

+ Hausse significative ○ Pas d'impacts ⊖ Impacts négatifs ? Manque de données

à l'agriculture biologique, et l'activité des bactéries et champignons est stimulée de 54 %. Concernant la faune du sol, 86 % des résultats ne montrent pas de différences entre les deux systèmes de production, mais les données disponibles sont trop restreintes pour tirer des conclusions sur chaque paramètre pris séparément. Notons également que si certains travaux montrent une amélioration des propriétés écologiques du sol en agriculture biodynamique, en comparaison avec l'agriculture biologique, 52 % des mesures sur l'ensemble des organismes ne montrent aucune différence entre les deux systèmes.

Un autre article paru le 18 juillet 2021 dans *Global Change Biology*, rassemble pour la première fois un nombre conséquent de preuves empiriques des effets positifs de la biodiversité cultivée sur les agroécosystèmes. Plus de 5 000 expérimentations de terrain effectuées dans le monde entier, de 1936 à aujourd'hui ont été synthétisées.

Les scientifiques détaillent les effets de cinq grandes pratiques de diversification des systèmes de culture, en fonction de la diversification dans l'espace et le temps. Tout d'abord, l'agroforesterie. Parmi quelques exemples, on trouve : les cultures en allées, les parcelles agricoles entourées de haies, les parcs agroforestiers, les cultures pérennes sous ombrage...

Ensuite, les cultures associées qui consistent à cultiver plusieurs espèces différentes dans le même champ. Parmi quelques exemples, on trouve les cultures en relais (semis sous couvert de la culture précédente), les cultures en bandes (des bandes d'une culture et de l'autre alternent dans une même parcelle). Troisième pratique, les mélanges variétaux, lorsque plusieurs variétés de la même espèce sont cultivées en même temps dans une même parcelle.

Quatrième pratique, la rotation des cultures, soit un enchaînement récurrent d'une diversité de cultures sélectionnées, cultivées sur un même champ selon un cycle de temps prédéfini (succession régulière de cultures de vente). Enfin, les cultures de couvertures (ou couvertures végétales), qui visent à cultiver des plantes à des fins agronomiques et environnementales (par exemple, limiter les pertes en nitrates) en complément d'une culture principale, comme les cultures intermédiaires, ou les bordures entourant les parcelles cultivées.

L'efficacité de l'agroforesterie

En réalisant une analyse statistique de l'ensemble des données disponibles, les chercheurs montrent que ces stratégies de diversification conduisent à une hausse médiane de 24 % de la biodiversité associée (la biodiversité non cultivée qui évolue au sein d'un agroécosystème). La hausse concerne également la production (+ 14 %), la fourniture de plusieurs services écosystémiques comme la régulation de la qualité de l'eau (+ 51 %) et du sol (+ 11 %), ou le contrôle des ravageurs et des maladies (+ 63 %).

Certaines pratiques de diversification des systèmes de culture sont plus efficaces que d'autres. « Les systèmes agroforestiers améliorent la biodiversité associée d'environ deux

tiers, contre un peu plus d'un tiers pour les rotations culturales, et moins d'un quart pour les systèmes sous couverture végétale. Les cultures associées et les mélanges variétaux ont, quant à eux, des impacts plus réduits, avec une hausse moyenne de 7 % et 2 % respectivement ».

L'agroforesterie surpasse aussi les autres stratégies pour la production (hausse médiane de + 35 %, nettement supérieure à la hausse de + 22 % estimée pour les cultures associées) ou la qualité du sol (+ 19 %, contre + 11 % pour les cultures associées). Les meilleurs résultats concernant le contrôle des ravageurs et des maladies sont en revanche obtenus par les systèmes sous couverture végétale (+ 125 %), suivis par les cultures associées (+ 66 %) et l'agroforesterie (+ 59 %). Les performances de l'agroforesterie varient selon les pratiques considérées : de + 84 % pour l'introduction de haies à + 40 % pour les systèmes de cultures pérennes sous ombrage.

« Les stratégies agroforestières sont aussi celles qui participent le plus au stockage de carbone dans les sols, et donc à l'atténuation du changement climatique. La teneur en carbone du sol est de 19 % supérieure en moyenne dans les systèmes en agroforesterie par rapport aux parcelles en conditions similaires, mais sans arbres. Les cultures associées et les systèmes sous couverture végétale ne sont cependant pas en reste, avec une hausse de 13 % ».

L'agroforesterie semble donc la stratégie la plus prometteuse pour tout un panel de services écosystémiques. Les auteurs pointent néanmoins le manque de données concernant, notamment, les mélanges variétaux, mais aussi l'évaluation des impacts en termes de rentabilité ou de stabilité de la production.

Ludivine Mignot, conseillère bio
Chambre d'agriculture des Pyrénées-Atlantiques