

Travail de fin d'études en sciences agronomiques : Étude de la transition vers l'Agriculture Biologique de Conservation des sols en Wallonie.

Auteur : Renders, Louise

Promoteur(s) : Maréchal, Kevin; Boeraeve, Fanny

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : sciences agronomiques, à finalité spécialisée

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/25952>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

ETUDE DE LA TRANSITION VERS L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE CONSERVATION DES SOLS EN WALLONIE

LOUISE RENDERS

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

ANNÉE ACADÉMIQUE 2025-2026

CO-PROMOTEURS : FANNY BOERAEVE (CO-PROMOTRICE) & KÉVIN MARÉCHAL (CO-PROMOTEUR)
LECTEURS : YVES BECKERS (PRÉSIDENT), FANNY BOERAEVE, KÉVIN MARÉCHAL, PASCALE PICRON, PIERRE STASSART.

Le présent document n'engage que son auteur.

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech.

ETUDE DE LA TRANSITION VERS L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE CONSERVATION DES SOLS EN WALLONIE

LOUISE RENDERS

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

ANNÉE ACADÉMIQUE 2025-2026

CO-PROMOTEURS : FANNY BOERAEVE (CO-PROMOTRICE) & KÉVIN MARÉCHAL (CO-PROMOTEUR)
LECTEURS : YVES BECKERS (PRÉSIDENT), FANNY BOERAEVE, KÉVIN MARÉCHAL, PASCALE PICRON, PIERRE STASSART.

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement et sincèrement toutes les personnes qui m'ont aidée tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Je tiens tout d'abord à remercier de tout cœur mes promoteurs, Fanny Boeraeve et Kévin Maréchal, pour leurs retours constructifs et réguliers, pour les nombreux conseils prodigués tout au long de la rédaction, et pour les encouragements qu'ils n'ont pas manqué de me communiquer.

Je remercie également mes parents, pour leur soutien constant tout au long de mes études, pour m'avoir permis d'en arriver à cette étape, ainsi que pour leur aide précieuse durant la rédaction de ce mémoire.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude à mon copain, Loïc Baudoin, qui m'a aidée à structurer mes idées et à synthétiser mon texte, et qui a su me motiver dans les périodes les plus difficiles.

Mes remerciements vont également à Fabre Dehon, de Fab4Farming, pour sa disponibilité, pour m'avoir fourni les données chiffrées utilisées dans ce travail, et pour avoir répondu à mes nombreuses questions avec patience et clarté.

Je remercie Marie-Aline Cornu pour le temps qu'elle m'a accordé et pour ses précieux conseils qui m'ont orientée vers des contenus pertinents.

Merci à mes grandes amies, qui ont été un soutien constant tout au long de ce travail, ainsi qu'à mes frères pour leur présence et leur encouragement.

Je tiens également à remercier les sept agriculteurs qui ont accepté de me consacrer plusieurs heures d'entretien, sans lesquelles ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour.

Enfin, je remercie la faculté Agro-Bio Tech de Gembloux, qui m'a offert la possibilité de suivre une orientation différente, mieux adaptée à mes aspirations professionnelles, par rapport aux masters proposés à l'UCLouvain.

Résumé

Face aux enjeux environnementaux et sociétaux croissants liés à l'agriculture conventionnelle, la recherche de pratiques agricoles durables est devenue une priorité. Dans ce contexte, cette étude examine les trajectoires de transition vers l'Agriculture Biologique de Conservation des sols (ABC) en Wallonie, en identifiant les facteurs influençant l'adoption, ainsi que les motivations et obstacles rencontrés par les agriculteurs. Une approche méthodologique mixte a été mise en œuvre, combinant l'analyse quantitative de pratiques culturales et sept entretiens approfondis auprès d'agriculteurs suivant des parcours divers vers l'ABC. Les résultats révèlent des trajectoires hétérogènes, fortement dépendantes des contextes individuels. Les principaux leviers incluent la réduction du travail du sol, l'amélioration de la biodiversité et l'engagement dans des collectifs d'agriculteurs, tandis que les freins concernent le risque agronomique, l'incertitude sur les rendements et la volatilité des filières. L'ABC apparaît ainsi comme une voie prometteuse pour la transformation durable des systèmes agricoles, bien que sa diffusion reste encore limitée.

Abstract

Amid increasing environmental and societal challenges associated with conventional agriculture, the search for sustainable farming practices has become a priority. Within this context, the present study investigates the transition pathways toward Conservation Organic Agriculture (COA) in Wallonia, aiming to identify the factors influencing adoption, as well as farmers' motivations and barriers. A mixed-methods approach was employed, combining quantitative analysis of farming practices with seven in-depth interviews of farmers following diverse transition trajectories. Results reveal heterogeneous, context-dependent pathways. Key enablers include reduced tillage, enhanced soil biodiversity, and engagement in farmer collectives, whereas major barriers involve agronomic risk, yield uncertainty, and market volatility. COA thus emerges as a promising avenue for sustainable transformation of agricultural systems, although its adoption remains limited.

Table des matières

Introduction	1
État de l'art.....	2
L'héritage de la révolution verte.....	2
Quand la productivité érode le vivant.....	2
Quand la productivité creuse les inégalités.....	5
Pas de problèmes, que des solutions	7
Cultiver l'avenir avec l'agroécologie	8
Quelle voie vers l'agroécologie ?	9
Application de l'agroécologie	11
L'agriculture biologique.....	11
L'agriculture de conservation	13
L'agriculture biologique et de conservation des sols	15
Quelle trajectoire vers l'ABC ?.....	17
De l'AB à l'ABC	17
De l'AC à l'ABC	18
Une transition transdisciplinaire et accompagnée	19
Objectifs du TFE	21
Matériel et méthodes.....	22
Cadre général de l'étude.....	22
Description de l'échantillon	22
Analyse des itinéraires techniques.....	24
Description des données d'itinéraires techniques.....	24
Choix et construction des indicateurs	24
Analyses statistiques.....	28
Analyses qualitatives	29
Organisation et déroulement des entretiens	29
Traitement et analyse des entretiens.....	29
Croisement des données qualitatives et quantitatives.....	30
Résultats	31
Analyses des itinéraire techniques.....	32
Les groupes AB, AC et ABC sont-ils significativement différents ?.....	32
Situer les pratiques ABC par rapport aux pratiques AB et AC.....	33
Où se situe l'ABC par rapport au 1 ^e pilier de l'AC ?.....	36
Où se situe l'ABC par rapport au 2 ^e et 3 ^e piliers de l'AC ?.....	38
La gestion de la fertilisation azotée.....	41
Analyse des interviews	43
Caractéristiques générales	43
Transition en 2 étapes	44

Transition en une étape	50
Freins et modalités de mise en œuvre de l'ABC.....	52
La posture des agriculteurs dans la transition vers l'ABC	55
La place de l'accompagnement et des réseaux dans la transition ABC.....	56
Discussion	59
Pratiques et trajectoires : approche quantitative et qualitative	59
L'AC comme catalyseur vers l'ABC	60
L'AB comme catalyseur des piliers 2 et 3 de l'AC.....	60
Le couvert	60
La diversification	61
ABC et pratiques agroécologiques	62
Entre substitution et reconception : une logique de transition hétérogène.....	63
Discussion critique de la méthodologie.....	63
Intérêts et apports de la démarche méthodologique	63
Limites méthodologiques et points de vigilance.....	64
Pistes d'amélioration et perspectives méthodologiques.....	65
Conclusion	67
Bibliographie	69
Annexes	80

Table des figures

Figure 1 : (a) Graphe de la PCoA - Dispersion multivariée par système (b) BoxPlot – Distance au centroïde	32
Figure 2 : PCA - (a) Graphe de la répartition des individus sur le 1 ^e plan (b) Graphe des variables (cercle de corrélation).....	33
Figure 3 : PCA - (a) Contribution des variables à l'axe « Dim 1 » (b) Contribution des variables à l'axe « Dim 2 »	34
Figure 4 : Comparaison de l'intensité de travail du sol moyen (STIR/an) entre les parcelles AB, ABC et AC.....	36
Figure 5 : Comparaison de la profondeur maximale de labour (cm) entre les parcelles AB, ABC et AC.....	37
Figure 6 : Comparaison du nombre de jours moyen où le sol est couvert par an (jour/an) entre les parcelles AB, ABC et AC.....	38
Figure 7 : Comparaison du nombre moyen d'association cultural dans la culture principale par an entre les parcelles AB, ABC et AC	39
Figure 8 : Relation entre la fertilisation azotée moyenne par an (kgN/ha/an) et le nombre de jours moyen annuel couvert par des légumineuses (%) pour les parcelles AB, ABC et AC	41

Table des Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques générales des exploitations des agriculteurs ABC.....	23
Tableau 2 : Variables utilisées pour caractériser l'application des piliers AC et AB au seins des exploitations AB, AC et ABC. Un détail des calcul lié à chaque variable se trouve en Annexe 3 .	26
Tableau 1 : Caractéristiques relatives aux agriculteurs ABC et leur(s) parcelle(s)	31
Tableau 2 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable STIR entre les systèmes AB, AC et ABC	37
Tableau 3 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable Plowing_Depth entre les systèmes AB, AC et ABC	37
Tableau 4 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable Total_Cover entre les systèmes AB, AC et ABC	39
Tableau 5 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable AT_Association entre les systèmes AB, AC et ABC	40
Tableau 6 : Test de corrélation (Pearson) entre N_Tot_Moy_An et JoursCouvert_Leg100 pour les systèmes AB, ABC et AC	41

Table des Annexes

Annexe 1 : Récapitulatif des donnée d'itinéraire technique récoltée par FAB4Farming auprès des agriculteurs.....	80
Annexe 2 : Test de corrélation entre les différentes variables du pilier Fertilisation	81
Annexe 3 : Tableau récapitulatif reprenant toutes les méthode de calcul de chaque variable	82
Annexe 4 : Guide d'entretien	86
Annexe 5 : Synthèse des valeurs des indicateurs pour l'ensemble des parcelles AB, AC et ABC	89
Annexe 6 : Tableau de synthèse des résultats des analyses statistiques PERMANOVA, test de dispersion et test Post Hoc sur les systèmes AB, AC et ABC.....	91
Annexe 7 : Graphe supplémentaire de la PCA représentant la répartition des parcelles avec leurs noms repris sur le graphe.....	92
Annexe 8 : Tableau de synthèse des résultat de la RDA sur les variables de la PCA (scores de contribution à chacun des axes du 1 ^e plan factoriel, valeurs de R ² et significativité par variable)	93

Avant-propos

Dans ce mémoire, le masculin est utilisé de manière générique pour désigner les agriculteurs et agricultrices, afin d'alléger le texte. Les noms des personnes interrogées ont été remplacés par des codes afin de préserver leur anonymat. Par ailleurs, ce travail a bénéficié de l'appui de l'intelligence artificielle pour la correction orthographique et syntaxique, ainsi que pour la création de certains scripts en R.

Introduction

Des champs labourés à perte de vue, des sols qui s'érodent sous le passage répété des machines et des cultures régulièrement traitées avec des produits chimiques : l'agriculture conventionnelle, bien que productive, révèle aujourd'hui ses limites environnementales, économiques et sociales. Face à ces enjeux, certains agriculteurs choisissent de repenser radicalement leurs pratiques pour concilier production alimentaire, préservation des sols et viabilité économique.

Pour relever les défis agricoles, l'Agriculture Biologique (AB) et l'Agriculture de Conservation des sols (AC) se développent. L'AB favorise la biodiversité sans intrants chimiques mais recourt souvent au labour, tandis que l'AC protège le sol tout en utilisant parfois des produits chimiques. Ces approches durables impliquent des compromis parfois en tension avec les pratiques traditionnelles et les contraintes économiques.

C'est dans cette tension que l'Agriculture Bio de Conservation (ABC) a émergé, cherchant à conjuguer le meilleur des deux mondes : réduire le travail du sol tout en respectant les exigences de l'agriculture biologique. Cette convergence soulève de nouvelles interrogations dans le domaine agronomique : comment les agriculteurs wallons adoptent-ils l'ABC et quels facteurs façonnent leurs trajectoires de transition ? Quels sont les freins et leviers identifiables lors de leur parcours de transition ? Ce mémoire se propose de répondre à ces questions en analysant les trajectoires vers l'ABC en Wallonie.

Le mémoire s'ouvre sur un état de l'art basé sur la littérature scientifique, qui dresse un panorama des systèmes agricoles. Il commence par détailler les pratiques de l'agriculture conventionnelle, puis présente les principes de l'agriculture biologique et de la conservation des sols, avant d'introduire l'Agriculture Bio de Conservation comme approche intégrée. Cette première partie permet également de clarifier les objectifs du travail et les questions de recherche qu'il aborde.

La méthodologie détaille ensuite les démarches employées pour obtenir des résultats tangibles, combinant analyses quantitatives et qualitatives afin de saisir à la fois les données chiffrées et les expériences concrètes des agriculteurs.

L'analyse des résultats s'appuie d'abord sur les données collectées et partagées par le projet FAB4Farming, puis sur les entretiens réalisés auprès d'agriculteurs ayant suivi différents parcours de transition vers l'ABC, offrant ainsi une vision complète et nuancée des pratiques sur le terrain.

La discussion permet d'évaluer la méthodologie, d'interpréter les résultats et d'apporter des réponses aux questions posées dans l'état de l'art, tout en proposant des pistes qui permettraient d'approfondir le sujet lors de futures recherches.

Enfin, la conclusion synthétise les principaux enseignements du mémoire et met en évidence leur intérêt pour la recherche, en particulier celle liée au monde agricole.

État de l'art

L'agriculture dite conventionnelle a permis d'augmenter grandement les rendements agricoles via la spécialisation, l'intensification et la concentration des systèmes répondant ainsi à la demande d'une population grandissante (Maréchal et al., 2008). Cependant, ce « triptyque de la modernisation » a engendré de nombreux effets négatifs tant environnementaux que socio-économiques mais également sur la santé de la population (Boivin, 2024; FAO, 2017, 2023a; Hatt* et al., 2016; Maréchal et al., 2008). En plus de ces défis, le secteur agricole doit se préparer à affronter des situations de plus en plus complexes en raison du réchauffement climatique, qui intensifie les événements météorologiques extrêmes et perturbe les systèmes agricoles. L'agriculture est face à une impasse : comment continuer à assurer la sécurité alimentaire d'une population croissante tout en minimisant son impact environnemental ?

Ces impacts se manifestent à l'échelle mondiale et affectent de nombreux aspects du secteur agricole et alimentaire. Dans le cadre de cet état de l'art, l'attention sera principalement portée sur la Wallonie et à l'échelle de la ferme. Certains éléments plus macro seront évoqués afin de situer le contexte global, mais l'analyse se concentrera sur le niveau local et sur les pratiques agricoles mises en œuvre par les exploitants.

L'héritage de la révolution verte

Quand la productivité érode le vivant

Depuis la révolution industrielle, et particulièrement après la Seconde Guerre mondiale, ce « triptyque de la modernisation » a profondément modifié le paysage agricole. La mise en place de pratiques telles que la monoculture, la mécanisation, l'usage intensif d'engrais chimiques et de pesticides ainsi que le travail excessif du sol a conduit à une dégradation accélérée des terres agricoles, à la pollution des ressources en eau douce et à une réduction drastique de la biodiversité (Boivin, 2024; Christel et al., 2022; FAO, 2022; Hatt* et al., 2016; Maréchal et al., 2008; Pingault et al., 2024).

L'analyse des impacts agricoles à travers le prisme des services écosystémiques (SE)¹ met en évidence une forte dépendance de l'agriculture aux fonctions naturelles comme la pollinisation, la régulation hydrique ou le recyclage des nutriments (Dufrêne & Maréchal, 2024; Hatt* et al., 2016). Pourtant, l'agriculture conventionnelle, en se concentrant sur les seuls services de production, a négligé les fonctions de régulation et de soutien, affaiblissant la durabilité des agroécosystèmes (Hatt* et al., 2016; Thiele-Bruhn et al., 2012).

¹ Les biens et services générés par la biodiversité, les processus écologiques et les écosystèmes, avec le soutien des activités humaines, afin d'améliorer le bien-être de l'humanité (Dufrêne & Maréchal, 2024)

Or, lorsque ces services sont dégradés, l'agriculture devient plus vulnérable. La perte de régulation naturelle des sols et des cultures accroît la dépendance aux intrants chimiques et aux technologies externes, rendant les exploitations moins résilientes face aux fluctuations environnementales et économiques. Ainsi, bien que l'agriculture conventionnelle ait permis une augmentation des rendements à court terme, elle compromet, sur le long terme, la durabilité des agroécosystèmes et la capacité des écosystèmes à fournir les services essentiels à la production agricole (Hatt* et al., 2016; IPES-Food, 2016; Thiele-Bruhn et al., 2012).

La dégradation des sols, affectant aujourd'hui près d'un tiers des sols mondiaux, se manifeste par l'érosion, la perte de matière organique, l'acidification ou encore le déséquilibre des nutriments (FAO, 2022, 2023b). L'agriculture intensive, par l'usage excessif d'engrais chimiques, le labour intensif et la suppression des couverts végétaux expose les sols à l'érosion hydrique et éolienne et accélère la décomposition de la matière organique, entraînant un appauvrissement des sols, une fragilisation de leurs structures, diminue leurs fertilités et détruit la vie souterraine (Thiele-Bruhn et al., 2012). En Wallonie, les sols sous grandes cultures présentent des teneurs en matière organique insuffisante² (SPW, 2024).

De plus, l'usage excessif d'engrais azotés et phosphorés provoque à la fois des déficiences dans certaines zones et des accumulations toxiques dans d'autres, menant à des sols déséquilibrés. À l'échelle planétaire, les cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore figurent parmi les processus naturels les plus perturbés par les activités humaines, compromettant ainsi la durabilité des agroécosystèmes (FAO, 2022). L'utilisation d'engrais et de pesticides participe également à la pollution des ressources en eau. Le lessivage de l'azote et du phosphore issus des fertilisants agricoles sont responsables d'un phénomène d'eutrophisation des milieux aquatiques qui mène à la prolifération d'algues toxiques. Cela crée des zones mortes dans les océans, privées d'oxygène les rendant impropres à la vie aquatique. De plus, le lessivage des nitrates dans les nappes phréatiques représente un risque pour la qualité de l'eau potable et la santé humaine (FAO, 2022, 2023b; IPCC et al., 2023; Jia et al., 2019; Pellerin et al., 2017; Pingault et al., 2024; Vandaele et al., 2010).

La pauvre structure des sols, le manque de matière organique et de couvert mènent à des sols avec une très faible capacité de rétention de l'eau et un ruissellement accentué. Cela augmente le besoin d'une irrigation intensive, en particulier dans les zones arides et résulte en une surconsommation des ressources hydriques, menaçant la durabilité des réserves d'eau douce. L'agriculture utilise actuellement environ 70 % des ressources en eau douce disponibles sur la planète, avec un impact direct sur les écosystèmes aquatiques et la disponibilité en eau pour d'autres usages essentiels (FAO, 2022; IPES-Food, 2016).

² Moins de 20g de carbone organique total par litre de sol (SPW, s. d.)

L'agriculture moderne a provoqué une érosion significative de la biodiversité à tous les niveaux. L'intensification agricole perturbe profondément les communautés d'organismes vivants présents dans le sol. Ces organismes jouent pourtant un rôle clé dans le maintien des services écosystémiques et dans la stabilité et la résilience des agroécosystèmes. Les communautés de vers de terre, de nématodes, de champignons et de microbes sont essentielles pour la nutrition des plantes, la fertilité et la structure du sol. Leur déclin affaiblit les capacités d'autorégulation des écosystèmes conduisant à une dépendance accrue aux interventions humaines pour compenser la perte des mécanismes naturels de régulation. (Thiele-Bruhn et al., 2012; Tsiafouli et al., 2015).

La généralisation des monocultures et la disparition des structures paysagères traditionnelles, telles que les haies et les prairies permanentes, ont menées à une homogénéisation croissante des paysages agricole. Cette homogénéisation participe au déclin de la diversité biologique des espèces cultivées et sauvages : en 2020, les 20 plantes les plus cultivées recouvraient 74% de la surface agricole totale (Pingault et al., 2024). Cette simplification des systèmes agricoles a renforcé leur vulnérabilité aux maladies et ravageurs, nécessitant une utilisation accrue de pesticides, avec des conséquences dramatiques sur la faune, notamment les pollinisateurs et les insectes auxiliaires. Des études estiment que la biomasse des insectes volants en Europe a diminué de 75 à 95 % au cours des dernières décennies (Hallmann et al., 2017).

En plus de ces impacts, le secteur agricole doit se préparer à affronter des situations de plus en plus complexes en raison du réchauffement climatique. Il est désormais incontestable que les activités humaines ont entraîné une augmentation massive des émissions de gaz à effet de serre (GES) menant à un réchauffement climatique global (augmentation moyenne des températures de 1,07°C depuis les années 1850 (IPCC et al., 2023)). Parmi les secteurs responsables de ces émissions, l'agriculture occupe une place importante³ (IPCC et al., 2023). Les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à l'agriculture proviennent principalement du méthane (CH₄) lié à la décomposition de la matière organique, du protoxyde d'azote (N₂O) provenant de la fertilisation azotée et du dioxyde de carbone (CO₂) dû à l'usage d'énergie fossile pour la production d'intrants et pour l'utilisation de matériel (Jia et al., 2019; Pingault et al., 2024; Vandaele et al., 2010).

Le changement climatique a un grand nombre d'impacts globaux qui intensifient les événements météorologiques extrêmes et perturbent les systèmes agricoles du fait des conséquences sur les écosystèmes et les cycles géophysiques et biologiques (IPCC et al., 2023; Pingault et al., 2024). Ces bouleversements climatiques modifient les conditions de croissance des cultures et des

³ Selon le rapport de l'IPCC (2023), l'AFAT³ était responsable de 22% du total des émissions anthropiques globale de GES en 2019. Si on considère uniquement les émissions directes du secteur agricole, on arrive à environ 12% (Jia et al., 2019). En Europe, la part des émissions dues au secteur agricole (strictement) est estimée à environ 10% (Climat.be, 2023), tandis qu'en Wallonie, elle représente environ 14% (IWEPS, 2024).

pâturages, affectant ainsi les rendements et la disponibilité en eau, avec des effets contrastés selon les régions (Cassart, 2021; FAO, 2017; Pingault et al., 2024)

En Belgique, la température moyenne a augmenté de 1,9 °C depuis 1890, avec une hausse marquée en hiver, ce qui avance les cycles de croissance végétale et les rend plus vulnérables aux gels printaniers (Climat.be, 2024). En 2017, ceci a causé la perte de 65 % de la récolte de pommes et de 20% de celle de poires (Cellule d'Information Agriculture, 2024). Par ailleurs, les records de chaleur estivale se multiplient (jusqu'à 39,7 °C en 2019), tout comme les vagues de chaleur. Les précipitations moyennes annuelles n'augmentent que légèrement, mais les épisodes de pluies abondantes et orageuses sont plus fréquents. Une accentuation de la saisonnalité est attendue avec des sécheresses et canicules estivales et des pluies hivernales intenses. Cette alternance entre longues périodes de sécheresse et précipitations intenses fragilise les sols, accroît leur érosion et réduit leur capacité de rétention en eau venant ainsi renforcer et accélérer les processus de dégradation des sols déjà associés aux systèmes agricoles intensifs (Climat.be, 2024).

Quand la productivité creuse les inégalités

L'intensification agricole a longtemps été justifiée par sa capacité à accroître les rendements afin de répondre aux besoins d'une population mondiale en croissance (Boivin, 2024; Hatt* et al., 2016; Maréchal et al., 2008). Si elle a permis des gains de productivité notables et une amélioration initiale de la sécurité alimentaire, de nombreux travaux montrent qu'un palier de productivité est désormais atteint, tandis que les externalités négatives se multiplient tant sur le plan environnemental que socio-économique (IPES-Food, 2016).

Aujourd'hui encore, entre 638 et 720 millions de personnes souffrent de la faim. En parallèle, 2,5 milliard sont en surpoids (dont 890 million en situation d'obésité) et un tiers de la production mondiale est gaspillée (FAO, 2024; FAO et al., 2025; Pingault et al., 2024). Il est donc évident que la course au rendement ne suffit plus à répondre aux enjeux de sécurité alimentaire : les inégalités persistantes révèlent un déséquilibre structurel des systèmes alimentaires mondiaux. Si certaines tendances sont globales, les réalités diffèrent fortement entre pays à haut et faible revenu. Le rapport de la FAO (2017) et celui de IPES-Food (2016) soulignent cette dualité ainsi que la complexité des verrous systémiques qui freinent la transformation des systèmes alimentaires.

L'agriculture industrielle a créé une série de cercles vicieux difficiles à rompre : comme le souligne le rapport HLPE (2019), la structure des systèmes alimentaires concentre la valeur entre les mains de quelques acteurs, qui disposent dès lors d'un poids économique et politique suffisant pour freiner tout changement d'envergure. Bien que ces verrous créent de nombreux enjeux agricoles à l'échelle mondiale, ce travail se concentre sur les défis socio-économiques propres aux agriculteurs wallons, car c'est à cette échelle que s'inscrit la problématique étudiée. Il reste

toutefois essentiel de garder en tête ces dynamiques globales pour comprendre les contraintes structurelles qui façonnent les réalités locales.

Depuis vingt-cinq ans, le tissu agricole wallon se contracte : 12 423 exploitations subsistent en 2023, soit une diminution de 57 % depuis 1990. Cette baisse s'explique par des crises successives, des politiques agricoles changeantes et l'augmentation des coûts de production. Parallèlement, la surface moyenne des exploitations a doublé pour dépasser 59 ha (SPW, 2024). Cela s'explique en partie par le fait que les agriculteurs cherchent à augmenter leur production pour maintenir leurs revenus (Braibant & Morelle, 2018; IPES-Food, 2016).

Cette contraction va de pair avec un défi démographique : 68 % des agriculteurs ont plus de 50 ans et à peine une exploitation sur cinq dispose d'un repreneur identifié (Le Collège des Producteurs, 2023; Snoeck, 2020). Les candidats font face à un foncier coûteux ($\geq 30\,000$ €/ha) et à des loyers élevés (322 €/ha/an), auxquels s'ajoutent des lourdeurs administratives et une rentabilité incertaine (Statbel, 2022). Cette perte de transmission des fermes mène à une perte de capital humain et diminue le réseau local chaque fois qu'une exploitation disparaît ou passe sous le contrôle d'une grande structure (Cnudde, 2022; Frimat et al., 2019; IPES-Food, 2016; Terre-en-vue, 2025).

Sur le plan financier, la volatilité des prix et la dépendance aux intrants liée à l'intensification de l'agriculture minent la rentabilité : un agriculteur sur deux juge sa ferme non viable sans aides publiques (CBC Banque & ISOP, s. d.; IPES-Food, 2016). Cette problématique est accentuée non seulement par la spécialisation des fermes qui réduit les complémentarités agronomiques et accroît l'achat d'intrants. Mais également par le manque d'infrastructures locales de transformation (moulins, abattoirs, conserveries), qui oblige les producteurs à écouler leur récolte sur des marchés mondialisés, où ils restent « preneurs de prix » (CRA-W, s. d.; IPES-Food, 2016; Nature & Progrès, 2018).

Pas de problèmes, que des solutions

À la lumière de ce qui a été exposé, une chose est claire : le secteur agricole doit être repensé pour augmenter sa résilience et limiter son impact global sur l'environnement. Selon Urruty (2016), la résilience se définit comme « l'aptitude à absorber les changements, à s'adapter et à anticiper les perturbations futures grâce à une capacité d'apprentissage »; elle est considérée comme l'indicateur le plus pertinent pour évaluer l'adaptabilité d'un système agricole dans un contexte d'incertitude croissante. Elle s'apprécie à travers trois dimensions : la capacité du système à maintenir ses fonctions essentielles malgré un choc, son aptitude à l'auto-organisation et sa faculté à apprendre et à renforcer son adaptabilité (Cabell & Oelofse, 2012).

Ces trois dimensions reposent sur la notion de services écosystémiques (SE). Comme évoqué précédemment, un agrosystème est à la fois fournisseur et bénéficiaire de ces services (Cabell & Oelofse, 2012; Devaux, 2016; Thiele-Bruhn et al., 2012). Ceux-ci assurent de nombreuses fonctions tels que le recyclage des nutriments, la régulation de l'eau, la pollinisation, la fertilité des sols, ou encore la lutte biologique contre les ravageurs. Ils conditionnent la durabilité à long terme du système. La résilience d'un système agricole dépend donc étroitement de sa capacité à générer et maintenir une diversité de services. Plus cette diversité est grande, plus le système est autonome et capable de s'autoréguler face aux perturbations (Maebe, 2024).

La perte de résilience du système agricole et son impact sur l'environnement peuvent être rapportés à 3 caractéristiques des systèmes agricoles actuels :

1. L'uniformisation de l'agriculture, tant au niveau des pratiques (la monoculture, l'érosion de la diversité génétique, la taille des parcelles, la suppression d'éléments semi-naturels, etc.) qu'au niveau socio-économique (spécialisation des ferme, logique mondialisée avec surspécialisation de certaines régions).
2. La dépendance aux intrants (engrais et pesticides) pour garantir les rendements
3. La dégradation des sols

Ces trois caractéristiques se renforcent mutuellement et créent de nombreux cercle vicieux qui compliquent le détachement au système actuel (Christel et al., 2022; IPES-Food, 2016; Thiele-Bruhn et al., 2012; Tsiafouli et al., 2015).

Dans ce contexte, l'agroécologie, qui vise entre autres l'écologisation des pratiques agricoles, émerge comme une approche particulièrement prometteuse pour renforcer la résilience des systèmes agricoles. En s'appuyant sur les processus écologiques et en valorisant la diversité biologique, fonctionnelle et sociale, elle permet de restaurer les fonctions des écosystèmes agricoles et de mieux faire face aux perturbations climatiques, sanitaires et économiques (Boeraeve et al., 2020; IPES-Food, 2016).

Cultiver l'avenir avec l'agroécologie

Le concept d'« agroécologie » émerge dans les années 20 et est amené par Basil Bensin qui cherche à encourager l'application de méthodes de l'écologie à la recherche agronomique (Sportes et al., 2020). Initialement centrée sur l'étude des interactions écologiques dans les agroécosystèmes, ce concept s'élargit à partir des années 1980, notamment en réaction aux impacts environnementaux, sociaux et économiques du modèle agricole industriel dominant (Christel et al., 2022; Gliessman, 2016; HLPE, 2019). L'agroécologie a progressivement élargi son champ pour devenir une approche systémique, qui vise à transformer l'ensemble du système agroalimentaire en promouvant des solutions holistiques et durables, ancrées dans la complexité des réalités agricoles (HLPE, 2019; Stassart et al., 2012).

Aujourd'hui, l'agroécologie est de plus en plus perçue comme une approche transdisciplinaire, participative et orientée vers le changement (Chaussebourg et al., 2025; HLPE, 2019). Elle repose sur trois dimensions complémentaires : une science qui mobilise des savoirs issus de différentes disciplines (écologie, agronomie, sociologie...) mais aussi des connaissances pratiques et locales, un ensemble de pratiques fondées sur les processus naturels, et un mouvement social qui défend la souveraineté alimentaire, l'équité et l'autonomie des paysans (HLPE, 2019; Wezel et al., 2009). Ces dimensions co-évoluent et permettent d'appréhender les systèmes agricoles dans leur globalité, à travers différents niveaux d'organisation (ferme, territoire, système alimentaire).

Afin de clarifier les éléments fondamentaux qui caractérisent les systèmes agroécologiques, le rapport du HLPE (2019) propose une grille de lecture en 13 principes agroécologiques. Ces principes, issus de la synthèse de travaux scientifiques antérieurs, ont pour objectif de guider la transition vers des systèmes alimentaires plus durables. Les sept premiers concernent principalement les dynamiques internes de l'agroécosystème (diversité, synergies, recyclage, résilience, efficacité, régulation des intrants, cocréation de savoirs), tandis que les six derniers portent sur les dimensions sociales et économiques du système alimentaire (valeurs humaines et sociales, équité, connectivité, gouvernance responsable, circularité économique, alimentation saine et locale).

L'application de ces principes aux pratiques agricoles mène à un ensemble de « pratiques agroécologiques » qui visent à renforcer la résilience des agroécosystèmes en valorisant les processus naturels, en favorisant les interactions biologiques bénéfiques et en optimisant les services écosystémiques (Gliessman, 2016; HLPE, 2019; Palomo-Campesino et al., 2022; Wezel et al., 2014). Il convient toutefois de rappeler qu'il n'existe pas de liste fermée de « bonnes pratiques agroécologiques » : celles-ci s'inscrivent sur un continuum, selon le degré auquel elles reposent sur des processus écologiques, leur adaptation locale, leur dimension équitable, ou encore leur cohérence avec une approche systémique du fonctionnement agricole (HLPE, 2019).

Plus concrètement, ces pratiques culturelles agroécologiques s'opposent à la logique d'uniformisation du modèle industriel et augmentent la résilience des agroécosystèmes en plaçant la biodiversité au cœur de ceux-ci, à travers la diversité des cultures, l'hétérogénéité des paysages et les interactions écologiques (Hatt* et al., 2016; IPES-Food, 2016; Jeanneret et al., 2021). En misant sur la biodiversité fonctionnelle et les cycles écologiques, les pratiques agroécologiques réduisent la dépendance aux engrais de synthèse et aux produits phytosanitaires et augmentent la capacité d'autorégulation des agroécosystèmes via les rotations diversifiées, les associations de cultures et l'intégration culture-élevage (HLPE, 2019; IPES-Food, 2016). La santé des sols constitue également un levier central de l'agroécologie via la préservation de la matière organique et le travail réduit qui favorise la vie du sol, soutenant ainsi la fertilité, et qui améliore la stabilité structurelle et la capacité de rétention d'eau (Peigné, 2018; Peigné et al., 2007; Pisante et al., 2015; Thiele-Bruhn et al., 2012).

Les principes de l'agroécologie ne s'appliquent pas uniquement à une parcelle, mais à différentes échelles spatiales et institutionnelles, du champ à l'ensemble du système alimentaire. Certains processus écologiques, comme les flux d'eau ou la pollinisation, opèrent à l'échelle du paysage voire au-delà, ce qui implique une action collective et une coordination entre les acteurs du territoire (HLPE, 2019). Cette observation met en évidence l'importance cruciale de l'échelle dans l'analyse et la mise en œuvre de pratiques agroécologiques efficaces. Dans le cadre de ce travail, l'attention sera portée à l'échelle de la ferme et des pratiques culturelles principalement.

Quelle voie vers l'agroécologie ?

L'agroécologie se présente donc comme un cadre cohérent et intégré pour relever les défis environnementaux et socio-économiques de l'agriculture conventionnelle (Gliessman, 2016; HLPE, 2019). Cependant, le passage de ces principes conceptuels à des systèmes agricoles transformés est un processus dynamique et complexe, bien plus qu'une simple adoption de nouvelles pratiques (Plateau et al., 2021). Ce processus, appelé transition agroécologique, est un changement systémique de long terme, façonné par un contexte spécifique (Duru et al., 2014; HLPE, 2019). Selon le rapport HLPE (2019)⁴, une transition est un déplacement progressif et profond des valeurs, normes, institutions et pratiques qui touche les dimensions politiques, socioculturelles, économiques, environnementales et technologiques.

Les processus de transitions ont beaucoup été étudiés dans les sciences sociales notamment par Geels & Schot (2007) via leur approche « multi-niveaux des transitions ». Ces modèles mettent en évidence l'importance de pionniers et de niches d'innovation pour lever certains verrouillages du régime sociotechnique (Duru et al., 2014; Fares et al., 2012; Geels & Schot, 2007). Dans le cas de la transition agroécologique, ces niches sont souvent animées par des réseaux

⁴ Pour définir la transition, le rapport HPLE (2019) cite C.Hinrichs (2014), T.Marsden (2013) et Pitt & Jones (2016).

d'agriculteurs, associations ou collectifs (Duru et al., 2014). L'étude de la transition agroécologique à l'échelle de la ferme apparaît donc d'autant plus pertinente puisque c'est aussi en leur sein que des innovations menant à des changements durables peuvent avoir lieu.

Les motivations des agriculteurs, leur histoire, les ressources disponibles et le contexte territorial dans lequel ils évoluent vont dessiner des trajectoires de transition (Cerf et al., 2010; Markiewicz-Keszycka et al., 2025; Vega-Martinez et al., 2024). L'étude de ces trajectoires permet de comprendre la mise en place d'une transition par un agriculteur et d'identifier les facteurs susceptibles d'influer sur la transition (Cerf et al., 2010).

Toutefois, une transition agroécologique ne s'accompagne pas toujours d'une reconception systémique. Comme l'explique le cadre conceptuel ESR (efficacité-substitution-reconception), certains producteurs restent dans une logique d'augmentation d'efficacité ou de substitution, en cherchant par exemple à remplacer des produits chimiques par des alternatives biologiques tout en conservant une organisation de production proche du conventionnel. D'autres, au contraire, perçoivent cette rupture avec l'agriculture conventionnelle comme une opportunité de repenser en profondeur leur système, leurs pratiques et leur rapport au vivant (Cerf et al., 2010; Hill & MacRae, 1996; Lamine, 2011).

Le cadre ESR sert notamment de fondement au modèle théorique proposé par S. Gliessman (2016), qui situe une transition agroécologique selon cinq niveaux progressifs de changement. Cette grille de lecture permet d'évaluer l'aboutissement des différentes trajectoires en identifiant à la fois la profondeur des changements engagés et les leviers nécessaires pour conduire une transition véritablement durable.

- Le premier niveau vise à améliorer l'efficacité des pratiques agricoles conventionnelles, notamment en réduisant l'usage d'intrants chimiques.
- Le deuxième niveau consiste à substituer les intrants et techniques conventionnels par des alternatives écologiques, comme les biopesticides ou les engrais organiques.
- Le troisième niveau marque un tournant plus profond en appelant à la reconception des systèmes agricoles sur la base des principes agroécologiques, en intégrant la biodiversité fonctionnelle, les synergies entre cultures et élevage, ou encore la circularité des ressources.
- Le quatrième niveau vise à relocaliser les systèmes alimentaires, en créant des liens directs entre producteurs et consommateurs à travers les circuits courts, la coopération territoriale et des modes de distribution plus équitables. Il marque une sortie de l'échelle de la ferme pour étendre l'analyse au système alimentaire dans une perspective plus territoriale et systémique.

- Le cinquième niveau vise une transformation globale du système alimentaire, fondée sur la justice, l'équité et la durabilité, pour repenser en profondeur les relations entre société, alimentation et environnement.

Étant donné le niveau d'analyse retenue dans ce travail, centrée sur le fonctionnement et les choix techniques à l'échelle de la ferme, ce sont essentiellement les trois premiers niveaux de la transition qui seront exploités, tout en prenant en compte, le quatrième niveau lorsqu'il reste pertinent à cette échelle.

Application de l'agroécologie

Si l'agroécologie propose un cadre conceptuel large pour repenser l'agriculture, plusieurs approches agronomiques se sont concrètement développées pour répondre, chacune à leur manière, aux impasses du modèle conventionnel (Christel et al., 2022; Fleury et al., 2014). Dans ce travail, l'attention se portera sur trois modèles cultureux plus ou moins connus : l'agriculture biologique (AB), l'agriculture de conservation (AC) et leur combinaison dans ce que l'on appelle l'agriculture biologique de conservation (ABC).

L'agriculture biologique

L'agriculture biologique (AB) est un système alternatif né en réaction à l'industrialisation de l'agriculture au début du XXe siècle (Fleury et al., 2014). Au départ, ce mouvement se caractérisait par une approche centrée sur la santé et la fertilité des sols, considérés comme la base de la productivité et de la qualité des aliments (Pessis, 2025). Aujourd'hui, la principale distinction entre l'AB et l'agriculture conventionnelle réside dans la suppression des intrants de synthèse (Christel et al., 2022; Fleury et al., 2014; Peigné, 2018; Ponisio et al., 2015). La certification bio repose sur un cahier des charges européen strict interdisant les engrais minéraux de synthèse, les pesticides chimiques et les OGM (Fleury et al., 2014; SPW, 2025). Le respect de ces règles permet la labellisation des produits comme « biologiques » (Cellule d'Information Agriculture, s. d.; SPW, 2025).

Cette contrainte oblige les agriculteurs à adopter des pratiques alternatives pour gérer la fertilité, les bioagresseurs et les adventices : fertilisation organique (fumier, compost), rotations longues et diversifiées, couverts végétaux et lutte biologique. L'AB valorise également l'autonomie des fermes, l'usage de ressources locales et la diversité à tous les niveaux du système agricole (Beudelot et al., 2017; Cellule d'Information Agriculture, s. d.; Fleury et al., 2014; Peigné, 2018). La mise en place de ces différentes pratiques est cependant indépendante à la certification et repose sur la volonté de l'agriculteur principalement.

En Wallonie, l'AB a connu une croissance continue depuis son apparition dans les années 1970 jusqu'en 2022. En 2023, elle représentait 12,6 % de la surface agricole utile (SAU), soit 92 375 ha répartis sur 2 014 exploitations. Toutefois, 64,1 % de cette surface correspond à des prairies

permanentes, contre 22 % pour les grandes cultures. La Région wallonne s'est fixée pour objectif d'atteindre 30 % de SAU bio d'ici 2030 (SPW, 2025).

Le principal atout de l'AB est bien sûr l'exclusion des intrants chimiques de synthèse, qui réduit l'impact environnemental de l'agrosystème en limitant la pollution de l'eau et de l'air et en évitant la production énergivore de ces substances. Dans certains cas, d'autres bénéfices peuvent s'ajouter : meilleure teneur en matière organique, augmentation de la biodiversité, meilleure structure du sol, réduction de l'érosion. L'activité biologique du sol y est généralement plus élevée, avec une faune et une microflore plus diversifiée (Christel et al., 2022; Peigné, 2018).

Toutefois, ces bénéfices ne se matérialisent que si le système AB reste biologiquement diversifié en s'appuyant sur des pratiques telles que les rotations longues, les cultures associées, la polyculture-élevage, etc., tout en veillant au recyclage des nutriments. Quand ces règles s'effacent au profit d'une logique « intensif mais bio », le secteur se « conventionnalise » : fermes plus grandes, monocultures spécialisées, externalisation accrue des intrants, travail du sol intensif (Best, 2008; Ponisio et al., 2015). A cela s'ajoute la spécialisation croissante de certaines fermes bio en grandes cultures, sans élevage, ce qui affaiblit la complémentarité cultures-élevage, essentielle pour le recyclage des nutriments (Peigné, 2018). Bien que ces exploitations respectent techniquement le cahier des charges de la certification bio, cette trajectoire appauvrit les sols et participe à l'écart de rendement parfois observé entre le bio et le conventionnel pouvant aller jusqu'à 50 % (Aune, 2012; Ponisio et al., 2015).

À l'inverse, la réintroduction de diversité change la donne. La méta-analyse de Ponisio et al. (2015) montre qu'avec des cultures associées et des rotations riches, l'écart de rendement fond à 8-9 %. Autrement dit, ce n'est pas la certification en soi qui garantit la durabilité, mais la cohérence agroécologique du système.

Pour finir, il est important de souligner que bien que l'AB promeuve plusieurs principes de l'agroécologie (la réduction des intrants et dans certains cas la diversification biologique), ce mode d'agriculture repose en général sur un travail mécanique du sol intensif pour contrôler les adventices. En conditions humides, cela peut entraîner tassement, érosion et perturbation de la faune du sol. De plus, la gestion de la fertilité repose sur des matières organiques dont l'efficacité dépend du contexte pédoclimatique et de leur disponibilité. Leur mauvaise gestion peut générer des pertes minérales ou des émissions lors du stockage et de l'épandage (Fleury et al., 2014; Peigné, 2018).

L'agriculture de conservation

L'agriculture de conservation (AC) s'est développée aux États-Unis dans les années 1930 après la catastrophe du « Dust Bowls »⁵. Elle a été introduite en Belgique dans les années 1980, bien avant de se structurer théoriquement (Farooq & Siddique, 2015; Vankeerberghen & Stassart, 2016). Contrairement à l'agriculture biologique, l'AC ne repose pas sur un cahier des charges réglementaire, ce qui entraîne des définitions variables selon les acteurs. En Wallonie, une définition opérationnelle adaptée au contexte local a été proposée par M. Ferdinand (2024), reposant sur trois piliers indissociables et 8 pratiques additionnelles⁶.

Le premier pilier de l'agriculture de conservation concerne la réduction du travail du sol, dans le but de préserver sa structure, sa biodiversité et ses fonctions écologiques. Le second pilier repose sur le maintien d'une couverture végétale permanente ou semi-permanente, qui protège le sol contre l'érosion, régule son humidité et sa température, en particulier pendant les périodes d'interculture. Le troisième pilier vise à favoriser une diversification des cultures, dans le temps (rotations culturales) et dans l'espace (associations d'espèces ou mélanges variétaux) (Ferdinand, 2024). Cette diversification renforce la résilience des systèmes, limite les pressions biotiques et stabilise les rendements, tout en réduisant le recours aux intrants de synthèse (Farooq & Siddique, 2015). Cependant, ces bénéfices dépendent fortement du choix des espèces : l'inclusion de cultures intensives peu favorables à la biodiversité peut en annuler les effets, notamment en matière de régulation biologique (Hass et al., 2018; Sirami et al., 2019).

En Wallonie, l'agriculture de conservation (AC) est en développement depuis les années 1980 (Vankeerberghen & Stassart, 2016), bien que son expansion reste encore limitée. En l'absence de base de données officielle, via sa thèse, M. Ferdinand a permis de dresser un état des lieux de la pratique en région wallonne. Sur base du critère principal d'arrêt du labour, 191 agriculteurs ont été identifiés comme ACistes, soit 1,5 % des exploitations agricoles wallonnes, et 5,5 % de celles spécialisées en grandes cultures. Les exploitations engagées dans l'AC présentent une taille moyenne de 219 hectares, soit trois fois plus que la moyenne régionale pour les grandes cultures (71,6 ha), ce qui est interprété par M. Ferdinand comme le besoin d'économies d'échelle nécessaires pour rentabiliser les investissements techniques liés à ces pratiques. En extrapolant ces données, environ 5 % de la SAU totale et 15 % de la SAU en grandes cultures en Wallonie seraient aujourd'hui conduites selon les principes de l'AC (Ferdinand, 2024).

⁵ Le *Dust Bowl* correspond aux tempêtes de poussière survenues dans les Grandes Plaines nord-américaines dans les années 1930, causées par des pratiques agricoles intensives combinées à des conditions climatiques défavorables, entraînant de fortes pertes de sol et l'émergence des premières pratiques de conservation des sols (Ferdinand, 2024)

⁶ Ces 8 pratiques additionnelles visent à renforcer la durabilité et l'adoption du modèle : (i) l'utilisation de produits phytosanitaires, (ii) l'utilisation de fertilisants de synthèse et organiques, (iii) un besoin de connaissances, d'expériences, d'outils adéquats et d'autonomie (iv) l'intégration de l'élevage et du pâturage, (v) l'implantation de mesures de lutte antiérosive, (vi) l'implantation de mesures de lutte contre le compactage des sols, (vii) l'utilisation de semences de qualité, (viii) l'intégration de l'agroforesterie (Ferdinand, 2024).

Dans leur travail, Vankeerberghen & Stassart (2016) décrivent la transition vers l'AC comme un processus d'« insularisation ». Ce terme décrit le détachement progressif du régime agricole conventionnel par lequel l'AC émerge comme une niche innovante au sein même de ce régime dominant, notamment par l'abandon du labour. L'AC pousse ainsi les agriculteurs à développer de nouvelles pratiques et à adopter une nouvelle vision tout en conservant des liens structurels et techniques plus ou moins forts avec le régime dominant, en particulier via l'usage des intrants de synthèse.

Comme expliqué précédemment, ces intrants ont des effets néfastes sur l'environnement et leur utilisation réduit la résilience des écosystèmes. De plus, leur production et leur épandage mène à des émissions de GES non négligeables. Bien que l'amélioration de la qualité du sol permette de réduire l'utilisation d'engrais de synthèse, l'AC est fortement dépendante des produits phytosanitaires, notamment des herbicides (Fleury et al., 2014; Singh et al., 2015; Vankeerberghen & Stassart, 2016). En effet, l'un des principaux défis de l'agriculture de conservation concerne la gestion des adventices. L'absence de labour empêche l'enfouissement des graines de mauvaises herbes, qui restent ainsi en surface où les conditions sont favorables à leur germination. Cette situation entraîne souvent une infestation accrue, notamment dans les premières années de transition, ce qui pousse de nombreux agriculteurs à recourir aux herbicides (Ferdinand, 2024; Fleury et al., 2014; Singh et al., 2015; Vankeerberghen & Stassart, 2016).

Outre la gestion des adventices, la dépendance de l'AC aux intrants de synthèse s'explique également par la dynamique de l'azote dans les sols non labourés, particulièrement dans les premières années de transition. En effet, l'absence de travail du sol, combinée à la présence permanente d'un couvert végétal, ralentit le réchauffement du sol au printemps dans les pays tempérés. A cela s'ajoute un rapport C/N souvent élevé dans la matière organique de surface, ce qui freine la minéralisation et favorise l'immobilisation de l'azote par les micro-organismes (Cooper et al., 2016; Peigné et al., 2007; Pisante et al., 2015). Pour pallier ce déficit temporaire et soutenir la croissance des cultures en sortie d'hivers, de nombreux agriculteurs en AC ont recours à des apports d'engrais minéraux azotés.

L'agriculture biologique et de conservation des sols

Historiquement, l'agriculture biologique (AB) et l'agriculture de conservation (AC) ont été perçues comme deux voies distinctes, vers la durabilité agricole (Fleury et al., 2014). Bien que ces deux systèmes marquent une rupture avec le système conventionnel et partagent un objectif de respect de l'environnement, leurs fondements techniques diffèrent : l'AC met l'accent sur la préservation physique du sol (réduction du travail du sol et couverture végétale), souvent au prix de l'utilisation d'intrants de synthèse, tandis que l'AB valorise l'autonomie et l'absence d'intrants chimiques, considérant le travail du sol comme un outil central pour la régulation des adventices. Ces divergences techniques et idéologiques ont longtemps créé un clivage identitaire fort entre les deux approches (Fleury et al., 2014).

Cependant, cette opposition tend à s'atténuer. Des formes d'hybridation sont apparues, caractérisées par une circulation des savoirs, des valeurs et des pratiques entre les deux mondes agricoles (Fleury et al., 2014). Cette convergence ouvre la voie à une nouvelle approche, l'Agriculture Biologique de Conservation (ABC) (Boeraeve et al., 2022; Ferdinand, 2024; Fleury et al., 2014; Peigné, 2018; Peigné et al., 2015). L'ABC est un concept encore en construction mais il peut globalement être défini comme l'application des trois piliers de l'AC (réduction/suppression du travail du sol, couverture permanente, diversification) tout en respectant l'interdiction des produits phytosanitaires de synthèse propres à l'AB (Boeraeve et al., 2022; Casagrande et al., 2016; Cassart, 2021; Ferdinand, 2024; Peigné et al., 2015). L'ABC semble ainsi représenter un optimum agroécologique, permettant d'atteindre un haut niveau de résilience pour les exploitations.

L'intérêt de l'ABC repose sur la complémentarité des deux modèles. D'une part, les pratiques de conservation peuvent atténuer certaines limites de l'AB, notamment les pertes de structure et les risques d'érosion liés au travail du sol, tandis que les principes biologiques apportent une régulation écologique des bioagresseurs et une valorisation de la matière organique (Boeraeve et al., 2022; Peigné, 2018). D'autre part, la réduction du travail du sol en AB améliore la teneur en carbone organique et la porosité des horizons superficiels du sol, favorisant la vie microbienne et la séquestration du carbone (Peigné, 2018). À cela s'ajoute le fait que certaines pratiques clés de l'AC, telles que la diversification des rotations culturales et l'utilisation de couverts végétaux ou de mulch, sont déjà largement répandues en AB, soulignant une complémentarité pertinente entre les deux systèmes (Cooper et al., 2016; Ponisio et al., 2015). Les systèmes ABC sont également associés à une diversité taxonomique et fonctionnelle d'auxiliaires qui est plus élevée que dans les systèmes conventionnels, ce qui renforce la régulation naturelle des ravageurs et d'autres services écosystémiques tels que la fertilité du sol (Boeraeve et al., 2022).

Malgré ces atouts, la mise en œuvre de l'ABC demeure complexe. Le contrôle des adventices constitue le principal verrou technique, les agriculteurs ne disposant ni du labour intensif de l'AB,

ni des herbicides mobilisés en agriculture de conservation (Casagrande et al., 2016; Peigné, 2018). En conséquence, la quantité d'adventices est systématiquement plus élevée lorsque l'intensité du travail du sol est réduite en AB (Armengot et al., 2015; Cooper et al., 2016; Peigné, 2018).

Toutefois, cette augmentation de la pression adventice ne se traduit pas nécessairement par une baisse significative des rendements. Plusieurs études montrent en effet que, malgré une couverture adventice plus élevée, les rendements peuvent rester comparables à ceux obtenus avec un labour profond, bien que ces résultats dépendent fortement des cultures, des types de sols et des conditions climatiques (Armengot et al., 2015; Cooper et al., 2016). Les pertes de rendement associées au travail du sol réduit tendent néanmoins à être plus marquées sur sols sableux ou faiblement structurés, soulignant l'importance du contexte pédologique dans la performance des système ABC (Cooper et al., 2016; Peigné, 2018).

Dans ce cadre, la maîtrise des adventices, et plus particulièrement des adventices pérennes dont la fréquence tend à augmenter avec la réduction du travail du sol au fil des années, constitue un enjeu central. Plusieurs leviers agronomiques peuvent être mobilisés pour limiter cette pression. La diversification des rotations et le choix de cultures compétitives apparaissent parfois plus déterminants que le type de travail du sol lui-même (Armengot et al., 2015). La mise en place de couverts végétaux contribue également à la régulation des adventices, notamment par la couverture du sol et la compétition pour les ressources, mais leur efficacité dépend étroitement de la biomasse produite et des modalités de gestion (Beach et al., 2018).

Malgré ces leviers, l'arrêt total du labour demeure difficile en ABC, en particulier pour la gestion des adventices pérennes. Dans ce contexte, le recours à un labour ponctuel ou peu profond, intégré de manière raisonnée dans la rotation, est souvent présenté comme un compromis permettant de limiter la pression adventice sans remettre en cause l'ensemble des bénéfices du travail du sol réduit (Peigné, 2018). Cela s'observe en Wallonie où les agriculteurs ABC ont donc tendance à pratiquer un travail du sol plus important que leurs homologues en AC, et pratiquent un labour occasionnel plus fréquent (Ferdinand, 2024).

Au-delà de la gestion des adventices, l'ABC nécessite également de porter une attention particulière au ratio C/N des engrais organiques. En effet, comme expliqué précédemment, la combinaison d'un sol non labouré avec une couverture végétale importante peut conduire à une déficience en azote en sortie d'hiver. Dans le cadre de l'ABC, cette situation est d'autant plus problématique qu'elle ne peut être compensée par l'apport d'engrais de synthèse, ce qui renforce la nécessité d'une gestion fine et anticipée des flux d'azote au sein du système (Cooper et al., 2016; Peigné et al., 2007; Pisante et al., 2015). En plus des engrais organiques, il est intéressant de jouer sur la composition des couverts et notamment l'intégration de légumineuses permettant de diminuer le ratio C/N, ainsi que d'avoir une réflexion sur les rotations, en jouant sur les besoins

des différentes cultures, avec l'implantation de cultures fortement demandeuses en azote en début de rotation (Beach et al., 2018; Braibant & Morelle, 2018; Peigné et al., 2007; Pisante et al., 2015).

Quelle trajectoire vers l'ABC ?

L'analyse des trajectoires de transition permet de comprendre les mécanismes qui favorisent l'évolution des systèmes agricoles vers des formes plus durables et résilientes (Cerf et al., 2010; Lamine, 2011). Ces trajectoires décrivent la manière dont les agriculteurs modifient progressivement leurs pratiques, leurs représentations et leurs relations avec les autres acteurs du système agricole (Cerf et al., 2010; Lamine, 2011). L'étude de ces trajectoires permet également de mettre en évidence les facteurs et antécédents qui influencent la transition, fournissant ainsi des pistes concrètes pour l'accompagner.

Dans le cas de l'ABC, cette transition présente un caractère particulier : elle repose sur l'hybridation de deux modèles distincts, l'AB et l'AC, chacun porteur de logiques et de valeurs propres. Cette hybridation attire des profils d'agriculteurs variés, dont les motivations et les visions diffèrent.

De l'AB à l'ABC

Notons tout d'abord que la transition de l'agriculture conventionnelle vers l'AB est souvent décrite comme une rupture avec le modèle conventionnel (Lamine, 2011; Vankeerberghen & Stassart, 2016). Toutefois, la conversion au bio ne suit pas une trajectoire unique. C. Lamine distingue deux types de transitions : une voie progressive et robuste, menant à une reconception du système de production (niveau 3 de Gliessman), et une voie rapide et directe, parfois réversible, davantage fondée sur la substitution d'intrants ou la recherche d'efficacité technique (niveaux 1 et 2). Selon l'auteure, une transition solide vers l'AB repose sur la progressivité du changement, la présence d'antécédents dans les parcours agricoles, l'appui de dynamiques collectives locales et la reconnaissance sociale et institutionnelle du modèle biologique (Lamine, 2011).

Dans cette perspective, deux voies de départ du bio vers l'ABC se présentent sur base de ces deux profils. D'après l'étude de Fleury et al. (2014), qui analyse les hybridations entre AB et AC, le premier groupe, celui des exploitations en polyculture-élevage, s'est souvent converti au bio depuis longtemps, porté par une prise de conscience environnementale. Ces agriculteurs, ancrés dans des réseaux de proximité, se montrent prudents vis-à-vis des techniques de l'AC, jugées trop risquées en raison de la gestion difficile des adventices sans produits chimiques ; néanmoins, on observe l'émergence progressive d'un labour agronomique, plus compatible avec leurs principes. Le second groupe, dit des bio-intensifs, regroupe des exploitations de grandes cultures, plus technicisées et tournées vers la performance économique. Ces agriculteurs sont davantage ouverts à l'intégration de pratiques de conservation : réduction du travail du sol et semis sous

couvert, mais se heurtent encore à des limites techniques liées à la maîtrise de l'enherbement et à la fertilisation (Fleury et al., 2014).

Comme cela a été souligné précédemment, l'AB, dans sa vision globale, promeut déjà des principes proches de ceux de l'AC, tels que la diversification des cultures via des rotations longues et les associations (Best, 2008; Peigné, 2018; Ponisio et al., 2015). De plus, le focus sur la santé et la vie du sol était également des éléments présents aux origines de l'AB. Cette similarité entre les deux pratiques peut donc augmenter l'intérêt des agriculteurs AB ayant déjà cette vision axée biodiversité et sol et les encourager à envisager la transition vers l'ABC.

Notons encore que l'intégration de l'agriculture de conservation sur des terres déjà en agriculture biologique peut se faire de manière progressive et graduelle. En effet, les agriculteurs peuvent l'adopter sans contraintes particulières liées à l'utilisation de produits phytosanitaires ni à des contrôles de la part de régulateurs extérieurs. Dans la mesure où l'enjeu principal réside dans la réduction du travail du sol, les agriculteurs disposent d'une certaine liberté pour tester différentes pratiques sur leurs parcelles et évaluer celles qui s'avèrent les plus efficaces dans leur système (Beach et al., 2018). En revanche, la transition vers l'AB est encadrée par une réglementation stricte, ce qui limite les possibilités d'expérimentation, surtout lorsque l'objectif est d'obtenir la certification. Une démarche expérimentale du bio reste envisageable en dehors du cadre certifié, mais elle implique de renoncer aux soutiens et avantages financiers liés à la certification, ce qui peut constituer un frein important pour les agriculteurs.

De l'AC à l'ABC

Comme expliqué précédemment, la transition vers l'agriculture de conservation (AC) est généralement plus douce car il n'existe pas de label AC et donc pas de processus de vérifications externes contraignantes. L'article de Vankeerberghen & Stassart (2016) définit la transition vers l'AC comme un processus d'insularisation, caractérisé par un détachement progressif de l'agriculture conventionnelle.

En général, la première étape de transition concerne le premier pilier de l'AC, l'arrêt du labour, souvent motivé par des contraintes organisationnelles et économiques (Fleury et al., 2014; Vankeerberghen & Stassart, 2016). Cette étape est ensuite généralement suivie d'un changement de paradigme (se construisant généralement à travers la lecture, les échanges en réseau et l'expérimentation individuelle), amenant les agriculteurs à considérer le sol non plus comme un simple « substrat », mais comme un « sol vivant ». Bien que l'arrêt initial du labour puisse être réversible, cette transformation de la perception du sol constitue un point de bascule qui renforce la stabilité et la durabilité de la transition (Vankeerberghen & Stassart, 2016).

Bien que la majorité des agriculteurs reste attachée à l'objectif de rendement élevé, certains pratiquants de l'agriculture de conservation commencent à remettre en question ce paradigme, en se focalisant davantage sur la marge et la qualité des pratiques mises en œuvre pour atteindre

leur production. La perception du sol comme « vivant » conduit certains agriculteurs à réduire l'utilisation d'engrais chimiques, considérant l'utilisation de ces intrants comme une étape temporaire à éliminer à long terme, ce qui s'inscrit dans une démarche vers des systèmes agricoles plus résilients (Fleury et al., 2014; Vankeerberghen & Stassart, 2016).

Cependant, la transition vers l'agriculture de conservation peut susciter des inquiétudes. Se passer complètement d'herbicides pour contrôler les adventices représente un défi important pour beaucoup d'agriculteurs. La crainte de devoir retravailler le sol peut freiner leur volonté de s'engager pleinement dans l'ABC (Cassart, 2021; Fleury et al., 2014). De plus, la certification biologique impose un cadre strict qui ne permet pas une réduction progressive des intrants chimiques : pour accéder au marché du bio, les agriculteurs doivent abandonner complètement leur usage des produits phytosanitaires, sans phase d'ajustement. Certains agriculteurs de conservation, tout en cherchant à limiter leur impact environnemental, préfèrent ainsi s'inscrire dans une démarche d'agriculture intégrée, estimant qu'il est possible de « faire les choses bien » sans nécessairement « tomber dans le bio » (Fleury et al., 2014). Toutefois, ce positionnement ne leur permet pas de bénéficier de la plus-value économique associée à la labellisation biologique, malgré leurs efforts environnementaux.

Malgré cet obstacle important, certains agriculteurs franchissent le cap. M. Ferdinand distingue parmi eux deux trajectoires principales : l'ABC « substitution mécanique » et l'ABC « reconception ». La trajectoire « substitution mécanique » consiste en un arrêt de l'utilisation d'intrants chimiques, compensée par la réintroduction d'un travail de désherbage mécanique du sol (Cassart, 2021; Ferdinand et al., 2020). Cette trajectoire comme son nom l'indique correspond à une substitution de pratique et donc à un niveau 2 de transition tel que défini par S. Gliessman (Gliessman, 2016).

La trajectoire « reconception », quant à elle, se décline en deux formes : la « reconception végétale », basée sur l'implantation de couverts végétaux, et la « reconception élevage », reposant sur une association culture-élevage permettant des pauses fourragères et du pâturage. Elle ne permet cependant pas un abandon total des outils de désherbage (Cassart, 2021; Ferdinand et al., 2020). Cette trajectoire correspond, elle, à un niveau 3 de transition de S. Gliessman (Gliessman, 2016).

Une transition transdisciplinaire et accompagnée

La transition vers l'agriculture biologique de conservation ne repose pas uniquement sur des innovations techniques ; elle implique une transformation plus large des modes de production, des relations sociales et des cadres institutionnels (Duru et al., 2014). Cette transition s'inscrit dans un processus collectif où l'agriculteur n'est plus un simple récepteur de connaissances, mais un acteur à part entière dans la co-construction des solutions adaptées à son contexte. Les démarches participatives, en valorisant les savoirs locaux et l'expérimentation en conditions

réelles, permettent de rapprocher la recherche des réalités du terrain et de favoriser l'apprentissage collectif. Elles reposent sur une confrontation des points de vue et sur la reconnaissance des compétences pratiques des agriculteurs, essentielles pour gérer la complexité des systèmes agroécologiques (Lamine, 2011; Peigné, 2018; Sachet et al., 2021).

Le partage de connaissances et les apprentissages collectifs constituent des leviers déterminants pour la réussite des transitions. Les dynamiques de groupe, les échanges entre pairs et la constitution de réseaux techniques ou territoriaux permettent aux agriculteurs de réduire l'incertitude et d'expérimenter progressivement de nouvelles pratiques (Cerf et al., 2010; Lamine, 2011). Les réseaux de pairs, les groupes de discussion et les associations professionnelles deviennent des espaces privilégiés d'innovation et de légitimation de pratiques alternatives. Ils favorisent la circulation des connaissances, la comparaison des expériences et la reconnaissance mutuelle entre agriculteurs engagés dans des démarches similaires (Ferdinand, 2024; Gemtou et al., 2024; Vankeerberghen & Stassart, 2016). Ces réseaux, locaux ou virtuels, soutiennent la construction d'une nouvelle identité professionnelle (Fleury et al., 2014; Lamine, 2011).

En Wallonie, les réseaux et associations jouent un rôle structurant dans la diffusion et l'accompagnement de ces transitions. Des organisations telles que Greenotec, Regenacterre, Protect'eau, BioWallonie, etc. fournissent un appui technique, facilitent le partage d'équipements et stimulent la collaboration entre agriculteurs et conseillers (Ferdinand, 2024). Ces dispositifs contribuent à l'émergence d'une gouvernance territoriale de la transition, où les échanges entre acteurs des filières, chercheurs et institutions locales participent à la co-conception d'itinéraires techniques adaptés (Duru et al., 2014). Les conseillers, quant à eux, évoluent vers un rôle de médiateurs et de facilitateurs de l'apprentissage collectif, soutenant la réflexion des agriculteurs plutôt que prescrivant des solutions toutes faites (Cerf et al., 2010; Sachet et al., 2021). Enfin, les outils numériques, les formations, les visites de fermes et les plateformes de discussion en ligne complètent ces réseaux en élargissant les opportunités d'apprentissage et de diffusion des pratiques innovantes (Ferdinand et al., 2020; Gemtou et al., 2024).

Ainsi, la transition agroécologique et, plus spécifiquement, vers l'ABC, s'appuie sur une intelligence collective nourrie par les savoirs d'expérience, les dispositifs participatifs et les interactions multi-acteurs. La réussite de cette transformation dépend autant de la capacité à innover techniquement que de la qualité des liens sociaux et institutionnels qui soutiennent les apprentissages, la coopération et la confiance mutuelle au sein des territoires agricoles (Duru et al., 2014; Lamine, 2011; Peigné, 2018).

Objectifs du TFE

L'agriculture biologique de conservation (ABC) apparaît comme l'une des voies prometteuses vers un optimum agroécologique appliqué aux pratiques culturales. En combinant les principes de l'AB et ceux de l'AC, l'ABC vise, du moins théoriquement, à concilier performance agronomique, respect de l'environnement et autonomie des exploitations.

Toutefois, la mise en pratique de l'ABC se heurte à des défis techniques et organisationnels, notamment la gestion des adventices ainsi que le pilotage de la minéralisation de l'azote. À ces contraintes s'ajoutent des verrous socio-économiques plus globaux, tels que l'accès aux marchés et aux filières adaptées, qui peuvent également influencer l'adoption de l'ABC par les agriculteurs. Dès lors, il est pertinent d'étudier comment les agriculteurs s'approprient l'ABC sur le terrain et quels leviers ils mobilisent pour surmonter ces obstacles. L'analyse des trajectoires de transition permet de valoriser la richesse qui ressort de la diversité des parcours et des stratégies mises en œuvre par les agriculteurs. La prise en compte de ces éléments permet ensuite de mieux accompagner ces dynamiques et pérenniser ces changements chez les agriculteurs.

C'est dans cette optique que s'inscrit le présent travail de fin d'études. Il vise à répondre à la question de recherche suivante : « Quelles sont les trajectoires de transition vers l'agriculture biologique de conservation des sols en Wallonie ? ». Pour y répondre, ce travail s'appuie sur la collecte et l'analyse de données qualitatives et quantitatives issues de fermes wallonnes se revendiquant de l'ABC, incluant à la fois des entretiens approfondis avec les agriculteurs et des données détaillées d'itinéraires techniques couvrant plusieurs années.

La réponse à cette question de recherche s'articule autour de 2 objectifs complémentaires :

- Le premier objectif consiste à situer les pratiques mises en œuvre en ABC par rapport à celles observées en AB et en AC. Cette analyse repose notamment sur les trois piliers de l'AC et sur le degré de recours aux intrants. Pour ce faire, les itinéraires techniques de plusieurs fermes en AB, AC, ABC, suivis sur une période de trois années, ont été analysés afin de caractériser les choix techniques observables en ABC.
- Le deuxième objectif vise à retracer et à comprendre l'historique de transition de chaque agriculteur vers l'ABC. Il s'agit d'identifier les motivations initiales, les freins rencontrés et les leviers mobilisés tout au long du processus de transition. Cette analyse qualitative permet de mettre en évidence la diversité des parcours de transition, notamment entre les exploitations issues de l'agriculture biologique et celles issues de l'agriculture de conservation.

Matériel et méthodes

Cadre général de l'étude

Ce travail vise à analyser les trajectoires de transition vers l'ABC en Wallonie et, à la lumière de l'état de l'art, il est rapidement apparu nécessaire d'adopter une approche qualitative, centrée sur l'étude approfondie des facteurs qui influencent cette transition, tels que les motivations des agriculteurs, les freins auxquels ils sont confrontés et les leviers qu'ils mobilisent.

Parallèlement, il était souhaitable d'ajouter un volet plus technique, permettant de relier ces aspects sociologiques à des données concrètes sur les pratiques agricoles. La collaboration avec le groupe de recherche FAB4Farming était donc pertinente, puisqu'elle offrait un accès à des itinéraires techniques déjà collectés auprès d'exploitations répondant aux critères de l'ABC.

Ce travail s'appuie donc sur des données issues à la fois d'entretiens qualitatifs menés auprès d'agriculteurs en ABC et d'itinéraires techniques (ITK) collectés dans le cadre du projet de recherche FAB4Farming. L'objectif méthodologique est de combiner ces deux sources afin d'analyser les trajectoires de transition vers l'ABC selon une approche complémentaire, intégrant à la fois les dimensions agronomiques et les facteurs humains, techniques et sociaux ayant influencé l'évolution des pratiques.

Les analyses ont été réalisées à deux niveaux. D'une part, les données issues des ITK ont permis de situer les pratiques observées dans les fermes en ABC par rapport à celles de fermes de référence en AB et en AC, dans l'objectif de positionner l'ABC sur un continuum. Pour cette analyse, des données fournies par le projet FAB4Farming, sous forme de tableaux Excel, ont été mobilisées. Ces tableaux regroupent un ensemble d'informations techniques détaillées sur les itinéraires culturaux, collectées lors d'entretiens réalisés par l'équipe de recherche auprès des agriculteurs.

D'autre part, des entretiens semi-dirigés, menés spécifiquement dans le cadre de ce travail auprès d'agriculteurs pratiquant l'ABC, ont permis d'explorer les motivations, les freins et les leviers associés à leur transition, ainsi que les événements clés ayant marqué leur parcours. Enfin, un croisement entre les résultats issus des analyses techniques et ceux des entretiens qualitatifs a été réalisé afin de mettre en évidence d'éventuelles correspondances entre les dimensions techniques observées et les trajectoires de transition identifiées.

Description de l'échantillon

Les fermes étudiées sont issues du projet FAB4Farming, un projet de recherche visant à quantifier la biodiversité fonctionnelle (carabes, vers de terre, pollinisateurs et micro-organismes) dans un réseau de 40 fermes, couvrant un gradient d'intensivité et de transition agroécologique, soit des fermes conventionnelles, en AB, en AC et des fermes en ABC. L'ensemble des exploitations

considérées est localisé en Wallonie, et plus précisément dans sa partie nord (jusqu'au Condroz), afin de garantir des conditions pédoclimatiques relativement homogènes.

Le travail principal s'est concentré sur les données d'itinéraires techniques des fermes ABC. Ce sont les agriculteurs de ces fermes ABC qui ont été interviewés dans le cadre de l'analyse qualitative. FAB4Farming a établi des critères d'appartenance à l'ABC en évaluant le degré de mise en œuvre des trois piliers de l'agriculture de conservation⁷ selon la méthodologie proposée par Braibant & Morelle (2018), combiné à la certification en agriculture biologique. Seuls les agriculteurs des fermes répondant à ces conditions et pour lesquels des données ITK complètes étaient disponibles ont été retenus dans l'échantillon ABC final du présent TFE. Pour certaines fermes, des données complètes d'ITK étaient disponibles pour 2 parcelles. Le nombre total d'agriculteurs d'ABC s'élève donc à 7 et le nombre de parcelles à 10.

En parallèle, les données techniques de 11 parcelles en agriculture biologique et de 6 parcelles en agriculture de conservation⁸, également issues de la base FAB4Farming, ont été mobilisées à titre de comparaison. Ces exploitations n'ont pas fait l'objet d'entretiens, mais leurs données ITK ont permis d'établir des points de référence pour situer les pratiques des fermes ABC.

Un tableau récapitulatif des exploitations ABC, précisant leurs principales caractéristiques, est présenté ci-dessous. Les informations reprises proviennent à la fois des fichiers Excel fournis par FAB4Farming et des entretiens réalisés pour le travail.

Tableau 1 : Caractéristiques générales des exploitations des agriculteurs ABC

Agriculteur.ice	Région agricole	Province	SAU _{ferme} [ha]	Élevage	Expérience AB [années]	Expérience AC [année]
A1	Limoneuse	Liège	26	Non	5/5	20
A2	Limoneuse	Namur	127	Non	12/15 15-16 ans	Trentaine d'années
A3	Limoneuse	Liège	Une centaine d'hectares	Non	5/6 (début bio sur exploitation 2016)	25
A4	Limoneuse	Hainaut	86	Oui	8	24
A5	Limoneuse	Namur	90	Non	24/25	Vingtaine d'années
A6	Condroz	Liège	92	Oui	7	7
A7	Limoneuse	Hainaut	65	Non	Dizaine d'années	25

⁷ Pour rappel, les piliers de l'AC sont la réduction du travail du sol, la couverture permanente des sols et la diversification des cultures.

⁸ La classification des fermes en AC se base ici aussi sur la méthodologie de Braibant & Morelle (2018). Pour les fermes en AB, le critère repose uniquement sur le fait d'avoir la certification bio ou non.

Analyse des itinéraires techniques

Description des données d'itinéraires techniques

Le premier objectif de ce travail consiste à situer les pratiques des fermes qualifiées comme pratiquant l'ABC par rapport à celles de fermes en AB et en AC (selon les critères de classification de FAB4Farming). Cette comparaison repose sur l'analyse des données d'itinéraires techniques issues du projet FAB4Farming, collectées lors d'échanges entre l'équipe de recherche et les agriculteurs, puis regroupées sous forme de tableaux Excel.

Ces fichiers décrivent de manière détaillée les pratiques mises en œuvre sur les parcelles considérées pendant trois années consécutives, couvrant, selon les cas, les périodes 2021–2024 ou 2022–2025. Ils comprennent notamment des informations relatives à la culture principale (espèce, variété, surface), aux associations culturales, aux opérations de travail du sol (type de matériel, profondeur, vitesse et date d'intervention), à la gestion des couverts végétaux (composition, dates de semis et de destruction), à la fertilisation minérale et organique (quantités apportées, dates d'application, proportions en N, P et K), ainsi qu'à l'utilisation de produits phytosanitaires.

Certaines fiches comportaient également des informations d'ordre économique ; toutefois, ces données étant incomplètes pour une partie des exploitations, elles n'ont pas été exploitées dans le cadre de ce travail. La liste exhaustive des informations encodées par FAB4Farming dans les fichiers Excel est présentée en Annexe 1.

Choix et construction des indicateurs

Afin de caractériser et de comparer les pratiques des exploitations ABC, AB et AC, un ensemble de variables a été construit à partir des données d'itinéraires techniques, en s'appuyant sur les éléments mis en évidence dans la revue de littérature. Pour rappel, l'ABC ne dispose pas d'une définition normative stabilisée, mais peut être comprise comme la mise en œuvre, dans la mesure du possible, des trois piliers de l'agriculture de conservation combinée au respect des principes de l'agriculture biologique.

Pour positionner les exploitations ABC au regard de ces trois piliers et du non-recours aux intrants de synthèse caractéristique de l'AB, il a été nécessaire de sélectionner des indicateurs permettant de caractériser chacune de ces dimensions. Concernant les trois piliers de l'AC, les variables développées par M. Ferdinand (2024) dans sa thèse ont été retenues. Ces indicateurs permettent d'évaluer le degré de mise en œuvre des piliers de l'AC à l'échelle de l'exploitation, sur la base d'observations issues des itinéraires techniques, ce qui les rend particulièrement adaptés au contexte de ce travail. Seules les variables pour lesquelles des données complètes étaient disponibles pour l'ensemble des fermes ont été conservées.

Pour le premier pilier relatif au travail du sol, une réflexion a été menée quant à l'utilisation du STIR (Soil Tillage Intensity Rating)⁹. Pour l'analyse statistique, le choix s'est finalement porté sur les variables proposées par Manon Ferdinand (, qui offrent une meilleure homogénéité avec les indicateurs des deux autres piliers et permettent une description plus fine des pratiques, le STIR ne synthétisant l'intensité du travail du sol qu'en une seule variable. Néanmoins, le STIR a été conservé pour des analyses plus ciblées.

En complément, des variables spécifiques ont été élaborées afin de caractériser les pratiques de fertilisation et l'utilisation de produits phytosanitaires, dans le but d'apprécier l'utilisation d'intrants caractéristiques de l'agriculture biologique. Concernant la fertilisation, quatre indicateurs ont été retenus : la quantité totale de fertilisants apportée par hectare, la quantité totale d'azote apportée, la proportion d'azote d'origine minérale par rapport à l'azote organique, ainsi que la part des légumineuses dans la rotation. Ces indicateurs permettent d'appréhender à la fois les volumes d'engrais mobilisés et leur origine (organique ou non) et les stratégies de substitution et d'autonomie azotée mises en œuvre par les agriculteurs.

Le choix de se concentrer principalement sur l'azote s'explique par la volonté de limiter le nombre de variables redondantes. Une analyse de corrélation a en effet montré que les apports en phosphore et en potassium étaient fortement corrélés aux apports azotés (Annexe 2). Ces variables ont donc été écartées afin d'éviter une surreprésentation de la fertilisation dans l'analyse.

Pour caractériser l'usage des produits phytosanitaires, l'indicateur ISAC (Indice de Substances Actives par Culture)¹⁰ a été utilisé afin d'estimer l'intensité d'utilisation des produits de synthèse. L'ISAC, tout comme le STIR, ont été calculés à l'aide d'un script R développé par Fabre Dehon dans le cadre du projet FAB4Farming, permettant un calcul automatisé à partir des fichiers Excel initiaux.

Au total, 19 variables ont été mobilisées pour caractériser les pratiques sur les parcelles des exploitations étudiées. L'ensemble de ces indicateurs a été calculé à partir des données d'itinéraires techniques, principalement à l'aide d'Excel, à l'exception de l'ISAC et du STIR, calculé sous R. Le détail des méthodes de calcul de chaque variable est présenté en Annexe 3.

⁹Le STIR est un indicateur développé par l'USDA permettant de quantifier l'intensité de la perturbation mécanique des sols liée au travail du sol. Il repose sur un score intégrant le type de matériel utilisé, la profondeur, la vitesse et la surface travaillée. La somme des scores associés à chaque intervention mécanique permet d'obtenir une valeur synthétique caractérisant l'intensité du travail du sol pour une culture donnée (*STIR*, s. d.).

¹⁰ L'ISAC, un indicateur développé par le CRA-W, est calculé comme la somme, pour une culture donnée, des quantités de substances actives appliquées (en g·ha⁻¹), rapportées à leur dose maximale autorisée à l'hectare pour la culture concernée (CRA-W, 2024).

Tableau 2 : Variables utilisées pour caractériser l'application des piliers AC et AB au seins des exploitations AB, AC et ABC. Un détail des calcul lié à chaque variable se trouve en Annexe 3

Pilier	Variable	Détail
Variables relatives caractérisant les 3 piliers de l'AC.		
Ce tableau est repris de la thèse de M. Ferdinand (2024) et adapté aux hypothèses prise pour ce travail		
1. Perturbation mécanique minimale du sol	Wheel_Traffic	Moyenne annuelle des passages pour les opérations de travail du sol. [Nombre d'opérations/an] Le travail de sol est défini ici comme « toute opération mécanique engendrant une fragmentation du sol » (Ferdinand, 2024, traduit)
	Seeding	Proportion d'opérations de semis par rapport aux autres opérations de travail du sol. [%]
	Powered	Moyenne annuelle des passages d'outils de travail du sol animés [Nombre de passages/an]
	Plowing	Moyenne annuelle de labour [Nombre d'opérations/an] Le labour est défini ici comme « une technique de préparation du sol consistant en un retournement des horizons, généralement jusqu'à une profondeur de 30 cm » (Ferdinand, 2024, traduit)
	Plowing_Depth	Si les horizons sont retournés, profondeur maximale du labour [cm]
2. Couverture organique maximale du sol	Total_Cover	Nombre annuel moyen de jours où le sol est couvert. [Jours/An]
	Living_Cover	Nombre annuel moyen de jours où le sol est couvert par un couvert vivant (CP, PT, IC) [Jours/An]
	Grassland_Cover	Proportion de jours où le sol est couvert par une prairie temporaire [%]
	ERP_Cover	Proportion de jours où le sol est couvert durant les périodes de risque d'érosion (ERP) (mai à septembre en Wallonie) [%]
	ERP_Cover_SP	Proportion de jours où le sol est couvert par des cultures de printemps durant l'ERP [%]

Pilier	Variable	Détail
3. Diversification maximale des espèces cultivées	Total_Species	Nombre annuel moyen d'espèces différentes (CP, PT, IC) [Nombre d'espèces/An]
	AT_Species	Nombre annuel moyen d'espèces différentes, hors IC (donc CP et PT) [Nombre d'espèces/An]
	AT_Association	Proportion d'associations dans les CP et PT [%]
	Pas utilisé car manque de données	Proportion de mélanges de variétés dans les CP et PT [%]
	Tillage_Intensive_Crop	Nombre annuel moyen de cultures exigeantes en travail du sol [Nombre d'espèces/An]
Variables relatives caractérisant l'utilisation d'intrant.		
Fertilisation	Tot_Ferti_Mou_An	Quantité annuelle moyenne à l'hectare d'engrais organique et de synthèse [(Kg d'engrais/ha)/an]
	N_Tot_Moy_An	Quantité annuelle moyenne à l'hectare d'engrais azoté organique et de synthèse [(Kg d'engrais/ha)/an]
	Norga100	Proportion d'engrais organique [%]
	JourCouvert_Leg100	Proportion de jours couvert par des légumineuse [%] La création de cette variable s'est faite en s'inspirant du travail de P. Cassart (2021)
	ISAC	Indicateur développé par le CRA-W, exprimant le rapport entre la dose de substance active appliqué par rapport à la dose de substance active autorisé [Adimensionnel]
Produits phytosanitaire	STIR	Indicateur développé par l'USDA permettant de quantifier l'intensité de la perturbation mécanique des sols liée au travail du sol. [Adimensionnel]

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 4.3.3 (R Core Team, 2024). Une première analyse PERMANOVA a été conduite afin de déterminer si les groupes AB, AC et ABC étaient significativement différents. Ce test a été fait via la fonction `adonis2()` du package *vegan* (Oksanen et al., 2025). Afin de s'assurer qu'il n'existe pas de différences trop importantes de dispersion entre les groupes — ce qui pourrait biaiser les résultats de la PERMANOVA — un test de dispersion des groupes a été réalisé en complément à l'aide de la fonction `betadisper()` du même package. Lorsque les groupes présentaient des différences significatives (p -valeur de la PERMANOVA $< 0,05$ et p -valeur du test de dispersion $> 0,05$), une analyse PERMANOVA post-hoc a ensuite été effectuée afin d'identifier quels groupes différaient significativement les uns des autres.

Une analyse en composantes principales (ACP) réalisée à partir des 19 variables reprises dans le Tableau 2 a été conduite sur l'ensemble des parcelles AB, AC et ABC à l'aide de la fonction `pca()` du package *FactoMineR* (Lê et al., 2008) afin de visualiser la distribution des exploitations selon toutes les variables agronomiques retenues. Elle a permis de situer les systèmes les uns par rapport aux autres et d'identifier les principales dimensions de différenciation, offrant ainsi une vision globale du positionnement des fermes ABC par rapport aux AB et AC. Préalablement à l'interprétation du plan factoriel, une analyse de redondance (RDA) a été réalisée afin de tester la significativité des variables.

En complément de ceci, un examen du cercle de corrélation a permis d'identifier les variables les plus contributrices aux axes principaux.

À la suite de ces analyses, un focus a été réalisé sur les différents piliers en se concentrant sur les variables les plus impactantes au sein de chacun d'eux.

Dans le cas du premier pilier, relatif au travail du sol, à la place d'utiliser une variable unique, la valeur du STIR (Soil Tillage Intensity Rating) a été calculée pour chaque ferme, permettant de condenser les cinq variables relatives au travail du sol en un indicateur unique. La variable `Plowing_Depth` a fait l'objet d'une analyse spécifique, la profondeur de labour constituant un critère potentiellement discriminant entre systèmes. Cette hypothèse s'appuie sur la littérature, évoquant des formes de labour à profondeur réduite (Peigné, 2018). Il apparaissait dès lors pertinent de comparer les valeurs associées à cette variable.

En ce qui concerne les deuxième et troisième piliers de l'ABC, un zoom a été réalisé sur la variable identifiée comme la plus impactante par l'analyse en composantes principales (ACP). Des boxplots ont ainsi été construits afin d'illustrer les variations inter- et intra-systèmes. Ces représentations graphiques ont été complétées par des analyses statistiques, permettant d'expliquer les tendances observées et de déterminer si les différences entre systèmes étaient statistiquement significatives.

Pour aller plus loin, des analyses complémentaires spécifiques aux fermes ABC ont également été effectuées afin de discuter des variations précises au sein de ce système en particulier.

Enfin, en complément de ces analyses, une mise en relation entre la fertilisation azotée annuelle et le nombre de jours couvert annuellement par des légumineuses a été effectuée, ceci dans le but de comparer de manière concrète les stratégies de fertilisation entre les systèmes AB, AC et ABC. Un zoom spécifique concernant les fermes ABC a également été réalisé ici.

Analyses qualitatives

Organisation et déroulement des entretiens

Les entretiens semi-dirigés ont été réalisés entre juin et novembre 2025. Les agriculteurs ont été contactés par téléphone afin de convenir d'un rendez-vous pour un entretien d'une durée moyenne d'une heure. Lorsque la distance le permettait, les échanges se sont déroulés en présentiel sur l'exploitation, ; toutefois, la majorité des entretiens (six sur sept) a été menée à distance, via des appels WhatsApp. L'ensemble des entretiens a été enregistré avec l'accord préalable des participants, puis retranscrit intégralement.

Un guide d'entretien a été élaboré (Annexe 4). Il visait à explorer les différentes dimensions susceptibles d'influencer la trajectoire de transition des agriculteurs vers l'ABC. Conformément aux enseignements tirés de la littérature sur les transitions agroécologiques, le guide abordait à la fois le parcours professionnel des agriculteurs, les motivations initiales de la conversion, les événements marquants, les valeurs et représentations personnelles, ainsi que les freins et leviers rencontrés au cours du processus.

Le format semi-dirigé a permis de suivre cette trame générale tout en laissant aux agriculteurs une grande liberté dans la manière de relater leur expérience. Cette souplesse méthodologique s'inscrit dans une approche de type « récit de vie », qui vise à permettre à l'interviewé de dérouler son histoire selon sa propre logique, en mettant en évidence les enchaînements d'événements et de choix ayant jalonné son parcours. Dans cette perspective, le guide d'entretien n'a pas été suivi de manière stricte, mais a servi de repère pour identifier les grands thèmes à aborder et orienter les relances au cours de l'échange. L'approche par le récit de vie permet ainsi de faire émerger des bifurcations, entendues comme le produit d'un ensemble de facteurs relevant de différentes sphères de la vie de l'agriculteur (professionnelle, personnelle, sociale), dont les effets se répercutent sur plusieurs dimensions de sa vie (Fiorelli et al., 2014).

Traitement et analyse des entretiens

Les entretiens ont été retranscrits fidèlement et analysés selon la méthode de l'analyse thématique. Ce choix méthodologique répond à la volonté de dégager, à partir du discours des agriculteurs, les principaux thèmes structurant leurs trajectoires de transition (Clarke & Braun,

2013). Une première grille de codage a été construite sur la base des concepts identifiés lors de la revue de littérature (motivations, freins, leviers, apprentissages, réseaux, etc.), tout en restant ouverte à l'émergence de thèmes non anticipés.

L'analyse a été réalisée manuellement à l'aide de Word. Les passages correspondant aux thèmes identifiés ont été surlignés dans les transcriptions puis extraits dans un document Word dédié où ils ont été classés selon des catégories thématiques (Clarke & Braun, 2013). En complément, une attention particulière a été portée aux éléments participant à l'émergence de bifurcations ou de choix décisifs dans les trajectoires des agriculteurs, en s'inspirant des principes de l'analyse de récit de vie (Fiorelli et al., 2014).

Cette approche inductive a permis d'identifier des facteurs récurrents dans les parcours observés ainsi que des événements de bascule dans la trajectoire de transition (Clarke & Braun, 2013; Fiorelli et al., 2014).

Croisement des données qualitatives et quantitatives

Le croisement entre les données issues des entretiens et celles des itinéraires techniques constitue une étape clé de l'analyse, permettant d'articuler les dimensions sociales et techniques des trajectoires de transition. Ce travail s'inscrit dans la logique des méthodes mixtes (Clarke & Braun, 2013). Il repose sur un principe de triangulation des données : la mise en relation de matériaux qualitatifs et quantitatifs vise à renforcer la validité interprétative en identifiant des cohérences, des régularités ou des tensions entre les représentations exprimées et les pratiques observées. L'objectif n'est pas d'établir une relation causale ou statistiquement démontrable entre variables, mais de proposer une lecture intégrée et cohérente des trajectoires vers l'agriculture biologique de conservation.

Concrètement, le croisement s'est opéré en mettant en parallèle les principales caractéristiques qualitatives identifiées lors de l'analyse thématique (motivation initiale de la transition, principaux freins et leviers, type de parcours de conversion, perception de la fertilité du sol, stratégie de gestion des adventices) avec les résultats quantitatifs issus de l'analyse des itinéraires techniques (leur position sur le plan factoriel, leurs scores des variables les plus significatives, sur base des boxplot).

Ce croisement sera interprété dans la section discussion de ce travail. Cette approche intégrée, fondée sur une lecture conjointe des discours et des pratiques, vise à faire émerger des profils de transition et à mieux comprendre la diversité des dynamiques d'adoption de l'ABC.

Résultats

Avant de présenter en détail les résultats de l’analyse statistique et les enseignements issus des entretiens, les agriculteurs ABC et leurs parcelles ont été replacés dans leur contexte agronomique, afin de disposer d’une vision globale des caractéristiques de l’exploitation et des rotations culturales ayant été mises en œuvre sur chaque parcelle au cours de la séquence culturale étudiée (Tableau 3).

Tableau 3 : Caractéristiques relatives aux agriculteurs ABC et leur(s) parcelle(s)¹¹

Agriculteur.ice	Région agricole	SAU exploitation [ha]	Élevage	Code parcelles (Période concernée pour les données ITK)	SAU de la parcelle [ha]	Succession culturale	Présence de cultures TIC ¹²
A1	Limoneuse	26	Non	A1A (22-25)	2,3	Moutarde/Trèfle*, Avoine(P), IC*, Pois*, IC, Blé(H)	Oui
				A1B (22-25)	4	Orge (P)/Pois*, (IC), Blé (H), IC*, Moutarde/Trèfle*, IC*, Blé (H)/Féverole*	Oui
A2	Limoneuse	127	Non	A2A (21-24)	14,65	Haricot*, IC*, Epeautre (1/5) (P), IC*, Carotte (1/3), IC*, Blé(H)	Oui
				A2B (22-25)	10,82	Pois*, IC*, Blé(H), IC*, Moutarde, Blé(H)	Oui
A3	Limoneuse	+/- 100	Non	A3A (22-25)	7	Haricot, IC, Pdt, IC, Pois, Blé(H)	Oui
				A3B (21-24)	6	Epinard, Pdt, Pois*, Blé(H)	Oui
A4	Limoneuse	86	Oui	A4 (22-25)	8	Blé(H)/CP*, CP*, Escourgeon(H)/CP*, CP*, Blé(H)/CP*	Non
A5	Limoneuse	90	Non	A5A (22-25)	10	Pdt, Epeautre(H), Colza(H), IC*, Epeautre(H)	Oui
				A5B (21-24)	6,3	Colza(H), Epeautre(H), IC*, Pdt, Epeautre(H)	Oui
A6	Condroz	92	Oui	A6 (22-25)	1,77	PT (Luzerne/Dactyle), Blé (H)	Non
A7	Limoneuse	65	Non	A7 (21-24)	6,25	Féverole*, ICr, Orge/Pois* (P), ICr, Avoine(H), ICr, Blé(H)	

Légende 1 : Pdt = Pomme de terre, (*) = Culture avec légumineuse, IC = Inter culture, ICr = Couvert assuré par des repousses, CP = Couvert permanent, PT () = Prairie temporaire(composition) P = Culture de printemps, H = Culture d’hivers, (1/x) = La parcelle est divisée en x cultures (on ne considère que la culture citée).

¹¹ Ce tableau est inspiré d’un tableau retrouvé dans le travail de Pauline Cassart (Cassart, 2021)
¹² Les Cultures TIC (Tillage Intensive Crop) sont les cultures qui engendrent un travail de sol important, la définition (qui se base sur le travail de M. Ferdinand (2024)) a été donnée dans la méthodologie dans le Tableau 2.

Analyses des itinéraire techniques

L'agriculture biologique de conservation (ABC) ne disposant pas d'une définition stabilisée, elle est appréhendée dans ce travail comme une tentative de combinaison entre les principes de l'agriculture de conservation des sols et les exigences de la certification en agriculture biologique.

L'objectif n'est pas de figer des catégories de systèmes de production, mais d'analyser des gradients de pratiques, ainsi que les proximités et distances relatives entre les différents systèmes.

Les groupes AB, AC et ABC sont-ils significativement différents ?

L'analyse PERMANOVA a mis en évidence des différences significatives entre les trois groupes AB, AC et ABC (PERMANOVA, $p < 0,05$). L'analyse de dispersion indique que ces différences ne sont pas dues à une hétérogénéité des dispersions entre les groupes ($p\text{-valeur} = 0,069 > 0,05$). Les groupes peuvent donc être considérés comme significativement distincts du point de vue de leur composition globale. Le coefficient R^2 de la PERMANOVA indique que le facteur *Système* (AB, AC, ABC) explique environ 21,5 % de la variance totale observée.

Toutefois, bien que le test de dispersion ne soit pas significatif, la p -valeur étant relativement proche du seuil de significativité suggère une tendance à des différences de dispersion entre les groupes. Cela s'observe également sur l'analyse en coordonnées principales (PCoA) de la dispersion et sur le boxplot des distances au centroïde (Figure 1), qui montrent une dispersion plus élevée pour le groupe ABC. Le test post-hoc de Tukey HSD indique en effet une différence marginale entre les dispersions des groupes ABC et AB ($p = 0,059$) bien que celle-ci ne soit pas statistiquement significative au seuil conventionnel de 5 %. Les résultats complets de ces analyses sont présentés en Annexe 6.

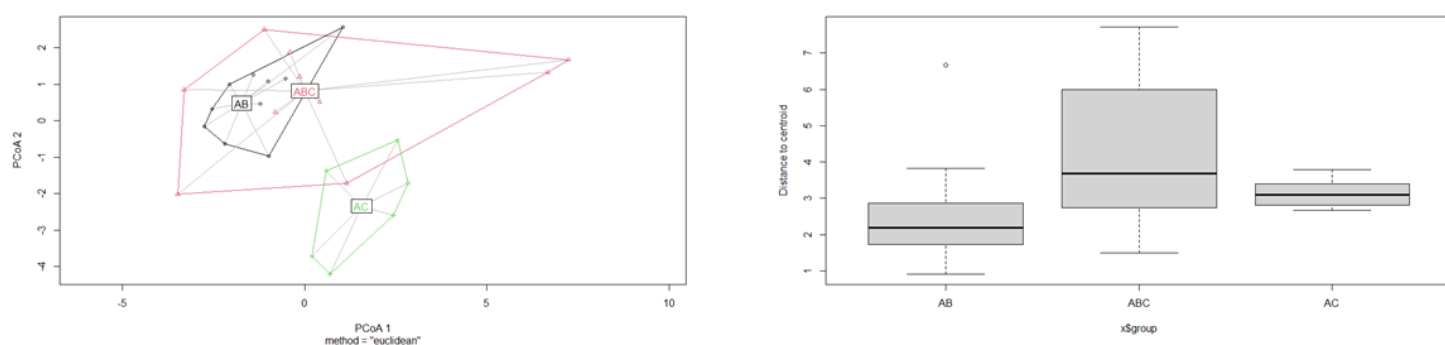


Figure 1 : (a) Graph de la PCoA - Dispersion multivariée par système (b) BoxPlot – Distance au centroïde

Ainsi, si les trois systèmes diffèrent significativement en termes de composition globale, les résultats suggèrent également une plus grande hétérogénéité des pratiques au sein du groupe ABC, interprétation qui doit toutefois être considérée avec prudence vu le caractère non significatif des tests de dispersion.

Situer les pratiques ABC par rapport aux pratiques AB et AC

Sur la base des itinéraires techniques recueillis dans le cadre du projet FAB4Farming pour des fermes en AB, AC et ABC¹³, un ensemble de variables synthétiques a été construit afin de caractériser les principaux piliers de l'AC et de l'AB (Tableau 2 et Annexe 3)¹⁴.

Ces variables ont ensuite été mobilisées dans une analyse en composantes principales (ACP), dont les résultats sont présentés à la Figure 2. Cette approche exploratoire permet de réduire la multidimensionnalité des données tout en conservant l'essentiel de la variance observée.

L'analyse de redondance (RDA) a montré que sur les 19 variables initiales, 17 présentent une influence significative sur la distribution des données ($p \leq 0,05$), dont 12 affichent une p-valeur égale à 0,001. L'examen des coefficients de détermination (R^2) indique que la structuration de l'espace factoriel repose principalement sur dix variables clés présentant un R^2 de minimum 0,6 : *JourCouvert_Leg100*, *Powered*, *Total_Cover*, *Norga100*, *Living_Cover*, *AT_Associations*, *Grassland_Cover*, *Wheel_Traffic*, *ISAC_Moyenne* et *ERP_Cover*. Ces variables représentent à la fois les trois piliers de l'agriculture de conservation et les principaux facteurs discriminants de l'agriculture biologique, ce qui indique que l'ensemble de ces piliers contribue fortement à la répartition des parcelles dans l'espace factoriel. Aucun pilier ne se distingue par l'absence de variables significatives. Le tableau avec les p-valeur et R^2 des variables se trouve Annexe 8.

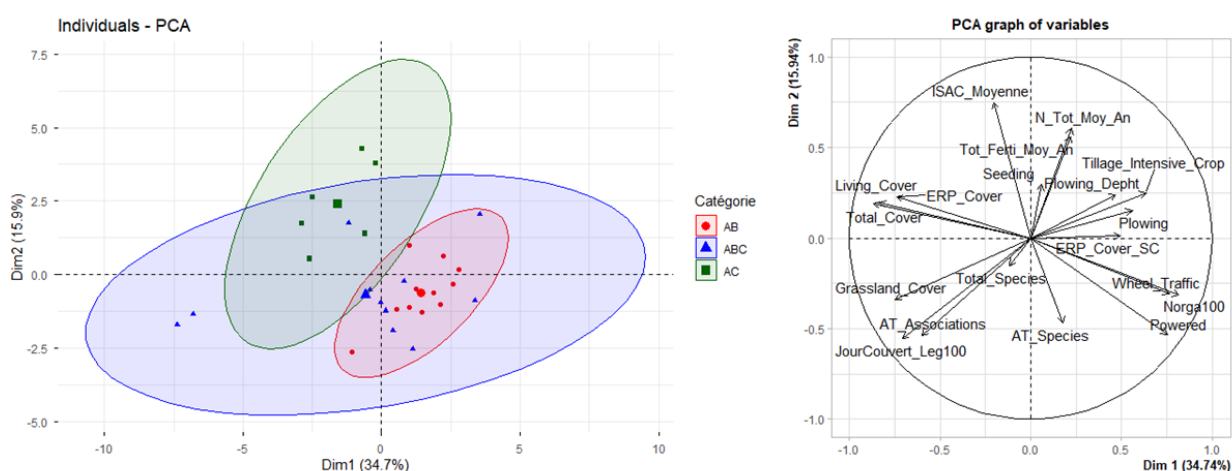


Figure 2 : PCA - (a) Graphe de la répartition des individus sur le 1^{er} plan¹⁵ (b) Graphe des variables (cercle de corrélation)

¹³ Il convient de préciser que, dans le cadre de ce travail, les résultats relatifs aux parcelles en AB et en AC sont principalement mobilisés comme référentiels permettant de situer les pratiques de l'ABC. Les analyses plus en détail des itinéraires techniques se limitent donc aux seules parcelles conduites en ABC.

¹⁴ Un tableau récapitulatif des résultats de chaque valeur pour chaque parcelle est également présenté en Annexe 5

¹⁵ Un graphe complémentaire de la répartition des individus avec le nom de chaque parcelle se trouve en Annexe 7

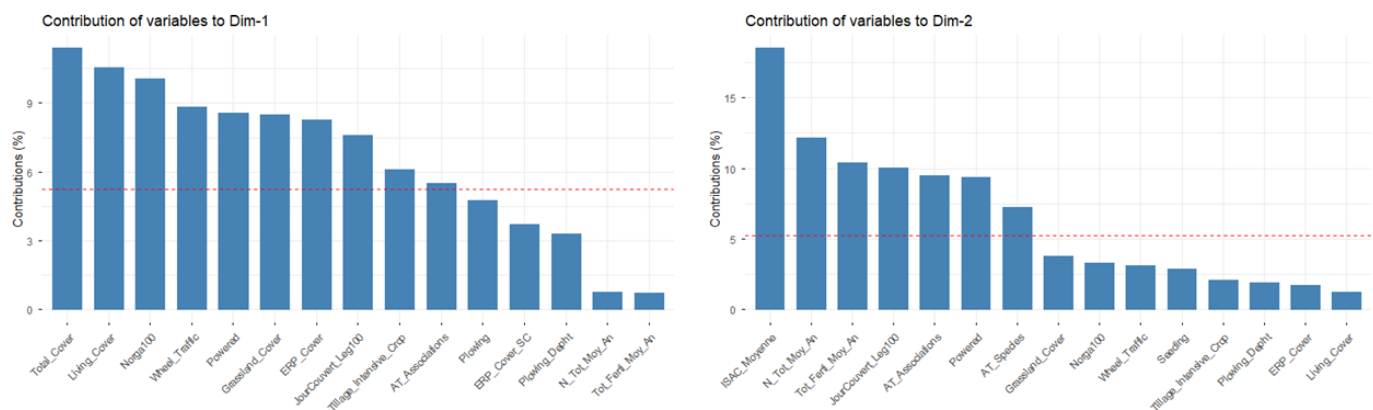


Figure 3 : PCA - (a) Contribution des variables à l'axe « Dim 1 » (b) Contribution des variables à l'axe « Dim 2 »

Le premier plan factoriel (Figure 2) explique 50,7 % de la variance totale en résumant les 19 variables initiales en deux composantes. La première composante « Dim1 » explique à elle seule 34,7 % de la variance totale. Elle est principalement structurée autour d'un gradient opposant des systèmes fondés sur une couverture permanente et diversifiée des sols à des systèmes caractérisés par une intensité mécanique élevée. En effet, comme l'illustrent les Figure 2b et Figure 3a, les variables contribuant le plus à la structuration de l'axe « Dim1 » sont *Total_Cover*, *Living_Cover* et *Grassland_Cover* du côté négatif de l'axe, et *Powered* et *Wheel_Traffic* du côté positif (la variable *Norga100* y présentant également une influence élevée sur l'axe). Cette opposition entre les variables liées au travail du sol et celles relatives à la couverture des sols suggère que, dans l'échantillon de parcelles étudié, une réduction de l'intensité du travail du sol est généralement associée à un recours accru aux couverts végétaux et à une plus grande diversification des systèmes de culture.

La deuxième composante « Dim2 » explique 15,9 % de la variance totale et traduit principalement un gradient d'intensification chimique. Comme le montre la Figure 3b, cette dimension est fortement influencée par la variable *ISAC_Moyenne*, qui tire les individus concernés vers la partie supérieur du plan factoriel Figure 2a. La variable *N_Tot_Moy_An* présente un comportement similaire, bien que son influence soit plus modérée. À l'inverse, la partie inférieure de l'axe est structurée par des variables un peu moins contributives, associées à la diversité biologique de l'assolement, telles que *JourCouvert_Leg100* et *AT_Associations*.

Le graphique de répartition des individus (Figure 2a) met en évidence une séparation relativement nette entre les pratiques relevant de l'AB et celles de l'AC, selon les deux axes du plan factoriel. Les parcelles en AC se positionnent majoritairement dans la partie supérieur gauche du graphique, tandis que les parcelles en AB se situent principalement dans la partie inférieur droite.

L'usage d'intrant de synthèse constitue l'un des facteurs discriminants entre les deux systèmes tant sur l'axe « Dim1 » que « Dim2 ». Sur « Dim2 », compte tenu de la contribution très élevée de la variable *ISAC_Moyenne* mais également de *N_Tot_Moy_An* et *Tot_Fert_Moy_An* sur l'axe, la répartition des AB et des AC indique que l'usage des produits phytosanitaires et plus

généralement des intrant constitue le facteur le plus discriminant entre les systèmes AB et AC. Certaines parcelles AC montrent cependant un déplacement vers le bas de l'axe « Dim2 », traduisant un gradient dans l'usage des intrants de synthèse (Figure 2a). Ce déplacement s'accompagne fréquemment d'une progression le long de « Dim1 », reflétant une augmentation de la diversification des cultures et de la couverture des sols. Sur « Dim1 », la position des parcelles AB vers la droite peut être expliquée en partie par la variable *Norga100*, fortement corrélée à cet axe. L'utilisation d'engrais azotés de synthèse entraîne une faible proportion d'azote organique (*Norga100*), contribuant à séparer les systèmes AB et AC sur « Dim1 » et à positionner les parcelles AB vers la droite du plan factoriel.

Un deuxième facteur participe à la différenciation des deux systèmes sur l'axe « Dim1 » : l'intensité du travail du sol. En effet, les variables *Wheel_Traffic* et *Powered* figurent parmi les principaux descripteurs du pôle positif de l'axe « Dim1 », juste après *Norga100* (Figure 3a). Elles exercent une influence sur le positionnement des exploitations en AB, en expliquant leur déport vers la droite du plan factoriel. Les parcelles AC, quant à elles, se situent davantage vers le centre ou la gauche de cet axe, traduisant une réduction effective du travail du sol ainsi qu'une mise en œuvre plus systématique de couverts végétaux pour celles se trouvant sur la gauche.

Le positionnement des parcelles en ABC apparaît en revanche plus dispersé le long des deux axes, traduisant une diversité marquée de stratégies techniques. L'étendue de l'ellipse associée à ce système sur le plan factoriel (Figure 2a) indique que l'ABC apparaît davantage comme un ensemble de stratégies adaptatives, où chaque exploitation ajuste ses pratiques pour tenter de concilier les piliers de l'AC avec les contraintes de la certification biologique. La majorité des parcelles en ABC demeure toutefois relativement proche du groupe de parcelles en AB, ce qui suggère une proximité technique encore forte avec les systèmes AB.

Certaines parcelles en ABC se distinguent néanmoins nettement de ce groupe. Deux parcelles (A3A et A3B) se positionnent à l'extrême droite du plan factoriel, au-delà même des parcelles en AB, suggérant entre autres une intensité de travail du sol particulièrement élevée. Par ailleurs, deux parcelles ABC (A3B et A5B) se situent nettement dans la partie supérieur du graphique, indiquant un recours plus important aux intrants ; ce sont d'ailleurs les seules parcelles en ABC positionnées au-dessus de l'axe Dim2. Il convient toutefois de préciser que ces parcelles sont certifiées en agriculture biologique et que l'usage d'intrant est donc strictement limité à des substances autorisées par le cahier des charges biologique. Les variables ne font cependant pas la distinction.

À l'inverse, deux autres parcelles en ABC (A6 et A4) se démarquent par leur positionnement marqué dans la partie gauche du plan factoriel. Elles témoignent de systèmes caractérisés par une très faible intensité de travail du sol, une absence d'utilisation de produits phytosanitaires et une forte mobilisation des couverts végétaux ainsi que de la diversification des espèces cultivées.

Cette zone du plan factoriel est également influencée par la variable *JourCouvert_Leg100*, qui s'oppose à la fois à *Norga100* sur Dim1 et à *N_Tot_Moy_An* sur « Dim2 » laissant croire que l'« ABC optimal » est caractérisée par une réduction de l'utilisation d'engrais azotés et par une fertilisation pensée à travers l'intégration de légumineuses dans les rotations.

Où se situe l'ABC par rapport au 1^e pilier de l'AC ?

Le STIR

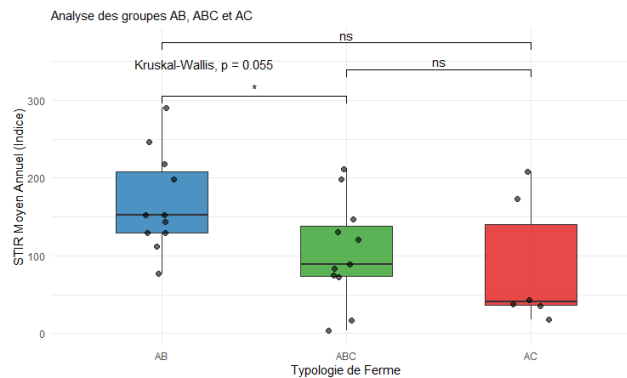


Figure 4 : Comparaison de l'intensité de travail du sol moyen (STIR/an) entre les parcelles AB, ABC et AC

Afin d'approfondir la dimension liée au travail du sol, une analyse complémentaire a été menée sur base du STIR moyen annuel calculé pour chaque parcelle. Le recours à cet indicateur se justifie par sa capacité à synthétiser, en une variable unique, l'ensemble des variables décrivant le travail du sol intégrées dans l'analyse en composantes principales. L'examen des boxplots (Figure 4) montre que, en moyenne, les parcelles en AC présentent les valeurs de STIR les plus faibles, traduisant un niveau d'intensité du travail du sol inférieur à celui observé en AB et en ABC. Les parcelles ABC affichent quant à elles un STIR moyen globalement inférieur à celui des parcelles AB. Néanmoins, le recouvrement partiel des distributions indique que certaines parcelles AB présentent des niveaux de STIR plus faibles que certaines parcelles ABC, suggérant que cette tendance n'est pas systématique au sein de l'échantillon.

Le test de Kruskal-Wallis met en évidence une tendance à la différenciation entre les systèmes (p -valeur = 0,055), sans toutefois atteindre le seuil de significativité conventionnel de 5 %. Les comparaisons par paires réalisées à l'aide du test de Wilcoxon (Tableau 4) indiquent une différence significative entre les systèmes AB et ABC lorsque l'on considère la p -valeur brute, comme illustré sur le boxplot par le symbole « * » (Figure 4). Cependant, après correction pour comparaisons multiples selon la méthode de Holm, la p -valeur atteint 0,10 et ne permet plus de conclure à une différence statistiquement significative. Ces résultats suggèrent néanmoins l'existence d'une tendance à la différenciation entre AB et ABC. Aucune différence significative n'est détectée entre les systèmes AB et AC, ni entre ABC et AC, y compris lorsque l'on considère les p -valeurs brutes. Cette absence de significativité est probablement liée à la taille très réduite de l'échantillon AC, qui limite la puissance statistique des tests.

Tableau 4 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable STIR entre les systèmes AB, AC et ABC

Variable	Groupe 1	Groupe 2	P _{valeur}	P _{valeur} ajustée (HOLM)
STIR_Moy	AB	ABC	0,034*	0,101
STIR_Moy	AB	AC	0,078	0,156
STIR_Moy	ABC	AC	0,591	0,591

Légende 2 : (*) = Résultat significatif

La profondeur maximale de labour

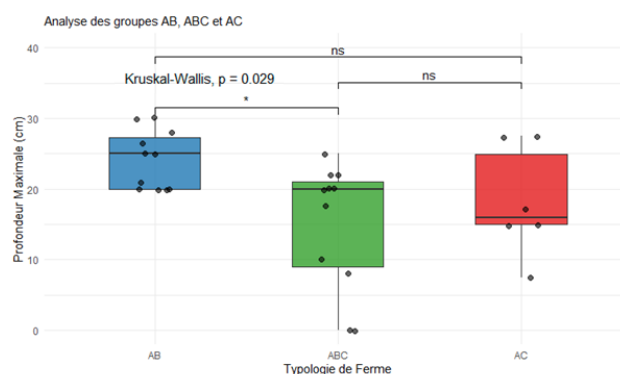


Figure 5 : Comparaison de la profondeur maximale de labour (cm) entre les parcelles AB, ABC et AC

La variable *Plowing_Depth* (correspondant à profondeur du travail du sol) est également passée par une analyse isolée. Les résultats montrent que la profondeur maximale du travail du sol est, en moyenne, plus faible en ABC, tout en présentant une variabilité plus élevée au sein de l'échantillon (Figure 5). Les parcelles en AB se caractérisent au contraire par des profondeurs de travail relativement homogènes, généralement comprises entre 20 et 30 cm. Les parcelles ABC couvrent une gamme beaucoup plus étendue de situations, allant de l'absence de travail du sol jusqu'à des profondeurs avoisinant 25 cm, ce qui traduit une plus grande diversité de pratiques.

Sur le plan statistique, le test de Kruskal–Wallis met en évidence une différence significative entre les systèmes concernant la profondeur maximale du travail du sol (p-valeur = 0,029). Les comparaisons par paires confirment l'existence d'une différence significative entre les systèmes AB et ABC (Tableau 5). En revanche, aucune différence significative n'est détectée entre le système AC et les deux autres, ce qui peut, là encore, être lié à la taille limitée de l'échantillon AC.

Tableau 5 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable *Plowing_Depth* entre les systèmes AB, AC et ABC

Variable	Groupe 1	Groupe 2	P _{valeur}	P _{valeur} ajustée (HOLM)
Plowing_Depth	AB	ABC	0,011*	0,033*
Plowing_Depth	AB	AC	0,094	0,189
Plowing_Depth	ABC	AC	0,801	0,801

Légende 3 : (*) = Résultat significatif

Zoom sur les parcelles ABC

En se concentrant sur les ABC uniquement, on remarque que deux parcelles se distinguent par le STIR le plus faible : A6 et A4. Pour A6, la parcelle était couverte d'une prairie temporaire de luzerne et dactyle de 2021 à 2024, et un labour n'a été réalisé qu'en 2025 pour la culture de blé. Cela se reflète dans le plotbox de la profondeur de travail du sol avec un labour de 20 cm pour cette parcelle (Figure 5). Pour A4, le couvert permanent est maintenu sur les trois années étudiées, sans aucun labour, ce qui se traduit par une profondeur maximale de 0 cm. Ces deux parcelles sont celles qui se situent à proximité de la position « ABC optimal » sur le graphique PCA (Figure 2a).

Un groupe intermédiaire, composé de quatre parcelles (A5 et A1), présente un STIR compris entre 71 et 88. Pour les parcelles de A5, la rotation inclut des pommes de terre, culture générant une perturbation importante du sol (Tableau 3). En revanche, pour A1, bien que les parcelles présentent des valeurs de STIR équivalentes, un couvert est implanté chaque année. Le STIR de A1 intègre donc à la fois le travail du sol lié à la culture principale et celui lié à l'interculture, tandis que pour A5, le STIR correspond principalement au travail effectué pour la culture principale.

Enfin, un troisième groupe comprend des parcelles de A2, A7 et A3 avec des STIR allant de 120 à 146, proches de ce que l'on observe en AB, et un dernier groupe autour de 200 pour A3 et A2.

Où se situe l'ABC par rapport au 2^e et 3^e piliers de l'AC ?

Le couvert total

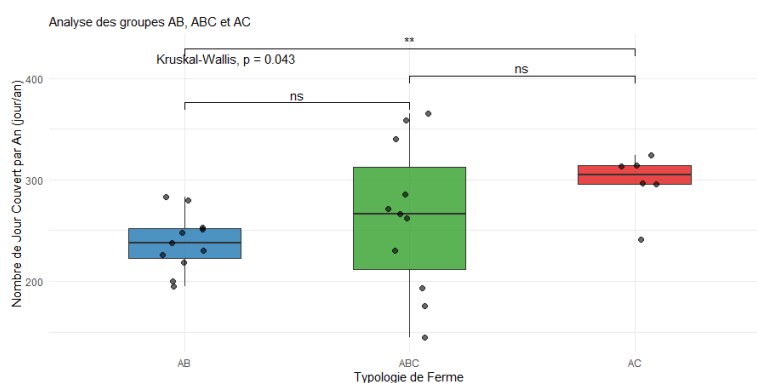


Figure 6 : Comparaison du nombre de jours moyen où le sol est couvert par an (jour/an) entre les parcelles AB, ABC et AC

Parmi les cinq variables constituant l'indicateur de couvert végétal, la variable *Total_Cover* a été sectionnée pour l'analyse approfondie. En effet c'est la variable de ce pilier la plus contributive à la répartition des parcelles sur le plan et elle est fortement corrélée à 3 des 5 autres variables du piliers comme en témoigne le cercle des corrélations (Figure 2b)

Le boxplot du nombre moyen de jours couverts par an met en évidence une forte dispersion des pratiques en ABC (Figure 6). Certaines parcelles présentent un nombre de jours couverts inférieur à celui observé en AB, tandis que d'autres affichent des durées de couverture nettement plus élevées. En moyenne, le nombre de jours couverts en ABC et en AB est comparable, bien que

légèrement plus élevé en ABC, avec toutefois des valeurs extrêmes plus marquées dans ce système. Les parcelles en AC, quant à elles, présentent un nombre moyen de jours couverts supérieur à celui des parcelles AB et ABC, associé à une variabilité relativement faible.

Le test de Kruskal–Wallis met en évidence une différence significative entre les systèmes pour la variable *Total_Cover*. Cependant, le test post hoc de Wilcoxon indique que cette différence est significative uniquement entre les systèmes AB et AC. Aucune différence significative ne peut être mise en évidence entre AB et ABC, ni entre AC et ABC.

Tableau 6 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable *Total_Cover* entre les systèmes AB, AC et ABC

Variable	Groupe 1	Groupe 2	Pvaleur	Pvaleur ajustée (HOLM)
Total_Cover	AB	ABC	0,332	0,602
Total_Cover	AB	AC	0,003**	0,009**
Total_Cover	ABC	AC	0,301	0,602

Légende 4 : (**) = Résultat très significatif

Les associations

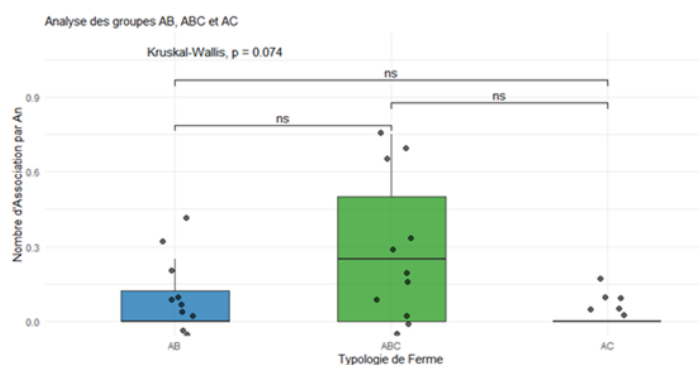


Figure 7 : Comparaison du nombre moyen d'association culturelle dans la culture principale par an entre les parcelles AB, ABC et AC

Comme l'a montré la RDA, les variables relevant du troisième pilier figurent parmi les moins contributives à la structuration de l'ACP (Annexe 8). La variable *AT_Association* se distingue néanmoins par un impact significatif sur les deux premiers axes (Figure 3), suggérant un rôle structurant de cette pratique au sein de l'échantillon.

L'analyse du boxplot (Figure 7) met en évidence un contraste marqué dans la structuration interne du groupe ABC. Ce système se caractérise, une nouvelle fois, par une forte hétérogénéité des pratiques : certaines parcelles ne recourent à aucune association de cultures, tandis que d'autres présentent les valeurs les plus élevées de l'échantillon, nettement supérieures à celles observées en AB et en AC. À l'inverse, le système AC apparaît comme le plus homogène, avec un recours aux associations globalement faible. Le système AB occupe une position intermédiaire, avec une dispersion modérée.

Sur le plan statistique, le test de Kruskal–Wallis aboutit à une p-valeur de 0,074, indiquant une tendance à la différenciation entre les systèmes sans toutefois atteindre le seuil de significativité conventionnel de 5 %. Cette absence de distinction statistiquement significative entre les systèmes est confirmée par les comparaisons par paires réalisées à l’aide du test de Wilcoxon, que ce soit avant ou après la correction de Holm (Tableau 7).

Néanmoins, les p-valeurs non ajustées des comparaisons AB vs ABC et ABC vs AC se rapprochent du seuil de significativité, suggérant une amorce de différenciation du système ABC en matière d’associations de cultures. Cette dynamique reste toutefois limitée par la forte variabilité interne observée au sein de ce groupe.

Tableau 7 : Comparaisons par paires (test de Wilcoxon) pour la variable *AT_Association* entre les systèmes AB, AC et ABC

Variable	Groupe 1	Groupe 2	P _{valeur}	P _{valeur} ajustée (HOLM)
A+T_Associat...	AB	ABC	0,081	0,203
A+T_Associat...	AB	AC	0,635	0,635
A+T_Associat...	ABC	AC	0,068	0,203

Zoom sur les parcelles ABC

Les meilleures performances en matière de couverture des sols sont observées sur les parcelles en ABC, en particulier celles de A6 et A4, qui combinent un couvert permanent ou une prairie temporaire respectivement. La parcelle A5B se distingue également par un niveau de couverture élevé. Un groupe de quatre parcelles ABC (A2A, A7, A5A et A2B) présente un nombre de jours couverts compris entre 262 et 285. Bien que ces valeurs restent inférieures à la moyenne observée en AC, elles se situent dans la partie haute de la gamme observée en agriculture biologique AB. Les quatre dernières parcelles ABC (A1A, A1B, A3A et A3B) affichent des niveaux de couverture similaires, voire légèrement inférieurs, à ceux observés en AB.

De manière générale, les parcelles présentant les scores de *Total_Cover* les plus élevés sont celles dont la succession culturale comprend davantage de périodes d’interculture (Tableau 3). Certaines parcelles s’écartent toutefois de cette tendance, notamment celles de A5, qui atteignent des niveaux de *Total_Cover* relativement élevés malgré la mise en place d’une interculture une seule fois sur la succession. Cela s’explique probablement par le fait que ces parcelles ne comportent que des cultures d’hiver, caractérisées par des cycles culturaux plus longs, contribuant à une couverture du sol plus continue au cours de l’année, en particulier pour la parcelle A5B.

La gestion de la fertilisation azotée

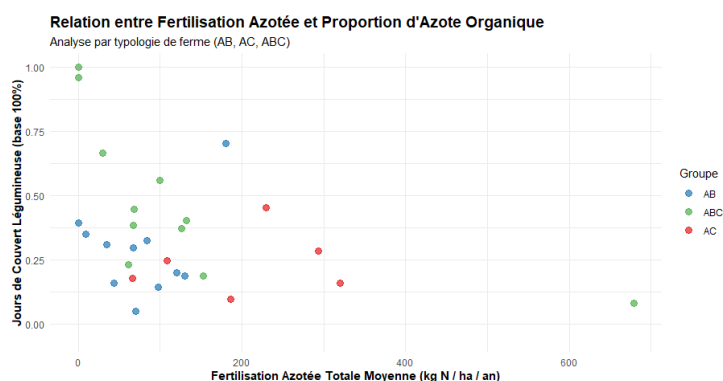


Figure 8 : Relation entre la fertilisation azotée moyenne par an (kgN/ha/an) et le nombre de jours moyen annuel couvert par des légumineuses (%) pour les parcelles AB, ABC et AC

Afin de comparer les stratégies de fertilisation entre les systèmes AB, AC et ABC, il a paru plus pertinent de ne pas recourir à un boxplot, mais d'analyser la gestion de la fertilisation azotée de manière intégrée, en mobilisant conjointement les variables *JoursCouvert_Leg100* et *N_Tot_Moy_An*. La Figure 8 met en évidence une tendance générale selon laquelle la diminution de la part de jours couverts par des légumineuses s'accompagne d'une augmentation de la quantité moyenne annuelle d'azote apportée. Autrement dit, plus la présence temporelle des légumineuses est faible, plus le recours aux apports d'engrais azotés est élevé.

Le test de corrélation de Pearson appliqué à l'ensemble des parcelles met en évidence une corrélation négative de faible intensité, avec une p-valeur de 0,053, ne permettant pas de conclure à une relation statistiquement significative à l'échelle de l'échantillon global (Tableau 8). En revanche, l'analyse par système révèle une corrélation négative forte et significative au sein du groupe ABC ($r = -0,627$).

Tableau 8 : Test de corrélation (Pearson) entre *N_Tot_Moy_An* et *JoursCouvert_Leg100* pour les systèmes AB, ABC et AC

Groupe	Corrélation (r)	P_valeur
AB	0,254	0,451
ABC	-0,627	0,0391*
AC	0,171	0,746

Légende 5 : (*) = Résultat significatif

Zoom sur les parcelles ABC

La majorité des parcelles du groupe ABC se concentre dans la zone de faible fertilisation azotée tout en affichant les niveaux de recours aux légumineuses les plus élevés, avec des valeurs atteignant parfois des scores proches de 1 (Figure 8). Les parcelles A4 et A6 apparaissent comme les plus autonomes en intrants, combinant une absence totale de fertilisation azotée avec une intégration maximale des légumineuses. Ces deux parcelles se distinguent par la présence,

respectivement, d'une prairie temporaire à base de luzerne et de dactyle, et d'un couvert permanent intégrant du trèfle.

Les parcelles A2A, A2B, A5A et A1A présentent des niveaux de fertilisation azotée inférieurs à 70 kg N/ha/an. Parmi elles, la parcelle A1A associe une faible quantité d'engrais azoté à une intégration relativement élevée de légumineuses, en lien avec la présence de trèfle, de vesce et de féverole dans la rotation. Les trois autres parcelles, bien que comparables en termes de fertilisation azotée, se distinguent par des niveaux d'intégration des légumineuses plus contrastés, avec des scores compris entre 0,23 et 0,45.

Les parcelles A3A, A7, A5B et A1B se situent dans une gamme de fertilisation azotée intermédiaire, comprise entre 100 et 155 kg N/ha/an. La parcelle A1B se démarque par un recours relativement élevé aux légumineuses (score de 0,56), tandis que les autres parcelles présentent des niveaux d'intégration comparables à ceux du groupe précédent, avec des valeurs comprises entre 0,20 et 0,40.

Enfin, la parcelle A3B se singularise nettement par une fertilisation azotée très élevée (> 600 kg N/ha/an), associée à un recours particulièrement faible aux légumineuses (score de 0,08).

Analyse des interviews

Caractéristiques générales

La grande majorité des agriculteurs interrogés viennent du monde agricole et pratiquent depuis au moins 20 ans en ayant repris l'exploitation familiale. L'agricultrice A6, seule femme de l'échantillon, n'a pas de passif familiale agricole et s'est retrouvée dans ce milieu de façon fortuite il y a 7 ans. L'agriculteur A5, quant à lui, n'a pas mentionné de passif agricole lors de l'entretien mais ne l'a pas démenti non plus.

« C'est totalement par hasard. En fait, moi, je ne sors pas de ce monde-là. C'est parce qu'on a repris un endroit où il y avait cette ferme dessus. » (A6, Juin 2025)

Lors des entretiens, 5 agriculteurs ont mentionné avoir fait des études supérieures : un diplômé en biochimie (A4), ingénieur industriel (A2), électromécanicien (A1), diplômé en agronomie (A5 et A7). Concernant les deux autres, l'agriculteur A3 a arrêté ses études à Gembloux après un an et l'agricultrice A6 n'a pas précisé sa formation.

Au niveau géographique, l'ensemble des exploitations se situent dans le nord de la Wallonie, dans la région limoneuse et le nord du Condroz. Deux agriculteurs ont précisé avoir des parcelles à différents endroits : A3 a deux tiers de son exploitation en Hesbaye et un tiers en début de Condroz, A2 n'a pas précisé.

Quatre agriculteurs (A5, A7, A3, A2) ont évoqué leur attrait pour le métier en raison de son caractère imprévisible et du renouvellement quotidien.

« C'est un métier où on ne sait pas ce que le lendemain on va faire. C'est rempli d'imprévu. Il faut aimer ça. Quand on aime ça, c'est quelque chose. » (A7, juin 2025)

« C'est un métier qui est très varié, il n'y a pas deux journées les mêmes, on vit avec les saisons. Au fil des saisons le métier change fortement, c'est très varié, c'est jamais monotone. » (A3, novembre 2025)

Tous les agriculteurs de l'échantillon sont entièrement en bio, à l'exception de A3 (90 %) et A2 (75 %). Pour A3, les prairies ne sont pas certifiées pour des raisons administratives. Pour A2, il s'agit de parcelles éloignées incompatibles avec une gestion bio exigeant une forte réactivité face à la météo.

En ce qui concerne l'élevage, seuls deux des sept agriculteurs (A6 et A4) possèdent encore un troupeau actif, bien que plusieurs autres aient eu par le passé un élevage aujourd'hui arrêté.

La transition vers l'ABC varie selon l'ordre d'adoption des pratiques. Les sept agriculteurs étudiés se répartissent en deux catégories selon la temporalité de leur transition. Cinq ont d'abord adopté l'AC il y a plus de vingt ans, puis l'agriculture biologique il y a environ dix ans. Les deux autres

ont opéré une transition directe du conventionnel vers l'ABC au cours des dix dernières années, avec un discours davantage ancré dans l'agroécologie.

Transition en 2 étapes

Une première transition vers l'AC

Motivations

Comme expliqué, cinq agriculteurs de l'échantillon ont réalisé une première transition vers l'agriculture de conservation dans un premier temps. Les motivations de ces agriculteurs pour passer à l'AC se résument généralement à deux aspects. D'une part, certains agriculteurs, comme A4 et A2, ont décidé de passer au travail du sol réduit afin d'optimiser leur temps de travail. Dans le cas de A4, cela lui a permis de continuer ses études tout en travaillant au champ, puis de travailler en entreprise.

« C'était surtout que cette méthode m'avait permis de réduire mon temps de travail et de pouvoir continuer à l'école et, comme ça fonctionnait bien, par la suite, j'ai pu travailler à l'extérieur (comme employé en tant que vendeur de phytos) tout en continuant à faire tout le travail à la ferme. » (A4, juillet 2025)

« Disons que c'est d'abord une simplification du travail. Et donc, suite à une année humide, on a eu des problèmes de semis après betteraves et on s'y est mis tout doucement... » (A2, juillet 2025)

Les autres agriculteurs ayant opéré cette transition avaient pour objectif d'améliorer la structure de leurs sols et se sont surtout rendu compte que le labour était très compliqué sur certaines de leurs parcelles (A1, A3, A7). Ces agriculteurs recherchent l'innovation pour résoudre les problèmes auxquels ils font face.

« On essaie toujours de se renseigner, d'être un peu innovant, de voir ce qu'il y a moyen de faire mieux. On voit un petit peu ce qui se fait dans d'autres pays. On a des parcelles en Hesbaye où on peut se permettre un petit peu tout ce qu'on veut. D'un point de vue agronomique, je dirais bien que tout passe maintenant. On a d'autres parcelles au début du Condroz, plus vers les coteaux de Meuse qui sont plus argileuses avec plus de pierres et là on s'est vite rendu compte que le non-labour pourrait avoir d'énormes bénéfices. » (A3, novembre 2025)

« J'ai des terre très, très, très compliquées. Elles sont forts hétérogènes : j'ai des cailloux, sablonneux, assez bien sablonneux et très, très argileux. Donc, une fois qu'on labour, dans le sablonneux, le labour est trop fin. Dans l'argile, ça ne va pas. Et en non-labour, c'est plus homogène. Et alors, j'ai des meilleurs levées. » (A7, juin 2025)

« Ben à ce moment-là, on ne parlait pas trop encore de la vie... on parlait de vers de terre, mais la vie du sol, on en parlait juste un petit peu. Mais moi, quand je suis passé au non-labour, c'était surtout pour l'infiltration de l'eau, pour question tassement et tout ça. » (A1, juin 2025)

Les influences et dynamiques de transition

Les agriculteurs ayant opéré cette première transition vers l'AC décrivent des influences multiples, mêlant inspirations externes, apprentissages autonomes et expériences personnelles au sein de leur exploitation. Plusieurs d'entre eux parlent d'influences françaises pour découvrir des pratiques alors peu diffusées localement.

« Au début, comme j'ai dit, c'était très difficile à labourer donc je me suis renseigné et après j'ai été souvent dans les fermes françaises pour voir comment ils faisaient parce qu'en Belgique, on ne parlait pas de ça, donc j'allais souvent à des conférences en France pour voir comment ils travaillaient. » (A7, juin 2025)

La transition s'est enclenchée à partir d'une exposition à ces pratiques innovantes, par exemple lors de formations ou de voyages d'étude où ils ont observé le non-labour en conditions réelles.

« Quand j'étais à l'école d'agriculture, on avait fait notre voyage de fin d'année dans l'Aisne, du côté de Saint-Quentin. Et on avait visité des exploitations où il y avait du non-labour. Nous, on continuait de travailler les sols à la ferme, mais eux faisaient du non-labour. » (A4, juillet 2025)

Une part importante de ces trajectoires repose également sur l'expérimentation progressive au champ : tester, ajuster, adapter le matériel et les itinéraires techniques en fonction des résultats obtenus.

« En fait, quand on s'est rendu compte, que le jour où on sait arracher les betteraves, on sait semer. Et donc en faisant du semis sans labour, on pouvait suivre l'arrachage, quoi. Et c'est comme ça que progressivement, je suis venu à continuer le non-labour en évoluant et en adaptant chaque fois la culture en fonction du matériel. » (A2, juillet 2025)

« Dans notre métier on essaie toujours de se renseigner, d'être un peu innovant, de voir ce qu'il y a moyen de faire mieux. On voit un petit peu ce qui se fait dans d'autres pays [...] Et voilà, ils ont commencé par quelques petits effets, puis bon évidemment des échecs et de fil en aiguille, ça a évolué. » (A3, novembre 2025)

La transition est donc progressive avec une réduction petit à petit du travail de sol sur certaines parcelles qui s'est généralisée après la constatation des agriculteurs des bénéfices et menant, in fine, à un arrêt total du labour.

« On a d'abord diminué, on ne labourait pas chaque année et puis on a diminué de plus en plus le labour. » (A2, juillet 2025)

« J'ai commencé petit à petit, donc il y a des parcelles où j'ai arrêté de labourer, des parcelles où je labourais une année sur 3. Mais ça a été vite, le non-labour ça a été vite réglé. » (A7, juin 2025)

Application de l'AC

Il est intéressant de noter que, pour l'ensemble de ces agriculteurs, l'adoption des différents piliers de l'AC ne s'est pas faite forcément simultanément. Dans leur discours, lorsqu'ils évoquent leur transition, ils parlent principalement du passage au non-labour. Les deux autres piliers n'apparaissent pas spontanément dans la discussion, sauf si le sujet est explicitement abordé. Cela ne signifie pas pour autant qu'ils ne les mettent pas en pratique. Certains les appliquaient certains de ces piliers (couvert végétal et diversification) avant même d'adopter le non-labour, comme A7 et A2.

« Écoutez, même avant le non-labour je le faisais [le couvert]. Et j'ai été souvent chez les Français pour voir ça, pour voir le système qu'ils sèment. » (A7, juin 2025)

« Les couverts, j'en faisais déjà avant, j'ai toujours fait des couverts pour les cultures. » (A2, juillet 2025)

Pour les agriculteurs A1, A4 et A3, la question des couverts est apparue à peu près simultanément à celle du non-labour.

« Mais moi quand je suis passé au non-labour, [...] tout de suite, ils disaient : "Il faut couvrir votre sol." [...] il y en a beaucoup, le problème, ils ont pris la couverture de sol comme une contrainte. Donc ils le font parce qu'il faut bien, mais ils n'ont pas compris à quoi ça servait. » (A1, juin 2025)

« Oui, c'est surtout le non-labour et les couverts. C'est vraiment les deux piliers. Les rotations, quel que soit le système dans lequel on est, on a quand même toujours intérêt à avoir des rotations les plus longues possibles. » (A3, novembre 2025)

La diversification des cultures n'est pas systématiquement abordée par les agriculteurs. La mise en place d'une rotation longue peut se heurter à plusieurs contraintes externes, notamment la difficulté de diversifier sur une surface trop réduite ou, dans un contexte de marché conventionnel, le manque de débouchés pour certaines productions. Dans le cas de A1, il tente quand même de diversifier en utilisant des mélanges de céréales, en associant des cultures et variant les variétés.

« J'ai déjà des mélanges de plusieurs céréales là et les vieux blés, c'est une variété, le froment, c'est cinq variétés et j'ai mis de la féverole avec cette année-ci, pour apporter de l'azote [...], mais je pense que je vais continuer, ça a l'air intéressant. » (A1, juin 2025)

L'AC met tout le monde d'accord

Ce qui ressort des discours des différents agriculteurs, c'est leur conviction quant aux bénéfices liés au passage à l'AC. Ils soulignent plusieurs améliorations claires : une meilleure structure du sol, davantage de vie biologique, de bons résultats en termes de rendement, etc.

« Et voilà, les choses ont fait que j'ai continué quand même bien que je ne pensais pas continuer à faire du travail simplifié. Et puis quand la troisième année est passée, ça n'a fait que s'améliorer. » (A4, juillet 2025)

« Il y en a beaucoup, ils ne comprennent pas ça, ils sont obsédés par la charrue, je ne sais pas, pourtant, c'est, c'est que de la merde la charrue. [...] ce n'est que des ennuis, je ne comprends pas pourquoi... Quand tu as goûté, normalement quand tu as goûté au non-labour, tu ne fais plus l'inverse. » (A1, juin 2025)

« Question d'érosion, c'est inimaginable la différence. La terre s'écroule beaucoup moins avec le non-labour. » (A7, juin 2025)

Un point important à souligner est que ces bons résultats en non-labour sont, selon les agriculteurs, largement liés à l'utilisation de Roundup, qui permettait une gestion efficace des adventices. L'agriculteur A3 affirme même que l'utilisation de phytos est plus élevée en AC qu'en conventionnelle.

« Il faut plus de Roundup, il faut aussi faire quelque chose contre les maladies, puisqu'on laisse quand même toujours tout à la surface donc oui, ça j'en suis convaincu qu'on a besoin de plus de phyto en technique de conservation qu'en technique avec labour. » (A3, novembre 2025)

« Non [il n'y a pas eu de contrainte au non-labour], parce que j'avais encore le glyphosate quand je n'étais pas en bio. Donc, je ne labourais pas et, avant de semer, je mettais le glyphosate et l'extérieur était nettoyé, et je prenais ma planteuse et je m'asseyais. C'est ça que j'ai hésité de me mettre en bio, parce que je n'ai plus de Roundup. » (A7, juin 2025)

Deuxième transition, l'ajout de la certification AB

Pour les cinq agriculteurs concernés, l'obtention de la certification biologique intervient relativement tard dans leur trajectoire professionnelle. Les récits de transition montrent que, pour certains, l'entrée dans l'AC agit comme un véritable révélateur. En observant les effets positifs de ces pratiques sur la structure et la vie du sol, les agriculteurs développent progressivement une nouvelle manière de penser leur métier et leurs systèmes de production.

« C'est un engrenage [...] Allez, c'est automatique [...] si on valorise, enfin, si on suit l'évolution de la terre, qu'on essaie qu'elle vive convenablement, automatiquement, c'est l'environnemental qui suit, quoi. » (A2, juillet 2025)

C'est également le cas de l'agriculteur A1, qui explique avoir initialement amorcé sa transition dans une optique d'amélioration de la structure du sol, avant de manifester un intérêt croissant pour les effets de ces techniques sur la vie biologique des sols.

Avant même l'entrée formelle en agriculture biologique, une forme de « pré-transition » peut ainsi être observée. Plusieurs agriculteurs indiquent avoir déjà réduit leur recours aux intrants de synthèse avant la certification, notamment en limitant l'usage des insecticides et des fongicides.

« Mais bon, avant, j'étais déjà à moitié bio. Bon, oui, je désherbaïs encore normalement, mais les fongicides, j'essayais déjà de faire le moins. » (A1, juin 2025)

Motivations

Le passage au bio peut survenir suite à un point de rupture avec le système conventionnel. C'est ce que l'on observe chez l'agriculteur A4, à la suite de ses années d'emploi dans une firme de produits phytosanitaires.

« Jusqu'à dans les années 2014-2015 où on est passé aux ALS¹⁶ en anti-dicotylée, et puis on est arrivé avec des ALS en anti-graminée et tout ça aussi. Je pense que c'est là que ça a commencé à se gâter [...] Mais voilà, là ça a commencé à cheminer un peu en me disant que si tu fais des ALS, comment tu veux que les maïs se conservent comme il faut ? Et en allant plus loin, on vendait des produits pour que les veaux digèrent le lait des vaches et on avait des problèmes de digestion chez les veaux aussi. Donc, tu me demandes d'aller vendre des produits pour que les veaux digèrent mieux le lait et à côté de ça, tu désherbes le maïs avec des ALS. Donc je me dis qu'à un moment, on est en train de bloquer leur développement et d'induire des problèmes de santé dans le bétail. » (A4, juillet 2025)

On retrouve également cette rupture avec le système conventionnel dans le discours de A1. En effet, son sentiment de « se faire plumer par l'industrie » l'a poussé à arrêter son élevage de poulet. C'est suite à cette décision et à la demande de sa femme de passer en bio que s'est amorcée sa transition. Cette transition l'a amené à repenser l'organisation de sa ferme et l'a conduit à la création d'une boulangerie afin de valoriser sa production. Cette boulangerie reste aujourd'hui une motivation importante pour l'agriculteur de rester en bio. La transition vers le bio peut donc également être influencée par l'entourage.

« Et en fait, enfin, et avec mon oncle et ma tante qui habitaient Bruxelles qui ont entendu beaucoup parler de ne plus pulvériser, que c'était mauvais et cetera. Donc, je me suis dit, bah OK, on va essayer. » (A2, juillet 2025)

¹⁶ Acétolactate synthase

Le passage au bio peut aussi être motivé par un intérêt économique, comme ce fut le cas pour A3. L'accès à des marchés plus stables, attractifs et diversifiés qui malgré les rendements bio plus faible permet d'avoir une meilleur rentabilité (A3, A7).

« Et donc vers 2015, quand j'ai commencé à revenir un peu vers l'exploitation, on s'est rendu compte qu'il fallait un peu diversifier, plutôt par souci économique dans un premier temps. » (A3, novembre 2025)

Dans le cas de l'agriculteur A3, la motivation environnementale et la préoccupation pour la biodiversité se sont développées plus tard, mais constituent aujourd'hui un pilier essentiel de sa démarche.

Une autre motivation économique évoquée par A7 concerne le coût des intrants, qui pèse sur la rentabilité à long terme.

« Le rendement, une fois qu'on passe en bio, on chute la moitié. Mais seulement, quand on regarde les intrants qu'on met, lorsqu'on met 250 unités d'azote, plus les raccourcisseurs, plus les fongicides, tout ce qui suit, ça coûte très cher. Donc en termes de rentabilité financière ça se passe mieux. » (A7, juin 2025)

Un autre aspect mis en avant par plusieurs agriculteurs est l'attrait pour l'exigence technique du bio et le sentiment de « refaire de la vraie agriculture ». Ce mode de production redonne du sens à leur métier et valorise leur capacité d'observation et de réflexion (A2, A3, A4).

« On repasse plus régulièrement dans nos cultures qu'en agriculture traditionnelle avec le bio, il ne faut pas rater. Donc quelque part, on refait vraiment de l'agriculture. Tandis qu'en conventionnel ou autre, quand on a un problème, on pulvérise. Si on rate la pulvérisation, on recommence. Tandis qu'en bio, si on rate le désherbage, c'est foutu. Donc il faut suivre de plus près la culture. » (A2, juillet 2025)

La dernière motivation mentionnée parmi les 5 agriculteurs pour le passage en bio est l'aspect santé humaine. L'agriculteur A7 explique qu'il n'aime pas les produits phytos, que ça le rendait malade à chaque fois en fin de saison des pulvérisations.

On retrouve également des allusions à la santé humaine dans les récit de A3 et de A2.

« Donc à ce moment-là, je me dis, bon voilà, [...] si y a moyen de produire de la qualité, de la quantité sans nous empoisonner. Bah voilà, je pense que c'est quand même fort intéressant aujourd'hui avec tout ce qu'on entend. » (A3, juillet 2025)

Transition en une étape

Vision de l'ABC et motivations à la transition

La deuxième dynamique de transition identifiée correspond à une transition réalisée en une seule étape, sans passage intermédiaire prolongé par d'autres systèmes agricoles.

L'agriculteur A5 présente un profil proche de ceux du premier groupe, avec près de cinquante ans d'expérience, une formation en agronomie et une vingtaine d'années en agriculture conventionnelle avant sa transition. À l'inverse, l'agricultrice A6 a intégré le monde agricole de manière atypique, à la suite du rachat fortuit d'une ferme. Sans formation agronomique, elle se considère novice et s'appuie largement sur un ouvrier agricole pour la conduite des travaux. Malgré ces différences marquées, un élément central relie ces deux trajectoires : tous deux inscrivent leur transition dans une vision plus globale, qui dépasse le cadre strict de l'ABC entendue comme la combinaison des piliers de l'AC et de la certification biologique. L'agricultrice A6 évoque explicitement son choix de s'orienter vers l'agroécologie, tandis que A5 parle plutôt d'« agriculture de régénération ».

« Il y a l'aspect santé, l'aspect de la pollution des eaux, de l'air, il y a la biodiversité, la résilience des sols. Si on a des sols en bonne santé, riche en matière organique ils vont être beaucoup plus résilient, ils vont tenir beaucoup mieux à la sécheresse, ils vont être plus résistant à l'érosion, ils vont se travailler plus facilement, ils vont être plus fertiles. » (A5, mai 2025)

Cette volonté de dépasser le bio apparaît clairement dans leurs discours. Tous deux partent d'un engagement initial en AB, perçu comme une base, mais insuffisante à elle seule. L'ABC est alors envisagée comme une étape supplémentaire, plus exigeante sur le plan agronomique et systémique.

« L'AC pour moi, c'était un plus par rapport à l'AB, c'était aller un peu plus loin, c'était surtout agronomique. » (A5, mai 2025).

« C'était surtout trouver un système qui allait un cran plus loin que le bio. Donc, conservation du carbone dans le sol avec le non-labour. Essayer d'avoir des terres propres avant les semis, en mettant des engrais verts en interculture. Oui, et le fait qu'il n'y ait plus de produits phytos, surtout. » (A6, juin 2025)

Pour A5, cette démarche s'inscrit également dans une critique plus large de l'agriculture conventionnelle et de la dépendance aux intrants chimiques. Chez A6, on retrouve une motivation initiale à passer sa ferme en agriculture biologique principalement liée à la santé humaine. Elle exprime en effet avoir fait ce choix notamment parce que sa famille allait vivre sur place et qu'elle ne voulait pas être « arrosée de phytos ». A5 évoque aussi brièvement l'impact sur la santé :

« Disons que je suis trop conscient de l'impact des pesticides sur l'environnement et sur la santé donc je ne veux plus faire ça. » (A5, mai 2025)

Dans le cas de A5, le passage à l'agriculture biologique est perçu comme une opportunité en termes de débouchés et de diversification des productions, dans un contexte où certains marchés sont quasi inexistants en agriculture conventionnelle :

« Il y a beaucoup plus de marchés pour des cultures bio que pour des cultures conventionnelles (...) en conventionnel, ce n'est pas la peine de faire des lentilles ou du sarrasin. » (A5, mai 2025).

Les influences et dynamiques de transition

Pour l'accompagner dans son processus de transition, faire la conversion bio, l'agricultrice A6 s'est faite formée par un professeur

« On a engagé un professeur spécialisé en agroécologie qui nous a permis de faire la conversion. Et une fois qu'on avait un peu compris le système, le but était de devenir un peu autonome. Ben voilà, maintenant on travaille de notre côté. » (A6, juin 2025)

Un élément marquant du récit de l'agricultrice A6 est le caractère brutal de sa transition, avec l'arrêt du labour et le passage au bio simultanément. Elle exprime un regret face à ce choix, qu'elle qualifie de naïf et trop idéaliste, en raison des coûts élevés et des difficultés techniques engendrées.

« On a directement appliqué les principes de l'agroécologie et du non-labour. On a tout fait en même temps. C'était, pour moi, et après en avoir discuté avec mon ouvrier agricole aussi, trop rapide. On a tout fait d'un coup, mais on aurait peut-être dû faire ça plus progressivement. » (A6, juin 2025)

Dans le cas de de l'agriculteur A5, il explique s'être intéressé de loin à l'AC déjà avant de passer en bio. Le passage en bio s'est fait de manière nette du à la nécessité de la certification mais en ce qui concerne l'application des piliers de l'AC ça a été plutôt de l'essai erreur, parcelle après parcelle en s'inspirant de « ce qui se passe ailleurs ». L'ajout de l'agroforesterie est venu par après. Cela a commencé par l'implémentation de haies il y a 10 ans, pour ensuite élargir la pratique en implémentant des noisetiers au sein de ses cultures.

« La recherche a mesuré beaucoup de choses : l'avantage des haies, l'avantage des arbres, le point de vue des vents, le point de vue de la gestion de l'eau, le point de vue des auxiliaires des cultures qui ont leur refuge dans la haie, dans des bandes enherbées. C'est toutes des choses qui ont été mesurées, qui ont été validées. Qui ont un impact, qui ont une utilité. » (A5, mai 2025)

Freins et modalités de mise en œuvre de l'ABC

Les freins à la mise en œuvre de l'ABC

Le principal frein, unanimement cité par l'ensemble des agriculteurs des deux groupes, concerne la gestion des adventices. Plusieurs agriculteurs se montrent sceptiques face à l'interdiction totale du glyphosate et expriment un inconfort face à la destruction mécanique des adventices, qu'ils jugent plus dommageable pour le sol que l'usage ponctuel d'un herbicide (A1, A7, A6).

« Pour moi, j'embête plus la vie du sol maintenant qu'avant. Et j'embête les champignons. Pour moi, voilà, si je pouvais encore mettre un litre de Roundup, enfin, ce serait mieux que ce que je fais, mais bon voilà, le label dit que c'est comme ça. » (A1, juin 2025)

« Mais détruire mécaniquement, je ne sais pas si c'est si bon que ça, on remue trop la terre, on la fait sécher, c'est pas l'idéal [...] Et ça, quand on faisait un Roundup, on ne dérangeait pas la terre, on semait, la graine était toujours dans la fraîcheur [...] Ce qui m'a retardé de me mettre en bio, c'est l'interdiction d'utiliser le glyphosate. » (A7, juin 2025)

« Mais l'AC en bio a quand même ses limites, on n'arrive pas à faire de la vraie AC. On a toujours besoin de travailler du sol, quand même. » (A5, mai 2025)

Dans le cas de A6, le salissement important de ses parcelles l'a poussée, l'année précédente, à réintroduire un labour, alors qu'aucun labour n'avait été réalisé depuis sept ans.

Un second frein majeur, également partagé par l'ensemble des agriculteurs, concerne la forte dépendance à la météo. L'agricultrice A6 l'exprime clairement :

« Moi, je trouve que c'est le climat [en parlant des freins]. On est tributaire de la météo, et ça, on ne peut rien prévoir. On a beau se dire qu'on est dans de bonnes conditions, si on a une mauvaise météo, c'est difficile. » (A6, juin 2025)

En ABC, de nombreuses interventions nécessitent des conditions climatiques très précises, à des moments bien définis du cycle des cultures. Les fenêtres d'intervention sont étroites, et manquer le bon créneau peut compromettre l'efficacité des techniques mises en place. A7 explique notamment que des conditions météorologiques défavorables l'ont poussé à réintroduire le labour après dix ans d'arrêt :

« Cette année-là (l'année 2024), je n'ai pas su faire mes faux-semis l'année passée à cause de la météo qu'on a connue, donc je n'ai pas su nettoyer mes terres, donc cette année-ci j'ai tout labouré. » (A7, juin 2025)

A3 insiste également sur l'exigence temporelle du désherbage mécanique en bio, qui ne tolère aucun report :

« En bio, quand il faut passer une machine de désherbage superficielle, quand il faut la passer aujourd'hui après-midi, on n'a pas le choix, il faut la passer cet après-midi et pas demain. Demain, c'est trop tard. » (A3, novembre 2025)

Enfin, un troisième frein concerne les débouchés économiques et l'évolution des filières en AB. Plusieurs agriculteurs, dont A5, A3 et A6, évoquent un appauvrissement progressif des marchés bios et des situations de surproduction, qui influencent directement les choix de cultures et limitent parfois les possibilités de diversification :

« En passant en bio, j'ai pu sortir de ce problème de surproduction, ça a été bon pendant quelques années, mais maintenant la surproduction nous a rattrapés en bio. » (A5, novembre 2025)

La mise en œuvre de l'ABC malgré les contraintes

Malgré les différents freins exposés, les agriculteurs maintiennent leurs pratiques en ABC. Les motivations qui les ont conduits à transitionner constituent de véritables moteurs, leur permettant, malgré les difficultés liées à la mise en œuvre conjointe de l'AC et de la certification biologique, de trouver des compromis afin de préserver au maximum les principes de l'AC tout en restant certifiés bio.

« Je n'ai pas envie de repasser en conventionnel. Si je devais repasser en conventionnelle, je crois que j'arrête le métier, parce que je ne veux plus. Disons que je suis trop conscient de l'impact des pesticides sur l'environnement et sur la santé donc je ne veux plus faire ça. » (A5, novembre 2025)

La prise en compte des bénéfices observés sur leurs parcelles renforce également leur engagement.

« On a déjà fait des mesures de vers de terre aussi. Il y avait des bonnes populations de vers de terre. Ça fait plaisir aussi à voir, à observer. C'est bien. » (A5, novembre 2025)

« Je remarque aussi que je n'ai pas les problèmes que les autres ont en pulvérisant de temps en temps un insecticide pour les pucerons. Moi je n'ai pas ces problèmes-là. » (A2, juillet 2025)

Le premier compromis mis en place concerne la réintroduction d'un travail du sol plus intense, allant parfois jusqu'au labour pour trois agriculteurs (A7, A6 et A3), bien que cette décision soit prise à contrecœur.

« Moi, j'essaie de labourer le moins possible malgré que je suis en bio, juste cette année-ci j'ai été obligé [...] il y a 10 ans que je suis en bio et c'est la première année, c'est un grand coup. » (A7, juin 2025)

« Clairement, on essaie de faire le plus léger possible. Et mon entrepreneur me connaît bien, il sait que je suis un peu une "ayatollah" du non-labour. Ce n'était vraiment pas le but de labourer, mais il m'a vraiment conseillé de le faire. » (A6, juin 2025)

Chez A3 et A5, on observe une moindre réticence à recourir ponctuellement au labour ou à un travail du sol plus intensif.

« Au début, j'ai eu du mal, mais ensuite je me suis dit que l'extrémisme ne mène à rien dans aucun domaine. » (A3, novembre 2025)

« Je vais toujours privilégier le 15 centimètres, mais dans un tas de cas, sans la grosse charrue à 25, c'est la seule solution qui reste. [...] Pour finir, on avait quand même tout faux parce qu'on a eu de très mauvais résultats. [...] On a fait des tiers de rendement. C'était un peu dû au fait qu'on ait trop travaillé les terres. » (A5, mai 2025)

À l'inverse, A4 se distingue par le maintien d'un travail du sol extrêmement limité, choix fortement contraint par la pression exercée par les sangliers, ce qui l'oblige à développer des alternatives reposant sur une observation fine des parcelles :

« En travaillant deux centimètres, on casse la galerie des vers de terre [...] et ça attire les sangliers. » (A4, juillet 2025)

Par ailleurs, la certification biologique apparaît comme un levier important pour renforcer les autres piliers de l'AC, notamment à travers la diversification des cultures, l'allongement des rotations et la réflexion approfondie autour des couverts végétaux. A3 explique l'attention particulière portée au choix des espèces de couverts :

« Au niveau des couverts, on regarde d'autant plus à avoir des plantes qui tiennent bien le coup. Quand on choisit les espèces, on se renseigne toujours très bien pour être sûr que, par exemple, "ce trèfle-là ne va pas reprendre du pied". » (A3, novembre 2025)

Plusieurs agriculteurs soulignent que le bio facilite l'accès à de nouveaux débouchés, permettant d'intégrer un plus grand nombre de cultures dans les rotations (A5, A2, A3). A2 explique ainsi avoir considérablement allongé ses rotations depuis son passage en bio :

« Ma rotation maintenant, c'est 8-9 ans avec des cultures différentes. » (A2, juillet 2025)

Ces rotations plus longues permettent notamment de « diluer » l'impact des cultures nécessitant un travail du sol plus intensif, en les alternant avec des cultures plus compatibles avec l'ABC.

« Certaines cultures sont très compliquées à faire en conservation des sols, et on ne va pas s'arrêter de les manger. Mais avoir un panel de cultures différentes, des rotations longues, permet de réduire l'impact. » (A3, novembre 2025)

« C'est possible pour toutes les cultures, mais pas chaque année et pas à n'importe quel moment. Il y a des cultures qui vont bien en ABC, comme le colza. » (A5, mai 2025)

Chez les agriculteurs du groupe 2 (A5 et A6), le fait d'avoir adopté directement l'ABC semble avoir favorisé, dès le départ, une réflexion approfondie sur les rotations et les couverts, perçus comme des leviers essentiels pour faire face aux contraintes techniques et environnementales :

« Les rotations de culture, oui. Les rotations en bio, ça, on a compris depuis longtemps, les longues rotations. Et trouver les bonnes successions de cultures, c'est bien aussi. Le fait d'avoir des légumineuses dans la rotation, ça facilite bien les choses. » (A5, mai 2025)

« Dans l'interculture, clairement, là, on voit que ça a un impact sur la biodiversité. » (A6, juin 2025)

La posture des agriculteurs dans la transition vers l'ABC

La posture des agriculteurs engagés dans une transition vers l'agriculture biologique de conservation se caractérise par une forte capacité d'adaptation, une remise en question permanente de leurs pratiques et une volonté marquée d'expérimenter. Loin d'un modèle figé, leur démarche repose sur l'observation fine des parcelles, la compréhension des processus biologiques et l'ajustement continu des techniques culturales.

« On évolue en permanence, ce n'est pas... on ne fait pas chaque fois la même chose. C'est un peu le problème en agriculture : si on réussit une année avec une formule, on la reproduit l'année suivante et ça ne marche pas. » (A2, juillet 2025)

Chez A1, l'attachement fort au non-labour structure profondément sa posture. La contrainte que représente, à ses yeux, le recours accru au travail du sol en agriculture biologique l'a conduit à explorer des solutions alternatives, parfois en marge des références techniques dominantes. Il s'intéresse ainsi à des approches comme l'homéopathie ou la biodynamie, dans l'espoir de préserver la vie du sol tout en limitant les interventions mécaniques :

« Ce qui m'ennuie dans le bio, c'est que je dois trop travailler mon sol (...) et donc j'espère trouver dans l'homéopathie, tout ça, la solution. » (A1, juin 2025)

Ces méthodes ne font toutefois pas l'unanimité. A7, par exemple, se montre très sceptique à leur égard, qualifiant ces produits de « poudre de perlimpinpin », ce qui illustre la diversité des postures au sein même de ce groupe d'agriculteurs engagés dans l'ABC.

Plus largement, on observe chez plusieurs agriculteurs une posture critique vis-à-vis du modèle agricole conventionnel et de certaines normes techniques dominantes. Très présents sur leurs parcelles, attentifs à la dynamique des sols et à la cohérence globale de leur système, ils remettent en question une agriculture qu'ils jugent trop dépendante des intrants et orientée vers une logique de rendement plutôt que de rentabilité.

« On te pousse à mettre des produits. Même si tu ne gagnes rien, on te pousse à les mettre parce que tu fais plus de kilos. » (A7, juin 2025)

Dans cette perspective, la recherche d'autonomie économique apparaît comme un levier central de l'innovation. La réduction des charges, notamment liées aux intrants, accroît la marge de manœuvre des agriculteurs et leur permet d'expérimenter des pratiques plus cohérentes avec leurs convictions, comme l'illustrent les trajectoires de A4, A1 et A7.

Cette logique d'autonomie économique est poussée à un niveau supplémentaire dans les cas de A1, qui a ouvert sa propre boulangerie pour commercialiser les produits issus de sa production de céréales, et A3, qui a développé de manière indépendante une filière biologique avec des collègues agriculteurs :

« Maintenant, j'ai quand même un panel de cultures différentes, très grand. Ici, je me suis associé avec 3 amis et on cultive maintenant du quinoa, des lentilles, des pois chiches. Voilà, c'est quelques cultures pour lesquelles on va jusqu'au bout de la chaîne, on les emballe en petits sachets, on vend ça dans les magasins de proximité. Ça demande beaucoup de travail, beaucoup de temps, beaucoup d'énergie. [...] parce qu'en dehors de la partie culture, y a aussi toute la partie commercialisation, stockage, et cetera, et donc c'est pour ça que finalement on s'est associé à 4. » (A3, novembre 2025)

Certains agriculteurs relèvent tout de même ce qu'ils perçoivent comme des incohérences perçues par rapport au cahier des charges de l'agriculture biologique :

« Si jamais on met de la fumure organique pour que la plante ait à manger, on est hors-la-loi (...) alors qu'à côté on peut pulvériser de l'engrais synthétique. » (A7, juin 2025)

Tous les agriculteurs interrogés soulignent un dilemme central entre les principes de l'AC et de l'AB : préserver la vie du sol en limitant le travail ou éviter les intrants chimiques au prix d'interventions mécaniques plus fréquentes. Certains, comme A3, prônent un équilibre pragmatique, tandis que d'autres, comme A1 ou A7, considèrent la réintroduction du travail du sol comme contradictoire avec leurs convictions.

« Votre label bio, vous avez oublié de parler de la vie du sol. » (A1, juin 2025)

La place de l'accompagnement et des réseaux dans la transition ABC

L'accompagnement technique et l'inscription dans des réseaux agricoles jouent un rôle central dans la transition vers l'ABC. Aucun des agriculteurs interrogés n'évolue de manière isolée : tous s'appuient, à des degrés divers, sur des échanges avec leurs pairs, des formations spécifiques et des dispositifs collectifs pour construire et ajuster leurs pratiques.

« Je fais partie d'un groupement d'agriculteurs bio et c'est vrai qu'on organise quand même 6 à 8 réunions par an avec toutes des thématiques différentes. Parfois c'est un exposé d'un

conférencier qui vient, parfois c'est un tour de champ pour aller voir l'expérience d'un ou l'autre. Donc voilà, ça a quand même été fort, fort, fort intéressant, surtout au début. » (A3, novembre 2025)

« Chez TMCE (Technique Minérale de Culture et d'Élevage), ils font plusieurs réunions au printemps et parfois à l'automne. On va dans les champs, on fait un trou et on étudie le sol avec eux. Ils ont aussi fait une plateforme avec toutes sortes d'essais justement pour mettre le moins ou pas du tout de fongicides et tout ça. » (A1, juin 2025)

Les réseaux entre agriculteurs, soit créé de façon indépendante, soit à travers les collectifs (CUMA, groupes techniques, coopératives), permettent de mutualiser connaissances et outils et d'adapter le matériel aux exigences de l'ABC, jouant un rôle clé dans l'échange de ressources.

« Et alors, autour de chez moi, il y a deux, trois poulaillers bio, dont les agriculture ne sont pas bio. Donc les fumiers des poules pondeuses bio ne peuvent pas aller sur sa terre. Donc ils sont obligés de les mettre chez un agriculteur bio. Donc moi, je les prends. » (A7, juin 2025)

« Entre autres, cette année-ci, certains agriculteurs du groupe d'échange ont investi dans un matériel spécifique et bien, j'en ai profité et je l'ai utilisé. Donc, si je n'avais pas été dans le groupe, je n'aurais pas été au courant de la disponibilité de ce nouveau matériel. » (A2, juillet 2025)

« Notre groupe ABC est lié au CRA de Gembloux. On est une team, ça fait déjà quelques années. C'était Laurent Jamart qui s'en occupait et maintenant, qu'il a pris sa retraite, il y a deux jeunes femmes qui s'occupent du truc. En tout cas, c'est enrichissant. Quand on voit des agriculteurs qui réussissent des belles choses, c'est encourageant. » (A5, mai 2025)

Farm For Good (coopérative belge de promotion des pratiques agricoles durables) est également mise en avant par les agriculteurs comme étant une structure importante de soutien dans la démarche ABC, notamment par le prisme de sa mise en place de filière spécifique :

« Si je commence à réussir à faire pousser de la moutarde là-dedans, j'aurai un débouché car Farm For Good seront contents de m'avoir dans l'histoire parce que, si à un moment j'y arrive, eux vont récupérer ma production et le mettre dans leur cahier des charges. [...] Mais ces gens-là sont venus me voir car ça les intéresse » (A4, juillet 2025)

Pour A7, l'existence de ces collectifs revêt également un caractère important de transmission de ses propres connaissances et motivations aux générations futures d'agriculteurs :

« Moi, j'ai 66 ans, donc ma carrière est finie. J'y vais pour encourager les jeunes, pour parler, pour encourager les associations. Et après, je vous dis, je parle et on fait la réunion. Et après, on parle un peu de tout, de tout et de rien. » (A7, juin 2025)

Pour dresser un panorama complet des relations avec les autres agriculteurs et structures, il convient de noter leur ambivalence. Les échanges entre pairs engagés dans des démarches similaires sont généralement positifs, tandis que les relations avec des voisins conventionnels peuvent se révéler être conflictuelles. A7 mentionne notamment des tensions liées aux représentations du bio, perçu par certains comme une contrainte ou une menace :

« Il y a des voisins que ça embête que je sois en bio (...) la biodiversité, c'est bien, mais pas chez eux. » (A7, juin 2025)

En définitive, la transition vers l'ABC apparaît indissociable d'un accompagnement multiple, combinant réseaux de pairs, formations, partenariats économiques et dispositifs collectifs. Ces formes d'accompagnement renforcent la capacité des agriculteurs à expérimenter, à relativiser les échecs et à maintenir leurs pratiques malgré les contraintes techniques, économiques et sociales rencontrées.

Discussion

Ce mémoire avait pour but d'analyser les trajectoires de transition vers l'agriculture biologique de conservation (ABC) en Wallonie, en combinant une approche quantitative, fondée sur l'analyse d'itinéraires techniques, et une approche qualitative, reposant sur des entretiens approfondis avec les agriculteurs.

Deux objectifs principaux structuraient ce travail. Le premier visait à situer les pratiques de l'ABC par rapport à celles de l'agriculture biologique (AB) et de l'agriculture de conservation (AC), afin de mieux caractériser ce système hybride au regard de ses références techniques. Le second objectif consistait à identifier les éléments clés des trajectoires de transition vers l'ABC, en analysant les motivations des agriculteurs, les freins rencontrés, ainsi que les leviers mobilisés pour faire face aux contraintes propres à ce système.

Pratiques et trajectoires : approche quantitative et qualitative

Concernant les pratiques agricoles, l'analyse quantitative met en évidence une forte variabilité au sein des systèmes ABC, tout en faisant ressortir certaines tendances générales. Les parcelles en ABC présentent en moyenne une intensité de travail du sol inférieure à celle observée en AB, tout en restant supérieure à celle des systèmes en AC. Cette position intermédiaire traduit une recherche de compromis techniques, en particulier pour la gestion des adventices sans recours aux herbicides, comme l'ont également souligné les agriculteurs lors des entretiens. Aucune tendance claire ne se dégage concernant la couverture des sols, celle-ci apparaissant très variable d'une parcelle à l'autre. En revanche, l'ABC se distingue plus nettement de l'AB et de l'AC par des stratégies de diversification des cultures, notamment à travers les associations de cultures, ainsi que par une gestion spécifique de la fertilisation azotée.

L'hétérogénéité des résultats en ABC ne se limite pas aux différences entre exploitations. En effet, lorsque plusieurs parcelles sont étudiées au sein d'une même ferme, des variations parfois marquées apparaissent entre les scores des différentes variables.

L'analyse en composantes principales (ACP) permet d'identifier une zone du plan factoriel correspondant à ce qui a été qualifié d' « ABC optimal » (Figure 2). Cette zone est caractérisée par des systèmes combinant l'absence d'intrants de synthèse, une réduction marquée de l'intensité et de la profondeur du travail du sol, une forte diversification des cultures, une couverture quasi permanente des sols et une gestion intégrée de la fertilité reposant largement sur les légumineuses. Deux parcelles de l'échantillon se positionnent clairement dans cette configuration : A6 et A4.

Par ailleurs, les résultats qualitatifs révèlent une posture commune chez les agriculteurs engagés en ABC, marquée par une forte capacité d'adaptation, une démarche expérimentale et une remise

en question constante des pratiques ainsi que du fonctionnement global du système de production. L'analyse qualitative met toutefois en évidence deux types de trajectoires selon l'origine de l'ABC : un premier groupe effectue une transition directe vers l'ABC en une seule étape, tandis qu'un second groupe amorce une transition progressive, passant d'abord par l'agriculture de conservation avant d'adopter l'ABC plusieurs années plus tard.

L'AC comme catalyseur vers l'ABC

La dynamique de transition observée chez les agriculteurs ayant transité de l'AC vers l'ABC confirme les observations de Vankeerberghen & Stassart (2016). En effet, pour ces agriculteurs, la première transition vers l'AC constitue souvent une étape clé. L'arrêt du labour et l'évolution progressive des pratiques modifient la perception du sol et favorisent une sensibilité aux processus biologiques, semblant facilité par la suite l'engagement dans la certification biologique.

Cette évolution du regard porté sur le sol est particulièrement marquée chez certains agriculteurs, notamment A4, qui identifie explicitement l'activité biologique du sol, les interactions cultures-adventices et le rôle des couverts comme des éléments centraux du fonctionnement et de la régulation du système. Ce changement de représentation n'est toutefois ni systématique ni uniforme et peut rester partiel selon les trajectoires.

En analysant les informations recueillies lors des entretiens avec les agriculteurs sous le prisme de la théorie de l'insularisation de Vankeerberghen & Stassart (2016), l'ABC peut apparaître comme une continuité qui permet de s'affranchir encore plus des logiques du régime dominant, accentuant le détachement de ces agriculteurs du système conventionnel. Cette tendance est corroborée par le discours des agriculteurs, qui témoignent d'un ras-le-bol vis-à-vis du système conventionnel et d'une volonté de s'émanciper des pratiques traditionnelles (A4, A1, A7).

L'AB comme catalyseur des piliers 2 et 3 de l'AC

L'un des obstacles majeurs rencontrés par les agriculteurs lors du passage à l'agriculture biologique pour les exploitations pratiquant déjà le non-labour réside dans la présence d'adventices, qui complique la conduite des cultures lorsque le travail du sol est limité. Cela dit, lorsque les agriculteurs estiment que les bénéfices de l'agriculture biologique surpassent les coûts liés à la gestion des adventices, l'adoption de la certification bio joue un rôle indirect dans l'application des deuxième et troisième piliers de l'ABC, renforçant la cohérence globale du système.

Le couvert

L'adoption de la certification biologique apparaît comme un levier déterminant pour encourager l'installation et le maintien de couverts végétaux sur les parcelles ABC. Les exigences liées au bio obligent les agriculteurs à s'engager dans une gestion plus rigoureuse de la fertilité et de la

biodiversité des sols, ce qui se traduit par une attention accrue portée à la durée et à la composition des couverts. Les analyses quantitatives montrent que, bien que le nombre moyen de jours de couverture en ABC soit globalement comparable à celui des parcelles AB, la variabilité est beaucoup plus importante, révélant des pratiques diversifiées et une adaptation aux contraintes locales. Cette diversité s'explique en partie par les trajectoires des agriculteurs : ceux ayant amorcé directement la transition vers l'ABC (A5 et A6) intègrent dès le départ les couverts comme un élément central de la gestion des rotations et de la fertilité.

Par ailleurs, les entretiens indiquent que pour certains agriculteurs (A7, A2), la pratique des couverts existait déjà avant le passage au non-labour, mais la certification biologique a permis de systématiser cette pratique. Cette systématisation s'accompagne également d'une réflexion stratégique sur les rotations, permettant de « diluer » l'impact des cultures nécessitant un travail du sol plus intensif et d'améliorer la compatibilité des cultures avec les principes de l'ABC, comme le notait A5.

Ainsi, la conversion à la certification biologique dépasse le simple cadre réglementaire : elle encourage et structure la mise en place systématique des couverts végétaux.

La diversification

Les résultats indiquent que, chez les agriculteurs pratiquant déjà le non-labour, l'engagement dans la certification biologique peut favoriser une prise en compte accrue du troisième pilier de l'ABC, à savoir la diversification des cultures, sans toutefois conduire à une application homogène de ce principe. Sur le plan quantitatif, l'analyse a ainsi mis en évidence une forte hétérogénéité des pratiques en ABC : certaines parcelles présentent un recours très limité, voire nul, aux associations de cultures, tandis que d'autres affichent les niveaux de diversification les plus élevés de l'échantillon.

Sur le plan qualitatif, l'entrée dans le cadre de la certification biologique agit parfois comme un déclencheur, en renforçant la nécessité agronomique et économique de diversifier les rotations. Plusieurs agriculteurs soulignent que le bio facilite l'accès à de nouveaux débouchés, rendant possibles des cultures peu valorisables en conventionnel et encourageant l'allongement des rotations. Cette diversification apparaît alors comme une réponse fonctionnelle aux contraintes du non-labour en bio, notamment pour la gestion des adventices, la fertilité azotée et la réduction des interventions mécaniques. Ainsi, le passage au bio ne se limite pas à un changement de cahier des charges, mais contribue à inscrire les exploitations déjà engagées en non-labour dans une dynamique cohérente de diversification, caractéristique des systèmes en ABC.

ABC et pratiques agroécologiques

L'ensemble des résultats met en évidence des trajectoires de transition progressives et fortement contextualisées, qui semblent s'inscrire dans les cadres conceptuels de l'agroécologie. Cette inscription apparaît de manière particulièrement nette à l'analyse des récits de transition des agriculteurs engagés dans une transition directe vers l'ABC, pour lesquels ce système est explicitement mobilisé comme un levier permettant d'approfondir une démarche agroécologique.

Les résultats montrent que le couplage des exigences de la certification biologique avec les principes de l'agriculture de conservation conduit les agriculteurs à explorer un ensemble de pratiques visant à répondre aux contraintes techniques, en particulier la gestion des adventices, identifiée comme le principal frein à la transition vers le non-labour (Peigné, 2018). Les entretiens et l'analyse des itinéraires techniques mettent en évidence une diversité de pratiques largement cohérentes avec les principes agroécologiques définis par Wezel et al. (2014), telles que la réduction du travail du sol, le choix variétal, l'allongement et la diversification des rotations, l'association de cultures, la mise en place de couverts vivants et, dans le cas de l'agriculteur A5, l'agroforesterie.

Si la mise en place de l'ABC peut parfois s'inscrire dans des logiques d'efficience ou de substitution, les résultats suggèrent qu'elle constitue le plus souvent un levier de reconception des systèmes de culture. Les trajectoires observées correspondent ainsi à des niveaux plus avancés de transition agroécologique au sens de Gliessman (2016), caractérisés par une réflexion autour de tout le système de culture et avec une attention portée sur le rôle fonctionnel des espèces introduites dans les rotations et les intercultures. Cette dynamique se traduit notamment par une intégration renforcée des légumineuses, associée à une réduction de l'usage des engrais azotés. Ces évolutions témoignent d'une reconception des systèmes fondée sur les processus biologiques plutôt que sur les apports externes.

Cette dynamique de reconception se manifeste également, dans deux exploitations de l'échantillon, par la mise en place de couverts ou de prairies permanentes et par l'intégration de l'élevage. Dans certains cas, la reconception dépasse le seul système de culture pour toucher l'organisation globale de l'exploitation. C'est notamment le cas chez A1, avec la création d'une boulangerie à la ferme, ou chez A3, qui a participé à la mise en place d'une filière locale de valorisation des productions, correspondant à un niveau 4 de transition au sens de Gliessman (2016).

Entre substitution et reconception : une logique de transition hétérogène

Les résultats font également écho aux typologies de transition décrites par P. Cassart (2021) et M. Ferdinand (2020). Certaines exploitations s'inscrivent principalement dans une logique de « substitution mécanique », caractérisée par un recours important au travail du sol pour la gestion des adventices, souvent associé à des cultures nécessitant des interventions mécaniques fréquentes. Les exploitations de A3 et A5, et dans une certaine mesure celle de A2, s'apparentent à ce type de trajectoire, comme le suggèrent les valeurs élevées de STIR observées sur leurs parcelles.

À l'inverse, deux trajectoires (A4 et A6) relèvent davantage d'une logique de « reconception par l'élevage », dans laquelle l'intégration de l'élevage joue un rôle central dans la gestion de la fertilité, la valorisation des couverts et la diversification économique de l'exploitation. Certains agriculteurs sans bétail (A1, A7) soulignent d'ailleurs les difficultés liées à l'accès à la fumure organique et à la mise en place de rotations longues intégrant des prairies temporaires.

Les systèmes des agriculteurs A4 et A6 se distinguent dans l'analyse quantitative par leur proximité avec la zone d'« ABC optimal », combinant faible intensité de travail du sol, forte diversification et couverture quasi permanente des sols. Entre ces deux pôles, la majorité des exploitations se situent dans des trajectoires hybrides, illustrant une fois de plus le caractère progressif, non linéaire et hétérogène des transitions vers l'ABC. Ces résultats confirment la conclusion de M. Ferdinand (2020) quant au rôle structurant de l'élevage dans la mise en place de l'ABC (A4 et A6 sont justement les deux exploitations pratiquant l'élevage).

Il convient toutefois de souligner qu'une trajectoire dominée par une logique de substitution mécanique n'exclut pas nécessairement des formes de reconception à d'autres niveaux du système. L'exemple de A3 illustre cette complexité : bien que son système repose fortement sur le travail du sol, il s'inscrit parallèlement dans une dynamique de reconception socio-économique à travers la création d'une filière locale.

Discussion critique de la méthodologie

Intérêts et apports de la démarche méthodologique

L'un des principaux atouts méthodologiques de ce travail réside dans l'usage d'une démarche de triangulation, combinant des données quantitatives issues des itinéraires techniques et des données qualitatives provenant d'entretiens approfondis avec les agriculteurs. Cette approche permet de croiser les perspectives, de renforcer la robustesse des résultats et de faire émerger des éléments de compréhension qui ne seraient pas accessibles par une seule méthode (Clarke & Braun, 2013; Hussein, 2009). La confrontation des pratiques observées avec les discours des

agriculteurs a ainsi permis de nuancer l'interprétation des résultats et de mieux saisir les logiques sous-jacentes aux choix techniques.

Le recours à des entretiens semi-directifs s'est imposé comme un choix cohérent au regard des objectifs de ce mémoire, offrant à la fois une souplesse dans le déroulement des rencontres et dans le traitement des thèmes, tout en permettant de faire émerger ponctuellement des éléments clés du parcours des agriculteurs. Cette approche s'inscrit ainsi dans une méthodologie proche du "récit de vie" et est largement reconnue dans les études portant sur les trajectoires de transition et les processus de changement en agriculture, en raison de sa capacité à appréhender la multi-dimensionnalisation des décisions – techniques, économiques, sociales et symboliques – et à identifier les bifurcations dans les parcours professionnels (Fiorelli et al., 2014; Kaufmann & Cardon, 1996). Le fait de laisser une place importante à la parole des agriculteurs a permis de faire émerger des motivations profondes, des valeurs et des représentations du sol et du métier, qui jouent un rôle central dans l'engagement vers l'ABC.

Sur le plan quantitatif, la construction d'indicateurs synthétiques à partir des itinéraires techniques a permis de comparer objectivement des systèmes hétérogènes et de positionner l'ABC par rapport à l'AB et à l'AC. L'utilisation de variables inspirées des travaux de M. Ferdinand (2024), initialement développées pour l'agriculture de conservation, apparaît pertinente dans la mesure où elle permet de situer l'ABC dans une continuité technique et conceptuelle avec l'AC. L'ajout d'autres indicateurs, choisis pour caractériser l'utilisation des intrants, a permis d'intégrer la dimension biologique et de constituer une base cohérente d'indicateurs pour comparer les trois systèmes.

Enfin, la collaboration avec la structure Fab4Farming a constitué un avantage méthodologique important, en offrant un accès à un volume conséquent de données d'itinéraires techniques, ainsi qu'à un accompagnement technique facilitant la compréhension et l'interprétation de ces données. Cette collaboration a permis de limiter le temps consacré à la collecte des données et de se concentrer davantage sur leur analyse et la réalisation des entretiens.

Limites méthodologiques et points de vigilance

Malgré ces apports, plusieurs limites doivent être soulignées. Tout d'abord, la taille relativement réduite de l'échantillon constitue une contrainte importante. Si elle est cohérente avec une approche exploratoire et qualitative, elle limite la portée généralisable des résultats. En particulier, l'intégration d'un plus grand nombre d'exploitations en agriculture de conservation aurait permis d'affiner les comparaisons entre AC, AB et ABC, et de mieux situer l'ABC sur le gradient des systèmes de culture. Par ailleurs, l'échantillon ne comprend aucun agriculteur ayant effectué une transition directe de l'AB vers l'ABC. Inclure ce type de trajectoire aurait enrichi l'analyse en permettant d'observer comment les composantes de la transition se structurent indépendamment du point de départ initial, offrant ainsi une vision plus complète des dynamiques de passage vers l'ABC.

La durée relativement courte des séquences culturales analysées constitue une autre limite majeure. Les itinéraires techniques ne couvrent pas l'intégralité des rotations mises en œuvre par les agriculteurs, alors même que ceux-ci soulignent, lors des entretiens, l'importance de rotations longues et diversifiées dans leurs stratégies. Cette contrainte temporelle peut conduire à une sous-estimation de certaines pratiques, notamment en matière de diversification ou d'intégration des légumineuses, et à une atténuation des contrastes entre l'ABC et l'AB.

Par ailleurs, bien que l'accès aux données via FAB4Farming ait facilité le travail, l'exhaustivité des fichiers Excel s'est révélée variable. Certaines informations manquantes ont conduit à l'exclusion de certaines variables ou à la formulation d'hypothèses, notamment pour la caractérisation des couverts végétaux. Ces choix méthodologiques, bien qu'explicités et justifiés, introduisent une part d'incertitude dans l'analyse et invitent à interpréter les résultats avec prudence.

La construction de certaines variables constitue également un point de discussion. Si les indicateurs retenus apparaissent globalement pertinents pour caractériser les systèmes ABC, il aurait été intéressant de disposer d'indicateurs permettant de mieux discriminer les pratiques d'utilisation des intrants au sein des systèmes AB et ABC, sans introduire une différenciation trop binaire liée à la certification. L'absence de telles variables limite la finesse de l'analyse des exploitations ABC, notamment pour certaines exploitations comme A5 et A3.

Concernant l'approche qualitative, le recours à des entretiens réalisés par appel téléphonique, bien qu'il ait offert une grande flexibilité organisationnelle, peut être considéré comme moins optimal qu'un entretien en présentiel. L'absence de contact direct avec le terrain et les pratiques peut limiter la richesse des échanges et la capacité à capter certains éléments non verbaux ou contextuels.

Un point méthodologique particulièrement important concerne la sélection de l'échantillon. Celui-ci repose sur la méthode de caractérisation de l'ABC utilisée par Fab4Farming, elle-même inspirée des travaux de Braibant et Morelle (2019). Cette méthode s'appuie largement sur les déclarations des agriculteurs, notamment concernant l'intensité du travail du sol. Or, les entretiens ont montré que ces déclarations peuvent parfois être biaisées par des perceptions subjectives, certains agriculteurs ayant l'impression de peu travailler le sol alors que les itinéraires techniques révèlent une intensité non négligeable. Ce biais déclaratif constitue une limite importante et souligne l'intérêt de croiser systématiquement les discours avec des données objectivées.

Pistes d'amélioration et perspectives méthodologiques

Plusieurs pistes pourraient être envisagées pour améliorer ou approfondir cette méthodologie dans de futurs travaux. L'élargissement de l'échantillon, tant en nombre d'exploitations qu'en diversité de systèmes (notamment en AC), permettrait de renforcer la robustesse statistique des analyses et d'affiner les typologies de trajectoires.

Un suivi longitudinal plus long des itinéraires techniques, couvrant des rotations complètes, offrirait une vision plus fidèle des stratégies mises en œuvre et permettrait de mieux évaluer les effets des pratiques agroécologiques dans le temps. De même, une collecte de données plus standardisée et exhaustive faciliterait la construction d'indicateurs plus fins, notamment concernant les couverts végétaux et la gestion des intrants.

Enfin, une piste méthodologique prometteuse consisterait à utiliser les résultats de l'ACP comme base pour la construction des groupes d'analyse. Une classification des exploitations à partir de leur positionnement sur le plan factoriel permettrait de constituer des groupes d'ABC plus homogènes sur le plan des pratiques, indépendamment des catégories a priori.

Enfin, de manière plus globale, il serait intéressant de mobiliser cette richesse d'expériences pour accompagner les agriculteurs – qu'ils soient en AB, AC ou conventionnel – souhaitant se lancer dans l'ABC mais freinés par des craintes, des idées reçues ou d'autres obstacles. L'organisation de focus groupes réunissant des agriculteurs expérimentés et d'autres en phase de réflexion pourrait favoriser le partage de savoirs et d'expériences. Une telle démarche s'inscrit pleinement dans une logique d'action participative et collaborative.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif d'analyser les trajectoires de transition vers l'agriculture biologique de conservation des sols en Wallonie, en s'intéressant aux modalités concrètes de mise en œuvre de ce système ainsi qu'aux facteurs influençant ces trajectoires, en particulier les leviers et les freins rencontrés par les agriculteurs engagés dans cette démarche.

L'analyse des itinéraires techniques a permis de situer l'agriculture biologique de conservation par rapport à l'agriculture de conservation des sols et à l'agriculture biologique, tout en mettant en évidence une forte hétérogénéité des pratiques au sein des systèmes ABC. Malgré cette diversité, l'analyse statistique montre que les groupes AC, AB et ABC se distinguent de manière significative, confirmant la spécificité technique et agronomique de l'ABC.

Par ailleurs, l'analyse des entretiens met en évidence deux principales stratégies de transition vers l'ABC. La première repose sur un passage direct depuis l'agriculture conventionnelle, s'inscrivant dans une vision globale de l'agroécologie, l'ABC étant mobilisée comme un levier pour mettre en œuvre des pratiques plus agroécologiques. La seconde, plus progressive, consiste en une transition en deux étapes, avec une phase intermédiaire en agriculture de conservation visant l'amélioration de la structure et de la biodiversité des sols avant l'adoption de l'ABC. Cette trajectoire s'accompagne d'une évolution progressive des représentations et des pratiques agricoles.

Les motivations à l'origine de ces trajectoires sont multiples et souvent combinées. Elles relèvent à la fois d'une prise de conscience environnementale, d'une volonté de revenir à des pratiques agricoles perçues comme plus « pures », de la recherche d'une réduction des coûts liés aux intrants et au travail du sol, ainsi que de l'influence des collectifs et des structures d'accompagnement engagés dans l'ABC. À l'inverse, les principaux freins identifiés concernent les risques agronomiques associés aux premières années de production biologique, l'incertitude quant aux performances techniques et aux rendements, ainsi que certaines contraintes du cahier des charges de l'agriculture biologique, parfois perçues comme peu adaptées aux réalités de terrain. Malgré ces difficultés, l'ensemble des agriculteurs rencontrés exprime une satisfaction globale vis-à-vis de leur engagement en ABC et n'envisage pas de retour en arrière. Bien qu'ils reconnaissent les contraintes propres à ce système, ils se montrent suffisamment convaincus pour accepter certains compromis et développer des solutions innovantes.

Les deux axes de cette étude mettent en évidence le potentiel de l'ABC à ancrer les agriculteurs dans des pratiques plus agroécologiques et à les engager dans des dynamiques de reconception des systèmes de culture. L'ABC apparaît ainsi comme un levier pertinent pour amorcer des transitions agricoles profondes, dépassant le simple changement de techniques pour interroger les finalités et les logiques de production.

Cette étude invite donc à réfléchir aux conditions favorables à l'adoption durable de ce type de systèmes : soutien collectif, accompagnement technique et adaptation aux contraintes locales. La diversité d'expériences mise en évidence dans ce travail constitue une richesse précieuse, pouvant être mobilisée pour accompagner les agriculteurs intéressés par l'ABC, par exemple à travers des focus groupes participatifs, afin de faciliter les transitions et de renforcer le partage de connaissances et de savoir-faire.

Bibliographie

- Armengot, L., Berner, A., Blanco-Moreno, J. M., Mäder, P., & Sans, F. X. (2015). Long-term feasibility of reduced tillage in organic farming. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 339-346. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0249-y>
- Aune, J. B. (2012). Conventional, Organic and Conservation Agriculture : Production and Environmental Impact. In E. Lichtfouse (Éd.), *Agroecology and Strategies for Climate Change* (p. 149-165). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1905-7_7
- Beach, H. M., Laing, K. W., Walle, M. V. D., & Martin, R. C. (2018). The Current State and Future Directions of Organic No-Till Farming with Cover Crops in Canada, with Case Study Support. *Sustainability*, 10(2), 373. <https://doi.org/10.3390/su10020373>
- Beaudelot, A., Henrotte, B., & Biowallonie. (2017, janvier). Protection des cultures en agriculture biologique. *Itinéraire BIO, Le magazine de tous les acteurs du bio*, 32.
- Best, H. (2008). Organic agriculture and the conventionalization hypothesis : A case study from West Germany. *Agriculture and Human Values*, 25(1), 95-106. <https://doi.org/10.1007/s10460-007-9073-1>
- Boeraeve, F., Dendoncker, N., Cornélis, J.-T., Degruene, F., & Dufrêne, M. (2020). Contribution of agroecological farming systems to the delivery of ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 260, 109576. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109576>
- Boeraeve, F., Vialatte, A., Sirami, C., Caro, G., Thenard, J., Francis, F., & Dufrêne, M. (2022). Combining organic and conservation agriculture to restore biodiversity? Insights from innovative farms in Belgium and their impacts on carabids and spiders. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1003637>
- Boivin, P. (Éd.). (2024). Concilier agriculture et biodiversité : La solution passe par le sol. In *Agronomie, écologie et innovation (TCS)*. Média et Agriculture.
- Braibant, J., & Morelle, M. (2018). *L'Agriculture de Conservation en Wallonie : Diversité et verrouillages* [Université Catholique de Louvain]. <https://hdl.handle.net/2078.2/7329>

- Cabell, J., & Oelofse, M. (2012). An Indicator Framework for Assessing Agroecosystem Resilience. *Ecology and Society*, 17(1). <https://doi.org/10.5751/ES-04666-170118>
- Casagrande, M., Peigné, J., Payet, V., Mäder, P., Sans, F. X., Blanco-Moreno, J. M., Antichi, D., Bàrberi, P., Beeckman, A., Bigongiali, F., Cooper, J., Dierauer, H., Gascoyne, K., Grosse, M., Heß, J., Kranzler, A., Luik, A., Peetsmann, E., Surböck, A., ... David, C. (2016). Organic farmers' motivations and challenges for adopting conservation agriculture in Europe. *Organic Agriculture*, 6(4), 281-295. <https://doi.org/10.1007/s13165-015-0136-0>
- Cassart, P. (2021). *Contrainte de la certification bio en Agriculture de Conservation en Wallonie dans un contexte de changements climatiques*. Université Catholique de Louvain.
- CBC Banque, & ISOP. (s. d.). *Les agriculteurs marchent-ils toujours sur la tête ?* CBC. Consulté 27 juin 2025, à l'adresse <https://www.cbc.be/entreprendre/fr/actualites/enquete-agri.html>
- Cellule d'Information Agriculture. (s. d.). *L'agriculture Bio en Wallonie*. Cellule d'Information Agriculture. <https://www.celagri.be/les-dossiers-celagri/>
- Cellule d'Information Agriculture. (2024, février 21). [Changement climatique] : Impacts de l'agriculture et sur l'agriculture ! *Celagri*. <https://www.celagri.be/changement-climatique-impacts-de-lagriculture-et-sur-lagriculture/>
- Cerf, M., Omon, B., Chantre, E., Guillot, M., Bail, M. L., Lamine, C., & Olry, P. (2010). Vers des systèmes économes en intrants : Quelles trajectoires et quel accompagnement pour les producteurs en grandes cultures. *Innovations Agronomiques*, 8, 105. <https://doi.org/10.17180/7ea7-1b38>
- Chaussebourg, L., Maughan, N., Visser, M., & Maréchal, K. (2025). Intermediary objects in transdisciplinary research : A podcast to foster alternative grain-to-bread chains in Wallonia. *Sustainability Science*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11625-025-01742-3>
- Christel, A., Maron, P., & Ranjard, L. (2022). Méta-analyse sur l'impact des modes de production agricole sur la qualité écologique du sol. *Étude et Gestion des Sols*, 29 Numéro spécial "20 ans du RMQS", 117.
- Clarke, V., & Braun, V. (2013). *Successful Qualitative Research : A Practical Guide for Beginners*.
- Climat.be. (2023, mars 28). *[Emissions des gaz à effet des serre] Émissions par secteur*. Climat.be, Le site belge pour une information fiable sur les changements climatiques.

<https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/emissions-des-gaz-a-effet-de-serre/emissions-par-secteur>

- Climat.be. (2024, février 21). *[Changements observés] Observation en Belgique*. Climat.be, Le site belge pour une information fiable sur les changements climatiques. <https://climat.be>
- Cnudde, C. (2022). La transmission des savoir-faire dans les fermes herbagères. *Pour*, 244(3), 48-54. <https://doi.org/10.3917/pour.244.0048>
- Cooper, J., Baranski, M., Stewart, G., Nobel-de Lange, M., Bàrberi, P., Fließbach, A., Peigné, J., Berner, A., Brock, C., Casagrande, M., Crowley, O., David, C., De Vliegheer, A., Döring, T. F., Dupont, A., Entz, M., Grosse, M., Haase, T., Halde, C., ... Mäder, P. (2016). Shallow non-inversion tillage in organic farming maintains crop yields and increases soil C stocks : A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0354-1>
- CRA-W. (s. d.). *ValCerWal*. Centre wallon de Recherches agronomiques. Consulté 26 juin 2025, à l'adresse <https://www.cra.wallonie.be/fr/valcerwal>
- CRA-W. (2024, mai 1). *ISAC+*. Centre wallon de Recherches agronomiques. <https://www.cra.wallonie.be/fr/isac>
- Devaux, C. (2016). *Résilience des services écosystémiques à l'échelle du paysage : Un cadre conceptuel et une analyse pour un socio-écosystème de montagne* [Phdthesis, Université Grenoble Alpes]. <https://theses.hal.science/tel-01325282>
- Dufrêne, M., & Maréchal, K. (2024). *ENVT3061—Agrobiodiversité, services écosystémiques et paysages [Support de cours]*. <https://www.programmes.uliege.be/cocoon/20242025/cours/ENVT3061-1.html>
- Duru, M., Fares, M., & Therond, O. (2014). Un cadre conceptuel pour penser maintenant (et organiser demain) la transition agroécologique de l'agriculture dans les territoires. *Cahiers Agricultures*, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.1684/agr.2014.0691>
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture : Trends and challenges* (FAO, Éd.). Food and Agriculture Organization (FAO). <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6583e>

- FAO. (2022). *Soils for nutrition : State of the art*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc0900en>
- FAO. (2023a). *Loss and damage and agrifood systems*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc8810en>
- FAO. (2023b). *Technical guidelines on soils for nutrition*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc5069en>
- FAO. (2024). *The State of Agricultural Commodity Markets 2024. Trade and nutrition : Policy coherence for healthy diets*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd2144en>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2025). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025. Addressing high food price inflation for food security and nutrition*. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. <https://doi.org/10.4060/cd6008en>
- Fares, M., Magrini, M.-B., & Triboulet, P. (2012). Transition agroécologique, innovation et effets de verrouillage : Le rôle de la structure organisationnelle des filières. *Cahiers Agricultures*, 21(1), 34-45 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0539>
- Farooq, M., & Siddique, K. H. M. (2015). Conservation Agriculture : Concepts, Brief History, and Impacts on Agricultural Systems. In M. Farooq & K. H. M. Siddique (Éds.), *Conservation Agriculture* (p. 3-17). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4_1
- Ferdinand, M. (2024). *The diversity of practices in conservation agriculture* [UCL - Université Catholique de Louvain]. <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:287412>
- Ferdinand, M., Bertin, P., & Baret, P. (2020). *Conservation Agriculture and glyphosate : Strategies, lock-ins and diversity in the Walloon Region*. 25th National Symposium for Applied Biological Sciences (NSABS). <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:226916>
- Fiorelli, C., Chaxel, S., & Moity Maïzi, P. (2014). Les récits de vie : Outils pour la compréhension et catalyseurs pour l'action. *¿ Interrogations ? Revue pluridisciplinaire de sciences humaines et sociales*, 17, 1-14.
- Fleury, P., Chazoule, C., & Peigné, J. (2014). Ruptures et transversalités entre agriculture biologique et agriculture de conservation. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, 339-340, Article 339-340. <https://doi.org/10.4000/economierurale.4247>
- Frimat, D., Fillon, C., Rochette, T., Blanchot, J., Dietrich, A., Ebrel, J. C., & Raynal, V. (2019, janvier). *Des idées pour transmettre—Si on restructurait les fermes?*

<https://www.civam.org/ressources/reseau-civam/type-de-document/dossiers-thematiques/des-idees-pour-transmettre-si-on-restructurait-les-fermes/>

- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Gemtou, M., Kakkavou, K., Anastasiou, E., Fountas, S., Pedersen, S. M., Isakhanyan, G., Erekalov, K. T., & Pazos-Vidal, S. (2024). Farmers' Transition to Climate-Smart Agriculture: A Systematic Review of the Decision-Making Factors Affecting Adoption. *Sustainability*, 16(7), 2828. <https://doi.org/10.3390/su16072828>
- Gliessman, S. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187-189. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>
- Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrn, T., Goulson, D., & Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12, 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hass, A. L., Kormann, U. G., Tschardt, T., Clough, Y., Baillod, A. B., Sirami, C., Fahrig, L., Martin, J.-L., Baudry, J., Bertrand, C., Bosch, J., Brotons, L., Burel, F., Georges, R., Giralt, D., Marcos-García, M. Á., Ricarte, A., Siriwardena, G., & Batáry, P. (2018). Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1872), 20172242. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2242>
- Hatt*, S., Artru*, S., Brédart, D., Lassois, L., Francis, F., Haubruge, É., Garré, S., Stassart, P. M., Dufrêne, M., Monty, A., & Boeraeve, F. (2016). Towards sustainable food systems: The concept of agroecology and how it questions current research practices. A review. *BASE*, 215-224. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.12997>
- Hill, S., & MacRae, R. (1996). Conceptual Framework for the Transition from Conventional to Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture - J SUSTAINABLE AGR*, 7, 81-87. https://doi.org/10.1300/J064v07n01_07

- Hinrichs, C. C. (2014). Transitions to sustainability : A change in thinking about food systems change? *Agriculture and Human Values*, 31(1), 143-155. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9479-5>
- HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security* (No. 14; p. 191). <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1242141/>
- Hussein, A. (2009). The use of Triangulation in Social Sciences Research : Can qualitative and quantitative methods be combined? *Journal of Comparative Social Work*, 4, 106-117. <https://doi.org/10.31265/jcsw.v4i1.48>
- IPCC, Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Péan, C. (2023). *Summary for Policymakers. Climate Change 2023 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]* (First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- IPES-Food. (2016). *De l'uniformité à la diversité : Changer de paradigme pour passer de l'agriculture industrielle à des systèmes agroécologiques diversifiés*. (No. 2). IPES-Food. <https://ipes-food.org/fr/rapport/de-luniformite-a-la-diversite-2/>
- IWEPS. (2024, mars). *Emissions de gaz à effet de serre (GES)*. Indicateur statistique, Emissions de gaz à effet de serre. <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/reduction-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-ges/>
- Jeanneret, Ph., Aviron, S., Alignier, A., Lavigne, C., Helfenstein, J., Herzog, F., Kay, S., & Petit, S. (2021). Agroecology landscapes. *Landscape Ecology*, 36(8), 2235-2257. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01248-0>
- Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., Noblet-Ducoudré, N. D., Houghton, R., Anderegg, W., Bastos, A., Bernsten, T. K., Cai, P., Calvin, K., Klein, C. D., Humpenöder, F., Kanter, D., McDermid, S., Peñuelas, J., Pradhan, P., Quesada, B., Roe, S., Bernier, P., ... Xu, X. (2019). Land-climate

- interactions. In *Special Report on Climate Change and Land* (p. 133-206). IPCC.
<https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-2/>
- Kaufmann, J.-C., & Cardon, D. (1996). L'entretien compréhensif. *Réseaux. Communication - Technologie - Société*, 14(79), 177-179.
- Lamine, C. (2011). Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies*, 27(2), 209-219. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.02.001>
- Le Collège des Producteurs. (2023). *Renouvellement des générations en agriculture : Résultats de l'enquête menée auprès des récents et futurs installés*.
<https://collegedesproducteurs.be/actualite/2023/renouvellement-des-generations-en-agriculture-resultats-de-lenquete-menee-aupres-des-recents-et-futurs-installes/>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR : An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Maebe, L. (2024). *Pairing the concepts of ecosystem services and resilience to navigate in the current crises toward sustainability*. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/313628>
- Maréchal, K., Aubaret-Joachain, H., & Ledant, J.-P. (2008). The influence of Economics on agricultural systems: An evolutionary and ecological perspective. https://Dipot.Ulb.Ac.Be/Dspace/.../RePEc_sol_wpaper_08-028.Pdf
- Markiewicz-Keszycka, M., Macken-Walsh, Á., Carter, A., Mooney, S., Devereux, E. J., Henchion, M., & Hynds, P. (2025). Farmers' Experiences of Transitioning Towards Agroecology : Narratives of Change in Western Europe. *Agriculture*, 15(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/agriculture15060625>
- Marsden, T. (2013). From post-productionism to reflexive governance : Contested transitions in securing more sustainable food futures. *Journal of Rural Studies*, 29, 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.10.001>
- Nature & Progrès, S.-. (2018, juin 1). Vers un renouveau des moulins, maillon faible de la filière céréalière ! *Echangeons sur notre agriculture !* <https://agriculture-75>

natpro.be/2018/06/01/vers-un-renouveau-des-moulins-maillon-faible-de-la-filiere-cerealieres/

- Oksanen, J., Simpson, G. L., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Borman, T., Carvalho, G., Chirico, M., Caceres, M. D., ... Weedon, J. (2025). *vegan: Community Ecology Package* (Version 2.7-2) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- Palomo-Campesino, S., García-Llorente, M., Hevia, V., Boeraeve, F., Dendoncker, N., & González, J. A. (2022). Do agroecological practices enhance the supply of ecosystem services? A comparison between agroecological and conventional horticultural farms. *Ecosystem Services*, 57, 101474. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101474>
- Peigné, J. (2018). *Mémoire d'Habilitation à Diriger la Recherche (HDR): Les pratiques de l'agriculture de conservation : Un levier d'amélioration de la fertilité des sols et d'innovation en agriculture biologique?* [Thesis, Université Claude Beranrd Lyon 1]. <https://isara.hal.science/tel-05003382>
- Peigné, J., Ball, B. C., Roger-Estrade, J., & David, C. (2007). Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Soil Use and Management*, 23(2), 129-144. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00082.x>
- Peigné, J., Lefèvre, V., Craheix, D., Angevin, F., & Capitaine, M. (2015). Évaluation participative de prototypes de systèmes de culture combinant agriculture de conservation et agriculture biologique. *Cahiers Agricultures*, 24(2), Article 2. <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0737>
- Pellerin, S., Bamière, L., Angers, D., Béline, F., Benoit, M., Butault, J.-P., Chenu, C., Colnenne-David, C., De Cara, S., Delame, N., Doreau, M., Dupraz, P., Faverdin, P., Garcia-Launay, F., Hassouna, M., Hénault, C., Jeuffroy, M.-H., Klumpp, K., Metay, A., ... Chemineau, P. (2017). Identifying cost-competitive greenhouse gas mitigation potential of French agriculture. *Environmental Science & Policy*, 77, 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.08.003>
- Pessis, C. (2025). The Origins of Organic Farming : Knowledge, Ignorance, and Practices of "Living Soils" (France, 1930s–1980s). In O. Labussière, G. Meulemans, C. Granjou, A. Baysse-

- Lainé, & P.-O. Garcia (Éds.), *Back to the Ground: Knowledge, Politics and Practices of Remaking Earth Strata* (p. 209-227). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-88888-5_10
- Pingault, N., Licona Manzur, C., Meybeck, A., Gitz, V., Baral, H., Bernoux, M., Crumpler, K., Duchelle, A., Drieux, E., & Thomas, R. P. (2024). *Land use and the Sharm el-Sheikh joint work on implementation of climate action on agriculture and food security*. FAO ; CIFOR ; <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0981en>
- Pisante, M., Stagnari, F., Acutis, M., Bindi, M., Brillì, L., Di Stefano, V., & Carozzi, M. (2015). Conservation Agriculture and Climate Change. In M. Farooq & K. H. M. Siddique (Éds.), *Conservation Agriculture* (p. 579-620). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4_22
- Pitt, H., & Jones, M. (2016). Scaling up and out as a Pathway for Food System Transitions. *Sustainability*, 8(10), 1025. <https://doi.org/10.3390/su8101025>
- Plateau, L., Roudart, L., Hudon, M., & Maréchal, K. (2021). Opening the organisational black box to grasp the difficulties of agroecological transition. An empirical analysis of tensions in agroecological production cooperatives. *Ecological Economics*, 185, 107048. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107048>
- Ponisio, L., M'Gonigle, L., Mace, K., Palomino, J., de Valpine, P., & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 282, 20141396. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>
- R Core Team. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Version 4.3.3) [Logiciel]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Sachet, E., Mertz, O., Le Coq, J.-F., Cruz-Garcia, G. S., Francesconi, W., Bonin, M., & Quintero, M. (2021). Agroecological Transitions: A Systematic Review of Research Approaches and Prospects for Participatory Action Methods. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.709401>
- Singh, V. P., Barman, K. K., Singh, R., & Sharma, A. R. (2015). Weed Management in Conservation Agriculture Systems. In M. Farooq & K. H. M. Siddique (Éds.), *Conservation Agriculture* (p. 39-77). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4_3

- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A. B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguët, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giralt, D., Bota, G., Badenhäusser, I., Lefebvre, G., Gauffre, B., ... Fahrig, L. (2019). Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(33), 16442-16447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>
- Snoeck, S. (2020, mars). Les grands défis de l'agriculture en Belgique. *En question, Sens & Engagement - Centre Avec*, 132.
- Sportes, A., Courty, P.-E., Trouvelot, S., Wezel, A., & Wipf, D. (2020). Editorial. L'agroécologie, une science, un concept, des pratiques culturelles, un mouvement politique. Bref historique. *La revue des œnologues et des techniques vitivinicoles et œnologiques*, 177, 9.
- SPW. (s. d.). *Sols—État de l'environnement wallon*. Etat de l'environnement wallon. Consulté 27 juin 2025, à l'adresse <https://etat.environnement.wallonie.be/home/diagnostic/sols-1.html>
- SPW. (2024, décembre 5). *Exploitations agricoles*. Etat de l'Agriculture Wallonne. https://etat-agriculture.wallonie.be/contents/indicatorsheets/EAW-A_II_b_1-1.html
- SPW. (2025, juin 2). *Agriculture Biologique—État de l'environnement wallon*. Etat de l'environnement wallon. https://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/AGRI_4.html
- Stassart, P., Baret, P., Grégoire, J.-C., Hance, T., Marc, M., Reheul, D., Stilmant, D., Vanloqueren, G., & Visser, M. (2012). *L'agroécologie : Trajectoire et potentiel Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables*.
- Statbel. (2022, novembre 10). *In 2021, Belgian farmers paid a third more for land renting than in 2011*. https://statbel.fgov.be/en/news/2021-belgian-farmers-paid-third-more-land-renting-2011?utm_source=chatgpt.com
- STIR. (s. d.). Triple Performance. Consulté 29 décembre 2025, à l'adresse [//wiki.tripleperformance.fr/wiki/STIR](https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/STIR)
- Terre-en-vue. (2025, juin 26). *Enjeux*. Terre-en-vue. <https://terre-en-vue.be/presentation/article/constats>

- Thiele-Bruhn, S., Bloem, J., de Vries, F. T., Kalbitz, K., & Wagg, C. (2012). Linking soil biodiversity and agricultural soil management. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(5), 523-528. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.004>
- Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., de Vries, F. T., Bardgett, R. D., Brady, M. V., Bjornlund, L., Jørgensen, H. B., Christensen, S., Hertefeldt, T. D., Hotes, S., Gera Hol, W. h., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S. R., ... Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21(2), 973-985. <https://doi.org/10.1111/gcb.12752>
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., & Huyghe, C. (2016). Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>
- Vandaele, D., Lebreton, A., & Faraco, B. (2010). *Agriculture and greenhouse gas effect : Status and perspectives* (No. INIS-FR--12-0173). Réseau Action Climat - France, 93 - Montreuil (France). <https://inis.iaea.org/records/rjmdt-nq705>
- Vankeerberghen, A., & Stassart, P. M. (2016). The transition to conservation agriculture : An insularization process towards sustainability. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 14(4), 392-407. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1141561>
- Vega-Martinez, A., Cialdella, N., & Andrieu, N. (2024). Understanding farms trajectories methods to build sustainable futures on pioneer fronts : Lessons from a systematic literature review and a framework proposal. *Agricultural Systems*, 220, 104093. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104093>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
- Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., & Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>

Annexes

Annexe 1 : Récapitulatif des données d'itinéraire technique récoltée par FAB4Farming auprès des agriculteurs

Généralité

- Type de culture
- Si mélange, composition
- Variété
- Surface [ha]
- Année depuis conversion bio [Années]
- Type de sol

Devenir des résidus de récolte

Installation du couvert

- Type de couvert
- Date de semis du couvert [JJ/MM/AAAA]
- Composition du couvert
- Travail de sol
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o Profondeur [cm]
 - o Vitesse [Km/h]
- Machine (répété pour chaque utilisation de machine)
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o Profondeur [cm]
 - o Vitesse [Km/h]
- Date de destruction [JJ/MM/AAAA]
- Type de destruction du couvert
- Devenir du couvert
- Paturé ?
- Rendement du couvert [Tonne de matière sèche/ha]

Installation de la culture principale

- Date de semis [JJ/MM/AAAA]
- Densité de semis [kg/ha]
- Distance inter-rangs [cm]
- Distance intra-rangs [cm]
- Quelles machines ont été utilisées pour l'implémentation de la culture
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o A quelle profondeur [cm]
 - o A quelle vitesse [Km/h]
- Machine x (répété pour chaque utilisation de machine)
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o Profondeur [cm]
 - o Vitesse [Km/h]

Fertilisation organique

- Fertilisation x (répété pour chaque fertilisation)
 - o Type
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o Quantité [Tonne/ha] ou [m³/ha]
 - o Concentration en azote [kg d'azote/Tonne]
 - o Concentration en Phosphore [kg Phosphore/Tonne]
 - o Concentration en potasse [kg de potasse/Tonne]
 - o Origine
 - o Distance jusqu'à la source de production des effluents [km]

Fertilisation Minérale

- Fertilisation x (répété pour chaque fertilisation)
 - o Type
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o Quantité [Tonne/ha] ou [m³/ha]
 - o Concentration en azote [kg d'azote/Tonne]
 - o Concentration en Phosphore [kg Phosphore/Tonne]
 - o Concentration en potasse [kg de potasse/Tonne]

Récolte

- Date de récolte de la culture [JJ/MM/AAAA]
- Rendement du produit récolté [Tonne/ha]
- Si pas de rendement culture, rendement totale de la culture [Tonne/ha]
- Si pas de rendement culture, nombre d'ha total de cette culture [ha]
- Récolté
- Food/feed/fuel
- Pourcentage de la récolte vendu (le reste étant consommé) [%]
- Rendement des pailles ou résidus de culture – si inconnu x [Tonne/ha]
- Devenir des paille ou résidus de culture

Données économiques

- Frais de semence du couvert [€/ha]
 - o Frais de mécanisation du couvert [€/ha]
 - o Estimation frais de méca [€/ha]
- Frais de semences [€/ha]
 - o Frais de mécanisation [€/ha]
 - o Estimation frais de méca [€/ha]
 - o Protection des plantes [€/ha]
 - o Fertilisation [€/ha]
- Prix de vente [€/t]
- Primes Bio [€/ha]
- Primes ER couverture longue du sol [€/ha]
- Prime ER culture favorable à l'environnement [€/ha]
- Charges [€/ha]
- Produit [€/ha]
- Marge brutes [€/ha]

Données traitement PPP

- Traitement de semence
- Lequel
- Traitement x (répété pour chaque traitement)
 - o Type de traitement
 - o Produit utilisé
 - o Code
 - o Date [JJ/MM/AAAA]
 - o Dose litre [l/ha]
 - o Dose kg [kg/ha]

Paturage des couvert

- Classe d'animaux
- Hauteur d'entrée [tMS/ha]
- Hauteur de sortie [tMS/ha]
- Conso animale
- Rendement du couvert

	Tot_Ferti_Moy_An	N_total	P_total	K_total	RatioOrga	RatioNorga
Tot_Ferti_Moy_An	1.0000000	0.60545124	0.5505724	0.6010475	0.4399569	0.17322905
N_total	0.6054512	1.00000000	0.8611359	0.8864202	0.1452890	-0.02215864
P_total	0.5505724	0.86113595	1.0000000	0.9564774	0.3661713	0.31834715
K_total	0.6010475	0.88642022	0.9564774	1.0000000	0.2830549	0.21671372
RatioOrga	0.4399569	0.14528897	0.3661713	0.2830549	1.0000000	0.87877693
RatioNorga	0.1732291	-0.02215864	0.3183471	0.2167137	0.8787769	1.00000000

Pilier	Variables	Détail + Unités	Méthode de calcul + hypothèses
Variables relatives caractérisant les 3 piliers de l'AC.			
Ce tableau est repris de la thèse de M. Ferdinand (2024) et adapté aux hypothèses prise pour ce travail			
1. Perturbation mécanique minimale du sol	Wheel_Traffic	Moyenne annuelle des passages pour les opérations de travail du sol. $\left[\frac{\text{Nombre d'opérations}}{\text{an}} \right]$	$\frac{\sum \text{Passages de travail du sol}}{\text{Séquence cultural}}$ Sont exclus : - Récolte (sauf tubercules/racines) - Fauche - Fanage - Andainage - Pressage - Epandage (fertilisants, paille) - Pâturage.
	Seeding	Proportion d'opérations de semis par rapport aux autres opérations de travail du sol. [%]	$\frac{\sum \text{Passage de semis}}{\sum \text{Passages de travail du sol}}$
	Powered	Moyenne annuelle des passages d'outils de travail du sol animés $\left[\frac{\text{Nombre de passages}}{\text{an}} \right]$	$\frac{\sum \text{Passages de prépa.sol avec outils animés}}{\text{Séquence cultural}}$
	Plowing	Moyenne annuelle de labour $\left[\frac{\text{Nombre d'opérations}}{\text{an}} \right]$	$\frac{\sum \text{Passages de labour (= passages avec retournement de sol)}}{\text{Séquence cultural}}$
	Plowing_Depth	Si les horizons sont retournés, profondeur maximale du labour [cm]	Labour le plus profond avec retournement du sol sur l'ensemble de la séquence cultural.

Pilier	Variables	Détail + Unités	Méthode de calcul + hypothèses
2. Couverture maximale du sol	Total_Cover	Nombre annuel moyen de jours où le sol est couvert. $\left[\frac{Jours}{An} \right]$	$\frac{\sum \text{Jours où le sol est couvert (par résidus, IC, PT ou CP)}}{Séquence culturale}$ Calcul de la période de couverture en fonction du type de couvert : - Une culture principale (CP) • Général $= Date_{récolte\ CP} - (Date_{semis\ CP} + 21\ jours^{17})$ • Si semis direct ou semis sous couvert $= Date_{récolte\ précédente} - Date_{semis}$ • Prairie temporaire (PT) (1 an +) $= 365$ - Des résidus de culture (IC ou CP) laissé sur place = 21 jours - Une interculture (IC) • Général $= Date_{destruction\ IC} - (Date_{semis\ IC} + 21\ jours)$ • Si semis IC avant récolte de la culture précédente $= Date_{récolte\ IC} - Date_{semis\ IC}$ • Repousse $= (Date_{récolte\ CP} + 21\ jours) - Date_{destruction\ IC}$
	Living_Cover	Nombre annuel moyen de jours où le sol est couvert par un couvert vivant (CP, PT, IC) $\left[\frac{Jours}{An} \right]$	$\frac{\sum \text{Jours où le sol est couvert par une cutlure vivante (IC, CP ou PT)}}{Séquence culturale}$
	Grassland_Cover	Proportion de jours où le sol est couvert par une prairie temporaire [%]	$\frac{\sum \text{Jours où le sol est couvert par une PT}}{\sum \text{Jours où le sol est couvert}}$
	ERP_Cover	Proportion de jours où le sol est couvert durant les périodes de risque d'érosion (ERP) (mai à septembre en Wallonie) [%]	$\frac{\sum \text{Jours où le sol est couvert entre mai et septembre (par résidus, IC, CP ou PT)}}{\sum \text{Jours entre mai et septembre dans la séquence culturale}}$
	ERP_Cover_SP	Proportion de jours où le sol est couvert par des cultures de printemps durant l'ERP [%]	$\frac{\sum \text{Jours couverts par des cultures de printemps entre mai et septembre}}{\sum \text{Jours où le sol est couvert entre mai et septembre dans la séquence culturale (par résidus, CP, IC ou PT)}}$

¹⁷ Temps décidé pour la levée apd les plante sont assez développer pour fournir une couverture (hypothèse basé sur la méthode de OpenCompass)

Pilier	Variables	Détail + Unités	Méthode de calcul + hypothèses
3. Diversification maximale des espèces	Total_Species	Nombre annuel moyen d'espèces différentes (CP, PT, IC) $\left[\frac{\text{Nombre d'espèces}}{An} \right]$	$\frac{\sum \text{Espèces différentes cultivées}}{\text{Séquence cultural}}$ Les variétés différentes d'une même espèce comptent pour une seule espèce.
	A+T_Species	Nombre annuel moyen d'espèces différentes, hors IC (donc CP et PT) $\left[\frac{\text{Nombre d'espèces}}{An} \right]$	$\frac{\sum \text{Espèces différentes cultivées dans CP ou PT}}{\text{Séquence cultural}}$
	A+T_Association	Proportion d'associations dans les CP et PT [%]	$\frac{\text{Nombre de saisons de culture avec des espèces associés parmi CP ou PT}}{\text{Nombre de saison de CP ou PT dans le séquence culturale}}$
	N/A	Proportion de mélanges de variétés dans les CP et PT [%]	Variable non utilisée car manque de données.
	TillageI_ntensive_Crop	Nombre annuel moyen de cultures exigeantes en travail du sol $\left[\frac{\text{Nombre d'espèces}}{An} \right]$	$\frac{\text{Nombre de culture intensives en travail se sol}}{\text{Séquence cultural}}$ Comme c'est défini dans la thèse de Manon Ferdinand, les cultures exigeantes en travail du sol sont « certaines cultures semées au printemps, telles que la betterave, la chicorée, la pomme de terre, le maïs et d'autres légumes (les carottes, les oignons, les pois et les haricots), qui nécessitent une préparation du sol plus profonde, un lit de semence fin et/ou peuvent dégrader la structure du sol en raison d'une récolte tardive. » (Ferdinand, 2024, traduit)
Variables relatives caractérisant l'utilisation d'intrant.			
Fertilisation	Tot_Ferti_Mou_An	Quantité annuelle moyenne à l'hectare d'engrais organique et de synthèse $\left[\frac{\frac{Kg \text{ d'engrais}}{ha}}{an} \right]$	$\frac{\sum \text{Apports d'engrais au kg ammenés par hectar}}{\text{Séquence cultural}}$
	N_Tot_Moy_An	Quantité annuelle moyenne à l'hectare d'engrais azoté organique et de synthèse $\left[\frac{\frac{Kg \text{ d'engrais}}{ha}}{an} \right]$	$\frac{\sum \text{Apports d'engrais azoté au kg ammenés par hectar}}{\text{Séquence cultural}}$

Pilier	Variables	Détail + Unités	Méthode de calcul + hypothèses
Produits phytosanitaires	Norga100	Proportion d'engrais organique [%]	$\frac{\sum \text{Apports d'engrais azoté ORGANIQUE au kg amenés par hectare}}{\sum \text{Apports d'engrais azoté au kg amenés par hectare}}$
	JourCouvert_Leg100	Proportion de jours couverts par des légumineuses [%]	$\frac{\sum \text{Jours où le sol est couvert par une légumineuse (CP, PT ou IC)}}{\sum \text{Jours où le sol est couvert (= Total}_{cover})}$ La création de cette variable s'est faite en s'inspirant du travail de P. Cassart (2021)
	ISAC	Indicateur développé par le CRA-W, exprimant le rapport entre la dose de substance active appliquée par rapport à la dose de substance active autorisée [Adimensionnel]	$ISCA = \sum \frac{QAC}{DMA}$ <i>QAC</i> : Dose de la substance active pure appliquée à l'hectare [g/ha] <i>DMA</i> : Dose maximale de cette substance active autorisée par la loi et pour la culture et l'usage concerné [g/ha] L'ISAC est calculé au moyen d'un code R développé par Fabre Dehon. Le code se base sur des tableaux de données comprenant les listes provenant de Phytoweb informant sur la quantité de substance active de chaque produit phyto.
	STIR	Indicateur développé par l'USDA permettant de quantifier l'intensité de la perturbation mécanique des sols liée au travail du sol. [Adimensionnel]	$STIR = \left(\frac{V_{miles}}{2} \right) \times (T_t \times 3,25) \times D_{inches} \times S_p$ <i>V_{miles}</i> : Vitesse d'avancement de l'engin [miles/heure] <i>T_t</i> : Coefficient de type de travail, dépend de l'outil <i>D_{inches}</i> : Profondeur de travail [pouces] <i>S_p</i> : Coefficient de perturbation du sol Le STIR est calculé au moyen d'un code R développé par Fabre Dehon

Partie 1 : Présentation, mise en confiance

- Je suis étudiante en bioingénieur à l'Agro-BioTech, en dernière année, dans l'option science agronomiques
- Je réalise un mémoire sur l'agriculture biologique de conservation et plus précisément la transition vers l'ABC.
- J'ai reçu votre contact dans le cadre de projet de recherche FAB4Farming avec qui je collabore pour la récolte de données.
- Je voulais tout d'abord vous remercier d'avoir accepté de me rencontrer
- Demande d'enregistrement. Cet enregistrement restera strictement confidentiel, anonyme et à mon usage exclusif.

Partie 2 : Portrait de l'exploitant de la ferme

Objectifs	Questions
Situer le parcours professionnel	- Depuis quand travaillez-vous dans le secteur agricole ? - Quelle a été votre trajectoire professionnelle jusqu'à aujourd'hui (installation, évolution de la ferme, changements majeurs) ? - Qu'est-ce qui vous a attiré vers le métier d'agriculteur/agricultrice ? - Depuis quand êtes-vous sur cette exploitation ?
Comprendre le contexte de l'exploitation	- Quel est l'historique de l'exploitation ? (Anciens propriétaires, type de production, pratique et vision) - Pouvez-vous décrire brièvement votre ferme aujourd'hui ? (Superficie, productions, main-d'œuvre, vision...)
Établir la situation de départ	- Avant la transition, quelles pratiques dominantes utilisiez-vous (conventionnelles, AC, AB) ? Est-ce le cas pour toutes les parcelles ?

Partie 3 : Genèse de la transition vers l'ABC

Objectifs	Questions
Révéler les déclencheurs	- Depuis combien de temps avez-vous commencé votre transition vers l'ABC ?

Objectifs	Questions
	- <i>Quel(s) élément(s) ou événement(s) vous ont fait envisager une évolution vers l'ABC ? (Crise, curiosité, valeurs, contraintes économiques...)</i>
Explorer les motivations profondes	- <i>Qu'espériez-vous changer ou améliorer en adoptant des pratiques ABC ?</i>
Identifier les sources d'influence	- <i>Quelles personnes, lectures, formations ou réseaux ont guidé / guident toujours votre réflexion ?</i>

Partie 4 : Processus de transition (technique, organisationnel, personnel)

Thème	Questions proposées (avec relances possibles)
Démarrage	- <i>Par quelle(s) parcelle(s) ou culture(s) avez-vous commencé ? Pourquoi ce choix ?</i> - <i>L'ensemble de la ferme est-elle déjà convertie ? Si non, pourquoi ?</i> - <i>Comment décririez-vous votre trajectoire de transition ? Avez-vous suivi une logique progressive, expérimentale, radicale... ?</i> - <i>Quelles ont été les étapes de votre transition ? Quelle pratique avez-vous commencez par mettre en place ?</i>
Innovations clés	- <i>Quelles pratiques se sont révélées les plus déterminantes (ex. semis direct, couverts, rotation, associations de cultures) ? Comment les avez-vous mises en place (matériel, conseils, essais) ?</i>
Les pratiques de l'ABC	- <i>Comment la gestion des adventices a-t-elle évolué ? Quels résultats observez-vous aujourd'hui ? Demandent-elles plus de travail ou d'ajustements ?</i> - <i>Quel rôle jouent les couverts végétaux sur votre ferme ? Quels sont leurs avantages et limites selon votre expérience ?</i> - <i>Comment avez-vous adapté vos rotations de culture depuis la transition ?</i>

Thème	Questions proposées (avec relances possibles)
	- Avez-vous modifié l'usage ou la quantité d'intrants (engrais, pesticides, herbicides) ? Si oui, comment et avec quels effets ?
Apprentissage & essais	- <i>Quels essais ont réussi ? Lesquels ont échoué et pourquoi ?</i>
Ressources mobilisées	- <i>Avez-vous bénéficié d'aides financières, de formations, de groupes de pairs ou de conseillers ?</i>
Évolutions personnelles	- <i>En quoi cette transition a-t-elle modifié votre rapport au métier (charge mentale, sens, fierté) ?</i>

Partie 5 : Freins, leviers et compromis

Objectifs	Questions proposées
Les obstacles	- <i>Quels ont été les freins majeurs (techniques, économiques, sociaux, réglementaires) ?</i> - <i>Est-ce que certains freins sont toujours présents aujourd'hui ? Ou de nouveaux qui n'était pas là au début ?</i> - <i>Quelle a été la technique ou le changement le plus difficile à mettre en place, et pourquoi ?</i> - <i>Le regard des pairs ou des voisins a-t-il pesé dans vos décisions ?</i>
Les leviers	- <i>Qu'est-ce qui vous a le plus aidé à franchir les étapes difficiles ?</i> - <i>Avez-vous reçu des aides (techniques, financières, réseau...) pour accompagner cette transition ? Laquelle a été la plus utile ?</i>
Compromis	- <i>Avez-vous dû faire des concessions (rendement, temps, investissements) pour atteindre vos objectifs ?</i>

6. Résultats et impacts perçus

Dimension	Questions proposées
Impact	- <i>Qu'observez-vous aujourd'hui sur la fertilité du sol, la biodiversité, l'érosion ?</i>
Économique	- <i>Comment ont évolué vos charges d'intrants, vos rendements et votre marge brute ?</i>

Dimension	Questions proposées
Temps de travail	- <i>Votre charge de travail a-t-elle changé (saisonnalité, pics) ?</i>
Social & personnel	- <i>Cette transition a-t-elle influencé vos relations avec la communauté agricole ?</i> - <i>Cette transition vous a-t-elle donné une nouvelle vision, perspective de l'agriculture et de ses composantes (vie du sol, biodiversité, etc.) ?</i> - <i>Que pensez-vous globalement de votre transition ? Etes-vous convaincu ou plutôt dubitatif ?</i>
Regrets, apprentissage	- <i>Si c'était à refaire, que feriez-vous autrement ?</i> - <i>Quel(s) conseil(s) donneriez-vous à un·e collègue tentant la même démarche ?, Quel(s) conseil(s) donneriez-vous à un politicien qui souhaiterait soutenir le déploiement de l'abc en wallonie ?</i> - <i>Quels sont vos projets ou pistes d'amélioration pour aller plus loin dans l'ABC ?</i>

Annexe 5 : Synthèse des valeurs des indicateurs pour l'ensemble des parcelles AB, AC et ABC

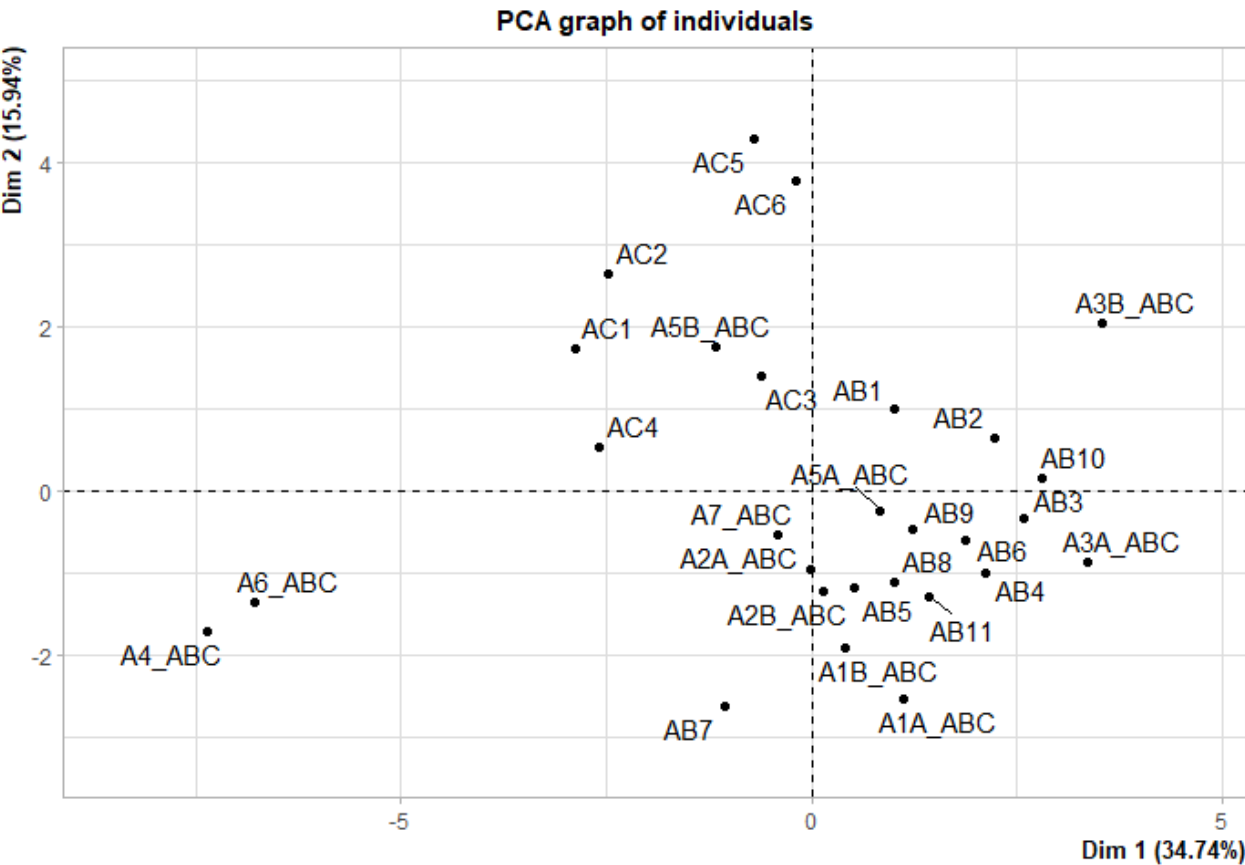
Tableau à la page suivante

Code parcelle Système		1e Pilier AC : Réduction du travail du sol					2e Pilier AC : Couverture de sol					3e Pilier AC : Diversification				Fertilisation				Produits Phytosanitaires	
		Wheel_Traffic	Seeding	Powered	Plowing	Plowing_Depht	Total_Cover	Living_Cover	Grassland_Cover	ERP_Cover	ERP_Cover_SC	Total_Species	AT_Species	AT_Associations	Tillage_Intensive_Crop	Tot_Ferti_Moy_An	N_Tot_Moy_An	Norga100	JourCouvert_Leg100	ISAC_Moyenne	
AB1	AB	5,31	0,26	1,96	1,40	20,00	247,81	247,81	0,00	0,73	0,26	1,68	0,75	0,00	0,50	17229,12	130,34	1,00	0,19	0,09	
AB2	AB	10,06	0,17	2,24	2,52	30,00	229,73	229,73	0,00	0,79	0,45	1,68	0,75	0,00	0,50	8227,87	97,34	1,00	0,15	0,96	
AB3	AB	9,22	0,21	2,51	1,95	25,00	218,39	198,56	0,00	0,64	0,31	1,68	1,00	0,00	0,50	3160,59	69,82	1,00	0,05	0,29	
AB4	AB	8,00	0,29	2,67	2,00	21,00	226,33	226,33	0,00	0,63	0,45	2,67	1,33	0,00	0,50	6800,00	34,67	1,00	0,31	0,00	
AB5	AB	7,67	0,26	2,33	1,00	20,00	283,33	262,33	0,00	0,74	0,99	2,00	1,00	0,00	0,00	133,33	0,00	1,00	0,40	0,00	
AB6	AB	8,33	0,16	2,67	2,33	26,50	238,00	238,00	0,00	0,66	0,37	2,00	1,00	0,00	0,25	2953,60	44,19	1,00	0,16	0,00	
AB7	AB	5,67	0,24	2,67	2,33	28,00	280,33	280,33	0,36	0,80	0,00	5,67	2,25	0,50	0,00	8678,67	180,88	1,00	0,71	0,00	
AB8	AB	5,00	0,33	2,00	1,00	20,00	195,33	195,33	0,00	0,64	0,59	2,33	1,25	0,25	0,00	9833,33	83,83	1,00	0,33	0,00	
AB9	AB	5,67	0,29	2,33	2,67	20,00	253,33	253,33	0,00	0,62	0,32	2,00	0,75	0,00	0,50	133,33	9,33	1,00	0,35	0,11	
AB10	AB	10,67	0,16	2,33	3,00	30,00	200,00	200,00	0,00	0,69	0,21	2,00	0,75	0,00	0,50	7733,33	120,67	1,00	0,20	0,33	
AB11	AB	9,33	0,21	2,33	2,67	25,00	251,33	237,33	0,23	0,46	0,27	2,00	1,25	0,25	0,25	5842,00	67,73	0,74	0,30	0,00	
A1A	ABC	8,00	0,29	2,33	0,33	8,00	193,33	165,33	0,00	0,56	0,59	3,00	1,25	0,25	0,25	5160,00	30,00	1,00	0,67	0,00	
A2A	ABC	12,20	0,16	1,65	0,66	0,00	285,21	285,21	0,00	0,76	0,28	2,97	1,00	0,00	0,50	5255,74	68,41	1,00	0,45	0,06	
A5A	ABC	5,00	0,33	1,67	2,00	22,00	262,67	255,67	0,00	0,61	0,45	1,67	1,33	0,25	0,25	13333,33	61,67	1,00	0,23	0,03	
A3A	ABC	9,33	0,25	2,33	1,00	20,00	175,67	147,67	0,00	0,46	0,26	2,00	1,33	0,00	0,75	5666,67	153,00	1,00	0,19	0,08	
A4	ABC	2,33	0,29	0,67	0,00	0,00	365,00	365,00	1,00	1,00	0,00	2,00	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	
A2B	ABC	8,11	0,27	1,89	1,08	10,00	266,04	266,04	0,00	0,65	0,45	2,70	1,00	0,25	0,25	3316,90	67,45	1,00	0,39	0,00	
A5B	ABC	3,87	28,57	1,38	1,38	22,00	339,82	334,01	0,00	0,82	0,00	1,25	0,97	0,00	0,25	12175,89	126,74	1,00	0,37	0,05	
A6	ABC	0,67	0,50	0,33	0,33	20,00	358,33	358,33	0,96	1,00	0,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	
A3B	ABC	7,55	18,52	2,52	1,40	20,00	144,60	126,98	0,00	0,75	0,44	1,12	1,12	0,00	0,50	16865,52	679,10	1,00	0,08	0,07	
A7	ABC	4,75	0,24	1,12	1,96	17,50	271,65	271,65	0,00	0,75	0,51	1,40	1,40	0,25	0,00	5254,21	132,41	1,00	0,41	0,00	
A1B	ABC	9,33	0,25	2,33	1,67	25,00	230,33	209,33	0,00	0,81	0,46	3,00	1,50	0,75	0,00	16953,33	100,00	1,00	0,56	0,00	
AC1	AC	2,76	0,60	0,00	0,55	15,00	324,44	312,86	0,00	0,80	0,11	4,14	1,25	0,25	0,25	15484,66	229,62	0,32	0,45	2,86	
AC2	AC	2,27	0,50	0,85	0,57	15,00	313,34	295,46	0,00	0,76	0,25	1,70	1,00	0,00	0,00	708,03	186,23	0,00	0,10	6,56	
AC3	AC	4,00	0,42	1,33	0,33	17,00	240,67	240,67	0,00	0,83	0,54	2,67	0,75	0,00	0,25	2924,53	66,05	0,64	0,18	4,66	
AC4	AC	3,67	0,45	0,33	0,33	7,50	297,00	255,00	0,00	0,72	0,00	3,33	0,75	0,00	0,00	412,61	108,30	0,00	0,25	0,00	
AC5	AC	4,70	0,29	0,28	2,49	27,50	314,12	314,12	0,00	0,85	0,54	3,04	0,75	0,00	0,50	23421,91	293,53	0,48	0,29	5,76	
AC6	AC	5,33	0,31	0,33	2,67	27,50	295,33	295,33	0,00	0,76	0,44	2,67	0,75	0,00	0,25	25482,44	320,32	0,49	0,16	3,65	

Annexe 6 : Tableau de synthèse des résultats des analyses statistiques PERMANOVA, test de dispersion et test Post Hoc sur les systèmes AB, AC et ABC

Analyse	Type de test	Comparaison	Métrique (R^2 ou diff)	P-valeur (ou p-valeur ajustée)
Test sur toutes les parcelles				
Est-ce que les systèmes AB, AC et ABC sont significativement différents ?	PERMANOVA	Tous les systèmes	$R^2 = 0,22$	0,002 *
	PERMADIST (Dispersion)	Tous les systèmes	/	0,069 (t)
	Post-hoc : Tukey HSD (Dispersion)	ABC - AB	diff = 1,62	0,059 (t)
		AC - AB	diff = 0,53	0,804 (ns)
		AC - ABC	diff = -1,09	0,360 (ns)
Post-hoc : Est-ce que les systèmes sont significativement différent 2 à 2 ?	PERMANOVA	AB vs ABC	$R^2 = 0,098$	0,045 *
		AB vs AC	$R^2 = 0,33$	0,003 *
		ABC vs AC	$R^2 = 0,15$	0,026 *
Test sans les deux parcelles ABC "A6" et "A4"				
Est-ce que les systèmes sont significativement différents ?	PERMANOVA	Tous les systèmes	$R^2 = 0,26$	0,001 *
	PERMADIST	Homogénéité dispersion	/	0,33 (ns)
Post-hoc : Est-ce que les systèmes sont significativement différent 2 à 2 ?	PERMANOVA (Position)	AB vs ABC	$R^2 = 0,077$	0,099 (ns)
		AB vs AC	$R^2 = 0,33$	0,003 *
		ABC vs AC	$R^2 = 0,25$	0,003 *

Légende 6 : (*) = significatif, (t) = tendance, (ns) = non significatif



Annexe 8 : Tableau de synthèse des résultats de la RDA sur les variables de la PCA (scores de contribution à chacun des axes du 1^{er} plan factoriel, valeurs de R^2 et significativité par variable)

Variable	Contribution à Dim1	Contribution à Dim2	R^2	P _{valeur}
Powered	8,58	9,37	0,85	0,001***
JourCouvert_Leg100	7,6	10,05	0,806	0,001***
Total_Cover	11,39	1,17	0,787	0,001***
Norga100	10,08	3,29	0,765	0,001***
Living_Cover	10,54	1,25	0,734	0,001***
Wheel_Traffic	8,82	3,13	0,677	0,001***
Grassland_Cover	8,49	3,77	0,675	0,001***
AT_Associations	5,5	9,47	0,65	0,001***
ISAC_Moyenne	0,64	18,51	0,603	0,001***
ERP_Cover	8,28	1,74	0,599	0,001***
Tillage_Intensive_Crop	6,09	2,09	0,465	0,001***
N_Tot_Moy_An	0,77	12,16	0,419	0,001***
Tot_Ferti_Moy_An	0,73	10,41	0,363	0,002**
Plowing	4,74	0,77	0,336	0,005**
Plowing_Depht	3,3	1,9	0,276	0,015*
AT_Species	0,48	7,27	0,252	0,018*
ERP_Cover_SC	3,71	0,01	0,245	0,022*
Seeding	0,06	2,88	0,091	0,274(ns)
Total_Species	0,2	0,77	0,037	0,622(ns)

Légende 7 : (***) = hautement significatif, (**) = très significatif, (*) = significatif, (ns) = non significatif