



La plateforme SyCBio : bilan sur la fertilité du sol, les adventices et les rendements après une rotation

M. Abras¹, B. Hardy¹, C. Lacroix^{1,2}, S. Sail¹, F. Vanwindekens¹, V. Fripiat¹ et B. Huyghebaert¹

Mise en place en 2018, à Gembloux, sur le domaine du CRA-W, la plateforme expérimentale SyCBio (Systèmes de Cultures Biologiques) teste deux systèmes de cultures visant à répondre aux principales problématiques des exploitations bio, en grandes cultures, sans élevage : la gestion des adventices et la fertilité du sol. Le système « autonome » tente de s'affranchir des apports de fertilisants exogènes par un recours accru aux légumineuses. Le système « ABC » (Agriculture biologique de Conservation) est une variante du système autonome qui exclut en plus le recours au labour. Ces deux systèmes sont comparés à un système de référence dans un dispositif d'essai. Nous dressons ici le bilan sur la fertilité du sol, la gestion des adventices et les rendements à l'issue de la première rotation.

L'essai SyCBio

L'essai SyCBio est un essai système, c'est-à-dire qu'il compare des systèmes de culture entre eux. Les objectifs et le dispositif de l'essai sont détaillés dans l'*Itinéraires BIO* n°52 (pp. 51-53). Au sein de l'essai, deux systèmes de culture visant à limiter le recours aux intrants (et ainsi à réduire les coûts de production) sont comparés à un système de référence (Figure 1) :

- Le système autonome (SdC2) vise à se détacher des apports exogènes d'azote et de phosphore et à les compenser par le recours fréquent aux légumineuses sous diverses formes (en culture principale, en association, comme plantes compagnes ou durant les intercultures).
- Le système « ABC » (Agriculture biologique de Conservation — SdC3) est une variante du système autonome qui s'interdit également le recours au labour, dans le but de favoriser le développement de la vie du sol et de réduire les risques d'érosion.
- Le système de référence (SdC1) utilise des outils de désherbage classiques et assure sa fertilisation par des apports de matières organiques exogènes (engrais organiques du commerce, engrais de ferme ou matières organiques diverses en fonction de la possibilité d'approvisionnement).

Dans les fermes sans élevage, ces apports permettent de maintenir un bon niveau de fertilité et de productivité, mais le retour sur investissement n'est pas garanti en l'absence de cultures légumières à haute valeur ajoutée (pois, haricots, carottes).

En plus des contraintes citées ci-dessus, la rotation des systèmes « autonome » et « ABC » est différente de celle du système de référence (Figure 2). La principale différence réside dans l'intégration de

légumineuses pour les systèmes « autonome » et « ABC », aussi bien en associations dans les cultures principales qu'en tant que plantes compagnes et dans les intercultures. Le maïs est présent dans trois systèmes, utile pour comparer leurs niveaux de productivité. La pomme de terre, présente dans le système de référence, est remplacée dans les deux autres systèmes par une association lentille-camelina, dont l'impact sur la structure du sol est moindre.

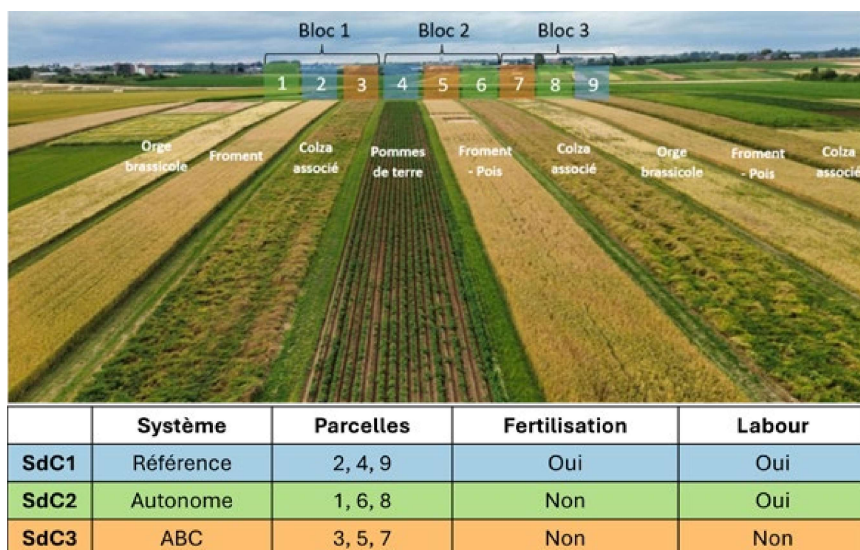


Figure 1 : Vue aérienne de l'essai SyCBio en 2025 et répartition des parcelles par système de culture

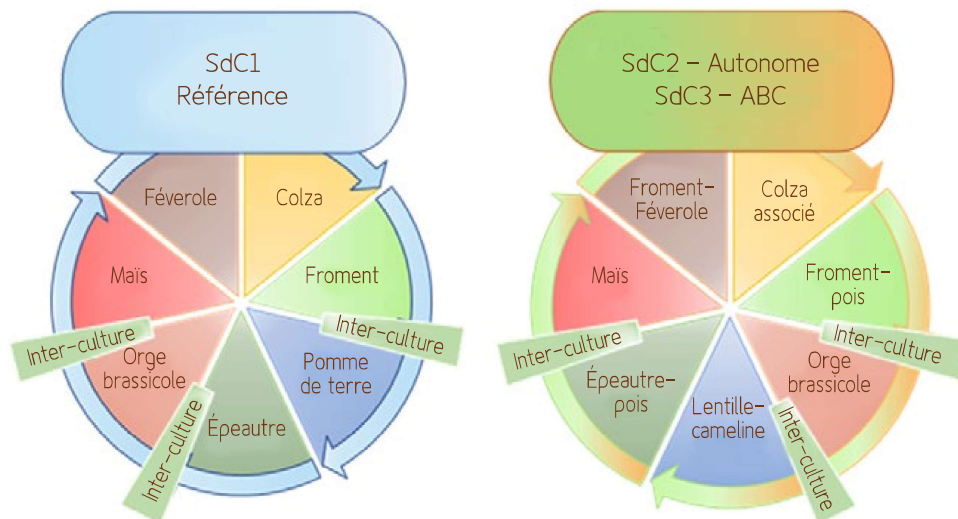


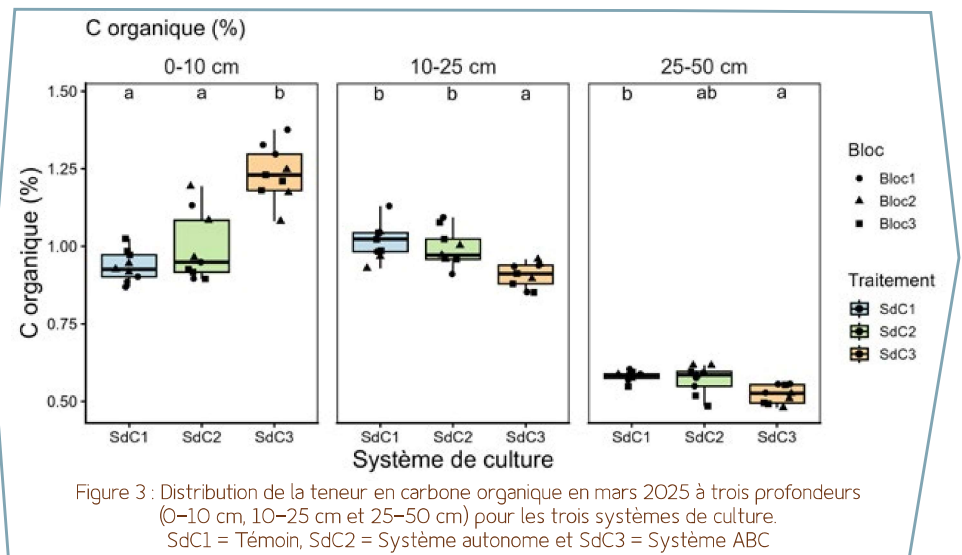
Figure 2 : Successions culturales du système de référence (à gauche) et des systèmes «autonome» et «ABC» (à droite).

Suivi de la fertilité du sol

Un suivi de la fertilité du sol a été mis en place depuis la mise en route de la plateforme. Les paramètres chimiques (matière organique, pH et nutriments disponibles) et la stabilité de la structure du sol ont été mesurés annuellement depuis le début de l'essai (campagnes de prélèvements en sortie d'hiver). Pour la dernière année de la rotation, le suivi a été renforcé par des mesures d'abondance et d'activité microbienne et une évaluation de l'état des populations de vers de terre.

Labour, non-labour et carbone

L'effet du travail du sol et des techniques de non-labour sur le carbone du sol est un sujet largement débattu. Si les résultats d'essais en station ne démontrent généralement pas d'effet de l'arrêt du labour sur le stock de carbone, les études en ferme tendent à montrer un léger bénéfice en faveur des techniques de non-labour. Ces résultats contradictoires peuvent s'expliquer par l'interaction avec la plante : l'arrêt du labour ne stocke pas ou peu de carbone en soi ; mais lorsqu'il va de pair avec une augmentation de la permanence du couvert végétal, la quantité de biomasse qui retourne au sol est plus élevée, et le stock de carbone augmente ! Dans le cas de notre essai, le système sans labour (SdC3) se démarque des deux systèmes labourés par une stratification marquée du contenu en carbone organique depuis la surface du sol (Figure 3) : les matières organiques n'étant plus enfouies, elles s'accumulent en surface, où le stock de carbone augmente. En contrepartie, le bas du profil n'est plus alimenté et tend à déstocker du carbone. Dans notre cas, à l'échelle du profil (jusqu'à 50 cm de profondeur), les



deux effets s'annulent, aucun impact sur le stock de carbone total n'est observé à l'issue de la première rotation (SdC1 : 53 tC/ha ; SdC2 : 53 tC/ha ; SdC3 : 51 tC/ha).

Matière organique et activité biologique

La matière organique³ représente une très petite fraction du sol en quantité, environ 2 % du total dans la couche arable. Pourtant, sa présence est essentielle au fonctionnement du sol et à sa fertilité. Tout d'abord, la matière organique est le carburant de la vie du sol. Les résidus végétaux et les exsudats racinaires nourrissent une chaîne alimentaire complexe depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux vers de terre. Cette activité biologique est essentielle à de nombreux processus qui rendent le sol fertile : minéralisation des nutriments, incorporation des matières organiques, formation d'humus stable, fixation d'azote atmosphérique, solubilisation du phosphore, formation d'une macroporosité, biocontrôle des maladies et pathogènes...

La hausse du contenu en carbone organique dans le sol de surface (0-10 cm) du système sans labour (SdC3) a une conséquence directe sur l'activité biologique du sol : l'abondance bactérienne et l'activité enzymatique y sont doublées. L'augmentation est ainsi plus que proportionnelle à la hausse de carbone organique ! Dans un sol sans labour, l'activité biologique se concentre ainsi dans le sol de surface : on y trouve plus de matière organique, donc plus d'organismes pour la consommer, et ainsi plus de nutriments disponibles libérés par minéralisation ! En conséquence, la densité racinaire va augmenter là où se trouvent les nutriments. On comprend alors facilement que la structure du sol y est plus stable, ce qui améliore la résistance à la battance et diminue la sensibilité à l'érosion. En contrepartie, l'abondance et l'activité microbienne sont légèrement diminuées dans l'horizon sous-jacent (10-25 cm).

³ Le carbone organique, mesuré au laboratoire, est le reflet du contenu en matière organique (auss appelé « humus » du sol). Dans les laboratoires REQUASUD, le contenu en humus est calculé en multipliant par deux le contenu en carbone organique.

LES AVANCÉES DU BIO

Sensibilité à l'érosion et à la compaction

En soutenant l'activité biologique et en s'associant aux phases minérales du sol, la matière organique permet la formation d'une structure stable et d'une porosité indispensable à la circulation de l'air, de l'eau et à la pénétration racinaire. Des mesures annuelles de la stabilité structurale par la méthode du QuantisLake⁴ Test, une méthode innovante développée au CRA-W, montrent un bénéfice systématique de l'arrêt du labour sur la stabilité de la structure depuis le début de l'essai (Figure 4). Néanmoins, on peut observer une variabilité des résultats d'une année à l'autre. Par exemple, il a fallu attendre les années 2022 et 2023 pour observer une différenciation complète des systèmes (SdC3 > SdC2 > SdC1). En 2024 cependant, les résultats apparaissent plus dispersés et moins contrastés entre systèmes. Ce résultat témoigne des conditions automnales très humides et défavorables pour les récoltes et les semis de cultures d'hiver d'automne 2023, dommageables à la structure du sol. À noter également que les cultures en association dans les deux systèmes alternatifs (SdC2 et 3) mais aussi l'enherbement par les adventices, difficile à contrôler dans le système ABC (SdC3), ont pu contribuer aux résultats de stabilité structurale. Ces aspects seront approfondis par la suite (voir Population d'adventices et Production végétale).

Si le système sans labour possède une meilleure structure dans le sol de surface, l'absence de travail du sol profond entraîne une structure plus compacte dans l'horizon 10–25 cm (Figure 5). En effet, le système sans labour possède en moyenne une densité apparente moindre sur l'horizon 0–10 cm (1,35 g/cm³) par rapport aux deux systèmes labourés (1,42 g/cm³), mais il est nettement plus compact dans l'horizon 10–25 cm (1,51 g/cm³ contre 1,36 g/cm³). Cette différence de densité se traduit visuellement sur le test bêche réalisé le 14/11/2025 (Figure 3). Dans un système sans travail du sol profond, la macroporosité ne dépend plus des passages d'outils mais bien des agents biologiques (racines, vers de terre...) et physiques (alternance gel-dégel, humectation-dessiccation). Il est donc logique d'y observer un sol plus compact, au moins au cours d'une période de transition. Cette hausse de densité peut affecter la croissance de certaines cultures (voir Population d'adventices et Production végétale).

Nutriments disponibles

Comme pour le carbone, une stratification depuis la surface s'observe pour certains nutriments (K et Mg disponibles) dans le

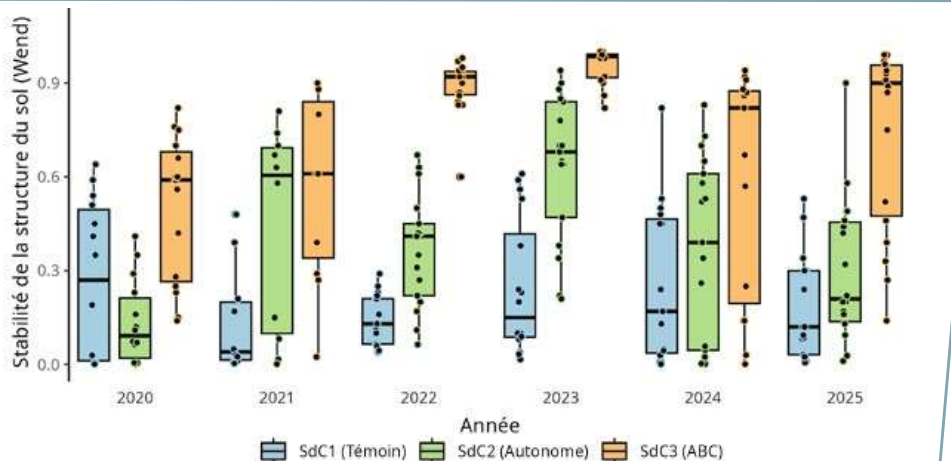


Figure 4. Mesures annuelles de la stabilité structurale du sol de surface (profondeur 1–6 cm) pour les trois systèmes de culture de 2020 à 2025 par la méthode du QuantiSlake Test. SdC1 = Référence, SdC2 = Système autonome et SdC3 = Système ABC

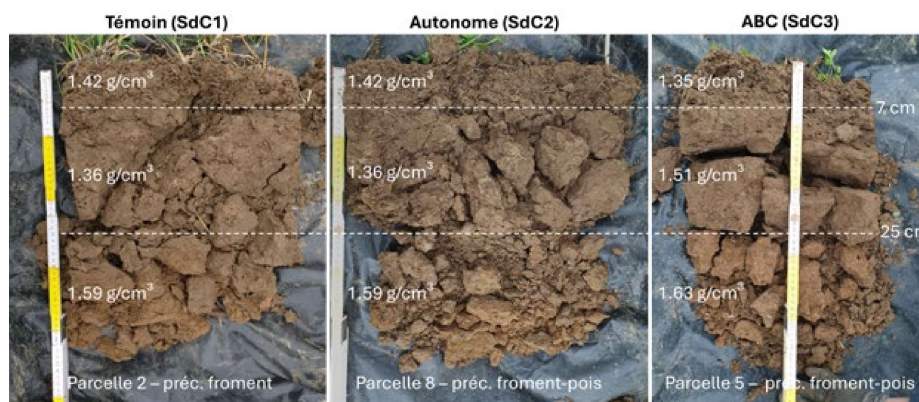


Figure 5 : Observation de la structure du sol jusqu'à 40 cm de profondeur pour les trois systèmes après culture de froment (-pois), le 14/11/2025. Les valeurs de densité apparente, en g/cm³, sont des valeurs moyennes par système de culture mesurées en mars 2025

système sans labour, sans toutefois affecter les stocks à l'échelle du profil complet. Ce constat paraît logique, puisqu'en se minéralisant, la matière organique libère des macro- et micro-nutriments essentiels à la nutrition des plantes. Aucun effet n'est en revanche visible pour le phosphore disponible, ni pour le pH. Un contenu supérieur en soufre et sodium disponible a été observé dans le système témoin SdC1, ce qui peut s'expliquer par l'apport de matières organiques exogènes sous forme de pellets.

Et les vers de terre ?

Deux campagnes de mesure des populations de vers de terre (nombre d'individus, biomasse et identification des espèces) ont eu lieu en avril et en octobre 2025. Sept espèces ont été identifiées au cours des deux campagnes, dont deux espèces (épi-)anéciques (grands vers creusant des galeries verticales profondes) et 5 espèces endogées (vers plus petits vivant essentiellement dans les 30 cm les plus superficiels). L'identification des espèces est réalisée à partir de critères morphologiques sur les individus adultes (Figure 6).

Les biomasses mesurées tournent autour de

500 kg/ha, ce qui n'est pas particulièrement élevé pour un sol agricole (dans des conditions optimales, on peut atteindre 2 t/ha). Concernant l'effet des systèmes, aucune différence significative n'a été observée sur les deux campagnes. Le système de référence (SdC1) a néanmoins montré un nombre de vers de terre légèrement supérieur. Bien que ce résultat doive être affiné en répétant les campagnes, il suggère que les travaux de sol superficiels (plus fréquents pour contrôler l'enherbement dans le système sans labour) ainsi que le tassement du sol peuvent affaiblir les populations de lombrics, au même titre que le labour.

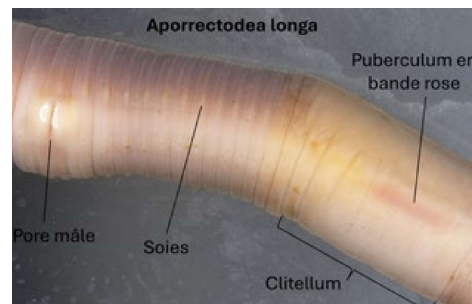


Figure 6 : Vue au binoculaire (grossissement 10 x) d'un vers de terre anécique strict (*Aporrectodea longa*) avec une mise en avant de certains caractères anatomiques utilisés pour l'identification de l'espèce

Population d'adventices

Le maïs grain constitue la culture commune aux rotations des trois SdC, avec une mise en place et un itinéraire technique identique. Ceci en fait un point de comparaison essentiel au sein des rotations.

La gestion des populations d'adventices d'une culture constitue un point primordial en agriculture biologique afin d'assurer sa réussite. Elle est également importante pour limiter le « salissement » car un désherbage insuffisant peut laisser les adventices grainer et compromettre les niveaux de production sur le long terme.

La densité d'adventices dans les différents systèmes dépend de l'année étudiée. Au cours de l'année 2021 caractérisée par un printemps humide, la densité en adventices avant désherbage était très élevée, (125, 99

et 144 individus par m² pour les systèmes SdC1, SdC2 et SdC3). Suite aux difficultés de désherbage causées par le printemps humide, la biomasse d'adventices à la floraison du maïs était conséquente dans les trois systèmes, tout en étant supérieure dans le système en non-labour (respectivement 145, 142 et 260 g/m² pour SdC1, SdC2 et SdC3).

En 2022 et 2023, la densité d'adventices dans les systèmes labourés (SdC1 et 2) était du même ordre de grandeur, avec une densité à la levée assez faible (entre 5 et 13 adventices par m²), ce qui a conduit à une biomasse d'adventices relativement faible à la floraison du maïs (entre 10 et 50 g/m²). En revanche, dans le système en non-labour (SdC3), la densité en adventices

était significativement plus élevée, avec une densité à la levée dix fois supérieure à celle des deux systèmes labourés. Malgré les binages, cette densité élevée a engendré une biomasse d'adventices importante à la floraison du maïs (principalement dans les lignes du maïs), de l'ordre de 100 à 150 g/m² soit 4 à 5 fois plus qu'en labour.

Le nombre d'espèces différentes en non-labour était également significativement plus élevé, avec en moyenne 10 espèces différentes par m² contre cinq espèces dans les deux systèmes labourés. Le système sans labour se caractérise par la présence d'espèces potentiellement problématiques telles que le ray-grass italien ou le chardon, mais aussi d'espèces moins compétitives comme le myosotis.⁵

Production végétale

Au cours de la première rotation, le rendement et la qualité des productions ont été mesurés. Les trois années concernées par la présence de maïs grain montrent des niveaux de rendement contrastés en fonction des systèmes, en relation avec leurs particularités. Le rendement du système de référence (SdC1) est le plus élevé, celui du système autonome (SdC2) est intermédiaire et celui du système en non-labour (SdC3) est le plus faible (Figure 7). Les résultats de l'année 2021 sont bien plus faibles qu'en 2022 et 2023, principalement en raison d'une météo très compliquée avec des températures froides et marquée par des événements intenses (fortes pluies puis inondations de juillet). La compétition engendrée par la forte pression en adventices sur la culture cette année-là peut expliquer les rendements faibles du maïs grain dans l'ensemble des systèmes.

De manière générale, les tendances observées pour le maïs tendent à se répéter pour les autres cultures, même si la comparaison est rendue difficile par le fait que les rotations ne sont pas identiques.

La stratégie de fertilisation

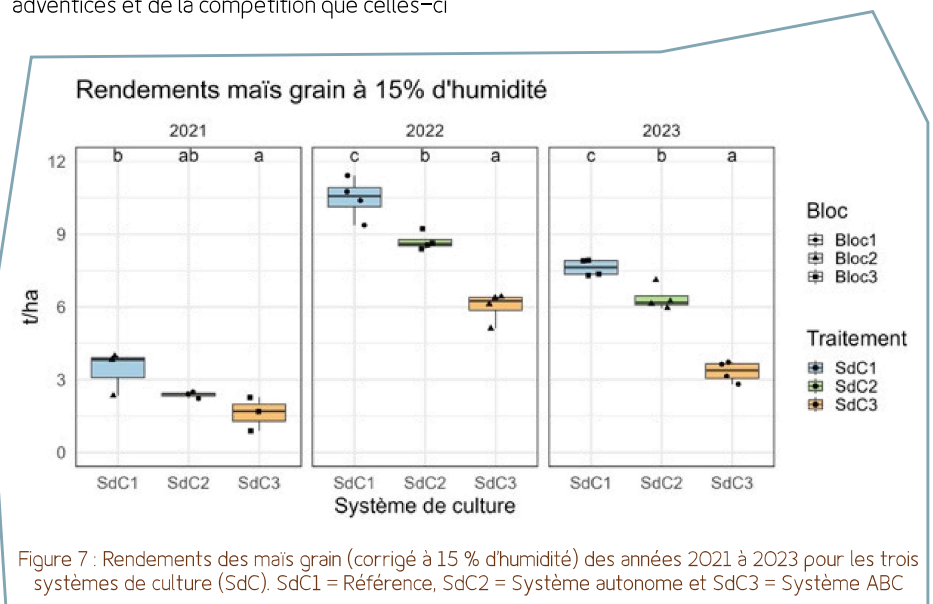
La stratégie de fertilisation explique la différence de rendement entre le système de référence et le système autonome. La fertilisation avec des pellets organiques dans le SdC1 a permis une meilleure nutrition de la plante, ce qui a profité directement au développement du maïs. Par ailleurs, la gestion de la fertilisation entre ces deux systèmes n'a pas eu d'impact sur la flore

adventices (voir Population d'adventices). Excepté en 2021, ces deux systèmes ont exercé un bon contrôle des adventices, ce qui a permis de les maintenir sous le seuil de nuisibilité. En effet, aucune différence de biomasse n'a été mesurée au sein d'une même parcelle, entre des zones où les adventices ont été intégralement éliminées manuellement et des zones désherbées normalement.

L'impact du non-labour

La différence entre les SdC2 et 3 ne réside qu'en la présence ou l'absence de labour. Cette différence a un effet conséquent sur le rendement du maïs. La perte de rendement en maïs est en grande partie causée par la difficulté de gestion des adventices et de la compétition que celles-ci

engendrent sur la culture. En effet, une augmentation de 65 % de la biomasse de maïs est observée dans des zones exemptes d'adventices ! Toutefois, même sans adventices, la biomasse du maïs dans le système sans labour reste significativement plus faible que dans le système autonome. La baisse de rendement en non-labour pourrait s'expliquer par la structure plus compacte observée dans l'horizon 10-25 cm (Figure 5). Le défaut de structure a pu impacter la croissance racinaire et diminuer la capacité du maïs à prélever l'eau et les éléments nutritifs. Le maïs est en effet une plante sensible à la compaction.



⁵ Lacroix, C. (2024). Effects of different agronomic strategies on the short- and long-term management of weed flora in arable crops [Doctoral thesis, ULiège – Université de Liège]. ORBi-University of Liège. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/320069>

LES AVANCÉES DU BIO

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les premières années d'essai ont été consacrées majoritairement à la mise en place des parcelles, l'affinement des itinéraires techniques et la collecte des premières données. La seconde partie de la rotation s'est concentrée sur les suivis d'un plus grand nombre d'indicateurs, avec le développement de partenariats, aussi bien internes au CRA-W que par le biais de collaborations externes.

Au cours des années successives, des contrastes entre systèmes de culture sont apparus, avec une intensité et une vitesse d'apparition variables en fonction des suivis. Certains effets ont été rapidement observables ou mesurables (levée, développement de biomasse, précocité des cultures, rendements, stabilité structurale du sol, populations d'adventices...) et d'autres plus lents ou discrets (évolution de la teneur en carbone du sol, micro- et macrofaune du sol...). De manière générale, les bénéfices pour le sol observés en non-labour — meilleure stabilité de la structure, augmentation de l'activité biologique dans le sol de surface — amènent des difficultés, telles que le développement accru des adventices ou la compaction du sol en profondeur avec des conséquences sur la productivité.

Au cours des prochaines années, l'analyse des nombreuses données générées sera approfondie, avec un intérêt prioritaire mis sur les bilans économiques des trois systèmes de culture. En parallèle, l'étude va se poursuivre avec le début de la seconde rotation, pour laquelle une adaptation des itinéraires techniques et/ou des cultures mises en place va être envisagée. Celle-ci se basera sur l'évaluation des difficultés rencontrées afin d'améliorer les performances des systèmes tout en conservant leurs objectifs initiaux.

Remerciements

Nous remercions les nombreux partenaires qui ont contribué à cette étude de longue haleine. En particulier, les équipes techniques du CRA-W qui œuvrent pour la gestion de l'essai et les suivis sur le terrain ou au laboratoire : Dirk Verhulst, Antoine Motet, Geoffrey Genon, Frédéric Tasiaux, Daniel Charles, Thomas Jacquet, Brigitte Maloteaux, Véronique Dethier... ainsi que le domaine agricole du CRA-W. Nous remercions les laboratoires du CPAR et du CARAH pour les nombreuses analyses de laboratoire. Nous saluons également les apports des partenaires universitaires impliqués dans l'acquisition de connaissances sur la plateforme, en particulier Caroline De Clerck pour la microbiologie du sol. Pour finir, nous remercions les étudiants et étudiantes ayant contribué aux travaux à travers leurs mémoires de fin d'étude : Jolan Noël, Julie Delcourt, Sophie Henry, Camille Chartier et Sylvain Mesplou.

La gestion et le suivi de l'essai SyCBio sont financés par le Plan de Développement de la Production biologique en Wallonie à l'horizon 2030 (convention BIO2030) et les Conventions de Recherche D65-1458 (ABCSol2Weed) et D65-15615 (SolAB) financées par le Plan de Relance de la Wallonie.



Engrais organique

- Utilisable en culture bio
- Contient de l'azote ammoniacal rapidement absorbé par la plante
- Le plus efficace sur le marché
- Prix raisonnable

Semences céréales Bio

- Céréales
- Fourrages

Mélange prairie « SENCIER »

Aliments animaux Bio

- Aliments simples : orge, épeautre, avoine, triticale
- Féveroles, pois, maïs, tourteaux de soja, tourteaux de tournesol
- Aliments composés vaches, jeunes bovins, porcs, volaille
- On peut travailler à la carte. C'est vous qui décidez.

Condiments minéraux Bio

- Sels minéraux Bio
- Blocs à lécher
- Sel marin
- Algues marines
- Magnésie, cuivre, sélénium
- Huile de foie de morue



Rue des Déportés 24-6120 JAMIOULX
Tél. 071/21 31 73-Fax 071/21 61 85