



RODALE
INSTITUTE™

Agriculture
Essai de systèmes

40-YEAR REPORT

L'HISTOIRE ET ÉTAT ACTUEL DE LA ESSAI DE SYSTÈMES AGRICOLES

Pour remplir notre mission, nous avons créé une étude qui utiliserait les méthodes analytiques les plus crédibles pour comparer les résultats côte à côte des pratiques agricoles biologiques et conventionnelles sous diverses perspectives et planifications.

partager ces connaissances avec les agriculteurs, les scientifiques et les décideurs politiques. Au cours des 40 dernières années, la recherche a évolué et s'est élargie, construisant un ensemble d'informations plus approfondi au fil des saisons. L'étude suit l'impact de différentes pratiques sur la viabilité économique et la consommation d'énergie de l'exploitation agricole, la qualité nutritionnelle des aliments produits, la santé du sol et l'eau qui circule dans les systèmes ; il mesure également l'impact de ces pratiques sur l'environnement dans son ensemble. Comme vous le verrez dans les pages de ce rapport, la recherche continue de démontrer que les stratégies d'agriculture biologique correspondent ou surpassent systématiquement les pratiques conventionnelles courantes et génèrent un large éventail d'avantages pour les producteurs, les consommateurs et le monde.

Les champs Farming Systems Trial (FST) sont situés sur le campus principal du Rodale Institute, une ferme biologique certifiée de 386 acres à Kutztown, en Pennsylvanie (à environ 60 miles au nord-ouest de Philadelphie). L'étude comprend 72 parcelles différentes, qui sont

soigneusement séparés les uns des autres par des zones tampons construites et d'autres stratégies pour garantir que les données recueillies auprès de chacun sont intactes. Bien que ces parcelles aient été étudiées en permanence depuis 40 ans, les pratiques agricoles FST ont changé à mesure que les approches communes de l'agriculture biologique et les agriculteurs conventionnels ont évolué.

TROIS SYSTÈMES, DEUX VOIES

Les céréales comme le maïs, le soja, l'avoine et le blé sont les matières premières de l'approvisionnement alimentaire américain et alimentent le moteur de l'agriculture de ce pays. Le FST est conçu pour imiter les pratiques réelles des agriculteurs qui cultivent ces aliments de base et pour évaluer l'impact de leurs pratiques sur les terres agricoles, les agriculteurs et les communautés qui les entourent. Il met en place et compare trois systèmes agricoles distincts. Deux des systèmes utilisent des méthodes biologiques mais avec des sources primaires d'azote différentes. Le troisième système applique le modèle de production conventionnel, ou standard, qui s'appuie sur des sources d'azote synthétiques et des pesticides. Cela reflète le système utilisé par la majorité des producteurs de céréales aux États-Unis. Les trois systèmes sont dynamiques et continuent d'évoluer au fil du temps pour intégrer les dernières technologies et pratiques.

Conventionnel

Ce système représente une exploitation céréalière typique aux États-Unis. Il dépend de l'azote synthétique pour la fertilité et les mauvaises herbes sont contrôlées par des herbicides synthétiques qui ont été sélectionnés et appliqués aux taux recommandés par Penn State University Cooperative Extension et notre conseil consultatif de projet.

Légumineuse biologique

Ce système représente les pratiques d'un système de céréales biologiques. Ce système à faibles intrants repose sur une rotation moyenne de cultures céréalières annuelles et de cultures de couverture. La fertilité du système provient des légumineuses, des plantes qui extraient l'azote de l'air et le fixent dans le sol. La rotation des cultures constitue la principale ligne de défense contre les ravageurs.

Fumier Organique

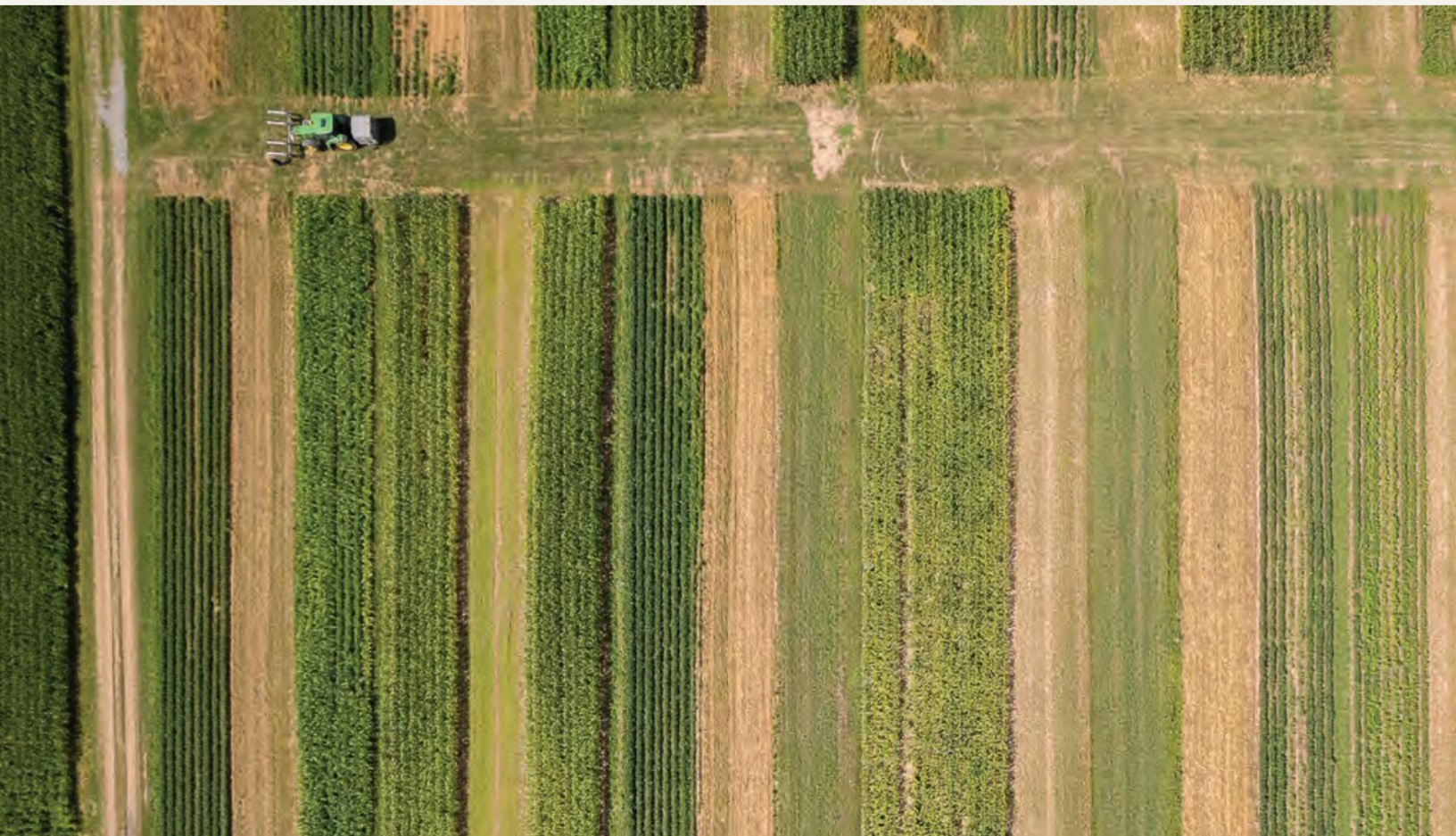
Ce système représente les pratiques d'une exploitation laitière ou bovine biologique. Elle repose sur une longue rotation de cultures céréalières annuelles et de cultures fourragères pérennes. La fertilité est assurée par des applications périodiques de fumier composté et par une couverture de légumineuses et de cultures fourragères dans cette rotation. En plus d'apporter de la fertilité, une rotation diversifiée des cultures constitue la principale ligne de défense contre les ravageurs.

PRATIQUES COURANTES

Le FST est conçu pour reproduire les méthodes et les matériaux standards utilisés par les agriculteurs conventionnels et biologiques à travers les États-Unis. Au cours des 15 dernières années, les traitements des parcelles de recherche FST ont évolué pour intégrer ces pratiques communes.

OGM : selon l'USDA, plus de 90 pour cent de la superficie cultivée en maïs, coton et soja aux États-Unis est plantée avec des semences génétiquement modifiées pour être tolérantes aux herbicides ou pour exprimer des pesticides dans la culture.¹ En 2008, le maïs et le soja génétiquement modifiés des variétés de soja (OGM) ont été incorporés dans toutes les parcelles conventionnelles FST pour représenter les pratiques agricoles actuelles aux États-Unis

Travail du sol : Depuis des milliers d'années, les agriculteurs ont eu recours au retournement du sol avec des outils de travail du sol pour préparer les champs à la plantation des cultures et à la gestion des mauvaises herbes. Cependant, perturber le sol peut entraîner son érosion et endommager le réseau trophique du sol. Les trois systèmes du FST ont été gérés en labour complet jusqu'en 2008, date à laquelle chacun d'eux a été divisé en parcelles en labour complet (FT) et en labour réduit (RT). Des herbicides sont utilisés dans les parcelles RT conventionnelles pour contrôler les mauvaises herbes et mettre fin aux cultures de couverture lorsqu'elles sont présentes. En conséquence, le travail du sol est quasiment supprimé. Dans les parcelles RT organiques, la



Le travail du sol est réduit mais pas complètement éliminé. Le sol est labouré stratégiquement lorsque cela est approprié dans le cadre de la rotation des cultures. Entre les deux, une sertisseuse à rouleaux est utilisée pour mettre fin aux cultures de couverture et laisser les résidus fonctionner comme un paillis supprimant les mauvaises herbes et un amendement du sol à mesure qu'ils se décomposent.

Rotations : Les rotations des cultures dans les systèmes biologiques sont plus diversifiées que dans le système conventionnel, comprenant jusqu'à sept cultures en huit ans (contre deux cultures conventionnelles en trois ans). Bien que cela signifie que le système conventionnel produit plus de maïs ou de soja au cours du cycle parce que ces cultures sont plus fréquentes dans la rotation, les systèmes biologiques produisent une gamme plus diversifiée d'aliments et de nutriments et sont mieux placés pour atténuer les impacts sur le rendement du système dans des conditions défavorables.

Cultures de couverture : Les systèmes biologiques reposent sur des cultures de couverture, ou engrais verts, comme formes de fertilité végétale depuis le début de l'essai de recherche. En plus de fournir de la fertilité, les cultures de couverture présentent de nombreux autres avantages, notamment la réduction de l'érosion, la prévention de la perte de nutriments dans l'environnement, l'amélioration de l'infiltration de l'eau, la réduction de la pression des mauvaises herbes, l'amélioration de la biologie du sol et l'ajout de carbone au sol.

L'adoption et l'utilisation de cultures de couverture par les agriculteurs conventionnels et biologiques à travers le pays continuent de croître de façon spectaculaire. Lors du dernier recensement agricole de l'USDA, 25 % des terres agricoles de Pennsylvanie étaient couvertes de cultures de couverture.² Pour cette raison, en 2015, un point d'entrée du système conventionnel reçoit désormais une culture de couverture de seigle cérééalier après la plantation de la culture principale. Il s'agit de la pratique la plus courante dans les régions tempérées, car le seigle cérééalier est tolérant au froid, élimine efficacement l'azote et produit des niveaux élevés de biomasse végétale. Ces parcelles permettront de mesurer la séquestration du carbone dans le sol et d'autres avantages des cultures de couverture dans les systèmes de labour conventionnel et sans labour.



ESSAI DE SYSTÈMES AGRICOLES EN CHIFFRES :



40 ANS



12 ACRES



72 PARCELLES



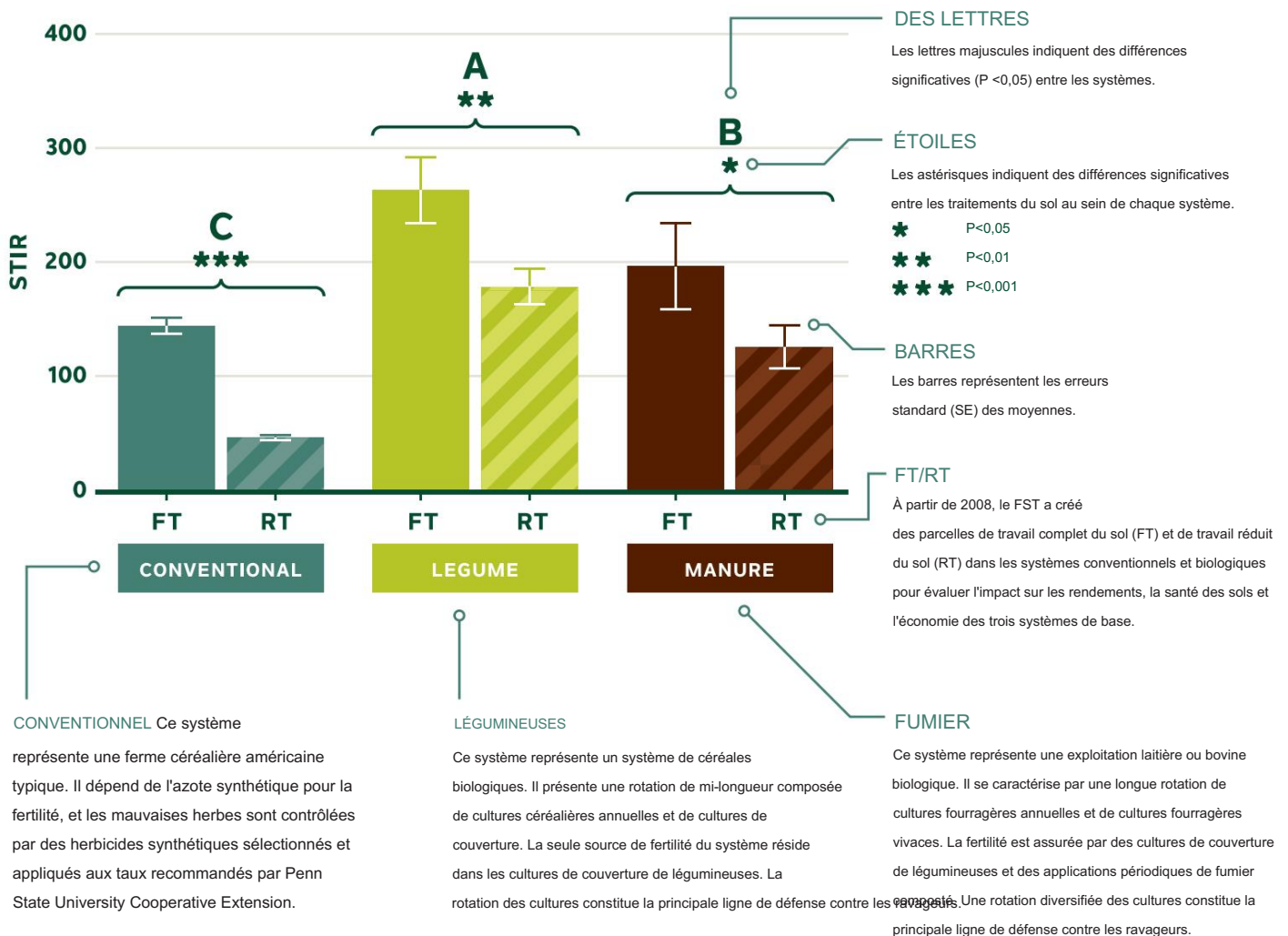
3 SYSTÈMES

RÉSULTATS DE RECHERCHE

UNE ANALYSE RIGOUREUSE ASSURE QUE LES RÉSULTATS DU FST SONT SCIENTIFIQUEMENT CRÉDIBLE.

L'équipe FST rassemble chaque saison des données à partir des parcelles de recherche, en capturant séparément les résultats des pratiques de labour complet et de labour réduit. Les informations ont été minutieusement analysées à l'aide de normes scientifiques largement acceptées, et les résultats sont présentés graphiquement dans ce rapport pour rendre les conclusions simples à comprendre.

COMMENT LIRE LES CARTES



LACULER ou NE PAS LACULER ?

LES EFFETS DE LA GESTION DES SOLS COMMUNS ET DES MAUVAISES HERBES PRATIQUES SUR LES FERMES BIOLOGIQUES ET CONVENTIONNELLES

Les agriculteurs ont longtemps eu recours au travail du sol mécanique pour éliminer les mauvaises herbes des rangées de grandes cultures.

Mais les producteurs et les scientifiques ont appris que des labours fréquents nuisent à la santé des sols, les rendant vulnérables à l'érosion éolienne et hydrique et détruisant d'importants réseaux fongiques souterrains. Le travail du sol nécessite également beaucoup de carburant et de main d'œuvre. Pour ces raisons, les producteurs de grandes cultures ont exploré des moyens de le réduire, voire de l'éliminer de leurs opérations. Les agriculteurs conventionnels ont mis en œuvre des pratiques de semis direct en utilisant des produits chimiques pour préparer des lits de semence exempts de mauvaises herbes et contrôler les mauvaises herbes dans le système. Ensuite, ils plantent des variétés génétiquement modifiées pour résister aux herbicides à large spectre afin que ces herbicides puissent être appliqués directement sur les cultures en croissance. Les agriculteurs biologiques n'utilisent pas ces produits chimiques ni ces variétés génétiquement modifiées, ils ont donc adopté différentes stratégies pour réduire le travail du sol.

À partir de 2008, le FST a établi des parcelles de travail complet (FT) et de travail réduit (RT) dans les systèmes conventionnels et biologiques pour évaluer l'impact sur les rendements, la santé des sols et l'économie des trois systèmes de base. Le système conventionnel RT imite de vastes superficies de fermes conventionnelles aux États-Unis qui ont adopté des pratiques de culture sans labour, aidées par des herbicides synthétiques et des variétés génétiquement modifiées. Les systèmes biologiques RT représentent les efforts des agriculteurs biologiques et des scientifiques agricoles qui s'efforcent de réduire la perturbation des sols afin d'améliorer davantage leur santé.

SOLUTION ROULEAU-SERTISSEUR

Pour réduire la fréquence du travail du sol, les agriculteurs biologiques ont besoin d'une autre stratégie efficace pour gérer les mauvaises herbes et mettre fin aux cultures de couverture. Le Rodale Institute a commencé à développer et à perfectionner les systèmes de rotation sans labour biologique basés sur des cultures de couverture dans les années 1990. Pour la production céréalière, ces systèmes utilisent des cultures de couverture annuelles qui sont plantées au début de l'automne, puis terminées au moment des semis des cultures commerciales au printemps par une sertisseuse à rouleaux conçue par Jeff Moyer, directeur général du Rodale Institute et ancien directeur de la ferme. La sertisseuse à rouleaux est un cylindre doté de lames à chevrons qui peuvent être remplies d'eau pour ajouter ou réduire du poids. Le cylindre se fixe à l'avant ou à l'arrière d'un tracteur pour un système à un ou deux passages. Lorsque le tracteur passe sur les cultures de couverture, la sertisseuse à rouleaux renverse les plantes et froisse leurs tiges à des intervalles d'environ 7 pouces. Cela met fin aux cultures de couverture, qui restent au sol et forment un paillis épais qui étouffe et réduit la germination des mauvaises herbes avant de se décomposer progressivement dans le sol.

Tandis que la culture de couverture se termine par l'avant du tracteur, l'équipement de culture sans labour fixé à l'arrière trace une rangée à travers le paillis de la culture de couverture, dépose des graines telles que le maïs ou le soja et les recouvre pour assurer le contact avec le sol. L'arrêt de la culture de couverture, l'établissement du tapis de paillis et la plantation peuvent tous se faire en un seul passage, ce qui permet aux agriculteurs d'économiser du temps et de l'énergie.

Les céréales à grosses graines germent et poussent à travers le paillis, tandis que les mauvaises herbes à petites graines ne peuvent pas germer ou pénétrer dans le paillis.

Le régime RT a été introduit dans les parcelles biologiques FST en 2008. Le système biologique à labour réduit associe des cultures de couverture spécifiques à des cultures céréalières spécifiques en fonction du fait que les cultures de couverture soient des légumineuses, ainsi que de leur taille, de leur morphologie et de leur période de floraison. Au fil du temps, les chercheurs ont découvert que toutes les cultures de couverture ne sont pas également adaptées aux pratiques biologiques de travail réduit du labour. Ils ont observé le plus grand succès avec les cultures annuelles, notamment le trèfle cramoisi, le seigle d'hiver, l'orge d'hiver, l'orge de printemps, l'avoine de printemps, le sarrasin, le millet sétiaire, le millet perlé, la fève, le chanvre solaire, l'avoine noire, la vesce velue, les pois de grande culture, et le blé d'hiver. La sertisseuse à rouleau n'est pas efficace pour éliminer les plantes vivaces et bisannuelles, comme la luzerne et certains trèfles, ainsi que certains types de cultures annuelles, comme le ray-grass annuel.

Après cette modification majeure de gestion, le FST dispose désormais de systèmes conventionnels et biologiques répartis en FT et RT. L'indice d'intensité du travail du sol (STIR) calculé montre que le travail du sol est presque éliminé dans le système conventionnel et est réduit d'environ 30 pour cent dans les deux systèmes biologiques (Figure 1). Des recherches rigoureuses sont menées depuis 2008. Ce rapport met en évidence les effets du travail réduit du sol sur la santé des sols, les rendements des cultures et la rentabilité des exploitations agricoles dans des systèmes conventionnels et biologiques côte à côte.

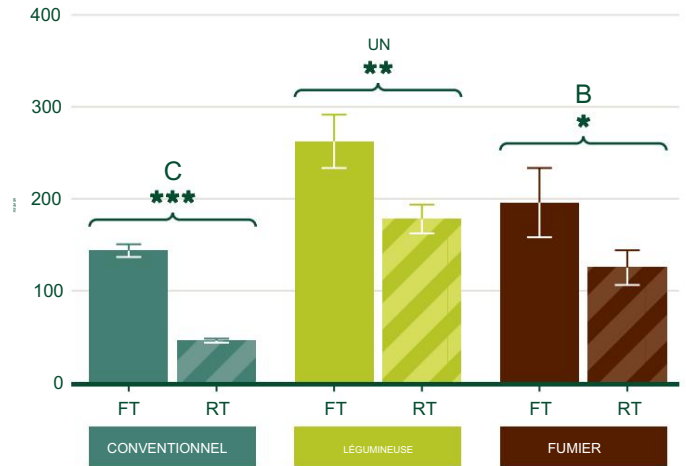


Figure 1 Indice annuel moyen de l'intensité du travail du sol (STIR) de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2008 à 2020. Le STIR est un système d'évaluation créé par l'USDA NRCS pour mesurer la perturbation globale du sol. Il tient compte du type de labour, de la profondeur de l'opération de labour, de la vitesse opérationnelle de l'équipement de labour et du pourcentage de labour. superficie du sol perturbée.



CREER SUR LA SANTÉ DES SOLS

UNE ÉVALUATION DE LA FERTILITÉ, DE LA VITALITÉ,
ET ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DANS CHAQUE SYSTÈME

Le sol a toujours été le fondement d'une agriculture réussie, c'est pourquoi l'étude de la santé des sols est au centre de l'essai des systèmes agricoles.

La santé du sol a un impact sur la quantité et la qualité de la récolte et sur la viabilité à long terme de la ferme. De plus, le sol est directement lié à la quantité de carbone dans l'atmosphère et au changement climatique. L'évaluation de l'impact de différentes pratiques de gestion sur la santé des sols profite à la fois aux agriculteurs qui peuvent appliquer les résultats à leurs propres opérations et aux scientifiques qui étudient des outils permettant de séquestrer le carbone. Aider les agriculteurs à renouveler continuellement la vitalité de leurs sols profite également aux personnes qui consomment leur nourriture, à la communauté autour de la ferme et au bien-être de l'environnement dont nous dépendons tous.

Au cours des 40 dernières années, les chercheurs du FST ont jeté les bases du débat mondial sur la santé des sols, faisant progresser la compréhension de ce qu'est un sol sain et les stratégies permettant de l'évaluer. Les scientifiques du Rodale Institute, ainsi que des experts partenaires, ont identifié les facteurs critiques qui révèlent la santé du sol, et l'équipe FST a collecté et analysé des données pour comprendre l'impact à court et à long terme des différentes pratiques de gestion agricole, faisant évoluer la conversation de la qualité du sol à la santé du sol.

MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS

Dans les sols sains, la matière organique contenant du carbone peut varier de 1 pour cent à 10 pour cent du volume du sol, selon le type de sol. Cependant, il fournit près de 100 pour cent de la nourriture qui alimente le réseau trophique du sol. La matière organique facilite la formation des pores, la structure du sol et la capacité du sol à retenir l'eau, ce qui contribue à augmenter la stabilité des agrégats et à réguler l'humidité dans les couches supérieures du sol. C'est également la principale source de carbone séquestré dans le sol. Un niveau élevé de matière organique dans le sol est un bon indicateur de sa santé.

La recherche dit

Après 40 ans de gestion, le niveau de matière organique du sol était significativement plus élevé dans le système de fumure biologique que dans les systèmes conventionnels et de légumineuses biologiques.

La réduction du travail du sol n'a pas affecté de manière significative le niveau de matière organique du sol dans aucun des systèmes biologiques ou conventionnels.

La gestion sans labour réduit la perturbation du sol et la perte oxydative de la matière organique existante du sol, mais afin d'améliorer la matière organique du sol, en particulier la matière organique stable d'origine microbienne et associée aux minéraux, une quantité adéquate de haute qualité (à faible teneur en carbone pour -rapport azote) des apports organiques pouvant stimuler la croissance microbienne sont nécessaires.

Dans les systèmes conventionnels de maïs et de soja, la diversité et la qualité des apports de carbone sont souvent limitées, ce qui limite la croissance microbienne.

LA VALEUR D'UN SOL SAIN Pourquoi un sol sain est-il si important ?

1 Nutrition de pointe

Le sol est la base de la nourriture production et croissance saine, aliments riches en nutriments pour soutenir une population croissante.

2 Protection contre la sécheresse

Un sol sain retient l'humidité jusqu'à ce que les plantes en aient besoin et crée une symbiose avec les champignons pour étendre le réseau racinaire plus profondément dans le sol.

3 Prévention de l'érosion

Les « agrégats » dans un sol sain collent ensemble et ne sont pas lavés ni emportés par le vent.

4 Défense contre les maladies

Les microbes actifs du sol repoussent les maladies des plantes.

5 Résistance aux inondations

Les fortes pluies pénètrent dans un sol sain, réduisant ainsi les inondations et le ruissellement.

6 Captage du carbone

Un sol sain retient le carbone et le maintient hors de l'atmosphère.

Cependant, dans les systèmes biologiques, qui ont généralement des apports de carbone beaucoup plus diversifiés dans le sol, la biomasse microbienne est nettement plus élevée que dans le système conventionnel, ce qui entraîne une augmentation de la matière organique du sol au fil du temps. Réduire le travail du sol les systèmes biologiques peuvent encore augmenter la teneur en carbone en protégeant la matière organique accumulée dans le sol de la perte due à la perturbation du sol, bien que des périodes plus longues puissent être nécessaires pour détecter une augmentation significative. De même, les réservoirs labiles de carbone et d'azote du sol (C actif et protéines du sol) étaient plus importants dans le système de fumure organique que dans les systèmes de légumineuses conventionnelles et biologiques, ce qui indique de plus grandes sources de carbone et d'azote biodisponibles qui bénéficieraient à la croissance et aux activités microbiennes du sol, ainsi que le cycle des nutriments.

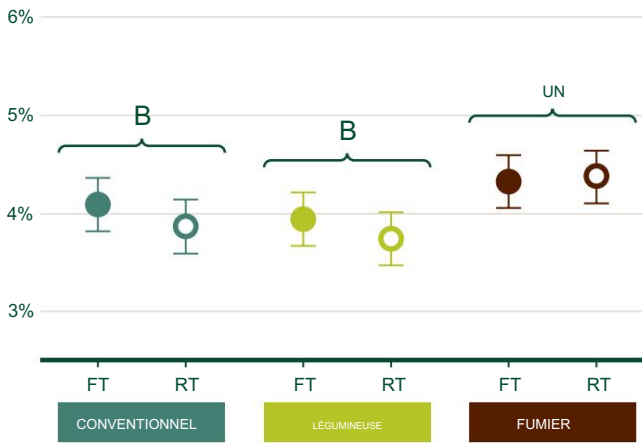


Figure 2 Teneur moyenne en matière organique du sol de 0 à 20 cm de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles en 2019 et 2020.

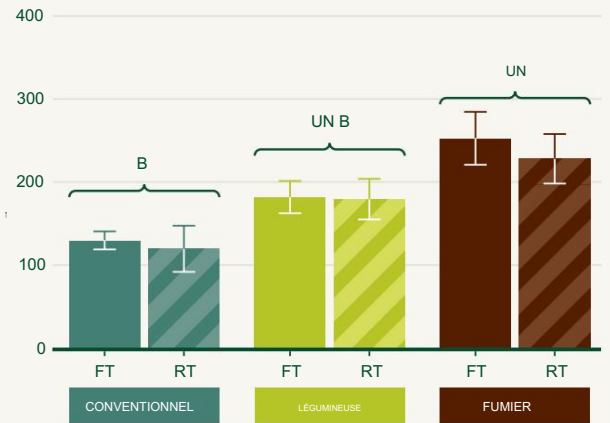
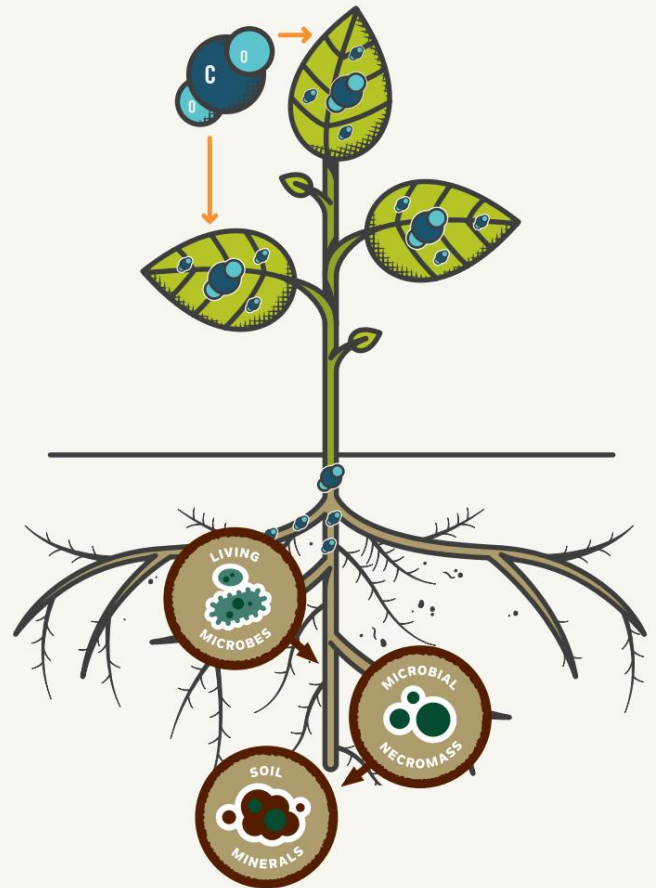


Figure 3 (en haut) Développement conceptuel récent des preuves empiriques suggèrent que la matière organique du sol La formation et l'accumulation de carbone résultent en grande partie de l'augmentation de la biomasse/nécromasse microbienne du sol qui peut former des associations étroites avec les minéraux du sol (limon et argile).

Figure 4 (en bas) Carbone de la biomasse microbienne du sol (moyenne de 0 à 10, 10 à 20 et 20 à 30 cm de profondeur) de chaque des systèmes dans le cadre de l'essai des systèmes agricoles en 2018. (Adapté de Littrell et al., 2021.)



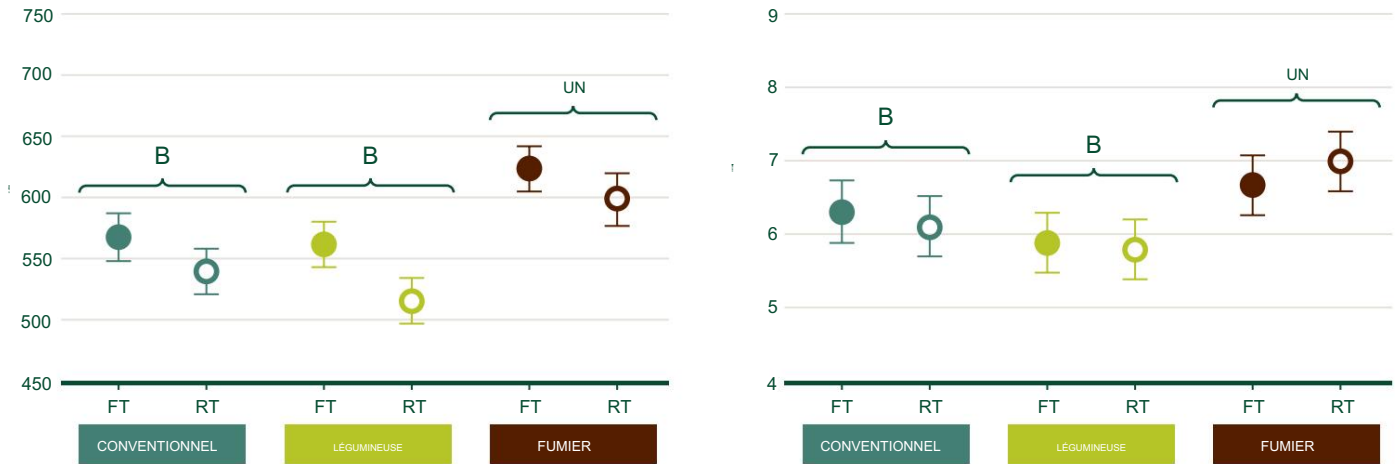


Figure 5 (à gauche) Niveaux moyens de C active du sol de 0 à 20 cm (C oxydable au permanganate ; POXC) et (à droite) de protéines du sol (protéine extractible au citrate autoclavé) de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles en 2019 et 2020.

DIVERSITÉ DU MICROBIOME DU SOL ET ACTIVITÉ

Le réseau trophique du sol est composé de nombreux organismes, depuis les bactéries microscopiques et les champignons jusqu'aux vers de terre dodus. Sur 9 milliards d'organismes vivants peuvent être trouvés dans une seule cuillère à café de sol sain. Tous jouent un rôle essentiel dans le maintien de la

la capacité du sol à favoriser notre propre santé personnelle et à soutenir la croissance des cultures en acquérant des nutriments provenant de sources organiques disponibles. Les bactéries du sol produisent des antibiotiques naturels qui aident les plantes à résister aux maladies. Les champignons aident les plantes à absorber l'eau et les nutriments. Ensemble, ils assurent des fonctions clés essentielles à la croissance des cultures et aux services écosystémiques.

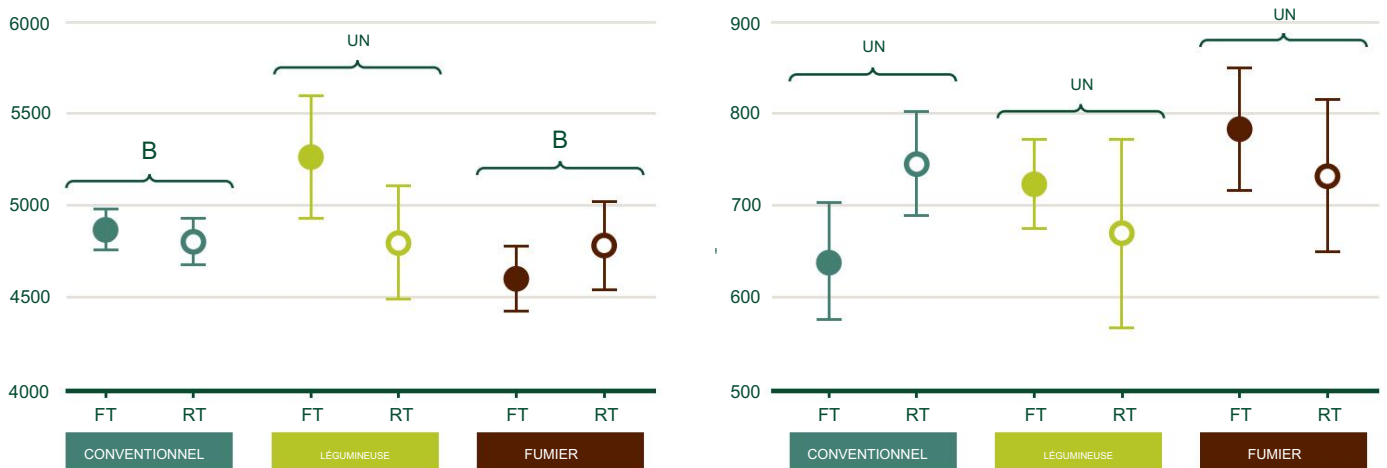


Figure 6 (à gauche) richesse bactérienne du sol (0 à 30 cm) et (à droite) richesse fongique de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles en 2019.

La recherche dit

La diversité des espèces de certains groupes microbiens du sol collectés jusqu'à une profondeur de 30 centimètres différait selon les systèmes de gestion. Les communautés bactériennes du sol issues du système de légumineuses biologiques présentaient la plus grande diversité parmi tous les systèmes. La respiration du sol, une mesure de l'activité microbienne dans le sol, était significativement plus élevée dans le système de fumier organique que dans le système de légumineuses conventionnelles ou biologiques. La réduction du travail du sol a augmenté la respiration du sol de 16 pour cent dans le système à fumier organique et de 23 pour cent dans le système conventionnel.

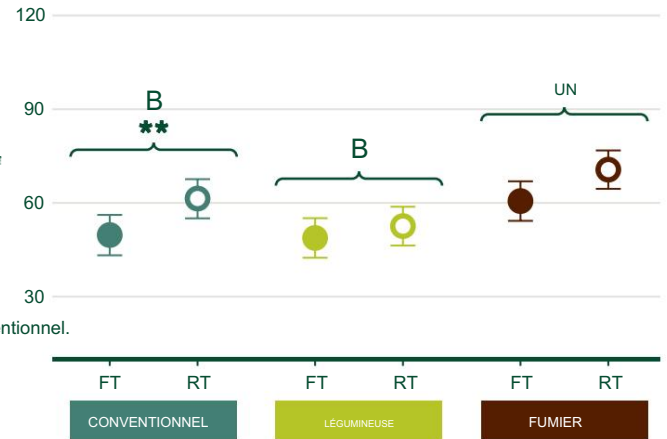


Figure 7 Respiration microbienne moyenne du sol de 0 à 20 cm de chacun des systèmes dans le cadre de l'essai des systèmes agricoles en 2019 et 2020.

COMPACTAGE DU SOL

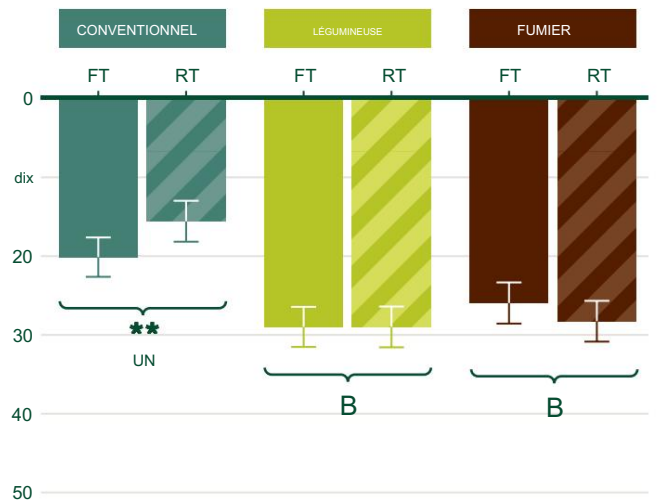
Environ la moitié du volume du sol est composé d'espaces poreux qui retiennent l'air et l'humidité nécessaires à la survie des plantes et du réseau trophique du sol. Dans un sol compacté, les pores sont réduits ou éliminés et les racines des plantes sont limitées dans leur capacité à se propager et à recueillir de l'eau et des nutriments. Dans un sol compacté, les cultures sont plus vulnérables à la sécheresse et aux inondations et peuvent souffrir d'un retard de croissance.

La recherche indique

que les chercheurs du FST ont mesuré la profondeur de la couche de compactage comme étant la profondeur à laquelle la pression du sol atteignait 300 livres par pouce carré (psi), pression connue pour affecter la pénétration des racines et donc la croissance des plantes.

Une analyse des conditions pédologiques de chaque parcelle après plusieurs années de production a révélé que les systèmes biologiques, de légumineuses ou à base de fumier, étaient nettement moins compactés que le système conventionnel. Le compactage n'a pas été significativement affecté par le travail réduit du sol dans le fumier organique et les légumineuses biologiques. Le compactage n'a pas été significativement affecté par le travail réduit du sol dans le fumier organique et les légumineuses biologiques. Ces résultats suggèrent que la gestion sans labour dans les systèmes à forte intensité chimique peut provoquer un compactage important, ce qui peut limiter davantage les activités racinaires et microbiennes en raison de la structure restreinte des pores du sol.

Figure 8 Couche de compactage moyenne du sol (profondeur de pénétration à 300 psi) de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles en 2019 et 2020.



PRINCIPAUX À RETENIR

Les pratiques biologiques sans labour maintiennent ou améliorent la qualité et la vitalité des sols. Les pratiques conventionnelles de culture sans labour à base de produits chimiques peuvent entraîner davantage de compactage du sol.

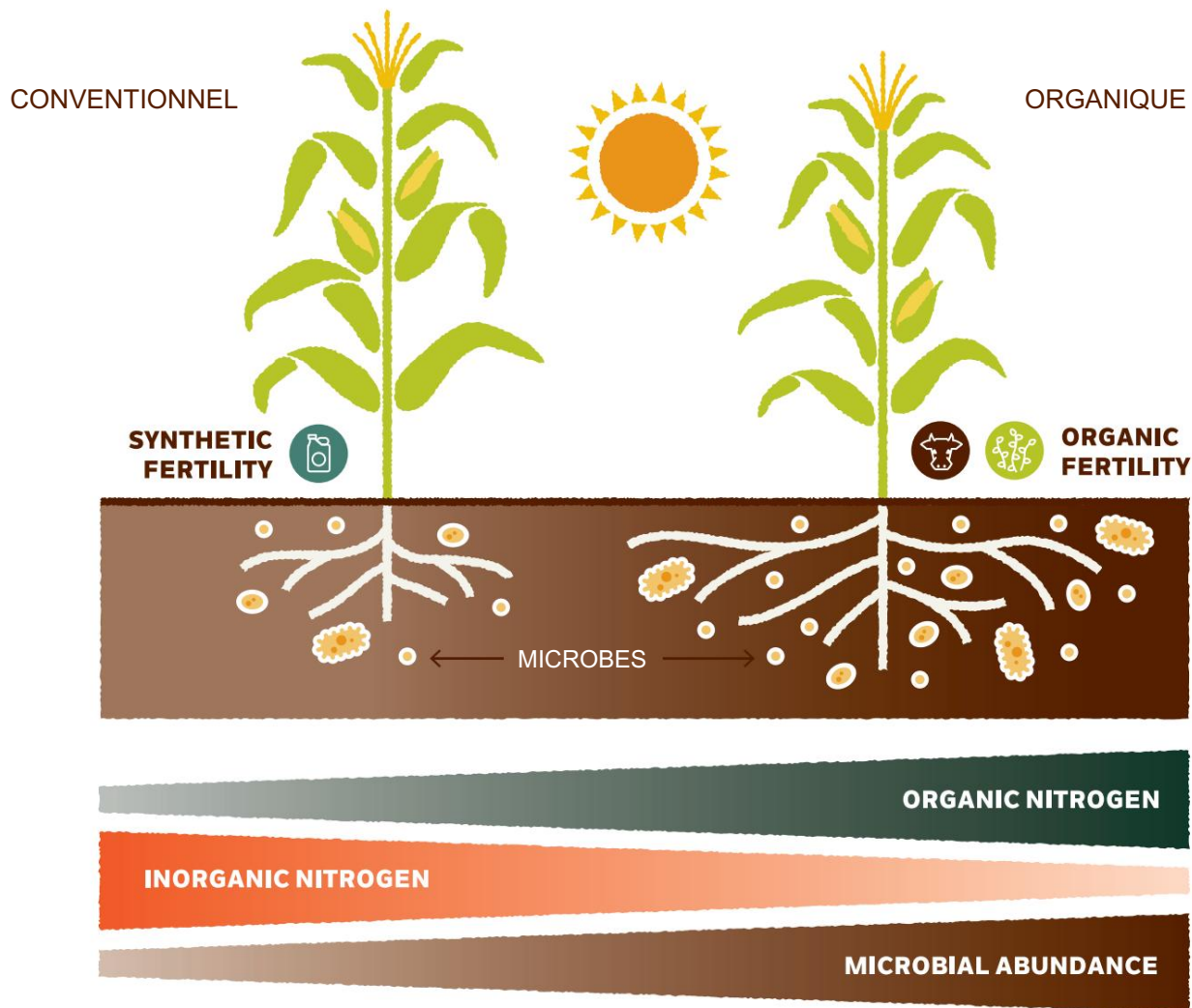


Figure 9 Différentes sources de fertilité pour les systèmes conventionnels et biologiques. Les pratiques agricoles régénératives maintiennent les flux souterrains de carbone excédentaire des plantes qui soutiennent les microbes du sol et génèrent de la matière organique du sol. (Adapté de Prescott et al., 2021.) 3

DISPONIBILITÉ DES NUTRIMENTS DU SOL

Les pratiques qui réduisent la fréquence et l'intensité du travail du sol profitent au sol de plusieurs manières ; cependant, la fréquence du travail du sol affecte différemment les systèmes biologiques et conventionnels.

Une distinction importante est la disponibilité des éléments nutritifs clés du sol. Ceci est important car les sources inorganiques d'engrais qui sont généralement utilisées dans les cultures en rangs conventionnelles sont très sujettes au lessivage dans les eaux souterraines et à la perte sous forme de gaz à effet de serre. Les sources d'engrais organiques ont tendance à être à libération plus lente et moins sujettes à la perte dans l'environnement.

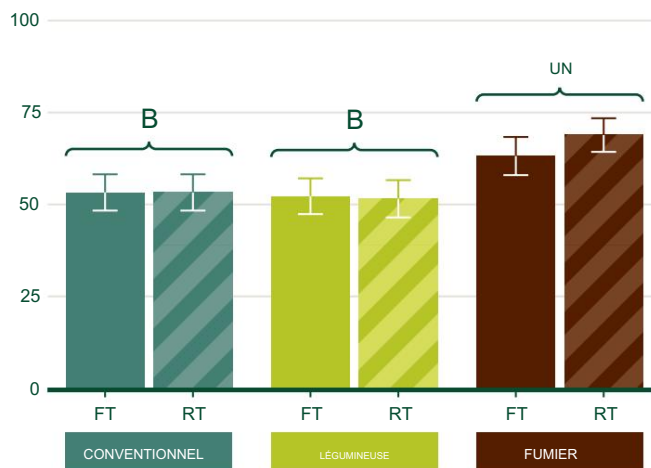
Selon la recherche, dans

le système conventionnel, les concentrations d'azote inorganique dans le sol (ammonium et nitrate) étaient plus élevées que dans les systèmes biologiques. Ces formes d'azote inorganique ont tendance à s'infiltrer dans les eaux souterraines ou à se perdre sous forme de protoxyde d'azote, un gaz à effet de serre.

Azote organique facilement disponible pour les plantes, à savoir

l'azote potentiellement minéralisable était plus important dans les systèmes biologiques. Contrairement à la production agricole conventionnelle, la production biologique repose sur la matière organique du sol et les amendements organiques fournis biologiquement (fumier animal et cultures de couverture de légumineuses) pour fournir de l'azote. Ces matières organiques fournissent un niveau plus élevé de sources d'azote diverses, complexes et à libération lente, ce qui peut encourager une plus grande abondance et une plus grande activité des microbes du sol cyclant l'azote, augmentant ainsi l'efficacité globale de l'utilisation de l'azote dans les fermes biologiques et réduisant la pollution liée à l'azote.

Même si les pratiques de labour complet et réduit n'ont pas entraînant des différences constantes dans les concentrations d'azote inorganique ou organique dans le sol, la réduction du travail du sol peut contribuer à améliorer la disponibilité des éléments nutritifs du sol à long terme en réduisant la décomposition de la matière organique du sol. 🌱



PRINCIPAUX À RETENIR

Les pratiques biologiques augmentent la matière organique du sol
matière et biomasse, diversité et activité microbiennes tout en réduisant le
compactage du sol—
les paramètres clés pour évaluer la santé des sols.

Les pratiques de culture sans labour à base de produits chimiques
dégradent la santé des sols.

Figure 10 Score de l'évaluation complète Cornell de la santé des sols (CASH) de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles en 2019 et 2020.

DES RENDEMENTS ADAPTÉS, DES BÉNÉFICES PLUS ÉLEVÉS

COMPARAISON DES RÉSULTATS LES PLUS CRITIQUES POUR DIFFÉRENTS SYSTÈMES AGRICOLES

Pour répondre à la demande croissante de grandes cultures certifiées biologiques et maintenir la viabilité économique, les agriculteurs doivent maximiser leur productivité tout en gérant leurs ressources pour la santé à long terme du sol et des terres. Après 40 ans de compilation et de comparaison des données recueillies sur les parcelles d'essai, la recherche sur les essais sur les systèmes agricoles démontre que les rendements des cultures commerciales issues des systèmes biologiques sont systématiquement comparables aux rendements de la production conventionnelle. Dans des conditions climatiques extrêmes, telles que la sécheresse, les systèmes biologiques se sont révélés plus résistants, maintenant de bons rendements alors que la production des parcelles conventionnelles diminuait. *Une analyse économique montre que les systèmes biologiques sont plus rentables pour les agriculteurs que l'agriculture conventionnelle.*

RENDEMENT TOTAL

Les rotations entre les différentes parcelles FST diffèrent de sorte qu'elles ne produisent toutes les mêmes cultures que périodiquement. Une évaluation des rendements des cultures commerciales de 2008 à 2020 dans les trois systèmes FST a présenté quelques résultats clairs.

Labourage au fumier organique et labourage conventionnel

Ces systèmes atteignaient systématiquement les rendements moyens du comté pour les cultures commerciales. La majorité des fermes du comté (comté de Berks, Pennsylvanie) suivent le modèle conventionnel du labour.

Les rendements des

légumineuses biologiques pour les cultures commerciales dans ce système étaient inférieurs d'environ 20 pour cent aux moyennes du comté. Les coûts de production dans ce système sont cependant inférieurs à ceux des autres, ce qui a un impact significatif sur le bénéfice net des agriculteurs.

Effet du travail du sol

Dans les trois systèmes, la réduction du travail du sol a généré des rendements inférieurs de 6,7 pour cent aux moyennes du comté. Les agriculteurs peuvent trouver cette perte de rendement acceptable parce que leurs coûts d'intrants et de main-d'œuvre sont inférieurs.

Impact des conditions

météorologiques Les céréales biologiques dépassent les rendements conventionnels lors des années de sécheresse ou de précipitations excessives. Cela est probablement dû à la structure plus saine du sol organique et à sa capacité de rétention d'eau améliorée.

COMPARAISON DU MAÏS

Pour l'alimentation du bétail et la transformation en huile, sucre et autres ingrédients, le maïs de grande culture biologique est une culture commerciale de grande valeur. Les résultats du FST au cours de la dernière décennie montrent que les rendements du maïs sont statistiquement égaux entre les systèmes à fumure organique et les systèmes conventionnels. Cela signifie que les producteurs biologiques peuvent égaler le volume actuel

produit par des opérations conventionnelles, garantissant un approvisionnement constant pour les marchés américains. La teneur en protéines des grains de maïs était également plus élevée dans les systèmes biologiques que dans le système conventionnel (2008-2020).

La recherche dit

En 2016, le maïs était présent à la fois dans les rotations des parcelles conventionnelles et biologiques. Ce fut un été particulièrement sec dans le comté de Berks, en Pennsylvanie, avec un total de 9 pouces de pluie du 1er juin au 31 août. Les rendements de maïs étaient nettement plus élevés dans le système à fumier organique que dans le système conventionnel. Dans l'ensemble, les rendements du maïs biologique ont été 31 pour cent supérieurs à la production conventionnelle pendant les années de sécheresse.

GRAINS À VENDRE

Aux États-Unis, le blé se classe au troisième rang derrière le maïs et le soja en termes de superficie plantée, de production et de recettes agricoles brutes. L'USDA estime qu'environ 47,8 millions d'acres de terres cultivées aux États-Unis ont été plantées en blé en 2018 et 2019.4 Les États-Unis figurent régulièrement parmi les trois principaux exportateurs mondiaux de blé.5 Mais comme c'est le cas pour le maïs et le soja, les cultures de blé certifié biologique représentent moins de 1 pour cent de la superficie totale.6 Et la demande de blé certifié biologique cultivé aux États-Unis dépasse de loin l'offre.

Le marché de l'avoine est plus petit, mais l'avoine peut toujours constituer une opportunité de culture commerciale pour les agriculteurs biologiques. La production globale d'avoine en 2020 est estimée à 65,4 millions de boisseaux, dont moins de 1 pour cent du total biologique.7 Parallèlement à son utilisation dans les aliments céréaliers traditionnels pour le bétail et les humains, l'avoine est maintenant utilisée pour produire du lait non laitier et du yaourt, des cosmétiques, et matériaux de construction. L'avoine est incluse dans les rotations du système biologique car elle offre la possibilité d'augmenter l'utilisation de cultures de couverture qui améliorent la santé du sol et réduisent la pression des mauvaises herbes, et les céréales récoltées peuvent être vendues aux fermes et aux transformateurs alimentaires. L'avoine ne fait pas partie des rotations des parcelles conventionnelles car elle n'est pas largement cultivée par les agriculteurs conventionnels de la région.

La recherche dit

Les rendements du blé dans le FST de 2008 à 2020 n'étaient pas significativement différents selon les systèmes. Pour l'avoine, tous les systèmes biologiques dépassaient les moyennes du comté, avec des rendements presque deux fois supérieurs à ceux de l'avoine produite par les producteurs conventionnels locaux de la région. Les rendements étaient 29 pour cent plus élevés dans le système de fumure biologique que dans le système de légumineuses biologiques. Les faibles rendements de l'avoine dans le système conventionnel peuvent être dus au fait qu'elle n'est pas largement cultivée dans la région.

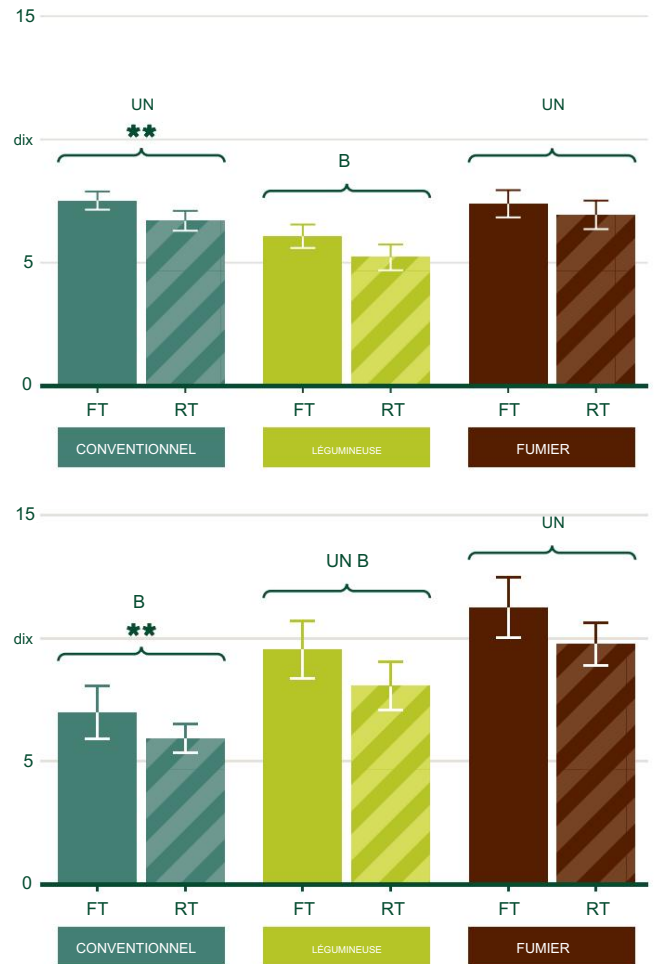


Figure 11 Rendement moyen en maïs de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2008 à 2020 (en haut) et rendement en maïs en 2016 (en bas), qui était une saison particulièrement sèche.

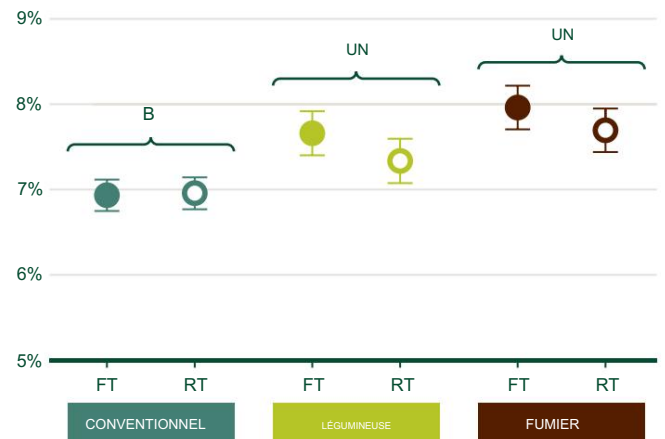


Figure 12 Niveau moyen de protéines des grains de maïs de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2008 à 2020.

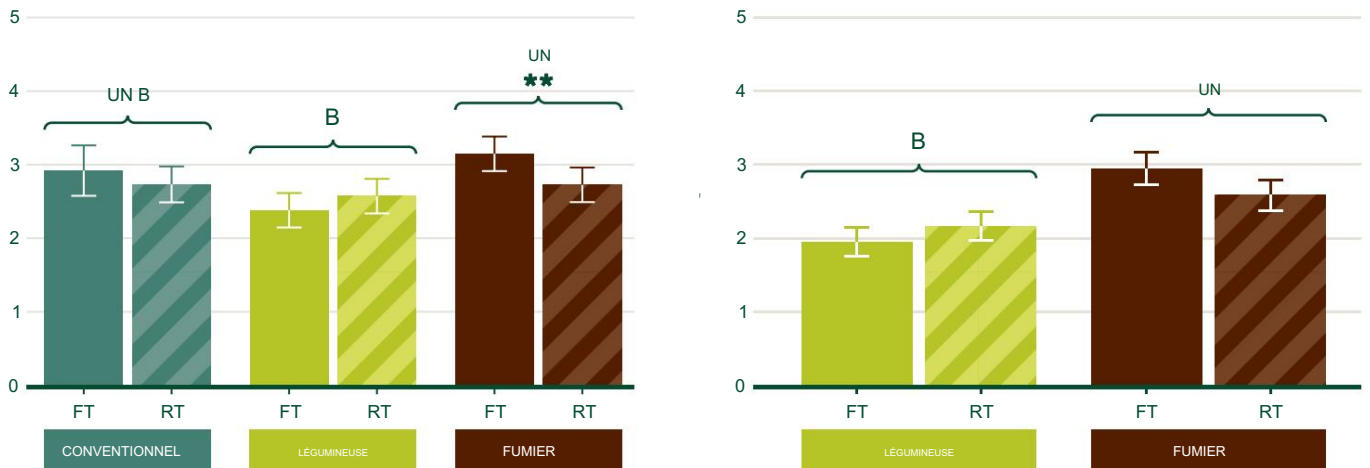


Figure 13 Rendements moyens de blé (à gauche) et d'avoine (à droite) de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2008 à 2020.

RÉSISTANCE AUX MAUVAISES HERBES

Les plantes non cultivées et indésirables (mauvaises herbes) qui poussent dans les champs de culture peuvent réduire les rendements en siphonnant l'eau et les nutriments et en attirant les insectes nuisibles. Les mauvaises herbes résistantes aux herbicides continuent d'évoluer alors même que des produits chimiques de protection des cultures plus puissants sont utilisés par les agriculteurs conventionnels. La progression des mauvaises herbes résistantes aux herbicides s'est accélérée depuis l'adoption à grande échelle de cultures génétiquement modifiées tolérantes aux herbicides, conduisant à une augmentation des applications et de l'utilisation d'herbicides, principalement du glyphosate, mais aussi du dicamba, un produit chimique très volatil et mobile. Plus de 92 pour cent du maïs, 94 pour cent du soja et 92 pour cent des cultures de coton plantées aux États-Unis sont génétiquement modifiés. Parallèlement, l'utilisation du glyphosate a été multipliée par 15 depuis 1996, année où les cultures résistantes au glyphosate ont fait leur apparition sur le marché.⁸ Les chercheurs et les agriculteurs conventionnels observent que les mauvaises herbes communes développent une résistance à ces herbicides.

La recherche dit

Les résultats du FST montrent que les pratiques biologiques sont plus efficaces que les OGM et les produits chimiques toxiques pour aider les agriculteurs à surmonter les défis de la gestion des mauvaises herbes et des ravageurs. Les parcelles biologiques du FST ont toléré des niveaux de concurrence des mauvaises herbes beaucoup plus élevés que leurs homologues conventionnelles tout en produisant des rendements équivalents. Les chercheurs attribuent la productivité des parcelles biologiques à la santé et à la fertilité accrues du sol, ce qui favorise des rendements élevés des cultures et la croissance des mauvaises herbes.




Yichao Rui, Ph.D., ancien directeur de recherche FST, montre le développement de mauvaises herbes résistantes aux herbicides dans des parcelles conventionnelles sans labour de FST.

LE TABLEAU DES BÉNÉFICES

L'essentiel pour les agriculteurs est le retour qu'ils tirent du temps, du travail et des ressources qu'ils investissent dans la culture de leurs cultures. L'équipe de recherche de FST a mené une analyse économique complète pour comparer la rentabilité des différents systèmes.

La recherche dit

Les activités de terrain du FST, les intrants et les rendements des cultures de 2008 à 2020 ont été utilisés pour élaborer des budgets d'entreprise pour des exploitations représentatives (54 hectares) pour lesquelles les coûts de main-d'œuvre cumulés, les rendements et les risques ont été évalués. L'analyse montre que la réduction du travail du sol a réduit les rendements des cultures et les revenus bruts dans le système conventionnel et le système de légumineuses biologiques, mais que les coûts de gestion ont également été réduits par la réduction du travail du sol. Cependant, dans le système de fumure organique, la réduction du travail du sol n'a pas affecté les revenus totaux ou les bénéfices nets. Dans l'ensemble, quelles que soient les pratiques de travail du sol, les systèmes biologiques ont surpassé le système conventionnel ; les systèmes biologiques étaient plus rentables et présentaient moins de risques en raison de coûts totaux inférieurs et de prix plus élevés pour les céréales et les fourrages biologiques. 



POINTS CLÉS À RETENIR

Dans les systèmes conventionnels, les pratiques sans labour n'améliorent pas toujours la santé des sols ou les rendements en grains, et les mauvaises herbes résistantes aux herbicides sont devenues de plus en plus abondante et difficile à gérer.

Les coûts totaux d'exploitation sont nettement inférieurs dans les systèmes biologiques par rapport à la gestion conventionnelle.

Sans les primes payées pour les cultures biologiques, le système de fumure biologique est le plus rentable, suivi du système conventionnel et du système de légumineuses biologiques.

Avec des prix plus élevés pour les produits biologiques, les deux systèmes biologiques sont beaucoup plus rentables que le système conventionnel.

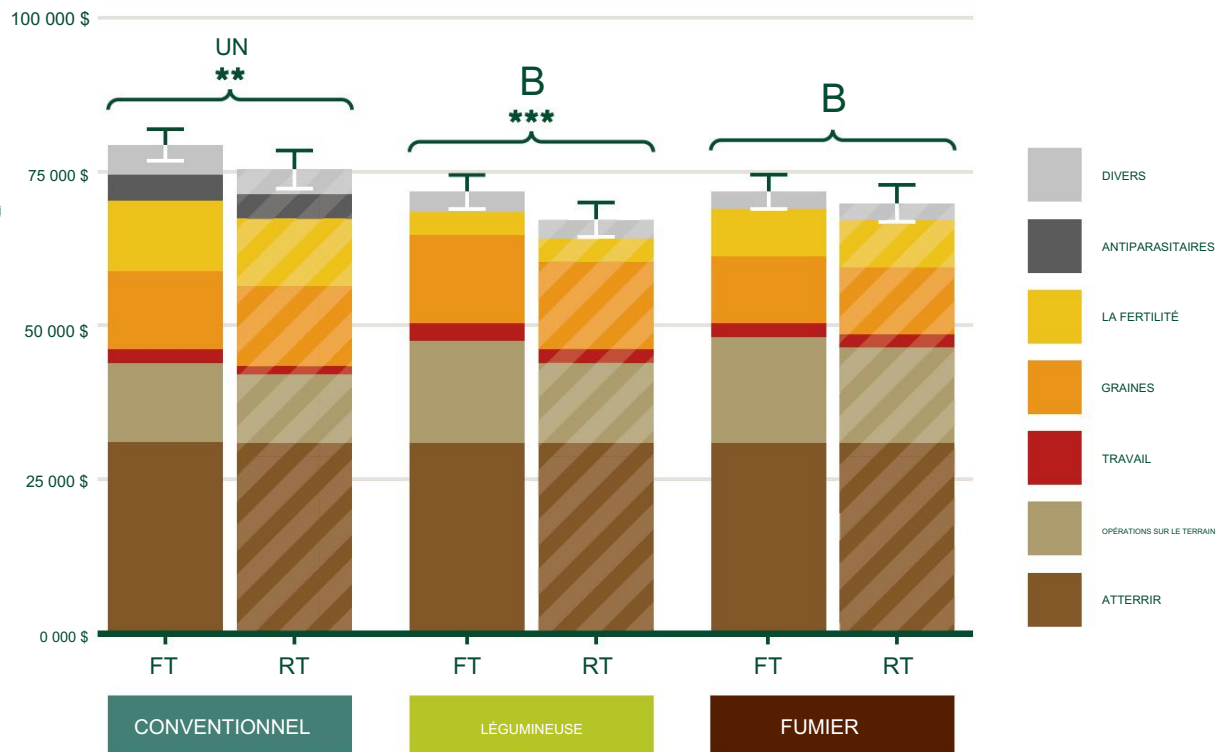


Figure 14 Coûts totaux et individuels de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2008 à 2020. Les budgets concernent des exploitations représentatives d'une superficie de 54 hectares.

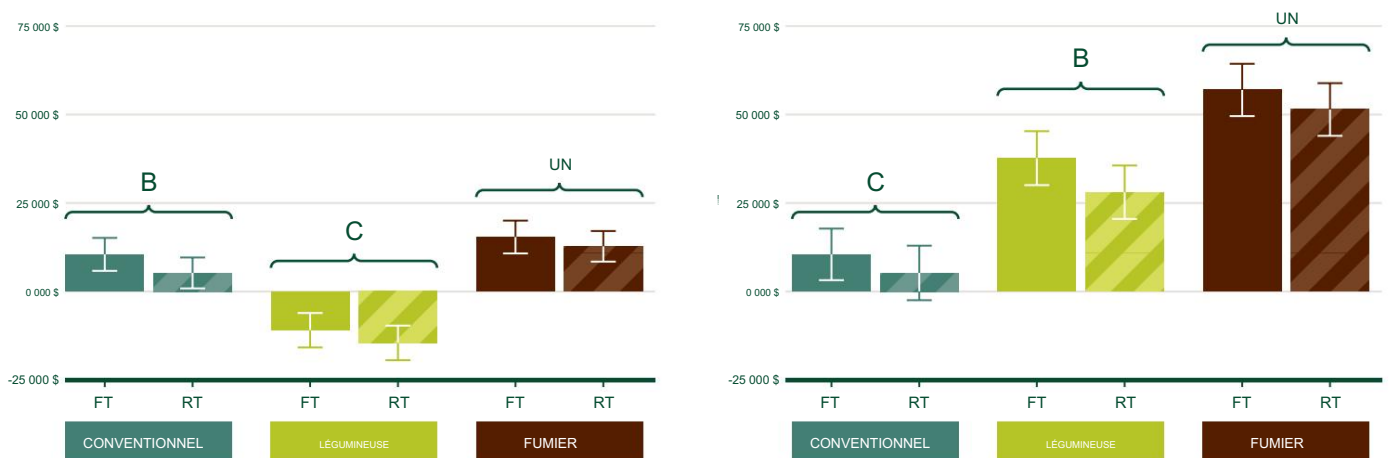


Figure 15 Rendement net (à gauche, sans primes sur les prix biologiques ; à droite, avec primes sur les prix biologiques) de chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2008 à 2020. Les budgets concernent des exploitations représentatives d'une superficie de 54 hectares.

ENVIRONNEMENTAL PROTECTION

ÉVALUATION DE L'IMPACT DE SYSTÈMES AGRICOLES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Alors que plus de 70 % de la surface de la Terre est recouverte d'eau, moins de 1 % est de l'eau douce disponible pour la boisson, la baignade, l'irrigation et d'autres usages essentiels à la vie.

La pollution croissante provenant de l'agriculture conventionnelle menace l'approvisionnement en eau douce. Environ 1 milliard de livres de pesticides, 12 millions de tonnes d'azote et 4 millions de tonnes d'engrais phosphorés sont appliqués chaque année sur les cultures aux États-Unis, selon un rapport de l'US Geological Survey.⁹ Une partie de ces produits chimiques s'infiltré dans les eaux souterraines et s'écoule des terres agricoles vers les rivières et les ruisseaux, pour finalement se diriger vers les lacs, les estuaires, et des baies. "L'érosion des sols, la perte de nutriments, les bactéries provenant du fumier du bétail et les pesticides constituent les principaux facteurs de stress qui nuisent à la qualité de l'eau", indique un rapport de l'Agence américaine de protection de l'environnement.

Les résidus de l'utilisation chronique d'herbicides sur les cultures céréalières conventionnelles apparaissent dans l'approvisionnement en eau. Les variétés de maïs, de soja, de coton et d'autres cultures les plus largement plantées par les agriculteurs conventionnels ont été génétiquement modifiées pour tolérer le glyphosate, un puissant désherbant qui persiste dans l'environnement des années après son application. Une étude nationale à long terme

par l'US Geological Survey, le glyphosate a été trouvé dans 40 pour cent des échantillons d'eau douce et 70 pour cent des échantillons de pluie. Le glyphosate et d'autres herbicides présents dans les eaux souterraines et les eaux de surface perturbent l'ensemble de l'écosystème, nuisant à la biologie des sols, aux plantes aquatiques, à la faune de toutes sortes et aux humains.

Le FST comprend désormais une évaluation des effets directs de pratiques agricoles sur la qualité de l'eau. Échantillons de parcelles biologiques et conventionnelles en labour complet et réduit du Rodale Institute et le Stroud Water Research Center sont testés pour l'infiltration d'eau. L'infiltration, qui est liée au ruissellement des eaux pluviales et à l'érosion des sols, ainsi qu'à la contamination par les engrais. En seulement quelques années d'étude, les résultats indiquent déjà que les systèmes biologiques protègent la qualité de l'eau et reconstituent en toute sécurité l'eau dont dépendent les fermes.

LA QUALITÉ D'EAU

Les chercheurs du FST ont comparé plusieurs indicateurs de l'impact des systèmes biologiques et conventionnels de labour complet et réduit sur l'approvisionnement en eau et sur le sol.

Infiltration par le sol : Le fait que l'eau de pluie pénètre dans le sol ou s'écoule a un impact sur les agriculteurs, la communauté autour de la ferme et l'environnement en général. Lorsque l'eau s'infiltré dans le sol, les cultures obtiennent une humidité plus constante, les eaux souterraines

est reconstitué et l'eau est filtrée avant d'atteindre la surface. En raison de l'amélioration de la santé du sol, 15 à 20 pour cent d'eau en plus s'infiltré dans le sol dans les systèmes biologiques.

Contamination des engrais : Les engrais conventionnels sont riches en nitrates et en phosphates solubles qui peuvent être perdus dans l'environnement par lessivage et ruissellement, ce qui dégrade la qualité de l'eau. Les engrais organiques (tels que le fumier animal) sont efficaces pour améliorer la santé des sols, mais une application excessive pourrait présenter un risque énorme pour les eaux souterraines. Les recherches montrent que dans la zone racinaire des cultures (20 à 30 centimètres de profondeur), où les plantes peuvent absorber les nitrates, les niveaux sont similaires selon les différents systèmes de gestion. En dessous de la zone racinaire, les nitrates sont six fois plus élevés dans les parcelles conventionnelles.

Le système conventionnel présente le plus grand risque de contamination des eaux souterraines (même sans tenir compte des pesticides).

En dessous de la zone racinaire, les nitrates sont six fois plus élevés dans les parcelles conventionnelles.

La recherche dit

Dans les parcelles FST, l'infiltration de l'eau est nettement plus rapide en gestion biologique à long terme qu'en gestion conventionnelle.

les pratiques. Des taux d'infiltration plus élevés de l'eau du sol minimisent les conditions d'engorgement et de ruissellement de surface qui conduisent à l'érosion du sol.

La gestion du labour réduit a eu tendance à réduire les taux d'infiltration de l'eau, bien que l'effet n'ait pas été statistiquement significatif lorsque plusieurs années de données ont été combinées.

Les échantillons d'eau indiquent que les chlorures et les nitrates s'échappent à des concentrations plus élevées dans le système conventionnel que dans les systèmes biologiques. Collectivement, ces résultats suggèrent que le système conventionnel étudié libère des concentrations d'azote significativement plus élevées que les systèmes biologiques, reflétant probablement des différences dans la quantité et le type d'apport d'engrais et sa rétention dans le sol, ainsi que des différences dans le volume, et les temps de rétention de l'eau interstitielle du sol.



PRINCIPAUX À RETENIR

La gestion biologique augmente l'infiltration de l'eau, reconstitue la nappe phréatique et ne contribue pas à l'accumulation de toxines dans les cours d'eau provoquée par l'agriculture conventionnelle.

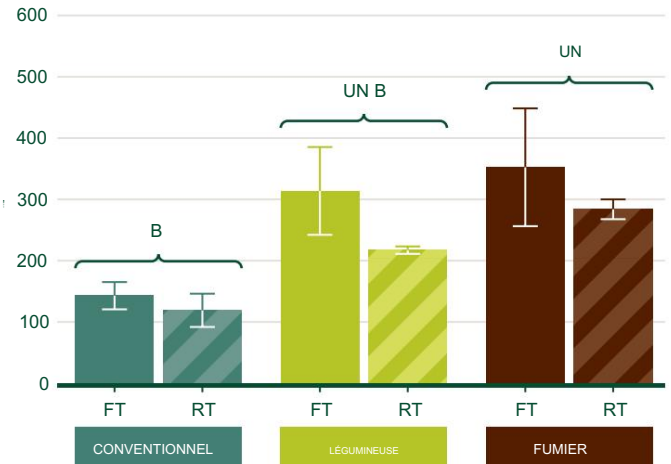


Figure 16 Taux moyens d'infiltration d'eau dans chacun des systèmes de l'essai des systèmes agricoles de 2019 à 2021.



Échantillonnage du sol des parcelles FST pour des analyses physiques et analyses chimiques.

CITATIONS

- ¹ USDA ERS. «Les graines de soja, de coton et de maïs génétiquement modifiées sont devenues largement adoptées.»
<<https://www.ers.usda.gov/data-products/chart-gallery/gallery/chart-detail/?chartId=99424>>
- ² USDA NRCS. «Cultures sans labour et cultures de couverture en Pennsylvanie.»
<<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/pa/soils/health/?cid=nrcseprd1221425>>
- ³ Société de conservation des sols et de l'eau. « Gérer le surplus de carbone des plantes pour générer de la matière organique dans le sol dans le cadre d'une agriculture régénérative. »
<<https://www.jswconline.org/content/76/6/99A.full>>
- ⁴ USDA ERS. «Publications et données périodiques et programmées relatives au blé» et «Rapports sélectionnés ERS relatifs au blé».
<<https://www.ers.usda.gov/topics/crops/wheat/>>
- ⁵ USDA ERS. « Perspectives du blé : décembre 2021. »
<<https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/102850/whs-211.pdf?v=9632.9>>
- ⁶ USDA ERS. « Malgré le potentiel de profit, la superficie consacrée aux grandes cultures biologiques reste faible. »
<<https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2015/november/despite-profit-potential-organic-field-crop-acreage-remains-low/>>
- ⁷ Statistiques. «Production totale d'avoine aux États-Unis de 2001 à 2021.»
<<https://www.statista.com/statistics/191074/total-us-production-of-oats-since-2000/>>
- ⁸ Sciences de l'environnement Europe. "Tendances de l'utilisation de l'herbicide glyphosate aux États-Unis et dans le monde."
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5044953/>>
- ⁹ Commission géologique des États-Unis. « Contaminants agricoles ».
<<https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/agricultural-contaminants>>

Beaucoup de choses ont changé depuis le lancement de l'essai des systèmes agricoles en 1981.

Les chercheurs du Rodale Institute avaient déjà collecté 20 ans de données lorsque l'USDA a commencé à certifier les produits biologiques en 2001. Au fil des années, la superficie consacrée aux soins biologiques n'a cessé de croître, avec plus de 16 500 fermes certifiées aux États-Unis. Les ventes de produits biologiques aux consommateurs ont atteint 10 milliards de dollars, et la demande de cultures biologiques certifiées dépasse toujours l'offre.

Pendant ce temps, l'agriculture conventionnelle est devenue entièrement dépendante de la fertilité provenant des combustibles fossiles, des cultures génétiquement modifiées pour résister à de puissants herbicides et des pesticides connus pour être des toxines. Depuis quatre décennies, le FST documente l'impact de ces pratiques. Les résultats démontrent clairement et systématiquement que la gestion biologique protège la santé des sols, des cultures, de l'environnement et des agriculteurs, alors que les pratiques conventionnelles conduisent inévitablement à une dégradation des sols et à une diminution des rendements pour les agriculteurs.

En tant que comparaison côte à côte la plus ancienne des systèmes de gestion agricole biologique et conventionnel en Amérique du Nord, le FST offre une perspective rare sur leurs effets à court et à long terme. Même en collectant des données cohérentes sur quatre décennies, le FST a évolué pour suivre l'évolution des pratiques agricoles, en intégrant un travail réduit du sol pour les parcelles conventionnelles et biologiques et en utilisant des cultures de couverture dans les parcelles conventionnelles pour refléter ce que de nombreux agriculteurs ont commencé à faire. Parallèlement, le FST élargit le champ de ses recherches avec des études sur la qualité de l'eau et l'alimentation humaine.

Les nombreux agriculteurs nouveaux et expérimentés qui adoptent des méthodes biologiques ont besoin d'informations à jour sur la manière de cultiver leurs cultures, de gérer leurs ressources et de pérenniser leurs opérations de la manière la plus efficace possible. Trois nouveaux centres biologiques du Rodale Institute, en Californie, dans l'Iowa et en Géorgie, recherchent et partagent désormais des informations spécifiques à la région pour les producteurs biologiques de ces climats. Le service de conseil aux agriculteurs biologiques du Rodale Institute aide les producteurs de tout le pays à passer à des pratiques biologiques, à naviguer dans le processus de certification et à appliquer les connaissances glanées au cours des 40 années de recherche du FST.

Les résultats du FST vont dans une direction : se concentrer sur la santé et la nutrition des sols présente des avantages à long terme pour les agriculteurs et les consommateurs. Le Rodale Institute reste à l'avant-garde du soutien aux agriculteurs qui s'engagent à améliorer la santé des sols et à respecter des normes élevées en matière de bien-être animal et d'équité sociale. En 2018, le Rodale Institute et ses partenaires ont introduit le label Regenerative Organic Certified™, supervisé par la Regenerative Organic Alliance, une organisation à but non lucratif composée d'experts en agriculture, en élevage, en santé des sols, en bien-être animal et en équité entre agriculteurs et travailleurs.

Ce qui n'a pas changé, c'est l'engagement du Rodale Institute à développer le mouvement biologique grâce à une recherche rigoureuse, à la formation des agriculteurs et à l'éducation. Alors que le FST entre dans sa cinquième décennie, il devient une ressource de plus en plus précieuse pour comprendre pourquoi et comment la gestion biologique régénérative est la voie à suivre pour garantir un avenir sain aux personnes et à notre planète. 