

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

ANNEXES

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

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

Annexe 2 : Test de corrélation entre les différentes variables du pilier Fertilisation

	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 $= Date_{récolte\ CP} - (Date_{semis\ CP} + 21\ jours^1)$ • 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 [%]	$\frac{\sum \text{Jours couverts par des cultures de printemps entre mai et septembre}}{\sum \text{Jours où le sol est couvert entre mai et septembre dans la séquence culturale (par résidus, CP, IC ou PT)}}$

¹ 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 [%]	$\frac{\sum \text{Apports d'engrais azoté ORGANIQUE au kg ammenés par hectar}}{\sum \text{Apports d'engrais azoté au kg ammenés par hectar}}$
	JourCouvert_Leg100	Proportion de jours couvert par des légumineuse [%]	$\frac{\sum \text{Jours où le sol est couvert par une légumineuse (CP, PT ou IC)}}{\sum \text{Jours où le sol est couvert (= Total}_{cover})}$ 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 appliqué par rapport à la dose de substance active autorisé [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 tableau de données comprenant les listes provenant de Phytoweb informant sur la quantité de substance active de chaque produits 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 commencée 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

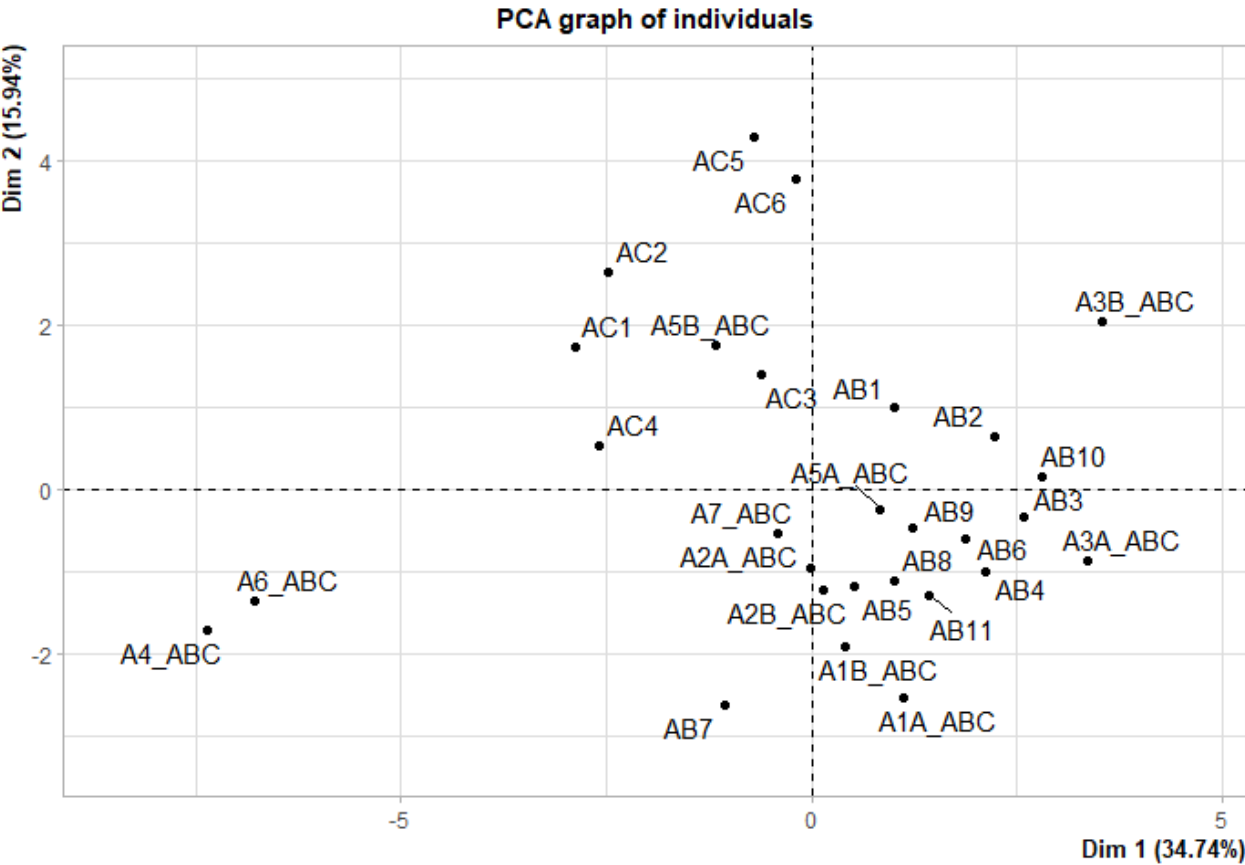
Code parcelle Système		1e Pilier AC : Réduction du travail du sol					2e Pilier AC : Couverture de sol					3e Pilier AC : Diversification				Fertilisation				Produits Phytosanitaires	
		Wheel_Traffic	Seeding	Powered	Plowing	Plowing_Depht	Total_Cover	Living_Cover	Grassland_Cover	ERP_Cover	ERP_Cover_SC	Total_Species	AT_Species	AT_Associations	Tillage_Intensive_Crop	Tot_Ferti_Moy_An	N_Tot_Moy_An	Norga100	JourCouvert_Leig100	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 1 : (*) = significatif, (t) = tendance, (ns) = non significatif

Annexe 7 : Graphe supplémentaire de la PCA représentant la répartition des parcelles avec leurs noms repris sur le graphe



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^e plan factoriel, valeurs de R² 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 2 : (***) = hautement significatif, (**) = très significatif, (*) = significatif, (ns) = non significatif