



HAL
open science

Évaluation de la triple performance des exploitations du GIEE “ Manche Agriculture de Conservation ”

Élodie Joubrel

► **To cite this version:**

Élodie Joubrel. Évaluation de la triple performance des exploitations du GIEE “ Manche Agriculture de Conservation ”. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03563448

HAL Id: dumas-03563448

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03563448v1>

Submitted on 9 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers CFR Rennes

Année universitaire : 2020 - 2021

Spécialité :

Sciences et Ingénierie du Végétal

Spécialisation / Option :

Agrosystèmes

Mémoire de fin d'études

d'ingénieur de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

de master de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Evaluation de la triple performance des exploitations du GIEE "Manche Agriculture de Conservation"

Par : Elodie JOUBREL



Soutenu à Rennes le 14 septembre 2021

Devant le jury composé de :

Président : Matthieu CAROF

Maître de stage : Gabriele FORTINO

Enseignant référent : Safya AUBRY-MENASSERI

Rapporteuse : Julia JOUAN

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Remerciements

Après 23 ans d'engagement dans le système éducatif français, après l'insouciance de l'école primaire, la désillusion du collège, l'euphorisme des années lycée, la galère en BCPST, les joies de la vie étudiante à Agrocampus-Ouest et les aventures d'une vie à l'étranger, me voici enfin prête à affronter cette nouvelle vie, que l'on dit maintenant « active ». Ce cheminement a été jalonné de belles rencontres, d'échecs et de réussites, de déconvenues et d'espoirs. Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont accompagnées sur cette longue et belle route et particulièrement ceux qui étaient présents au cours de ces six derniers mois.

Je tiens dans un premier temps à remercier mon maître de stage, Gabriele Fortino, pour son encadrement, sa confiance et sa bonne humeur. Merci pour toutes les connaissances que j'ai acquises à tes côtés. Ton sens de la communication et du travail en collectif m'a inspirée et inspirera sûrement mes prochaines relations professionnelles.

Mon deuxième regard se tourne vers les agriculteurs du GIEE Manche Agriculture de Conservation qui m'ont accueillie chez eux et offert de leur temps. Merci à vous pour votre confiance, votre patience et votre pédagogie. J'en ressors grandie, avec de nouvelles connaissances et une nouvelle vision du monde agricole.

Je remercie ma tutrice Safya Aubry-Menasseri pour nos échanges enrichissants et sa disponibilité. Merci également à Matthieu Carof pour ses enseignements et son suivi.

Ce stage n'aurait pas été aussi riche sans le soutien, l'aide et l'ouverture apportés par mes collègues de la Chambre d'agriculture. Merci Caroline pour tous tes conseils rando, nos discussions sur mon avenir professionnel et nos sorties terrains que ce soit pour compter des vers de terre ou mesurer l'état d'une prairie ! Merci Bastien pour toutes ces discussions de coin de couloirs où tu m'as transmis tes passions et ta soif de vivre. Merci Nicolas pour ta convivialité lors des entretiens et sur les routes de la Manche. Merci Nathalie, Christian, Viviane, Vincent, Philippe, Valentin, Anastasie pour toute l'aide que vous m'avez apportée. Merci à l'équipe de l'IRD : Bertrand, Angélique, Marie-Christine et Julie pour vos conseils et vos réflexions. Merci Floriane, Laurence, Ugo, Jean-Charles, Olivier, et tous les autres collègues de la chambre d'avoir animé les pauses café ! Merci à l'équipe de Valognes et de la Blanche Maison pour votre sympathie !

Je tiens également à remercier toutes les belles personnes que j'ai rencontrées à Saint-Lô. Je ne partais de rien et je me retrouve au bout de six mois avec une nouvelle maison, un nouvel endroit où je me sens chez moi. Je vous suis reconnaissante de m'avoir fait entrer dans vos folles vies. Merci particulièrement aux Incroyables Comestibles sans qui mon séjour à Saint-Lô aurait eu une saveur tout à fait différente !

Je tiens également à remercier Estelle pour ta présence lors des candidatures de stage. Toi-même tu savais que c'est là que j'irais ! Merci Dimitri, toujours présent pour discuter de la vie comme du travail. Merci pour tout ce que tu m'apportes et tout ce que tu es. Un grand merci à ma team de correctrices en or : Margault, Romane, Marie-Lou, Elora sans oublier ma correctrice de toujours : ma maman ! Mille merci pour votre amitié et pour votre aide !

Mes derniers mots vont pour ma famille et particulièrement pour mes parents qui m'ont toujours soutenue dans mes aventures malgré l'incertitude et les tracas engendrés. Merci d'être des parents aussi géniaux et aimants. Vous êtes les premiers architectes de la femme que je suis devenue.

Sigles utilisés

A.

AC = Agriculture de conservation des sols
ACP = Analyse en composante principale
AOP = Appellation d'origine protégée
APAD = Association pour une agriculture durable

B.

BASE = Biodiversité, agriculture, sol et environnement

C.

CRDA = Comités régionaux de développement agricole
CUMA = Coopérative d'utilisation de matériel agricole
CAH = Classification ascendante hiérarchique

E.

ETA = Entreprises de travaux agricoles

G.

GIEE = Groupement d'intérêt économique et environnemental
GIEE MAC = Groupement d'intérêt économique et environnemental « Manche Agriculture de Conservation »

I.

IAD = Institut de l'agriculture durable
IDEA = Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles
IFT = Indicateur de fréquence des traitements
ITK = Itinéraire technique

G.

GES = Gaz à effet de serre

M.

MAEC = Mesures agro-environnementales et climatiques
MASC = Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems
MS = Matière sèche
MSN = Marge Semi-nette

N.

N = Azote

P.

PAC = Politique agricole commune
PDD = Plans de développement durable

R.

RMT SdCi = Réseau mixte technologique systèmes de culture innovants

S.

SD = Semis direct
SdC = Système de culture

T.

TCS = Techniques culturales simplifiées.

U.

UTH = Unité de travail humain

V.

VL = Vache laitière

t = tonne
ha = hectare
°C = degré Celsius
L = litre
Mm = millimètres
uN = unité d'azote
h = heures
€ = euros
m³ = mètre cube
kg = kilogramme

Liste des figures

FIGURE 1 : REPARTITION DES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS DANS LES ESPACES CULTIVES FRANÇAIS (ISSU DE LAURENT 2015).....	2
FIGURE 2 : REPARTITION DES GIEE DE LA NORMANDIE ET THEMATIQUES DE TRAVAIL.....	4
FIGURE 3 : EVOLUTION DU GIEE DE 2010 A NOS JOURS	7
FIGURE 4 : INFOGRAPHIES CARACTERISANT LA DIVERSITE DES SYSTEMES ET DES CONTEXTES PEDOCLIMATIQUES	8
FIGURE 5 : SYSTEMES DE REFERENCE CONSTRUITS A DIRE D'EXPERT EN COLLABORATION AVEC DES CONSEILLERS DES CHAMBRES D'AGRICULTURE DE NORMANDIE	11
FIGURE 6 : RESULTAT DES INDICATEURS DE TRIPLE PERFORMANCE ET D'AGRICULTURE DE CONSERVATION DE CP A L'ECHELLE DU SYSTEME DE CULTURE	13
FIGURE 7 : ETAT DES LIEUX DES AVANCEES SUR LES TROIS PILIERS DE L'AC, TOUS SYSTEMES CONFONDUS.....	14
FIGURE 8 : BOITES A MOUSTACHE REPRESENTANTS LA VARIABILITE DES RESULTATS DES DIFFERENTS INDICATEURS	15
FIGURE 9 : MATRICES DES CORRELATIONS ENTRE VARIABLES A L'ECHELLE DU SYSTEME DE CULTURE	15
FIGURE 10 : CORRELATIONS ENTRE DES INDICATEURS TRIPLE PERFORMANCE ET LA NOTE EN AC. A. CORRELATION AVEC L'IFT. B. CORRELATION AVEC LES CHARGES OPERATIONNELLES. C. CORRELATION AVEC LA CONSOMMATION EN FIOUL.	16
FIGURE 11 : GRAPHIQUES SOUTENANT L'ANALYSE DE L'ITINERAIRE DU MAÏS (HORS PRECEDENT PRAIRIE).....	16
FIGURE 12 : GRAPHIQUES SOUTENANT L'ANALYSE DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE DU BLE	17
FIGURE 13 : CLASSIFICATIONS ASCENDANTES HIERARCHIQUES DE L'ENSEMBLE DU GROUPE EN 2021.....	18
FIGURE 14 : PERFORMANCES DES AGRICULTEURS PRESENTS DES 2016 ET LEURS EVOLUTIONS ABSOLUES ENTRE 2017 ET 2021	19
FIGURE 15 : GRAPHIQUE RADAR REPRESENTANT LES PERFORMANCES MOYENNES DU GROUPE « ANCIENS » EN 2017 ET 2021 POUR LES CULTURES DE MAÏS (HORS PRECEDENT PRAIRIE) A GAUCHE ET BLE (A DROITE) PAR RAPPORT A LEUR REFERENCE RESPECTIVE	19
FIGURE 16 : EFFICIENCE FOURRAGERE DU MAÏS (HORS PRECEDENT PRAIRIE) EN 2021 ET SON EVOLUTION ABSOLUE PAR RAPPORT A 2017	20
FIGURE 17 : CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE (CAH) DES « TYPES » DE PARCOURS AU SEIN DU GROUPE	20

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : ANALYSE DE DIFFERENTES METHODES D'EVALUATION ADAPTEES A DES GROUPES D'AGRICULTEURS	7
TABLEAU 2 : PRESENTATION DES INDICATEURS D'EVALUATION DES PRATIQUES DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	8
TABLEAU 3 : PRESENTATION DES INDICATEURS DE LA TRIPLE PERFORMANCE	10

Table de matières

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2 : REPERES BIBLIOGRAPHIQUES	2
I- ORIGINE ET DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SOLS EN FRANCE	2
1.1. LE DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION EN FRANCE	2
1.2. CREATION DE GIEE EN AGRICULTURE DE CONSERVATION	3
1.3. IMPACT DES PRATIQUES DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION SUR LA TRIPLE PERFORMANCE DES SYSTEMES	4
II- DES OUTILS D'EVALUATION AU SERVICE DES AGRICULTEURS INNOVANTS	5
2.1. QUELLE METHODE POUR EVALUER LA TRIPLE PERFORMANCE ?	5
2.2. COMMENT EVALUER A L'ECHELLE DU SYSTEME DE CULTURE ?	5
2.3. LES METHODES D'EVALUATION EXISTANTES ET LEURS LIMITES	6
CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES	7
I – LE GIEE MAC : UNE DIVERSITE D'AGRICULTEURS ET DE SYSTEMES	7
1.1. FONCTIONNEMENT DU GIEE MAC	7
1.2. UNE DIVERSITE DE SYSTEMES.....	7
II- D'UNE METHODE A UN OUTIL D'EVALUATION ADAPTE AU GIEE MAC	8
2.1. MISE EN PLACE D'UNE EVALUATION A L'ECHELLE DU SYSTEME DE CULTURE	8
2.2. UNE APPROCHE ECONOMIQUE A L'ECHELLE DE L'ITINERAIRE CULTURALE	10
2.3. REFERENCE ET HYPOTHESES DE TRAVAIL	11
III- METHODES D'EVALUATION EN PRATIQUE	11
3.1. METHODES DE COLLECTE DES DONNEES	11
3.2. METHODES D'ANALYSE DES RESULTATS	12
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET INTERPRETATION	13
I – ETAT DES LIEUX DES PRATIQUES EN 2021	13
1.1. UNE PREMIERE EVALUATION INDIVIDUELLE	13
1.2. IMPACT D'UNE PROGRESSION EN AGRICULTURE DE CONSERVATION SUR LA TRIPLE PERFORMANCE DES SYSTEMES	14
1.3. TYPOLOGIE DES SYSTEMES DU GIEE MAC.....	17
II – EVOLUTION DES PERFORMANCES DU COLLECTIF DEPUIS SA CREATION A AUJOURD'HUI	19
2.1. LES EVOLUTIONS DES PRATIQUES AU SEIN DU GIEE	19
2.2. LES TRAJECTOIRES DES AGRICULTEURS PRESENTS PENDANT CES CINQ ANNEES	20
CHAPITRE 5 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVE D'EVOLUTION	21
I- VALORISATION DES RESULTATS	21
II- DISCUSSION SUR LA METHODE	21
III- DIFFUSION DE LA METHODE AUPRES D'AUTRES GROUPES	22
CHAPITRE 6 : CONCLUSION	23
BIBLIOGRAPHIE	24

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Dans la seconde moitié du XXe siècle, la France a connu une révolution agricole qui a fortement impacté le monde rural et l'environnement. L'intensification de l'agriculture, désormais dépendante de l'agrochimie et des énergies fossiles, s'accompagne d'un usage intensif de l'environnement. Ce modèle rencontre rapidement des limites et des enjeux de durabilité du système agricole français se dessinent (Laurent, Vieira Medeiros 2010). Le rapport Brundtland pour les Nations unies en 1987 propose une définition d'un développement qui se veut durable : « *celui qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins* ». Ce développement s'axe sur la triple performance économique, sociale et environnementale (Ambroise et al. 1998). Cette volonté de faire évoluer les systèmes agricoles français vers plus de durabilité conduit à proposer des méthodes d'évaluation des différents points de préoccupation du développement durable (Van der Werf, Petit 2002).

En parallèle, des agriculteurs se fédèrent en réseaux et déclinent différentes visions de l'agriculture. L'agriculture de conservation des sols (AC) rassemble des agriculteurs qui estiment le sol comme étant le capital essentiel de leur système (Laurent, Vieira Medeiros 2010). Pour le conserver et améliorer sa fertilité, l'ensemble des pratiques mises en place s'axe autour de trois piliers : la réduction du travail du sol, la diversité des cultures et la couverture du sol (FAO 2017). La diffusion de cette nouvelle agriculture est permise par des associations telles que BASE et APAD. Des groupes techniques se créent afin de travailler collectivement sur des thématiques telles que l'arrêt du labour. Suite à la création des groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE) en 2016, des agriculteurs manchois engagés dans l'AC forment le GIEE Manche Agriculture de Conservation (MAC). L'objectif du groupe est de progresser en AC sans dégrader la triple performance de durabilité.

Afin de répondre à cet objectif et d'avancer collectivement dans une boucle de progrès, le GIEE a intégré un outil d'évaluation au fonctionnement du groupe. Cet outil vise à estimer les avancées des agriculteurs sur les trois piliers de l'AC et leurs performances économiques, sociales et environnementales. Particulièrement adaptée à une réflexion en AC (Schaller 2013), une approche à l'échelle du système de culture permet de questionner la cohérence des pratiques et d'observer les interactions dynamiques entre les différentes composantes du système. Les méthodes d'évaluation à cette échelle sont encore peu nombreuses et souvent inadaptées à un travail du terrain (Cerf et al. 2012). Une première méthode d'évaluation adaptée au GIEE MAC a alors été créée en 2016 et est destinée à évoluer avec le groupe.

Comment évaluer la triple performance des systèmes de culture des agriculteurs du GIEE Manche Agriculture de Conservation ?

À la suite d'une présentation de l'agriculture de conservation et de son impact sur la triple performance, nous verrons comment des méthodes d'évaluation peuvent permettre d'accompagner des groupes d'agriculteurs dans une boucle de progrès. Il s'ensuivra une présentation de la méthode d'évaluation adaptée au GIEE MAC et des méthodes d'analyses des résultats. Ces analyses seront ensuite la base d'une réflexion à l'échelle individuelle et collective pour raisonner les systèmes de culture et progresser vers un même objectif. Cet outil étant en constant perfectionnement, des discussions seront enfin nécessaires afin de le rendre pertinent sur le long terme.

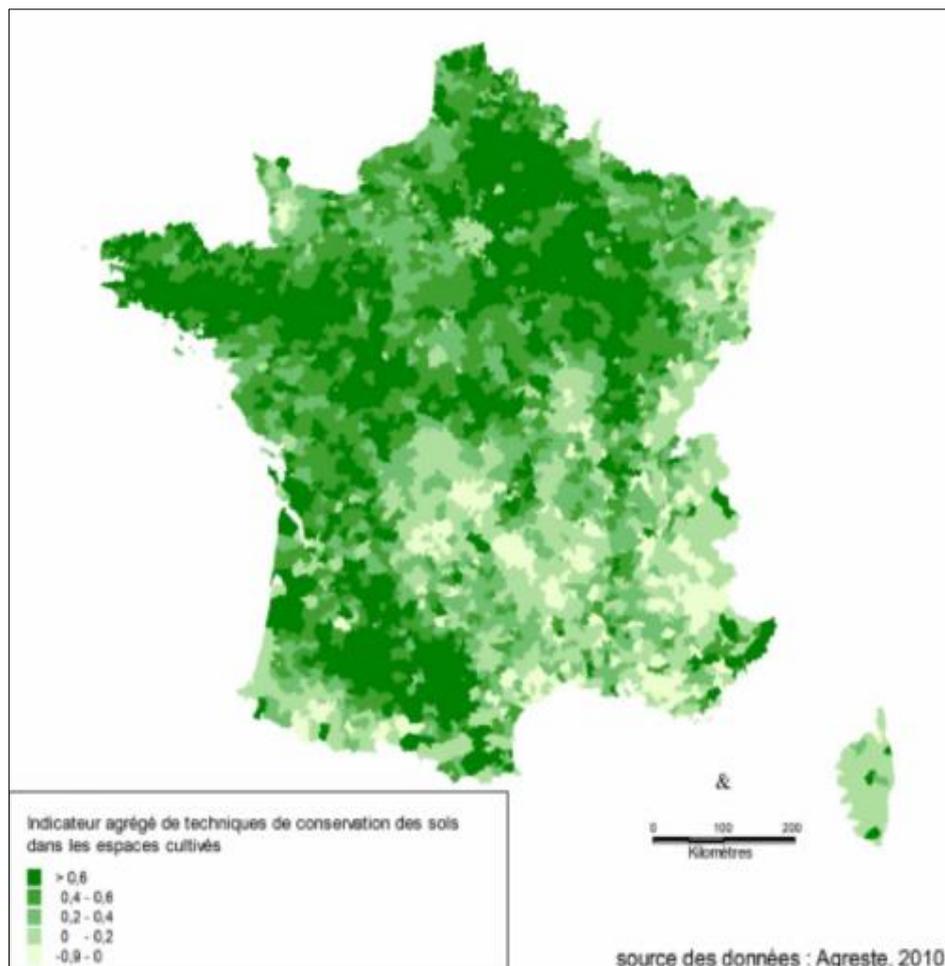


Figure 1 : Répartition des techniques de conservation des sols dans les espaces cultivés français (issu de Laurent 2015)

CHAPITRE 2 : REPERES BIBLIOGRAPHIQUES

I- Origine et développement de l'agriculture de conservation des sols en France

1.1. Le développement de l'agriculture de conservation en France

1.1.1. Caractérisation de l'adoption des pratiques de l'agriculture de conservation en France

Suite aux sévères périodes d'érosion des sols ayant eu lieu durant les années 1930 aux Etats-Unis, de nombreux agriculteurs s'intéressent à la qualité de leurs sols et l'impact de leurs pratiques sur cette dernière. Des techniques pour la conserver et l'améliorer se développent alors et se répandent dans le monde sous le terme d'agriculture de conservation (Derpsch et al. 2010).

Cette nouvelle agriculture repose sur trois fondamentaux : **la réduction du travail du sol**, allant jusqu'à l'idéal du semis direct ; **la couverture du sol**, par des couverts et résidus de végétaux ; et **la diversité des cultures** de la rotation (FAO 2017). La **réduction du travail du sol** permet de maintenir la matière organique dans le premier horizon du sol, de préserver sa structure et de favoriser sa vie biologique. Les **couverts** multi-espèces améliorent la structure du sol à travers leurs réseaux racinaires, enrichissent le sol en carbone et protègent le sol du lessivage. **Les rotations longues et diversifiées** jouent un rôle clé pour mieux gérer les maladies, parasites et adventices qui prolifèrent en monoculture (Médiène et al. 2011; Labreuche et al. 2007).

L'adoption des pratiques de l'agriculture de conservation en France se caractérise en premier lieu sous la forme d'une **innovation par retrait**, il s'agit du « *retrait d'un artefact et d'une pratique technique, la charrue et le labour, au profit d'un objet de la nature, le sol, qui serait censé remplir leurs fonctions – et bien d'autres encore a priori.* » (Goulet 2008). En 2017, 47% des surfaces de grandes cultures en France sont implantées sans labour, soit une évolution positive de 13% par rapport à 2006 (Ambiaud et al. 2019; Chapelle-Barry 2008). Les techniques sans labour s'appliquent préférentiellement aux cultures d'hiver. En 2017, environ 65% des surfaces de blé sont implantées sans labour contre 22% du maïs fourrage (Ambiaud et al. 2019). L'arrêt du labour laisse le champ libre à une grande diversité de techniques de travail du sol. On distingue deux grandes familles : les **techniques culturales simplifiées** (TCS), allant d'un travail profond sans retournement du sol à un travail superficiel à quelques centimètres, et le **semis direct** (SD) (Schaller 2013). Ce dernier concerne 6% des surfaces de grandes cultures semées en 2019 contre 3% en 2014 (Ambiaud et al. 2019). Ces différentes techniques peuvent se succéder dans le temps ou coexister dans une même exploitation (Schaller 2013).

La diffusion de l'agriculture de conservation en France varie en fonction des régions agricoles. Elle est plus importante dans les zones d'élevage et de grandes cultures par rapport aux zones de montagnes (**Figure 1**) (Laurent 2015). Les techniques de l'agriculture de conservation sont peu mises en place dans la Manche par rapport aux autres zones d'élevage. Les techniques sans labour sont adoptées en majorité par les grandes exploitations (Chapelle-Barry 2008; INRAE 2019). Dans la plupart des cas, la réduction du travail du sol répond à un objectif de rentabilité économique en diminuant le temps de travail, la consommation de fioul voire en réduisant les charges de mécanisation. Elle peut s'accompagner de préoccupations environnementales dans un contexte de sols érodés ou dégradés par une faible teneur en matière organique (De Tourdonnet et al. 2013).

1.1.2. Comment progresser sur la voie de l'agriculture de conservation ?

Malgré des incitations réglementaires à l'implantation de couverts végétaux et à la diversification des cultures (Legros et al. 2021), les pratiques de l'agriculture de conservation sont souvent partiellement adoptées (Scopel et al. 2013; Schaller 2013). Du fait de contraintes techniques et socio-économiques, l'arrêt du labour s'accompagne rarement d'un allongement de la rotation ou d'une couverture plus importante du sol à travers l'implantation de couverts. Les effets négatifs liés à l'arrêt du labour peuvent alors devenir prédominants, comme par exemple une infestation d'adventices (Schaller 2013). Un déséquilibre dans les trois piliers de l'agriculture de conservation peut entraîner des retours en arrière dans la réduction du travail du sol. D'autres freins empêchent l'adoption du semis direct (INRAE 2019) tels qu'une potentielle baisse des rendements et l'investissement dans des semoirs spécialisés.

Pour progresser dans l'agriculture de conservation, différentes stratégies sont possibles (De Tourdonnet et al. 2013). Certains agriculteurs choisissent de **revenir aux moyens mécaniques** à travers un travail du sol plus profond voire un labour occasionnel. L'objectif est de pouvoir redonner de la porosité au sol et de gérer les adventices (Exemple du ray grass résistant aux herbicides). D'autres vont **accroître les moyens chimiques**, à travers un usage d'herbicides plus important pour contrôler les adventices. Cette stratégie peut s'accompagner d'une augmentation de la dose d'engrais azotés pour compenser la baisse potentielle de minéralisation. Enfin, certains vont se tourner vers des **moyens agronomiques** pour préserver l'**activité biologique** à travers la diversification des cultures notamment. Cette activité biologique doit permettre de créer de la porosité, de mieux gérer les adventices, d'accroître les ressources en azote par fixation symbiotique etc. (Médiène et al. 2011).

Ces différentes stratégies pour progresser nécessitent un accompagnement soutenu pour répondre aux besoins de formations et de connaissances. Les agriculteurs s'engageant dans cette voie prennent des risques pour faire évoluer leurs systèmes. Un partage de cette prise de risque peut permettre de rassurer et sécuriser l'engagement.

Pour répondre à ces besoins, les agriculteurs se sont fédérés en réseaux autour d'associations telles que BASE et APAD. La diffusion des pratiques de l'agriculture de conservation s'opère principalement à travers la revue TCS du réseau BASE, la mise en place de réseaux sur Internet, les journées techniques de formation et l'appui des CUMA qui permettent de partager le matériel et les savoir-faire associés (Laurent 2015). L'apprentissage à travers Internet permet de contrer l'éloignement géographique et de renforcer une identité collective en rupture avec les pratiques conventionnelles. Des événements tels que le festival du non-labour et du semis direct permettent de se retrouver et de partager autour de l'agriculture de conservation (Lucas et al. 2018). Des expérimentations sont mises en place en partenariat avec des agriculteurs (Schaller 2013) dans des instituts techniques, des Chambres d'Agriculture etc. En parallèle, des groupes techniques sont créés et permettent d'innover en agriculture de conservation. Ces émulations techniques et sociales permettent d'enrichir les références en agriculture de conservation et d'accompagner les agriculteurs dans des changements de pratiques complexes.

1.2. Création de GIEE en agriculture de conservation

Afin de concilier un développement des performances économiques et environnementales des territoires, l'ancien ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, Stéphane Le Foll, développe en 2014 un nouvel outil : **le groupement d'intérêt économique et environnemental (GIEE)**. D'après l'article L. 315-1., « *peut être reconnue comme groupement d'intérêt économique et environnemental toute personne morale dont les membres portent collectivement un projet*

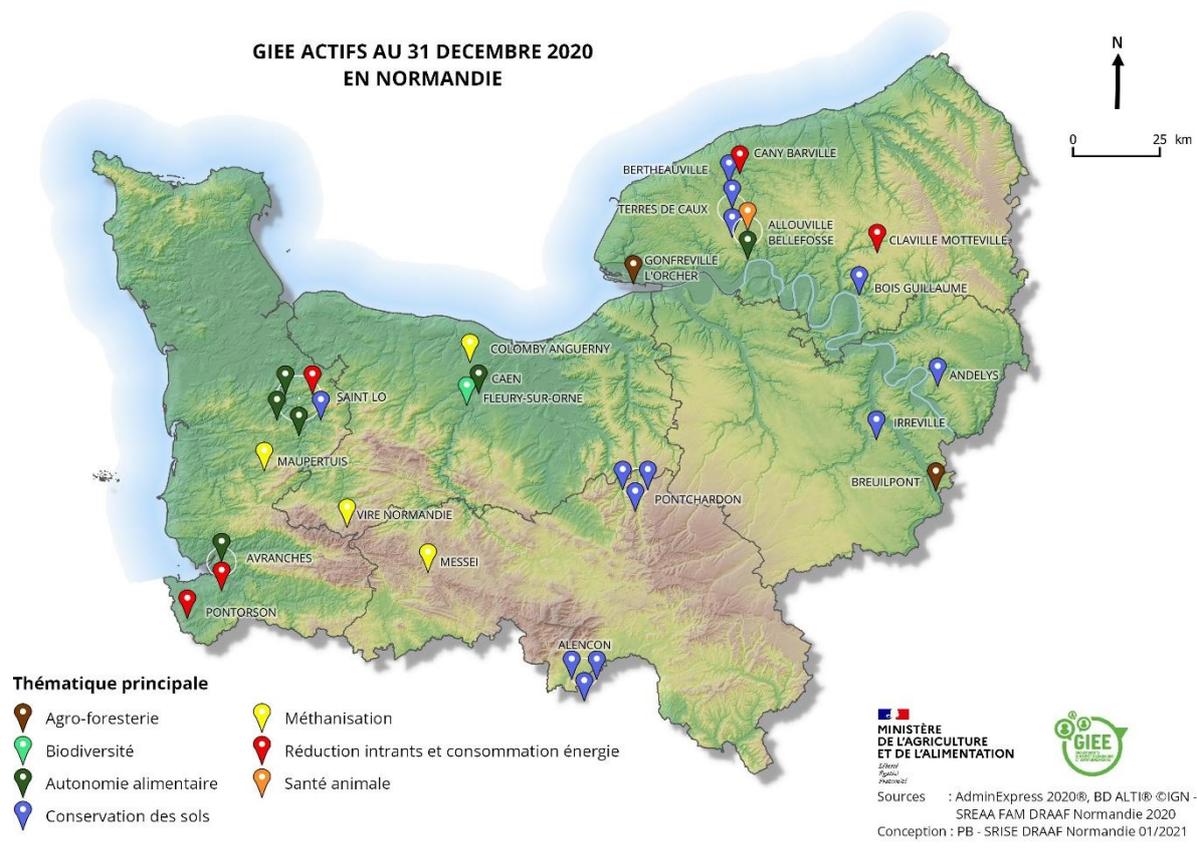


Figure 2 : Répartition des GIEE de la Normandie et thématiques de travail (issu de draaf.normandie.agriculture.gouv.fr)

pluriannuel de modification ou de consolidation de leurs systèmes ou modes de production agricole et de leurs pratiques agronomiques en visant une performance à la fois économique, sociale et environnementale. » (LOI n°2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt. 2014).

Pour être reconnu GIEE, différents prérequis sont nécessaires. Le projet doit répondre à un ensemble de critères en lien avec l'amélioration de la triple performance, la pertinence technique des actions et l'intérêt du collectif. **Une évaluation de la situation initiale de chaque exploitation sur les plans économique, environnemental et social est exigée.** Elle doit être renouvelée régulièrement. Le diagnostic Agro-écologique de l'ACTA/MAAF a été créé pour répondre à ce besoin mais le choix du mode d'évaluation reste propre à chaque groupement.

La mise en place des GIEE séduit les agriculteurs souhaitant s'investir en agriculture de conservation. Sur les trente-deux GIEE normands actifs en 2020, treize ont un projet en AC (Figure 2). Des GIEE, fort de leurs expériences, dynamisent le monde de l'AC et enrichissent les connaissances dans ce domaine. Le GIEE Magellan de la Nièvre (58), animé par Terres Inovia, est notamment très impliqué sur les réseaux et s'investit pour communiquer sur leurs acquis et leurs erreurs à travers le guide Magellan (GIEE Magellan 2019).

1.3. Impact des pratiques de l'agriculture de conservation sur la triple performance des systèmes

Il existe une grande diversité de systèmes en agriculture de conservation selon le degré d'adoption des trois piliers. Les réponses à leur mise en place sont également très différentes suivant le contexte pédoclimatique et biologique de la parcelle. Il en découle une variation importante des performances des différents systèmes en agriculture de conservation.

Certains impacts sur la triple performance sont reconnus. Le temps de travail est généralement réduit et les pointes de travail sont allégées (Schaller 2013; Chapelle-Barry 2008). Cette amélioration des performances sociales est discutable puisqu'elle peut également s'accompagner d'une baisse de l'emploi selon les contextes sociétaux. L'arrêt du labour permet de diminuer la consommation de fioul de 20 à 40% pour les opérations de travail du sol et de semis (Labreuche et al. 2011). Concernant l'impact sur les performances environnementales, la mise en place des pratiques de l'agriculture de conservation améliore la biodiversité de la macrofaune et microfaune des sols (De Tourdonnet 2008; Scopel et al. 2013), protège contre l'érosion (FAO 2019) et favorise l'accroissement du taux de matière organique en surface (INRAE 2019).

D'autres impacts des pratiques de l'agriculture de conservation sont plus difficiles à démontrer et peuvent varier en fonction des contextes. Les rendements peuvent être impactés négativement par l'arrêt du labour mais certaines études montrent des rendements en agriculture de conservation supérieurs à ceux du conventionnel (Labreuche, Laurent, Roger-Estrade 2014, Pittelkow et al. 2015). Les charges de mécanisation peuvent être réduites du fait d'une réduction du travail du sol mais la mise en place des pratiques de l'agriculture de conservation peut aussi s'accompagner d'un investissement dans de nouveaux matériels de semis direct ou de strip-till par exemple. L'émission de protoxyde d'azote (N₂O) semble plus importante en raison de processus de dénitrification accentués (Labreuche et al. 2011). Concernant l'indice de fréquence de traitement (IFT), il semblerait que le non-labour entraîne une augmentation du nombre de passage des traitements herbicides de 0,3, toutes cultures confondues (Chapelle-Barry 2008). Une diversification de la rotation peut permettre de réduire l'IFT (Médiène et al. 2011).

II- Des outils d'évaluation au service des agriculteurs innovants

2.1. Quelle méthode pour évaluer la triple performance ?

Pour répondre aux enjeux de durabilité de l'agriculture française, des outils d'évaluation se développent dès la fin du XXe siècle afin d'améliorer les performances économiques, sociales et environnementales (Van der Werf, Petit 2002). Le recours à ces outils peut être utile pour la conception de système *a priori* ou *a posteriori* ou un pilotage en temps réel. Ils peuvent aussi servir d'outils d'animation de groupes d'agriculteurs s'intéressant à leurs performances.

Une évaluation vise à estimer le niveau d'atteinte d'un ou plusieurs objectifs du développement durable (Exemple : limiter l'érosion). Elle se base sur un ou plusieurs critères permettant d'estimer le niveau d'atteinte des objectifs (Exemple : maîtrise de l'érosion des sols (Craheix et al. 2011)). Ces critères reposent sur la construction d'indicateurs (Van der Werf, Petit 2002). Gras les définit en 1989 comme étant « *des variables [...] qui fournissent des renseignements sur d'autres variables plus difficiles d'accès [...] Les indicateurs servent aussi de repère pour prendre une décision [...]* ». Plusieurs types d'indicateurs sont possibles : il peut s'agir d'indicateurs de pression (fréquence de travail du sol), d'état (taux de matière organique) ou d'impact (érosion des sols) (Van der Werf, Petit 2002). Ils peuvent être évalués par unité de surface ou encore par unité produite (unité de rendement par exemple). La définition de seuils est nécessaire pour permettre d'interpréter les résultats des indicateurs et ainsi estimer le degré de maîtrise du critère et la réponse aux objectifs initiaux.

Les critères peuvent être agrégés par pondération pour estimer le degré de maîtrise de critères dits agrégés plus larges (Exemple : qualité du sol). La pondération est une étape délicate car certains critères peuvent s'opposer dans les objectifs à atteindre (Bockstaller et al. 2008).

2.2. Comment évaluer à l'échelle du système de culture ?

2.2.1. Intérêts de l'évaluation à l'échelle du systèmes de culture dans des groupes d'agriculteurs

Différentes échelles d'évaluation sont possibles. Les plus courantes en agriculture sont : le systèmes d'exploitation (SdE), le système de culture (SdC) et la parcelle. M. Sebillotte définit en 1990 le système de culture comme : « *l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique ; chaque système de culture se caractérise par la nature des cultures et leur ordre de succession, et par les itinéraires techniques appliqués à chacune de ces cultures.* » (Meynard, Doré, Habib 2001). **Une évaluation à l'échelle du SdC permet d'apprécier la cohérence des pratiques successivement mises en place.**

L'approche système nécessite de pouvoir penser une **interdépendance entre les pratiques successives**. Par exemple, le choix de la date de semis influence le cycle de la culture mais également ses interactions avec ses bio-agresseurs (parasites, adventices). Elle doit découler d'une **réflexion à moyen et long terme** (Meynard 2012). Le raisonnement à court terme est souvent favorisé afin de répondre à un objectif immédiat de rentabilité. Le prix de vente favorise les cultures pour lesquelles la marge brute est importante, ce qui induit des rotations courtes voir des monocultures. Pour favoriser une approche sur un temps plus long, les études du RMT Systèmes de Culture innovants (SdCi) préconisent une modification de la façon de conduire les tours de plaine en observant l'impact d'une monoculture par exemple sur la gestion des adventices. L'intégration d'indicateurs de performances pluriannuels peut permettre de montrer l'interdépendance entre les cultures. Par exemple, la marge brute d'un système de grandes cultures avec pois peut être supérieure à un système sans pois, même si ce dernier est moins intéressant d'un point de vue économique qu'un blé par exemple (Meynard 2012).

Intégrer ce raisonnement peut permettre d'accompagner les agriculteurs dans une boucle de progrès pour l'amélioration des systèmes. Elle permet d'identifier les pratiques et les combinaisons de pratiques influençant les performances agronomiques, techniques et de durabilité. Cet outil peut permettre d'élaborer des règles de décision quant à la réalisation de certaines interventions en fonction de l'état de la parcelle et des conditions climatiques (Meynard 2012). Ce cadre permet de faciliter la prise de décision en incluant différentes approches complémentaires afin d'améliorer les performances souhaitées.

Cette approche « système » est particulièrement adaptée à l'agriculture de conservation. Les pratiques successivement mises en place interagissent entre elles et exercent une action sur les différentes composantes du système. La réduction du travail du sol, prise séparément, ne permet pas d'avoir un système stable et performant. La réussite d'une transition vers l'AC dépend de la mise en place conjointe des trois piliers : réduction du travail du sol, diversité des cultures et couverture du sol (Schaller 2013, Pittelkow et al. 2015). Analyser la cohérence entre ces pratiques et leurs impacts ne peut se faire qu'à l'échelle du système de culture.

2.2.2. Méthode d'évaluation à l'échelle du système de culture

Dans le cas d'une évaluation à l'échelle du système de culture (SdC), les critères peuvent être évalués dans un premier temps pour chaque terme du système. Une intégration des différents termes permet dans un deuxième temps de passer à l'échelle du système de culture (Debaeke et al. 2008). Deux méthodes d'intégration sont possibles : en réalisant une moyenne des critères annuels de chaque culture de la rotation au prorata de leur importance ou bien en cumulant la valeur du critère sur la durée de la rotation (Debaeke et al. 2008).

L'évaluation des systèmes de culture s'effectue **souvent par rapport à un système de culture de référence** qui peut être le système initial ou un système témoin (Debaeke et al. 2008). Il peut s'agir d'une référence locale soumise aux mêmes contraintes, notamment climatiques, ou encore de systèmes pratiqués dans des groupes de développement (Debaeke et al. 2008). Le système de référence est alors soumis à la même évaluation que le système d'étude ce qui permet d'apprécier les différences en termes de performance.

2.3. Les méthodes d'évaluation existantes et leurs limites

Les premières méthodes d'évaluation ont été développées à la suite des plans de développement durable dans les années 1970. Ces plans visaient à diffuser des pratiques durables au sein du territoire français. Ils ont permis de mettre en place un certain nombre d'indicateurs de durabilité et des méthodes d'évaluation (Landais 1998). On peut citer le diagnostic agri-environnemental DAE 1, créé en 1994 qui évolua par la suite pour former les diagnostics *Dialogue* et DIALECTE (Doublet 2006). Il s'ensuit une période de développement important de ce nouvel outil. Les méthodes d'évaluation peuvent s'axer uniquement sur des objectifs environnementaux (INDIGO, PLANETE, etc.) ou bien relever des trois piliers de la durabilité (ARBRE, IDEA, MASC etc.).

Il s'agit ici d'observer la diversité des diagnostics à travers quelques exemples clés (Tableau 1) (Gross 2015; Doublet 2006; Craheix et al. 2011; Bockstaller, Rabolin 2011). La méthode INDIGO est réalisée à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation (assolement) et permet d'estimer le degré de maîtrise de critères environnementaux sur la base de huit indicateurs : assolement, succession culturale, matière organique, phosphore, azote, phyto (I-Phy), irrigation, énergie.

Tableau 1 : Analyse de différentes méthodes d'évaluation adaptées à des groupes d'agriculteurs

Méthodes	Diag AgroEco (Gross 2015)	DIALECTE (de Solagro) (Doublet 2006)	MASC (grâce à l'outil DEXi) (Craheix et al. 2011)	INDIGO (Bockstaller et al. 2008)
Utilisation visée lors de la conception	Animation de groupe d'agriculteurs sur l'agroécologie Identifier des pistes de progrès	Caractériser les potentiels d'un système à répondre à des enjeux environnementaux Sensibiliser à l'environnement Mesurer les progrès réalisés en la matière	Evaluation <i>ex ante</i> des SdC innovants. Outils de discussion propice à un travail collaboratif	Identification des points faibles et forts des SdC Amélioration des pratiques culturales. Evaluation <i>ex ante</i> (au préalable) des SdC
Echelle d'évaluation	Exploitation	Exploitation	Système de culture	Parcelle ou systèmes de culture
Dimension de la durabilité couverte	Environnementale, sociale, économique	Environnementale	Environnementale, sociale, économique	Environnementale
Type de sortie	Quantitative ou qualitative transformée en une note	Quantitative et qualitative Synthèse des points forts et faibles	Qualitative par attribut élémentaire ou agrégé	Quantitative ou qualitative transformée en une note de 0 à 10.
Référence (seuils d'accessibilité)	Non connue	Choix des références parmi la base de données	Qualification des attributs et pondération entre attributs définies par le groupe d'évaluation	Valeur de 7 = impact maximal acceptable
Atouts	Outil en « kit » : on peut choisir les modules à réaliser Adapté au système d'exploitation	Evaluer l'ensemble des systèmes de production Accès à une base de données mutualisée anonyme pour mettre en perspective les résultats Analyse quantitative complétée par une analyse qualitative grâce à un dialogue avec l'agriculteur	Evaluation sur les trois dimensions du développement durable à l'échelle du SdC Comparer des SdC Modifications des pondérations pour mieux estimer l'impact sur les performances du SdC	Analyse détaillée des pratiques à l'échelle de la parcelle (+ historique) Transparence des méthodes de construction des indicateurs Exportation possible sous Excel Appui pour la création d'autre diagnostic
Contraintes	Temps de réalisation estimé à ½ journée Pas d'interaction entre pratiques Données qualitatives majoritaires	Temps de réalisation estimé à 1 journée Erreurs potentielles de saisie	Temps de réalisation	Temps de réalisation estimé à 1.5 journées Analyse non exhaustive des pratiques à l'échelle environnementale uniquement

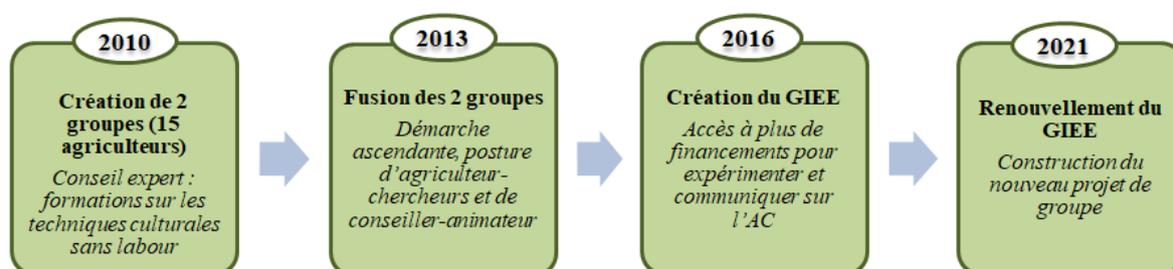


Figure 3 : Evolution du GIEE de 2010 à nos jours (Adaptation de Adam, 2019)

Il peut être utilisé pour la conception d'évaluation de la triple performance à l'échelle du système de culture en alimentant les indicateurs du volet environnemental.

MASC fait partie des méthodes d'évaluation à l'échelle du système de culture les plus connues. Il aide à la conception *ex ante* (au préalable) de systèmes de culture innovants en s'intéressant à la durabilité des systèmes. MASC représente un outil intéressant pour alimenter les discussions et les échanges entre agriculteurs. Toutefois, sa réalisation est chronophage du fait d'un nombre important de critères, ce qui le rend peu adapté à l'évaluation régulière des systèmes d'un groupe d'agriculteurs.

L'outil de diagnostic Agro-écologique développé par l'ACTA/MAAF lors de la création des GIEE est utilisé à l'échelle des systèmes d'exploitation. Il se base sur trois volets : pratiques, performances et démarches. Ces volets peuvent être évalués « à la carte ». Les entrées sont à la fois qualitatives (perception) et quantitatives (données chiffrées). La réalisation de l'évaluation permet de situer l'agriculteur par rapport aux différents critères et de déterminer des pistes d'amélioration pratiques. Les inconvénients de cet outil reposent sur (i) le temps nécessaire à l'évaluation, (ii) l'intérêt relatif des indicateurs reposant sur des perceptions et (iii) la dilution de l'information pour l'action du fait d'un nombre important d'indicateurs.

Dans l'ensemble, ces outils ne sont pas toujours adaptés à l'intégration de pratiques innovantes telles que le semis direct ce qui peut rendre leur intérêt limité dans le cas de groupes travaillant en agriculture de conservation.

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

I – Le GIEE MAC : une diversité d'agriculteurs et de systèmes

Dans la suite de ce mémoire, l'identité des agriculteurs est anonymisée et représentée par leurs initiales respectives (Annexe IV).

1.1. Fonctionnement du GIEE MAC

Porté par le CRDA (Comités Régionaux de Développement Agricole), le GIEE Manche Agriculture de Conservation (GIEE MAC) a été créé en 2016 à partir d'un groupe d'agriculteurs travaillant sur les techniques culturales sans labour (Figure 3). Parmi ces agriculteurs, neuf sont toujours adhérents au groupement.

L'objectif établi du GIEE est de **progresser collectivement dans l'application des trois principes de l'AC sans dégrader la triple performance**. Gabriele Fortino de la Chambre d'Agriculture de Normandie anime et coordonne le GIEE dans ses différents projets.

Le GIEE est construit sur une boucle de progrès basée sur une évaluation individuelle et collective de la durabilité des systèmes de culture. Une évaluation régulière doit permettre (i) d'identifier des pistes d'amélioration pour la mise en place d'essais, de nouvelles techniques ou d'itinéraires techniques et (ii) de communiquer sur les pratiques et résultats du GIEE. Des partenariats sont réalisés, notamment avec la ferme expérimentale La Blanche Maison ou encore avec le lycée agricole Saint-Lô Thère.

1.2. Une diversité de systèmes

Les agriculteurs du GIEE MAC sont répartis sur toute la Manche (Figure 4.A) et doivent s'adapter à différentes contraintes pédoclimatiques (Figure 4.B, Le Gouée 2016). L'ensemble

Fig. 4.A : Infographie présentant la diversité des systèmes du GIEE MAC (A partir de geoportail.fr)



Fig. 4.B : Infographie présentant la diversité des contextes pédo-climatiques de la Manche (A partir de geoportail.fr, climate-data.org, Le Gouée 2016)

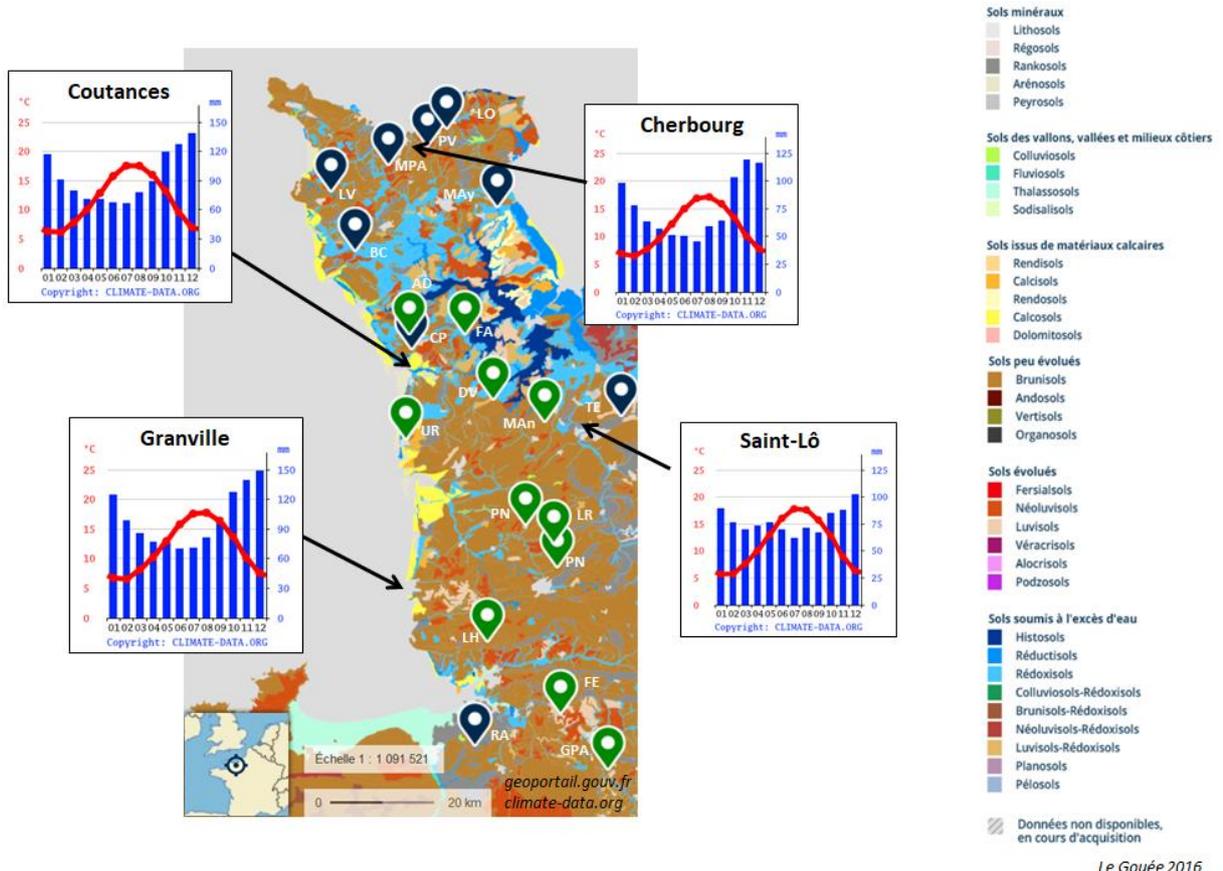


Figure 4: Infographies caractérisant la diversité des systèmes et des contextes pédo-climatiques

du climat est de type océanique. Le nord de la Manche a un climat plutôt doux, humide et pluvieux (Cantal, Beauvais 2020). Le climat est moins venteux et plus ensoleillé dans le sud du département. La frange littorale est tempérée et soumise aux aléas du vent. Le gel et les chaleurs sont rares et les précipitations sont moins fréquentes et moins abondantes (Cantal, Beauvais 2020). Les sols sont de type brunisol (substrat bien drainé) plus ou moins profonds et pentus dans ces trois zones. La zone de marais se caractérise par des sols hydromorphes se gorgeant d'eau l'hiver, contraignant les opérations culturales d'octobre à avril (Figure 4.B). Les agriculteurs du nord du département rencontrent des difficultés à implanter des cultures d'automne, les sols étant rapidement gorgés d'eau.

Le GIEE MAC regroupe dix-neuf fermes avec des ateliers de production différents (Figure 4.A). La majorité des fermes ont des ateliers d'élevage de type bovin lait (14/19), trois ont des ateliers porc, quatre des ateliers bovin viande et une ferme a un atelier volaille. Une exploitation présente un système grandes cultures sans élevage. Le degré d'intensification des systèmes varie en fonction des exploitations.

Parmi les rotations étudiées, six ont un système avec prairie et quinze sans prairie. Dans deux cas (MAy et MPA), deux systèmes de culture ont été étudiés : un système avec et un système sans prairie. Parmi les quinze systèmes sans prairie, neuf sont basés sur une rotation comprenant uniquement du maïs et une céréale, cinq systèmes ont une succession d'au moins trois cultures et un système est en monoculture de maïs (DV). La culture de maïs fourrage est la plus fréquente, suivie du blé.

Les agriculteurs du groupe ont une maîtrise variée des techniques de l'agriculture de conservation. Trois agriculteurs sont exclusivement en semis direct et strip-till. Treize sont en techniques culturales simplifiées (TCS). Ces techniques vont d'un travail systématique plutôt profond sans retournement (30 cm) à un travail superficiel (5 cm). Trois agriculteurs pratiquent le labour de façon non systématique.

II- D'une méthode à un outil d'évaluation adapté au GIEE MAC

2.1. Mise en place d'une évaluation à l'échelle du système de culture

Pour répondre au cahier des charges, le GIEE MAC doit réaliser une évaluation régulière de la triple performance *a minima* une fois tous les trois ans. Les méthodes d'évaluation existantes n'ont pas été retenues en tant que telles du fait (i) du temps nécessaire (ii) du nombre trop important d'indicateurs diluant les informations pour l'action (iii) de l'absence de considération des pratiques innovantes telles que le semis direct (*confer* chapitre 2).

Une méthode d'évaluation adaptée au GIEE MAC a été créée en 2016 par Gabriele Fortino lors de la création du groupement. Cette méthode se base sur l'objectif du GIEE **de progresser sur les trois piliers de l'AC sans dégrader la triple performance**. Une évaluation sur les deux volets de cet objectif est cohérente avec le projet.

Afin de se départir de la diversité des systèmes d'exploitation du GIEE MAC (Figure 4.A.) et compte-tenu de l'intérêt d'une approche système pour caractériser l'ensemble des pratiques de l'AC (*Confer* chapitre 2), cette méthode d'évaluation est réalisée **à l'échelle du système de culture le plus représentatif des adhérents**.

Elle se doit d'être à la fois **exhaustive et facile à mettre en place**. Elle est à destination (i) de chaque agriculteur pour qu'il puisse s'évaluer, comprendre son évolution, se comparer aux

Tableau 2 : Présentation des indicateurs d'évaluation des pratiques de l'agriculture de conservation (SdC = système de culture, SdE = système d'exploitation, ITK = itinéraire technique de culture, Ind.=individuelle, Coll.=collective)

Indicateur	Sortie	Méthode de calcul	Année d'introduction	Echelle	Valorisation	Source d'inspiration
AGRICULTURE DE CONSERVATION						
Réduction du travail du sol	Note sur 10	Une note est attribuée pour chaque implantation de culture (principale ou intermédiaire): SD=10, TCS light=7, TCS profond=4 et labour=1. On fait la moyenne des notes pour arriver à une note sur 10 (Craheix et al. 2011).	2016	SdC	Ind.et Coll.	MASC 2.0.
Diversité des cultures	Note sur 10	Estimation du nombre d'espèces végétales dans la succession culturale. Indicateur adapté de Solagro pour les couverts multispèces et prairie. Plafond à 3 points pour les mélanges d'espèces. Si 1/3 de la surface est de la même culture, on soustrait 1 point (sauf prairie) (Doublet 2006).	2016 adapté en 2021	SdC	Ind.et Coll.	DIALECTE (de Solagro)
Couverture du sol	Note sur 10	Estimation de la couverture des sols pour chaque demi-année culturale en fonction du type de culture et de la méthode d'implantation (note attribuée à dire d'expert). Il en résulte une note moyenne annuelle puis à l'échelle du système de culture.	2016 adapté en 2021	SdC	Ind.et Coll.	Aucune

autres (ii) du GIEE pour mettre en place des essais, identifier des formations d'intérêt et communiquer sur les performances. À la suite d'un sondage réalisé en début de projet, il est apparu que les agriculteurs ne perçoivent pas toujours l'intérêt de cet outil, jugé trop chronophage. L'objectif sous-jacent est donc de susciter leur intérêt afin qu'ils se l'approprient et qu'il puisse devenir un outil d'animation intéressant pour le groupe.

2.1.1 Indicateurs évaluant l'état d'avancée vers l'agriculture de conservation

Le premier volet de cette méthode concerne l'évaluation de l'état d'avancée en agriculture de conservation (AC). Trois indicateurs ont été construits à partir d'indicateurs déjà existants ou à dire d'expert. Ils se basent sur les trois piliers de l'AC : **réduction du travail du sol, diversité des cultures et couverture du sol** (Tableau 2). Créés en 2016, des modifications ont été apportées en cours de projet à la suite de la complexification de certains systèmes de culture et de l'intégration de nouveaux membres dans le GIEE. Les sorties correspondent à une note entre 0 et 10.

Les notes obtenues pour ces trois indicateurs sont cumulées pour donner une note sur 30 correspondant au niveau d'avancée en agriculture de conservation. On pourra alors mesurer l'effet de la mise en place des pratiques de l'AC sur les différents indicateurs de la triple performance.

2.1.2. Indicateurs de la triple performance

Cette méthode d'évaluation se base sur les trois performances de durabilité : économique, sociale et environnementale. L'échelle spatiale est celle de la parcelle, de l'entrée à la sortie du champ. Les indicateurs mis en place sont pour partie inspirés de l'outil CRITER. **On retrouve : les charges opérationnelles, l'IFT, la consommation de fioul, la dose apportée en azote minéral, le temps de travail et l'organisation du travail** (Tableau 3). Les indicateurs « organisation du travail » et « dose apportée en azote minéral » ont été proposés par l'agriculteur PV. L'intégration d'indicateurs à l'initiative des agriculteurs du groupe est essentielle pour mieux lier cet outil à une action de terrain.

Afin d'avoir des résultats à l'échelle du système de culture, les indicateurs sont d'abord évalués pour chaque terme de la rotation comprenant la culture et son interculture précédente. Les résultats sont ensuite agrégés en une moyenne au prorata de la fréquence de chaque terme dans la rotation (*confer* chapitre 2).

L'estimation des indicateurs s'appuie sur deux bases de données. La première est issue de l'outil CRITER (développé par l'INRAE). Elle recense les différents outils agricoles (outils de travail du sol, semoir, épandeur, distributeur d'engrais etc.) associés à leur performance (ha.h^{-1}), leur coût d'utilisation ($\text{€}.\text{h}^{-1}$ et $\text{€}.\text{ha}^{-1}$) et leur consommation de carburant ($\text{L}.\text{ha}^{-1}$). Des outils non répertoriés dans la version précédente sont ajoutés à dire d'expert si besoin (Exemple du semoir maxidrill de l'agriculteur LV). La deuxième base de données correspond à une liste de produits phytosanitaires associés à leur dose homologuée. Elle permet de calculer l'IFT associé aux différents traitements. Cette base de données est également à actualiser à chaque campagne d'évaluation du fait du renouvellement régulier des produits phytosanitaires.

Un indicateur « organisation du travail » est évalué à l'échelle du système d'exploitation et est valorisé uniquement à l'échelle individuelle afin de se représenter les pics d'activité et envisager des solutions pour les lisser.

Tableau 3 : Présentation des indicateurs de la triple performance (SdC = système de culture, SdE = système d'exploitation, ITK = itinéraire technique, Ind.=individuelle, Coll.=collective)

Indicateur	Sortie	Méthode de calcul	Année d'introduction	Echelle	Valorisation
DURABILITE ECONOMIQUE					
Charges opérationnelles	€/ha ⁻¹	Moyenne des charges opérationnelles des cultures. Les charges opérationnelles sont : les semences, engrais, produits phytosanitaires, charges liées aux chantiers dits de mécanisation (travail du sol, semis, semoir, pulvérisateur, épandeur à engrais etc.), d'épandage et de récolte.	2016	SdC	Ind. Et Coll.
Efficience fourragère du maïs	tMS.100€ ⁻¹	Rapport entre le rendement en matière sèche (du maïs et de son interculture, si récoltée) et les charges opérationnelles (hors épandage et récolte).	2021	ITK	Ind. Et Coll.
Marge semi-nette du blé	€/ha ⁻¹	Différence entre le produit brut (Rendement*prix de vente) et les charges opérationnelles comprenant les charges de mécanisation (hors épandage et récolte)	2021	ITK	Ind. Et Coll.
Robustesse de l'itinéraire blé	Graphique	Marge semi-nette du blé en fonction d'une variation du prix de vente.	2021	ITK	Ind. Et Coll.
DURABILITE SOCIALE					
Temps de travail	h.ha ⁻¹	Moyenne du temps de traction à l'hectare des cultures, tous chantiers confondus.	2016	SdC	Ind. Et Coll.
Organisation du travail	Graphique	Graphique du nombre d'h.semaine ⁻¹ moyen estimé par mois : cumul du temps de travail de chaque main d'œuvre de la ferme	2021	SdE	Ind.
DURABILITE ENVIRONNEMENTALE					
Indice de Fréquence de Traitement (IFT)	IFT	Moyenne des IFT des cultures. L'IFT est le rapport entre la dose apportée et la dose homologuée (recensée dans une base de données actualisée annuellement)	2016	SdC	Ind. Et Coll.
Consommation de carburant	L.ha ⁻¹	Moyenne de la consommation de fioul des cultures. Pour chaque culture : somme de la consommation pour chaque chantier (de travail du sol, d'épandage, de récolte etc.)	2016	SdC	Ind. Et Coll.
Dose en azote minérale	uN.ha ⁻¹	Moyenne des doses en azote minéral apportées aux différentes cultures de la rotation	2021	SdC	Ind. Et Coll.

2.2. Une approche économique à l'échelle de l'itinéraire culturale

Dans les versions précédentes, d'autres indicateurs économiques étaient évalués à l'échelle du système de culture :

- 1- l'efficience fourragère des cultures à vocation fourragère (prairie, luzerne, maïs, méteil) correspond au rendement moyen par unité de 100 € de charges opérationnelles (charges de mécanisation comprises) investies à l'échelle du SdC.
- 2- la marge semi-nette des cultures de vente (céréales, colza, féverole) correspond au produit brut des cultures de vente auquel on soustrait les charges opérationnelles (charges de mécanisation comprises).

Du fait de la diversité des systèmes d'exploitation du GIEE MAC, les objectifs des systèmes de culture seront différents : (i) produire du fourrage pour l'atelier animal et/ou (ii) dégager de la marge à travers les cultures de vente. La part des cultures de vente et la part des cultures fourragères diffèrent entre les systèmes en fonction des objectifs de l'exploitation. Le premier indicateur pose problème car en fonction des objectifs, le système comprendra différents types de fourrages avec des valeurs alimentaires différentes. La valorisation des fourrages est également variable selon la ration animale. Le deuxième indicateur pose problème car en fonction des objectifs du système d'exploitation, la flexibilité quant au choix des cultures de vente est différente. Certains pourront ajouter des cultures de vente à haute rentabilité comme le colza, d'autres ne pourront pas se le permettre. De plus, séparer les cultures de vente des cultures fourragères ne fait pas sens à l'échelle du système de culture car on ne peut pas apprécier la cohérence de la succession et l'influence des cultures entre elles.

Face à ce constat, une solution serait de donner un prix de vente à chaque culture fourragère et ainsi d'avoir un indicateur marge semi-nette correspondant à une moyenne des marges semi-nettes des cultures de la rotation. Cependant, il est difficile d'estimer une valeur à un fourrage qui soit cohérente avec les différentes valorisations possibles (exemple : un maïs fourrage n'a pas le même niveau de rentabilité s'il est vendu que s'il est consommé pour produire du lait). L'autre solution est de s'intéresser à une culture fourragère et à une culture de vente en particulier.

Un volet d'évaluation à l'échelle de l'itinéraire technique du maïs et du blé, soit les deux cultures les plus répandues dans le GIEE, a été ajouté à l'évaluation (Figure 4.A.). Le précédent prairie supposant une gestion différente de la conduite du maïs, nous distinguons le maïs de prairie des autres précédents. À cette échelle, **les chantiers d'épandage et de récolte ne sont pas pris en compte** car supposés uniformes entre les itinéraires techniques du GIEE. Leur considération entraînerait un lissage des différences entre les itinéraires techniques.

Trois indicateurs d'intérêt s'ajoutent alors aux indicateurs précédemment décrits : **l'efficience fourragère du maïs**, **la marge semi-nette du blé** et **la robustesse de l'itinéraire blé** (Tableau 3). Ce dernier indicateur permet d'apprécier la **résilience face aux aléas du marché**. Ces derniers sont modélisés par trois scénarios de variation de prix. Ils sont basés sur les moyennes des prix payés aux agriculteurs en Normandie, toutes formules de paiement comprises, sur la période 2010-2020 (FranceAgriMer). On retient le prix moyen le plus faible, le plus fort et la moyenne sur les dix dernières années.

En plus d'enrichir le volet durabilité économique, cette étude à l'échelle de l'itinéraire technique permettrait une meilleure appropriation de l'évaluation par les agriculteurs car réalisée à une échelle de temps court. Elle pourrait donc servir de levier de discussion et ouvrir la voie à une analyse plus large à l'échelle du système de culture.

Fig. 5.A. Référence système de culture avec prairie

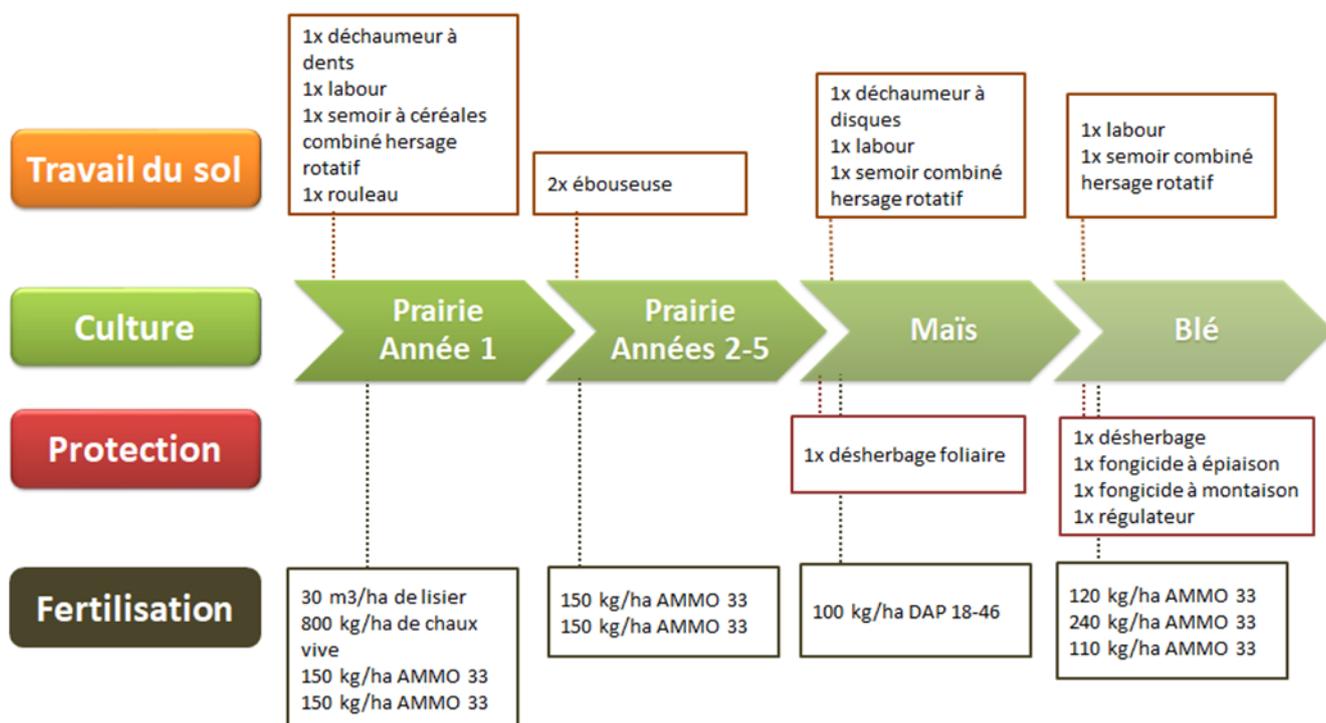


Fig. 5.B. Référence système de culture sans prairie

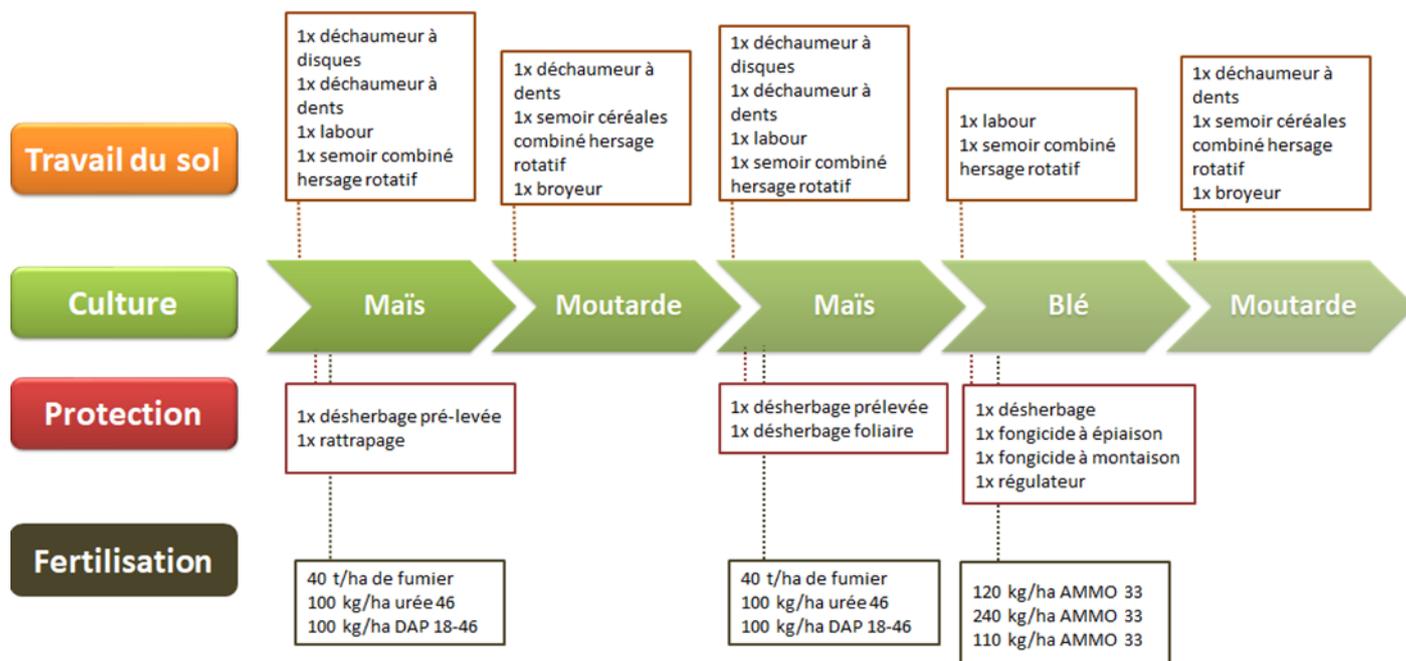


Figure 5 : Systèmes de référence construit à dire d'expert en collaboration avec des conseillers des Chambres d'Agriculture de Normandie

2.3. Référence et hypothèses de travail

2.3.1. Compromis dans le choix des références

Deux références ont été créées à dire d'expert (Debaeke et al. 2008) : une référence système avec prairie et une référence système sans prairie. Il s'agit de rotations représentatives à l'échelle du département, avec des conduites majoritairement observées par des conseillers des Chambres d'Agriculture chez les agriculteurs suivis, sur la base de potentiels de sol moyen (Figure 5 et Annexe I).

Dans les versions précédentes, les références étaient individualisées et prenaient en compte le potentiels du sol du territoire proche de chaque agriculteur. Les résultats des agriculteurs pouvaient être comparés à potentiel égal avec la référence. Ce niveau de complexification n'est pas toujours utile dans la construction d'une référence. L'objectif d'une référence est d'être un point de comparaison pour observer l'évolution des performances. Par souci de simplification de l'outil à l'échelle du groupe, une seule référence commune par type de système (avec/sans prairie) est suffisante pour représenter ce point de comparaison.

Les itinéraires techniques de référence des cultures de maïs de prairie, maïs hors précédent prairie et blé sont issus de ces références « système ».

2.3.2. Choix réalisés pour simplifier la méthode

Pour simplifier la comparaison entre les agriculteurs et faciliter la prise d'information, plusieurs choix ont été réalisés :

- Tous les maïs sont considérés comme du maïs ensilage (méthode de récolte, conversion des rendements)
- Les trajets en dehors de la parcelle ne sont pas pris en compte. Les indicateurs sont évalués de l'entrée à la sortie du champ.
- Les travaux d'épandage ne prennent pas en compte le transport au champs. Bien que certains agriculteurs fassent appel à des ETA, la même base de données que les autres travaux est utilisée. Les charges de mécanisation et la consommation de fioul sont proportionnelles au nombre de passages réalisés comme pour les autres outils.
- Deux chantiers d'épandage sont possibles : épandage de fumier (comprend tout type de fumier, fientes de volaille et digestat solide) ou de lisier (comprend tout type de lisier et digestat liquide).

III- Méthodes d'évaluation en pratique

3.1. Méthodes de collecte des données

La phase d'entretien dure entre 1h30 et 3 h et permet de collecter les données nécessaires aux calculs des indicateurs et à leur interprétation (Annexe II). Après une discussion visant à mieux comprendre le contexte de la ferme, ses contraintes et les aspirations de l'agriculteur, le système de culture le plus représentatif de l'exploitation (l'année précédant l'évaluation) est déterminé. Chaque itinéraire technique est ensuite décrit en détail, de l'implantation à la récolte (ou destruction) pour chaque culture et interculture de la rotation.

On distingue les systèmes avec prairie et sans prairie. Dans les analyses de groupe, les résultats de MAy et MPA correspondent à la moyenne de leurs deux systèmes de culture respectifs avec prairie et sans prairie.

Pour donner suite à l'évaluation, un diagnostic individuel est fourni à chaque agriculteur. Il présente les analyses du système de culture, décrit pendant l'entretien, et des itinéraires techniques du maïs et/ou du blé.

3.2. Méthodes d'analyse des résultats

Approche descriptive sur Excel

Une analyse collective est réalisée à partir des résultats individuels. Elle comprend deux études.

1- La première se base sur les résultats des indicateurs du collectif en 2021. Tous les individus font partie de l'étude. Plusieurs graphiques décrivent le jeu de données. Parmi lesquels, le graphique en radar permet de représenter la valeur relative (en %) de chaque indicateur de la triple performance par rapport à la référence (située à 0) dans le sens d'une amélioration des performances. (Exemple : une valeur relative positive en temps de travail par rapport à la référence signifie que le temps de travail est inférieur à la référence). Des graphiques en nuage de points XY permettent d'observer la répartition des résultats des deux indicateurs représentés. Les initiales de chaque individu apparaissent sur ces graphiques afin que chaque agriculteur puisse se situer par rapport aux autres. Les systèmes avec prairie sont distingués des systèmes sans prairie. Ces graphiques permettent d'apprécier la corrélation entre ces deux indicateurs.

2- La deuxième étude se base sur un échantillon plus petit composé des agriculteurs présents depuis la création du GIEE en 2016, soit neuf agriculteurs (**Figure 4, individus en bleu**). On peut alors apprécier l'évolution des agriculteurs au sein du groupe en valeur absolue par rapport à 2017, première année d'évaluation (différence entre les résultats de 2021 et 2017).

D'autres analyses sous R, présentées ci-dessous, permettent d'enrichir ces analyses.

Comparaison de moyenne (Annexe III, script 1)

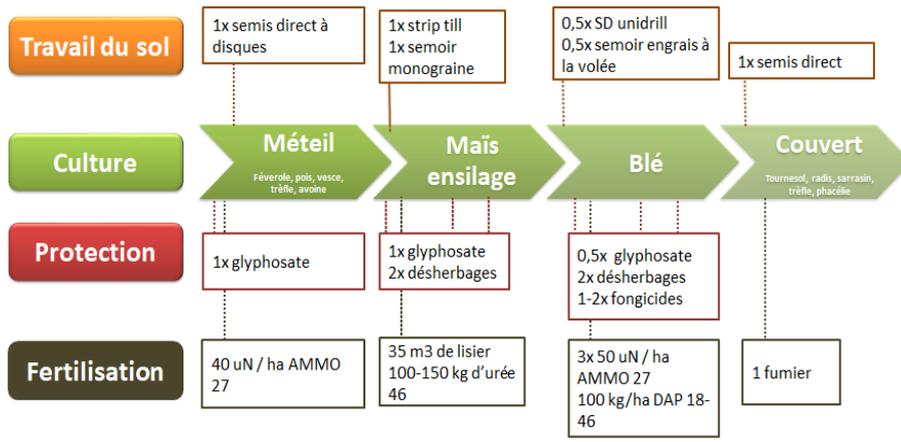
Des tests de comparaison de moyenne sont réalisés pour caractériser les différences observées entre les sous-groupes. Ces derniers sont définis en fonction du type de système (avec prairie *versus* sans prairie) et de l'ancienneté dans le groupe (« anciens » *versus* « nouveaux »). On compare, par exemple, la moyenne des charges opérationnelles des systèmes avec prairie par rapport à celles des systèmes sans prairie. Pour chaque comparaison, un test de Shapiro associé à une appréciation graphique permet d'apprécier la normalité des variables. Des tests d'égalité et de supériorité de moyenne sont ensuite réalisés sous R grâce au test de Student (lorsque les variances sont égales), de Welch (lorsque les variances sont différentes) ou de Wilcoxon (lorsque les variables ne sont pas normées). Les tests sont réalisés avec un intervalle de confiance de 95%.

Matrice de corrélation (Annexe III, script 2)

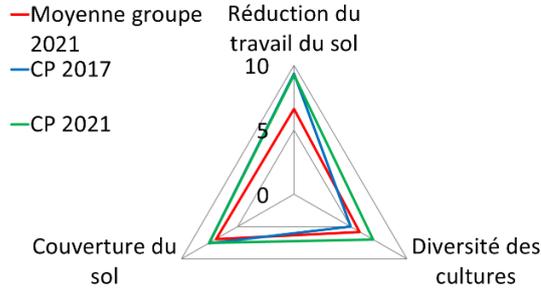
Une matrice des corrélations triangulaire présente l'ensemble des corrélations entre indicateurs choisis dans un tableau à double entrée. Les coefficients indiqués à l'intersection de chaque couple d'indicateurs correspondent aux coefficients de corrélation de Pearson significatifs avec un intervalle de confiance de 95%. La couleur associée aux coefficients correspond au sens de la corrélation, en bleu la corrélation est positive et en rouge négative. Cette matrice de corrélation peut être utile à l'évaluateur pour comprendre les corrélations entre les indicateurs et ainsi orienter les choix lors de la présentation aux agriculteurs.

Analyse en Composante Principale (ACP) (Annexe III, script 3)

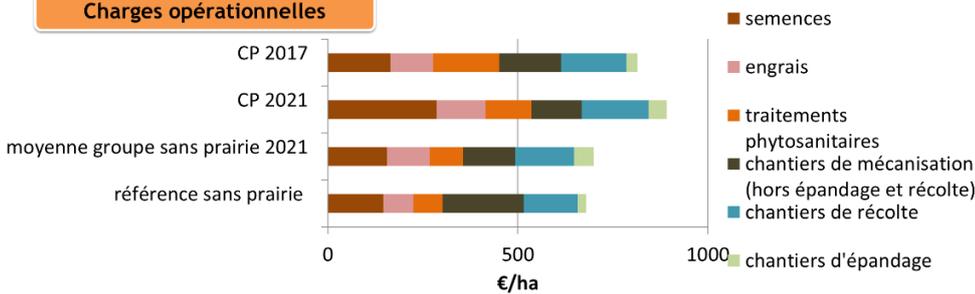
Une ACP permet d'analyser les liaisons entre indicateurs (appelés variables ici) et les ressemblances entre les agriculteurs en fonction de leurs résultats. Les variables sont agrégées en de nouvelles variables appelées composantes principales, sous forme de combinaison linéaire des variables initiales. La variance des composantes principales, représentée par l'inertie portée par l'axe, doit être maximale pour résumer au mieux l'ensemble des variables initiales. Le cercle des corrélations est la projection des variables sur le plan des composantes



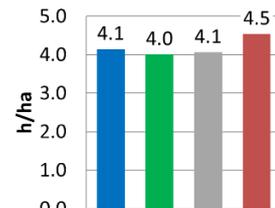
AGRICULTURE DE CONSERVATION



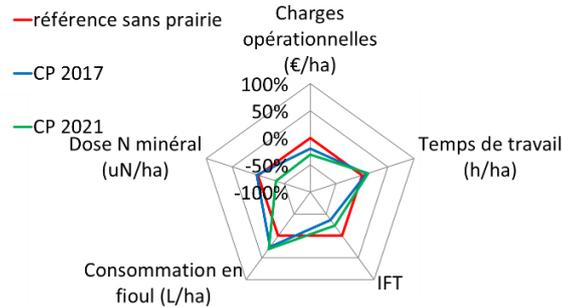
Charges opérationnelles



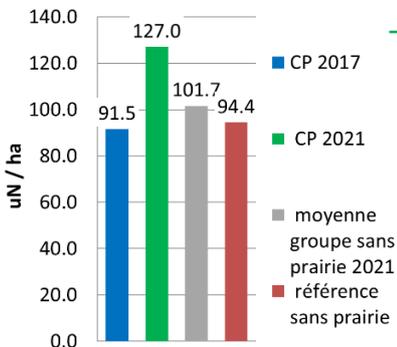
Temps de travail



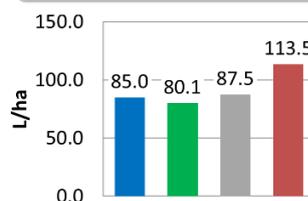
TRIPLE PERFORMANCE



Dose N minéral



Consommation de fioul



IFT

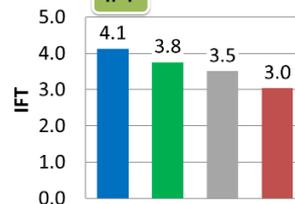


Figure 6 : Résultat des indicateurs de triple performance et d'agriculture de conservation de CP à l'échelle du système de culture

principales. Les variables bien représentées sont celles qui sont proches de l'extérieur du cercle.

Classification ascendante hiérarchique (CAH) (Annexe III, script 3)

A la suite d'une ACP, une CAH permet de classer les corrélations observées et les individus associés aux différentes variables. Cette CAH regroupe les individus les plus semblables au sein d'une même classe, appelée *cluster*, tout en maximisant l'hétérogénéité entre les classes. La classification est ascendante, car elle part des observations individuelles, et est hiérarchique, car elle produit des groupes de plus en plus vastes incluant des sous-groupes en leur sein. L'arbre de classification obtenu peut être coupé à une certaine hauteur choisie en fonction de la partition désirée (nombre de classes). Une CAH sera réalisée pour réaliser des typologies entre les systèmes des agriculteurs puis pour caractériser les parcours des agriculteurs présents depuis la création du GIEE. Cela permet de mieux comprendre la dynamique du groupe et d'apporter des pistes d'amélioration personnalisées.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET INTERPRETATION

Cette partie n'a pas pour vocation de présenter la totalité des résultats de l'étude mais une partie afin d'apprécier les différentes méthodes d'analyse et leurs intérêts pour que cet outil d'évaluation puisse s'intégrer dans une boucle de progrès au sein du GIEE.

I – Etat des lieux des pratiques en 2021

1.1. Une première évaluation individuelle

Une première évaluation individuelle du système de culture de chaque adhérent est réalisée. Les résultats des différents indicateurs de la triple performance et de progression dans l'agriculture de conservation sont mis en relief par rapport aux contraintes du système et aux projets de l'agriculteur. Une comparaison par rapport aux résultats des campagnes précédentes permet d'apprécier l'évolution du système. L'évaluation de l'individu CP servira d'exemple pour illustrer la méthode d'analyse individuelle (Figure 6).

Dans quel contexte s'inscrit le système de culture de CP ?

Dès son installation du côté de Lessay à proximité de Coutances (Figure 4.B.) en 2013, CP pratique le sans labour sur l'exploitation familiale. L'exploitation comprend un atelier bovin lait de 100 vaches laitières (VL) pour un volume de production de lait de 900 000 L.an⁻¹. L'installation de deux robots en 2013 permet de diminuer l'astreinte liée à la traite. Une surface agricole de 130 ha de cultures et de prairies permet de subvenir en partie aux besoins du cheptel. Sa rotation principale se base sur une succession maïs – blé avec deux couverts successifs en interculture longue.

Quelles progressions en AC ?

Par rapport à l'ensemble du groupe, CP est très engagé en agriculture de conservation (Figure 6). Dès 2017, il exerce un travail réduit du sol. Les blés, couverts et méteils sont implantés en direct et le maïs au strip-till. En 2017, deux passages de strip-till étaient réalisés. La création d'une cavité empêchait alors un bon contact sol-graine. Il ne réalise maintenant qu'un seul passage, ce qui lui permet de diminuer ses charges de mécanisation. Malgré l'amélioration des techniques de réduction du travail du sol, la note sur ce pilier est similaire à 2017. La note de son système en diversité des cultures a augmenté. L'orge ne fait plus partie de sa succession majoritaire et le maïs n'est plus récolté en épi mais en plante entière.

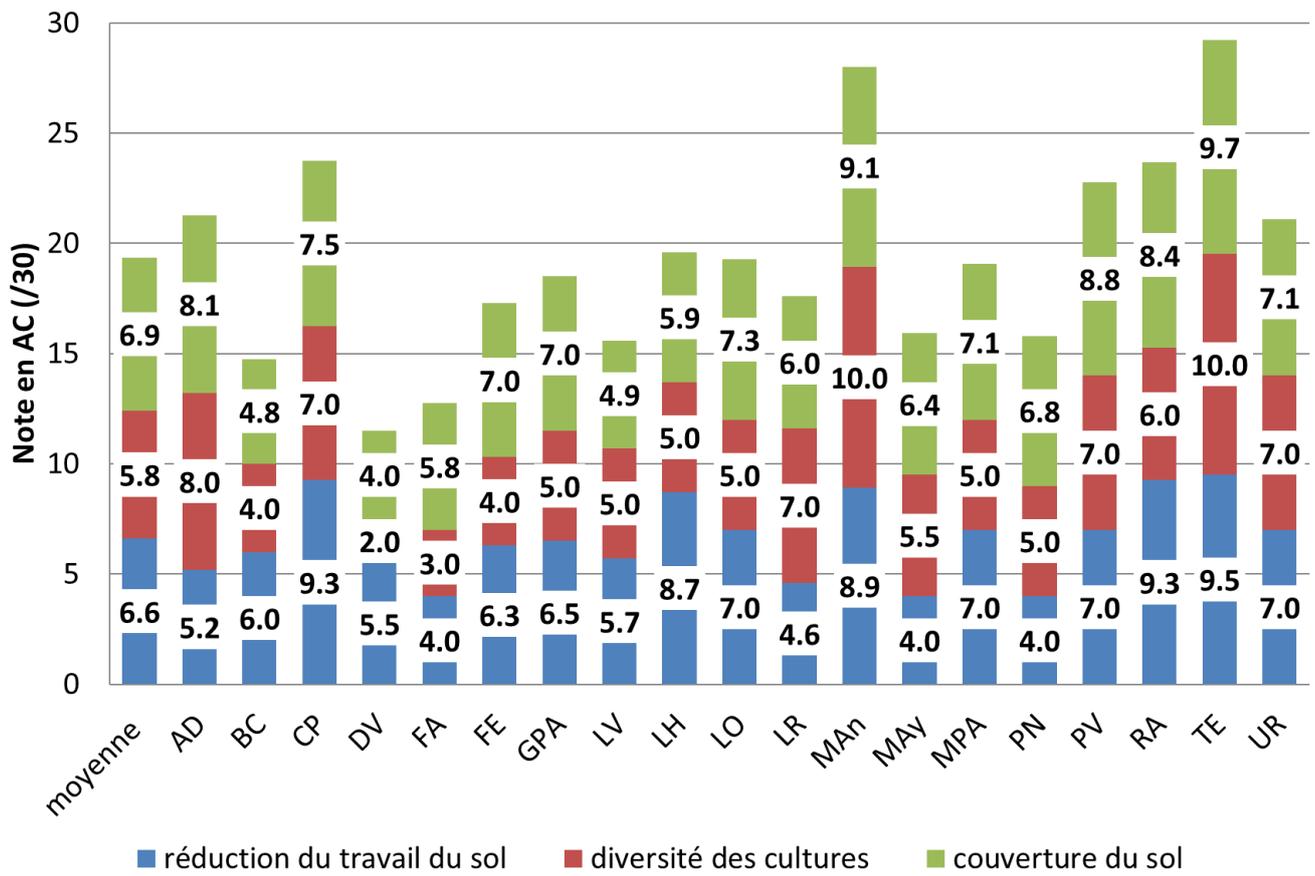


Figure 7 : Etat des lieux des avancées sur les trois piliers de l'AC, tous systèmes confondus

En parallèle, l'interculture s'est complexifiée à la suite de l'ajout d'un couvert d'été composé de tournesol, radis fourrager, sarrasin, trèfle incarnat et phacélie. Pour limiter le tassement du sol, CP a conçu un nouveau schéma d'implantation du maïs afin de passer la tonne à lisier lorsque le maïs est déjà développé. L'interculture et le travail réduit du sol permettent une bonne couverture annuelle. La note de couverture du sol n'a pas évolué par rapport à 2017. Les résidus de cultures laissés par le maïs épi ne couvrent plus le sol avant l'implantation du blé. La complexification de l'interculture permet de contrebalancer cet effet à l'échelle du système. Globalement, on considère qu'il y a eu une progression dans la mise en place des pratiques de l'agriculture de conservation.

Quels sont les effets de cette évolution sur la triple performance ? (Figure 6)

On observe une augmentation des charges opérationnelles en semences et des charges liées aux chantiers de mécanisation et de récolte (+ 78 €/ha⁻¹). Ces augmentations sont, d'une part, liées à l'introduction du couvert d'été mais également à l'arrêt de la culture d'orge qui diminuait les charges à l'échelle du système de culture. Le temps de travail et la consommation de fioul n'ont pas évolué. Ils sont inférieurs à la référence labour sans prairie du fait d'un travail réduit du sol. En 2021, la moitié des méteils est à base de féverole et l'autre moitié à base de seigle, plus précoce. L'objectif est de répartir la charge de travail liée à la récolte du méteil et à l'implantation du maïs sur un temps plus long. Cette évolution pourrait permettre de réduire le pic de travail rencontré en fin de printemps visible sur le graphique organisation du travail. L'IFT a légèrement diminué (-0,4) à la suite de l'arrêt de l'orge. La dose en azote minéral a augmenté. Une dose supplémentaire est apportée sur le méteil.

1.2. Impact d'une progression en agriculture de conservation sur la triple performance des systèmes

1.2.1. Analyse descriptive des différents indicateurs

Comment se positionnent les systèmes du GIEE MAC en termes de durabilité et d'expertise en AC ?

Les résultats des indicateurs de la triple performance des systèmes de cultures (tous systèmes confondus) et de la note obtenue en agriculture de conservation présentent une grande variabilité au sein du groupement. On peut apprécier leur variation dans le groupe en fonction du type de système (avec ou sans prairie) et de l'ancienneté des agriculteurs. Une distinction est faite entre les agriculteurs présents lors de la création du projet (groupe « anciens ») et les agriculteurs l'ayant intégré en cours (groupe « nouveaux »).

Note obtenue en agriculture de conservation:

Tous systèmes confondus, la note moyenne est de 19,6/30. La mise en place des pratiques en AC est relativement équilibrée sur les trois piliers de l'AC avec une note moyenne en diversité des cultures un peu plus faible (Figure 7). Les systèmes avec prairie ont en moyenne une note en AC meilleure que celle des systèmes sans prairie. Ce constat n'est pas significatif car les notes les plus élevées en AC correspondent à des systèmes sans prairie : TE, MAn et CP. La note couverture du sol est significativement meilleure pour les systèmes avec prairie. La meilleure note obtenue en AC est de 29,2/30. Elle correspond au système sans prairie de TE, basé sur une rotation complexe : *Maïs grain – Féverole – Colza associé – Orge – couvert – Blé – couvert*. Les cultures d'automne sont implantées en semis direct tandis que le maïs est implanté au strip-till. Au contraire, la note la plus faible est de 11,5/30 et correspond à l'individu DV. Le système correspondant est une monoculture de maïs implanté en TCS profond (supérieures à 15 cm) avec un couvert d'interculture enfoui. Le niveau d'expertise en AC ne dépend pas de l'ancienneté dans le groupe. Certains nouveaux adhérents ont des systèmes performants en AC. On peut citer les exemples de MAn, LH et UR.

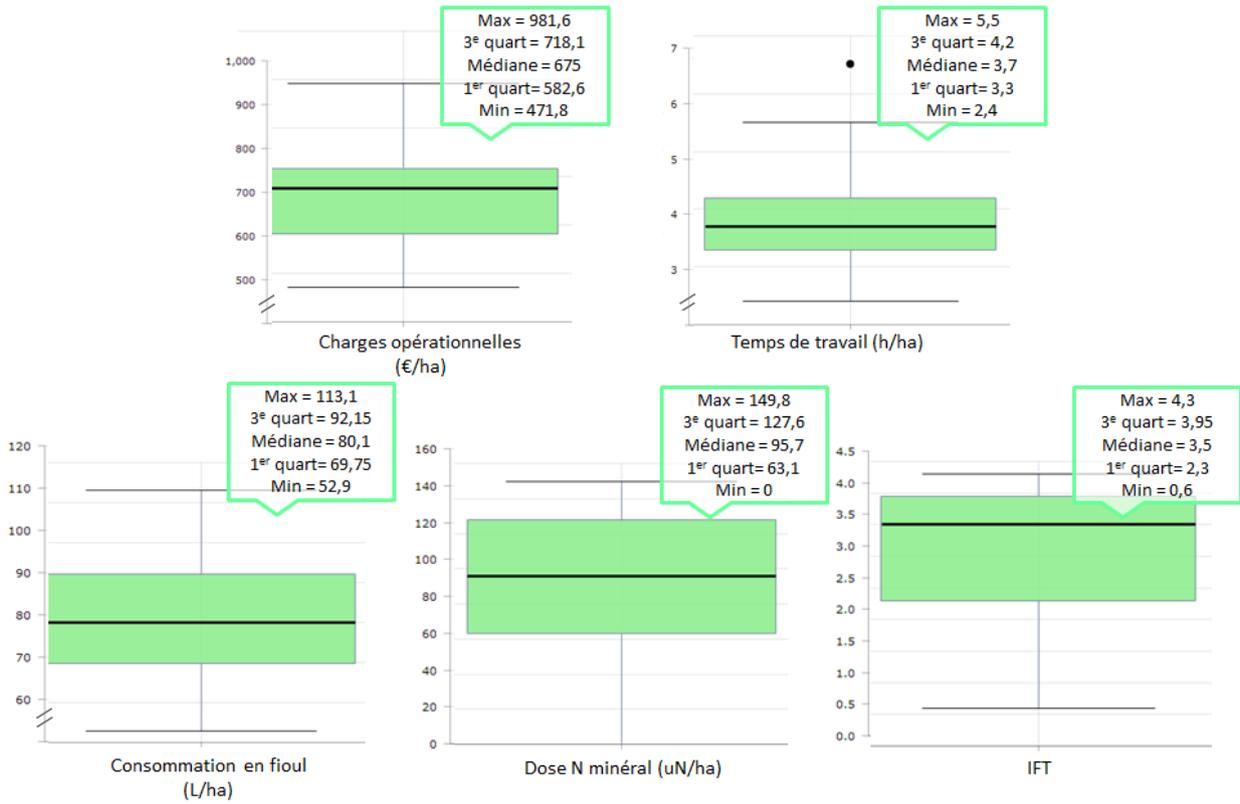


Figure 8 : Boîtes à moustache représentant la variabilité des résultats des différents indicateurs

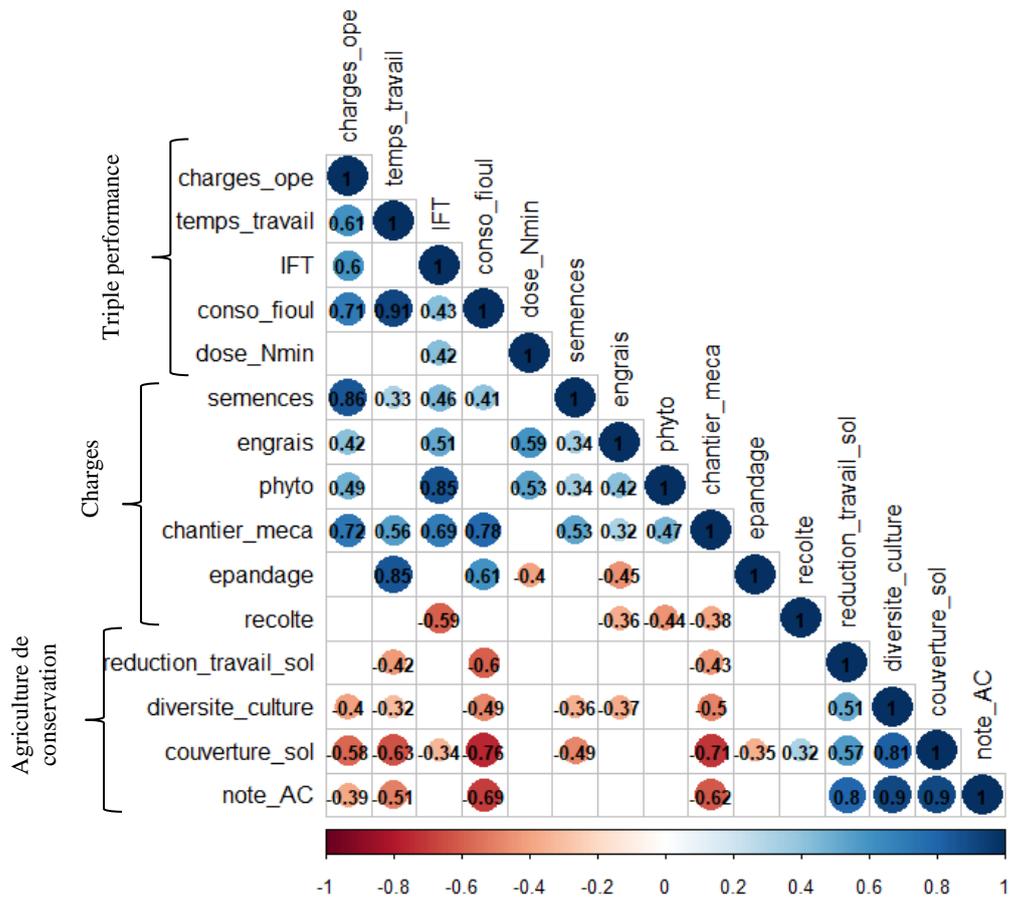


Figure 9 : Matrices des corrélations entre variables à l'échelle du système de culture

Triple performance

Les performances économiques, sociales et environnementales diffèrent entre les systèmes du GIEE MAC (Figure 8). Ces différences sont liées dans un premier temps au type de système. En moyenne, les systèmes avec prairie ont significativement moins de charges opérationnelles, consomment moins de carburant et ont un IFT plus faible. Le temps de travail est généralement inférieur sans que ce constat soit significatif. La présence d'une prairie tend à diluer les charges, le temps de travail et l'utilisation d'intrants à l'échelle du système de culture. En effet, une fois la prairie implantée, seuls les chantiers de récolte et de fertilisation sont réalisés dans la majorité des cas. De plus, elle a un effet précédent important sur les cultures suivantes en termes de gestion des adventices et plus ou moins sur l'azote minéral disponible. Les performances sont similaires entre le groupe des « anciens » et le groupe des « nouveaux ». L'IFT moyen des systèmes des « anciens » est significativement inférieur à celui des « nouveaux » mais ce constat est sûrement lié à la part plus grande des systèmes avec prairie dans ce premier sous-groupe.

TE est celui qui a les meilleures performances en charges opérationnelles, temps de travail et consommation de carburant du fait d'une réduction conséquente du travail du sol.

1.2.2. Corrélation entre indicateurs

***Comment la mise en place des pratiques de l'AC influence la durabilité des systèmes ?
Quelles sont les corrélations entre indicateurs ?***

A travers une matrice des corrélations des indicateurs réalisée sous R, on peut apprécier les corrélations entre les indicateurs de la triple performance, les indicateurs de progression en agriculture de conservation (AC) et les différentes charges opérationnelles (Figure 9). Cette matrice permet d'avoir une vision d'ensemble. La construction de nuages de points XY permet ensuite d'apprécier la dispersion des résultats de deux indicateurs d'intérêt et leur corrélation (Exemple : l'IFT en fonction de la note en AC).

La diversité des cultures est la composante de l'AC la plus variable

Une note importante en AC est plus corrélée à la note « diversité des cultures » qu'à celle de « la réduction du travail du sol » (Figure 9, Annexe V). Cela est lié à la plus grande variation de note pour ce pilier allant de 2/10 à 10/10 (Figure 7). Un certain nombre de systèmes réduit le travail du sol sans augmenter la diversité des cultures comme les systèmes sans prairie de MPA, DV et FA (Figure 7, Annexe V). Les deux premiers systèmes sont des monocultures de maïs. La réduction du travail du sol est l'objectif d'une conversion en AC. La diversité des cultures et la couverture du sol sont souvent perçues comme des moyens pour y arriver. Une conversion à l'AC passe souvent par une réduction du travail du sol sans pour autant augmenter la diversité des cultures et la couverture du sol (Scopel et al. 2013). L'équilibre entre les trois composantes de l'AC est pourtant nécessaire pour que le système soit durable (Schaller 2013).

Corrélation non significative entre la note obtenue en AC et l'IFT

Contrairement aux constats de la littérature (Chapelle-Barry 2008), la mise en place des pratiques de l'AC n'est pas corrélée à une augmentation de l'IFT au sein du GIEE MAC (Figure 10.A.), ni à une augmentation de l'IFT herbicide. L'IFT est corrélé négativement avec la note en couverture du sol (Figure 9) ce qui correspond au fait que les systèmes avec prairie ont en moyenne une meilleure couverture du sol et un IFT plus faible (Figure 10.A). De plus, huit systèmes ont un IFT inférieur à la référence représentative du département en système avec ruminant estimée à 2.6 (Arrêté DARM n°2016/0001-MAEC). Il s'agit majoritairement de systèmes avec prairie appartenant au groupe des « anciens ». Trois sont en-dessous de l'objectif écophyto de réduction de l'IFT à 50%.

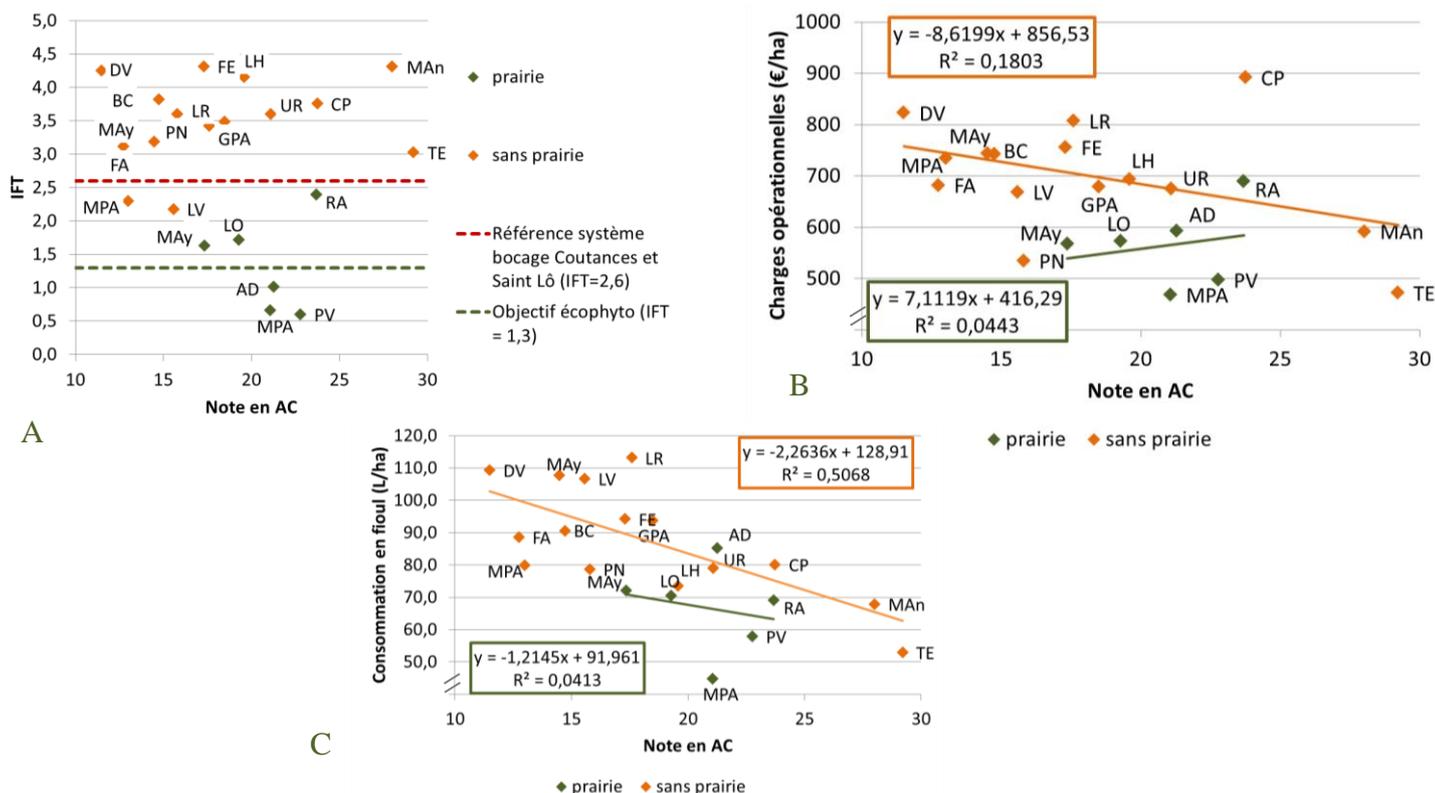


Figure 10 : Corrélations entre des indicateurs triple performance et la note en AC. A. Corrélation avec l'IFT. B. Corrélation avec les charges opérationnelles. C. Corrélation avec la consommation en fioul.

Fig. 11.A : Représentation **radar** des performances relatives à la référence maïs (hors précédent prairie à gauche et de prairie à droite) dans le sens d'un progrès de durabilité.

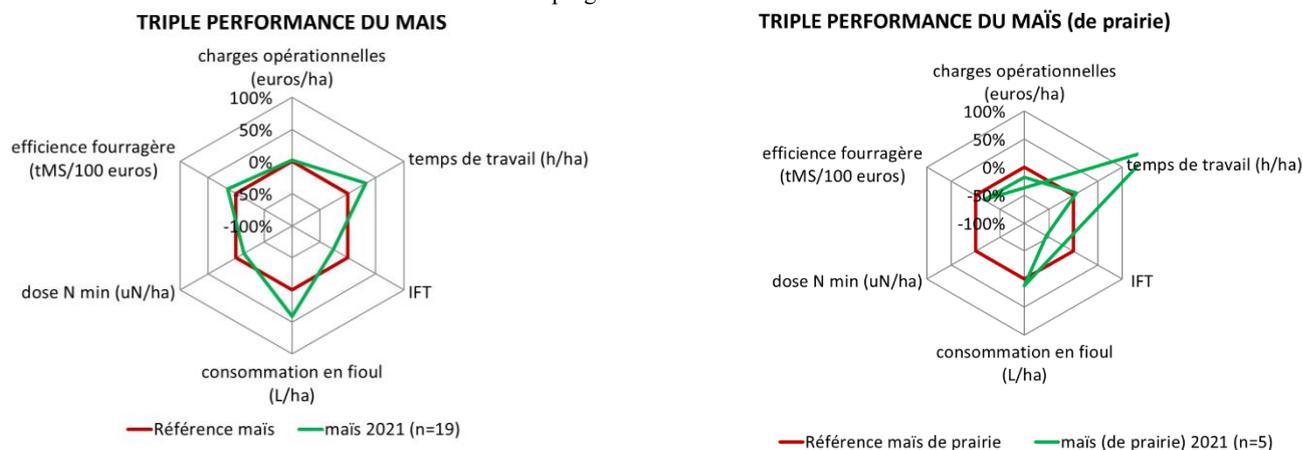


Fig. 11.B : Corrélation entre les charges opérationnelles et la note en AC et entre les charges opérationnelles et l'efficacité fourragère

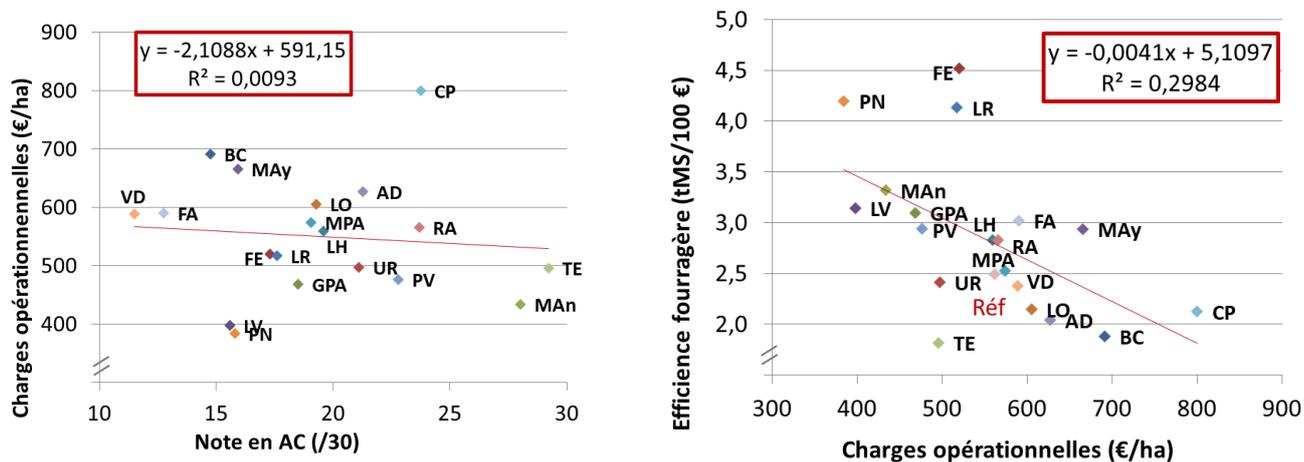


Figure 11 : Graphiques soutenant l'analyse de l'itinéraire du maïs (hors précédent prairie)

Corrélation entre l'IFT et les charges des produits phytosanitaires

L'IFT est fortement corrélé aux charges en produits phytosanitaires ($r = 0,85$) (Figure 9). Ce dernier indicateur pourrait être utilisé à la place de l'IFT afin d'être plus attractif pour les agriculteurs du groupe, portés majoritairement par des raisonnements économiques.

Corrélation entre la note en AC et les charges opérationnelles

Cette corrélation est significativement négative, tous systèmes compris ($r = -0,39$) (Figure 9). Toutefois la relation est faible (Figure 10.B.). CP se distingue des autres individus du fait des charges engendrées par son interculture longue composée de deux couverts.

Corrélations entre le temps de travail, la consommation de fioul et la note obtenue en AC

Le temps de traction au champ et la consommation de fioul sont positivement corrélés ($r = 0,91$). Les systèmes de cultures ayant une bonne note en agriculture de conservation consomment moins de fioul et nécessitent moins de temps de travail (Figure 10.C) (Schaller 2013; Labreuche et al. 2011). Les chantiers de mécanisation (travail du sol, semis, traitements) sont ceux qui consomment le plus de carburant. Les chantiers d'épandage sont les plus chronophages, notamment l'épandage de lisier.

1.2.3. Analyses à l'échelle des itinéraires techniques

Les itinéraires techniques de trois cultures sont évalués: ceux du maïs (hors précédent prairie), du maïs de prairie et du blé. Cette étude a pour objectif d'être une voie d'entrée à l'approche système pour les agriculteurs du GIEE.

Elle permet d'avoir une approche économique plus complète en introduisant des indicateurs de performance directe : efficacité fourragère du maïs, la marge semi-nette du blé et la robustesse de l'itinéraire blé. Les indicateurs précédents sont évalués à l'échelle de la culture cette fois-ci : charges opérationnelles, temps de travail, consommation de fioul, dose apportée en azote minéral, IFT, note en AC (à l'échelle du système de culture). Les chantiers d'épandage et de récolte ne sont pas pris en compte.

Etude de l'itinéraire technique du maïs fourrage (hors précédent prairie) (n=19)

L'échantillon d'étude comprend dix-neuf itinéraires de maïs, soit un itinéraire par agriculteur. Pour les agriculteurs ayant plusieurs conduites, les résultats techniques sont moyennés en fonction des pondérations des différents types de conduite.

Par comparaison avec les performances de la référence maïs (Figure 11.A. gauche), les itinéraires techniques de maïs du GIEE sont plus performants en moyenne sur les leviers temps de travail et consommation de fioul. L'IFT et la dose en azote minéral sont plus élevés que pour la référence. Les charges opérationnelles ne sont pas corrélées à la note en AC (Figure 11.B gauche). Les charges en semence sont plus élevées que celles de la référence maïs mais cette perte est compensée par des charges de mécanisation plus faibles.

L'efficacité fourragère est légèrement meilleure que la référence malgré des charges opérationnelles similaires (Figure 11.A.). L'efficacité fourragère présente une grande variabilité entre les itinéraires : de 1,8 à 4,5 tMS.100€⁻¹ (Figure 11.B droite). Elle est corrélée à celles des charges opérationnelles. La corrélation n'étant pas strictement linéaire, les variations observées témoignent de l'influence des contextes pédo-climatiques. Ainsi, les agriculteurs du Sud Manche, FE et LR ont une efficacité fourragère élevée sans pour autant faire des économies de charges opérationnelles par rapport à la moyenne des itinéraires.

Fig. 12.A : Représentation radar des performances relatives à la référence blé dans le sens d'un progrès de durabilité.

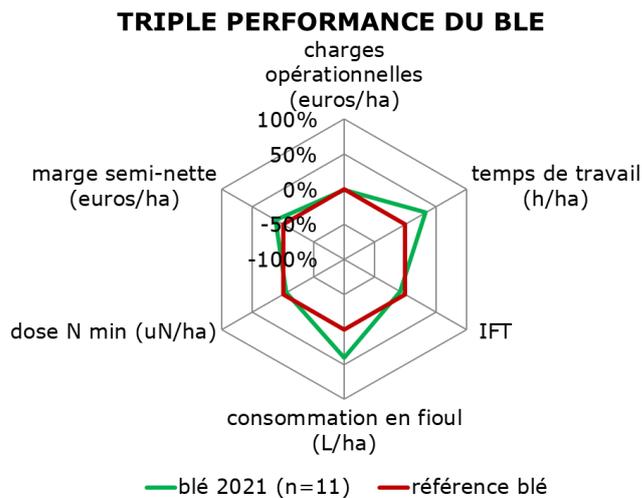


Fig. 12.B : Corrélation entre la marge semi-nette et les charges opérationnelles

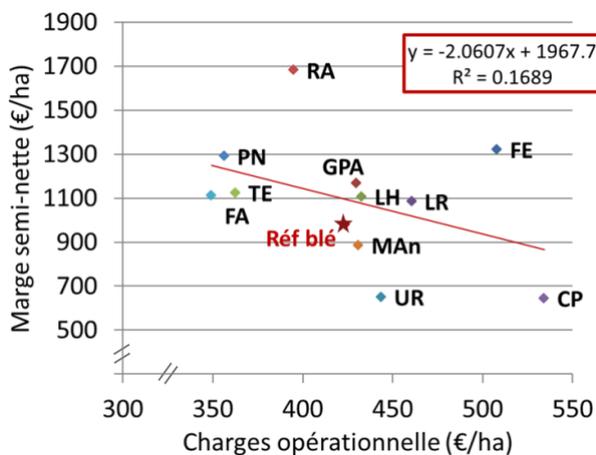


Fig. 12.C : Robustesse de l'itinéraire du blé face à des aléas.

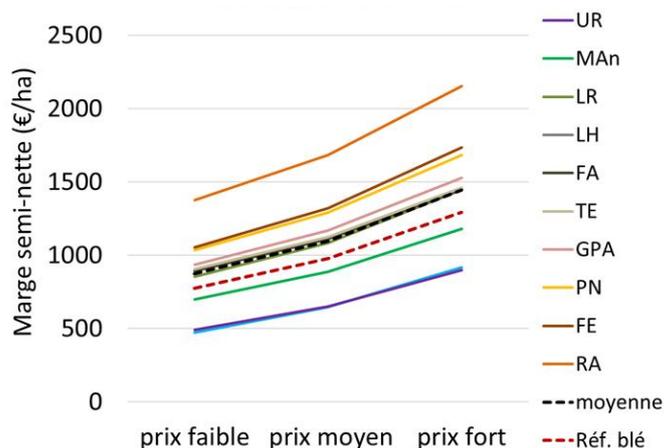


Fig. 12.D : Part de l'IFT herbicide et hors herbicide dans les traitements du blé

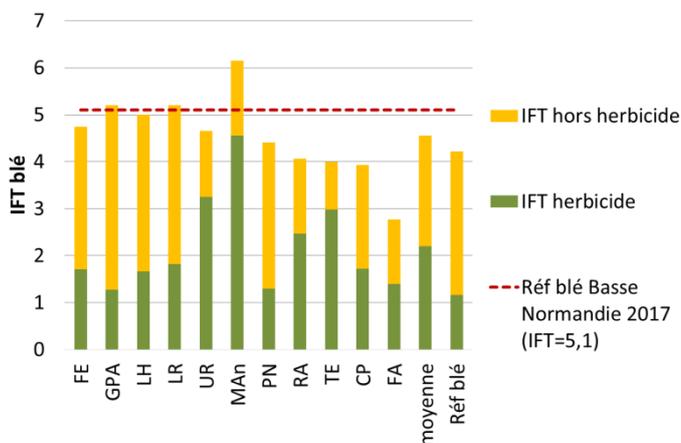


Fig. 12.E: Corrélation entre l'IFT herbicide du blé et la note en AC

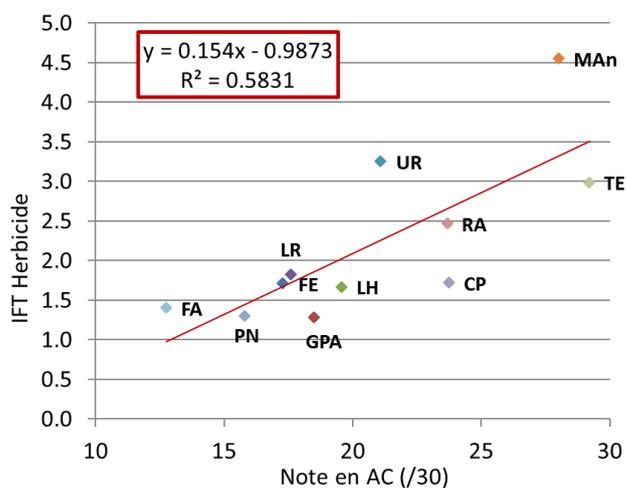


Figure 12 : Graphiques soutenant l'analyse de l'itinéraire technique du blé

Ces sols sont caractérisés par de forts potentiels. PN associe des rendements plutôt bons à 16 tMS.ha⁻¹ et des charges opérationnelles réduites.

Etude de l'itinéraire technique du maïs de prairie (n=5)

Les performances de durabilité de la moyenne des itinéraires techniques de maïs de prairie du groupe sont moins bonnes que sa référence (Figure 11.A. gauche). La dose en azote minéral apportée est beaucoup plus élevée. Prenant en compte l'effet prairie, un apport de 100 kg.ha⁻¹ de DAP 18-46 suffit dans le cadre de la référence. L'IFT est supérieur à la référence maïs de prairie. Globalement, les pratiques n'ont pas été adaptées au type de précédent. Il serait intéressant d'approfondir le sujet auprès des agriculteurs.

Etude de l'itinéraire technique du blé (n=11)

L'échantillon étudié comprend 11 itinéraires techniques différents issus majoritairement de système sans prairie. Un cas est issu d'une rotation avec prairie, celui de RA.

La moyenne des résultats des indicateurs pour la culture de blé à l'échelle du groupe présente de meilleure performance en temps de travail et en consommation de fioul par rapport à la référence blé (Figure 12.A.). L'IFT est légèrement supérieur. La marge semi-nette (MSN) du blé est légèrement meilleure que la référence. Au sein du groupe, elle varie de 645 à 1230 euros.ha⁻¹ (Figure 12.C.). La MSN est corrélée négativement aux charges opérationnelles. Les différences observées par rapport à une droite linéaire proviennent du potentiel du sol (FE et RA ont de bons potentiels). Dans le cas de RA, son blé suit une luzerne. Ce précédent pourrait permettre une meilleure croissance de la plante à travers l'azote relargué par la luzerne.

Le graphique 12.C présente la robustesse des itinéraires face aux aléas du marché (représentés par une variation des prix). Les courbes représentatives des systèmes de chaque individu ne se croisent pas et semblent avoir la même direction ce qui indique des stratégies similaires. La gestion de la culture de blé vise l'optimisation des charges par rapport aux potentiels de rendement.

La note en AC n'est pas corrélée à un IFT du blé élevé (Figure 12.D.), cependant elle est fortement corrélée à l'IFT herbicide (Figure 12.E.). TE et MAn ont des systèmes hors ruminants avec une forte proportion de cultures d'hiver ce qui complique la gestion des adventices dans le blé.

1.3. Typologie des systèmes du GIEE MAC

Est-ce que des « types » de systèmes se distinguent ? Si oui, quelles sont leurs caractéristiques ? Quelles pistes d'amélioration par « types » ?

Différents systèmes sont présents au sein du GIEE MAC du fait d'ateliers principaux différents et d'une diversité dans la mise en place des pratiques de l'agriculture de conservation. Ces différences s'observent dans la vie du groupe et dans les projets à mener. Il serait intéressant de pouvoir caractériser ces différences à partir des résultats de triple performances et d'AC. La détermination de « types » de systèmes pourrait permettre de pouvoir mieux comprendre la dynamique du groupe et de cibler des pistes d'amélioration personnalisées par sous-groupe.

Une analyse sous R permet de classifier les systèmes des individus en fonction des résultats des différents indicateurs de durabilité et des notes obtenues pour chaque composante de l'AC. Pour cela, nous avons pris en compte les résultats des indicateurs suivants : charges opérationnelles, temps de travail, IFT, dose en azote minéral, consommation de fioul,

Fig. 13.A : Graphique des variables de l'ACP

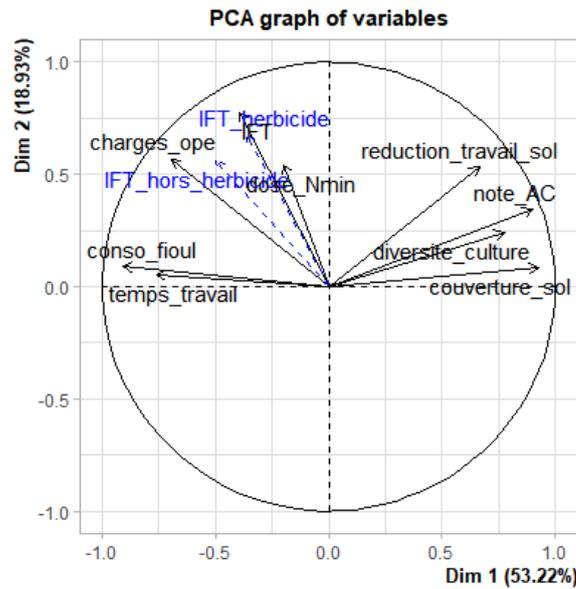


Fig. 13.B : Classification en deux « types » avec à gauche le graphique des individus et à droite la description des variables impliquées dans la création de ces « types »

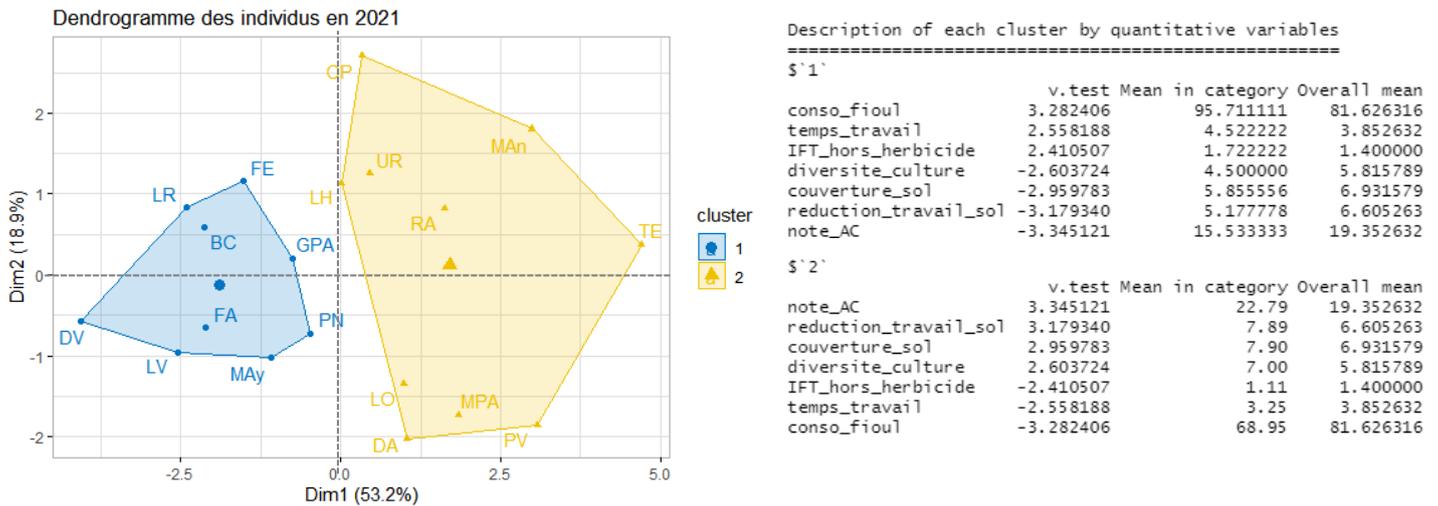


Fig. 13.C : Classification en cinq « types » avec à gauche le graphique des individus et à droite la description des variables impliquées dans la création de ces « types »

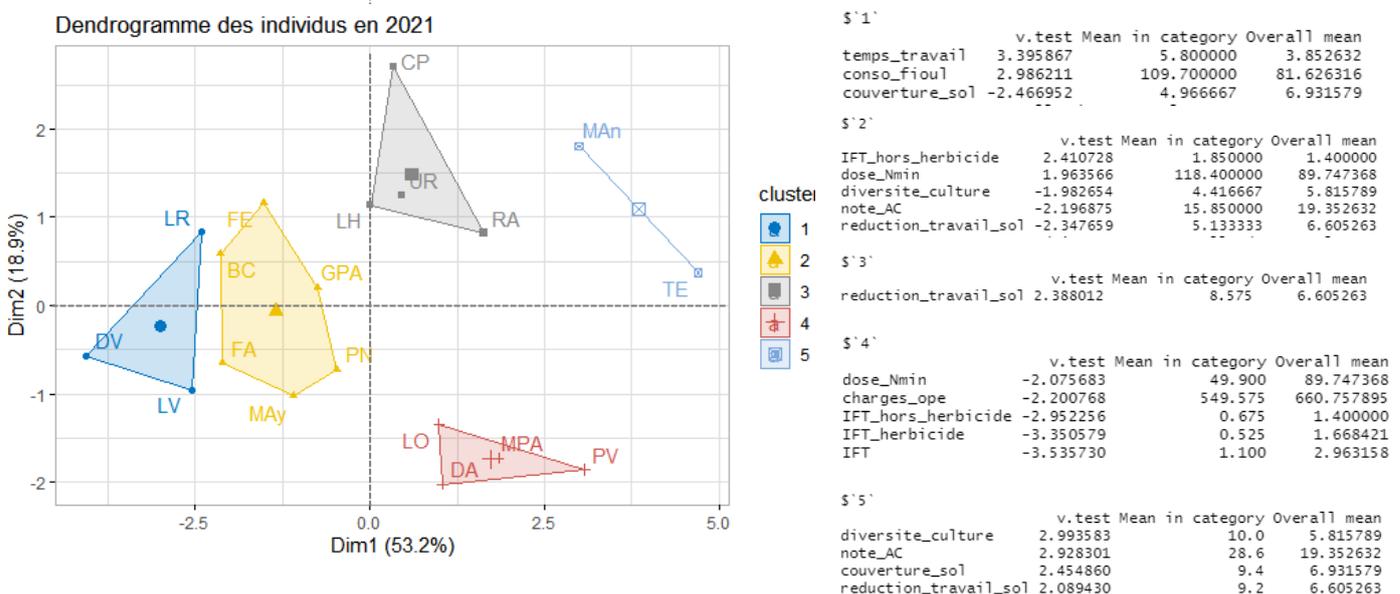


Figure 13 : Classifications ascendantes hiérarchiques de l'ensemble du groupe en 2021

diversité des cultures, couverture du sol, réduction du travail du sol et note en AC. Les variables IFT herbicide et IFT hors herbicide ont été ajoutées en tant que variables quantitatives supplémentaires. Suite à une ACP (analyse en composante principale) permettant d'étudier les ressemblances entre individus du point de vue des indicateurs sélectionnés, une CAH (classification ascendante hiérarchique) est réalisée afin de hiérarchiser les individus et de les regrouper dans des classes les plus homogènes possibles.

Les dimensions 1 et 2 de l'ACP représentent 71% de l'inertie du jeu de données (Figure 13.A.). La dimension 1 est positivement associée à une note élevée en AC et négativement associée au temps de travail et à la consommation de fioul. Les individus se positionnant à droite du graphique ont des pratiques poussées en AC (et notamment en couverture du sol) et un temps de travail et une consommation de carburant faibles. La dimension 2 est associée aux performances en IFT et charges opérationnelles. Les individus se positionnant en haut du graphique auront un IFT et des charges opérationnelles plus élevés.

Une première classification en deux « types » (Figure 13.B.) distingue les individus ayant des pratiques moins poussées en AC (*cluster bleu*) des individus très engagés avec de bonnes notes en couverture du sol et diversité des cultures (*cluster jaune*). Cet engagement s'accompagne d'un temps de travail et d'une consommation de carburant plus faibles. Les systèmes avec prairie font partie de ce groupe. L'IFT hors herbicide est plus faible dans ce groupe par rapport à l'ensemble du groupe. Cette première classification permet de distinguer les individus ayant déjà de bonnes pratiques en AC de ceux qui ont une marge de progression plus importante.

La classification maximisant l'inertie distingue 5 « types » de systèmes (Figure 13.C.):

1. Le premier « type » (*cluster bleu*) correspond à des systèmes avec en moyenne un temps de travail et une consommation de carburant supérieurs à la moyenne. Les systèmes de LV et LR ont des chantiers d'épandage plus fréquents ce qui peut expliquer ces observations. **Leur note en couverture du sol est inférieure à l'ensemble des systèmes.**
2. Le deuxième « type » (*cluster jaune*) rassemble des systèmes ayant en moyenne une **dose en azote minéral plus élevée et un IFT hors herbicide plus important**. Ils ont des notes en AC et notamment en réduction du travail du sol et diversité des cultures inférieures à la moyenne.
3. Le troisième « type » (*cluster gris*) rassemble des individus pratiquant un **travail du sol très réduit**. La note moyenne étant de 8,5 contre une moyenne générale de 6,6.
4. Le quatrième « type » (*cluster rouge*) rassemble les **systèmes à dominante prairie**. Ils sont caractérisés par des charges opérationnelles, un IFT, et une dose en azote minéral inférieurs à la moyenne.
5. Le cinquième « type » (*cluster bleu ciel*) rassemble les systèmes **des deux « experts » du groupe en AC** : TE et MAn. Ces deux individus ont des pratiques poussées en AC sur les trois piliers. Ils permettent à l'ensemble du groupe de progresser vers l'AC.

Bien qu'en système sans prairie, TE (appartenant aux « anciens ») et MAn (appartenant aux « nouveaux ») associent de bonnes performances en temps de travail et en consommation de carburant à une bonne note en AC. Ces deux individus ont un système d'exploitation hors ruminant. TE est en grandes cultures et MAn a un atelier principal en porc. Ces systèmes sont moins dépendants des fourrages pour la gestion de leur exploitation ce qui permet une plus grande liberté dans le choix d'implantation des cultures. Ces deux systèmes se basent sur une

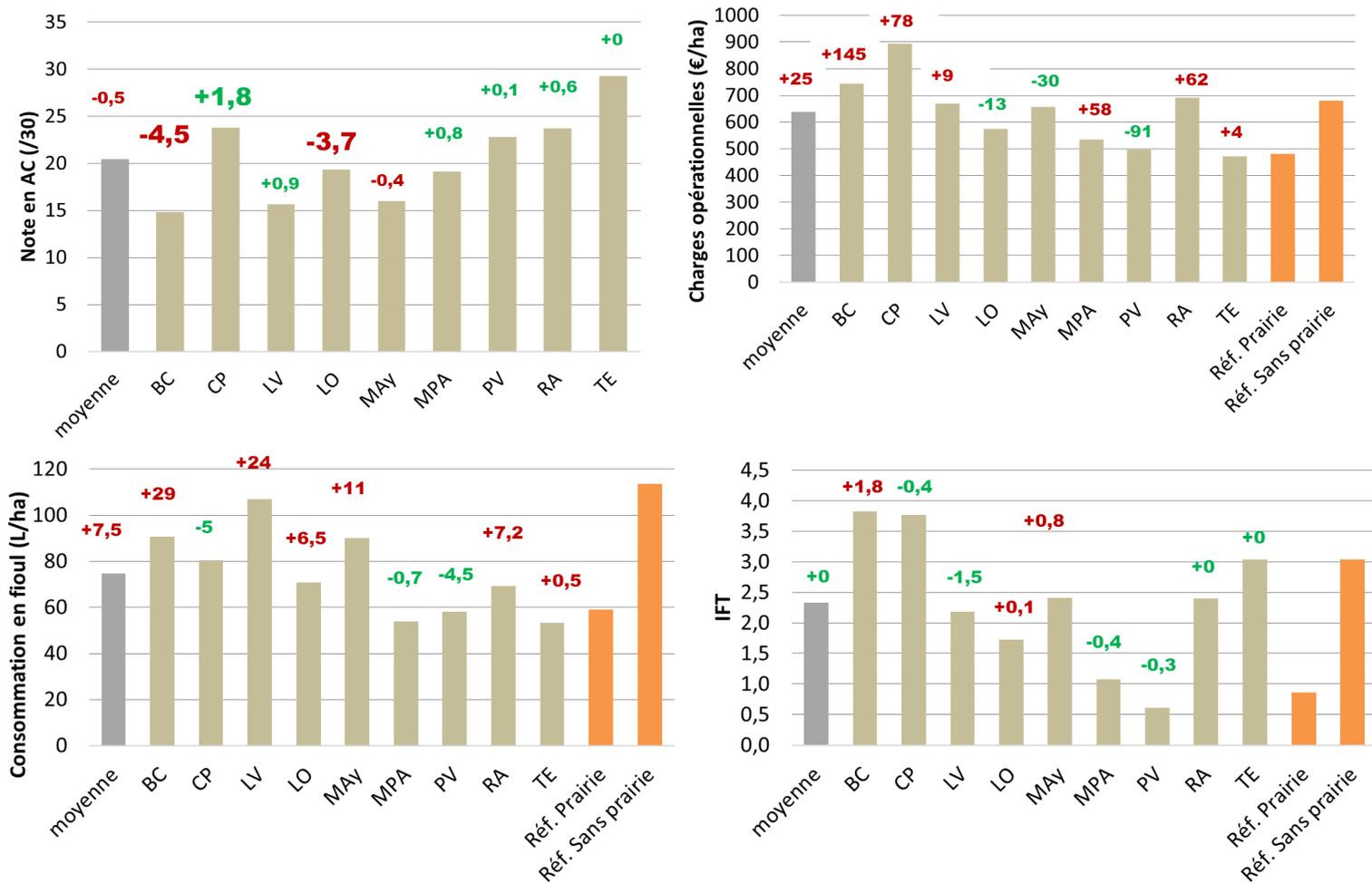
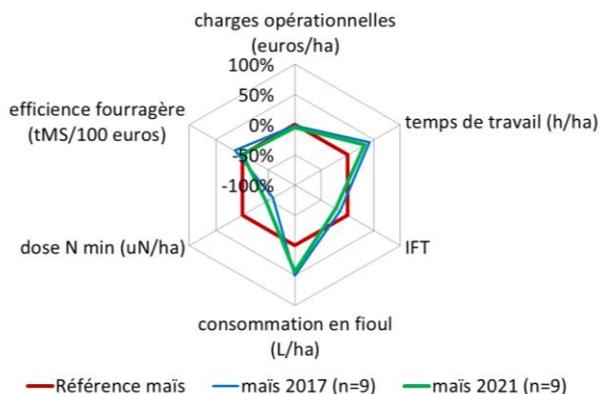


Figure 14 : Performances des agriculteurs présents dès 2016 et leurs évolutions absolues entre 2017 et 2021 (représentées au-dessus de la barre correspondant à chaque individu)

TRIPLE PERFORMANCE DU MAÏS (hors précédent prairie)



TRIPLE PERFORMANCE DU BLE

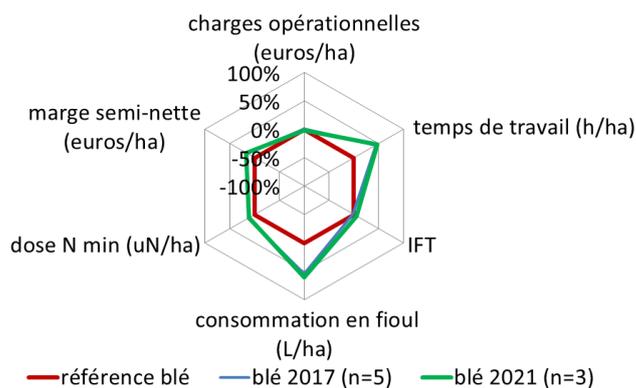


Figure 15 : Graphiques « radar » représentant les performances moyennes du groupe « anciens » en 2017 et 2021 pour les cultures de maïs (hors précédent prairie) à gauche et blé (à droite) par rapport à leur référence respective

rotation très diversifiée (plus de 10 espèces différentes, cultures et couverts compris) avec un travail du sol réduit. TE est en semis direct et strip-till devant maïs. MAN implante les céréales, les couverts et les cultures de féverole en semis direct. Le reste est en TCS plus ou moins profond (entre 5 et 30 cm). La réduction du travail du sol associée à une diversité de cultures et de couverts explique une note élevée en couverture du sol pouvant s'apparenter à un système avec prairie. Pour autant, les IFT de ces deux systèmes sont assez élevés et pourraient être une piste de progression. MAN espère que ces essais actuels lui permettront de diminuer l'IFT du blé.

Pour donner suite à ces observations, plusieurs pistes de travail se démarquent. En triple performance, les pistes d'amélioration concernent la gestion des effluents d'élevage, de la fertilisation minérale et des traitements phytosanitaires. Une marge de progression sur les trois piliers est possible au sein du groupe et particulièrement sur le pilier couverture du sol. Les agriculteurs plus poussés en AC tels que TE et MAN pourront servir de moteur dans cette progression collective.

II – Evolution des performances du collectif depuis sa création à aujourd'hui

L'objectif du projet du GIEE MAC est de progresser collectivement sur la voie de l'agriculture de conservation sans dégrader la triple performance. Nous allons donc nous intéresser à l'évolution des performances des agriculteurs afin d'estimer le niveau d'atteinte de cet objectif. Dans cette partie, l'échantillon des individus soumis à analyse correspond aux agriculteurs adhérents au GIEE de sa création en 2016 à aujourd'hui. On compare les résultats entre la première campagne d'évaluation réalisée en 2017 et la dernière réalisée en 2021. Il s'agit du groupe « anciens » décrit précédemment (Chapitre 4, 1.2.1). Au sein de cet échantillon, quatre systèmes sont sans prairie, trois sont avec prairie. Deux agriculteurs présentent deux systèmes majoritaires, l'un avec et l'autre sans prairie. Il s'agit de MAy et MPA. Pour ces deux individus, les résultats sont moyennés proportionnellement à la prépondérance de chaque système. L'agriculteur BC avait un système initial avec prairie. Il a dissocié les prairies de ses cultures en agrandissant. Son système principal en 2021 n'intègre pas de prairie.

2.1. Les évolutions des pratiques au sein du GIEE

Comment ont évolué les indicateurs de triple performance et la note en AC des systèmes de culture des adhérents depuis la création du GIEE ?

Etat de progression en AC au sein du GIEE

Bien que la note moyenne obtenue en AC du groupe diminue légèrement entre 2017 et 2021, des évolutions individuelles sont observées (Figure 14). BC a obtenu une moins bonne note en AC du fait de son changement de système en passant d'une rotation avec prairie à une rotation sans prairie basée sur une succession maïs – céréale. LO a également fait évoluer son système en augmentant le travail du sol. Les automnes humides ne permettaient pas des semis en direct convenables et les sols étaient trop froids au printemps pour permettre une implantation de maïs avec un strip-till. En 2017, 38 % de ses implantations étaient en semis direct contre 100% en TCS (inférieures à 15 cm) en 2021. Ces deux « retours en arrière » sur les voies de l'agriculture de conservation ont un fort impact sur la moyenne générale. La majorité des progressions vers l'AC observées est liée à une **évolution positive de la diversité des cultures** dans leur rotation à la suite de l'augmentation de la diversité des couverts. MPA a diminué son travail du sol et a notamment arrêté de pratiquer le labour pour l'implantation du maïs. CP n'a pas évolué en termes de réduction du travail du sol et de couverture du sol mais l'ajout d'un couvert d'été entre son blé et son méteil d'interculture permet d'augmenter sa note de diversité des cultures.

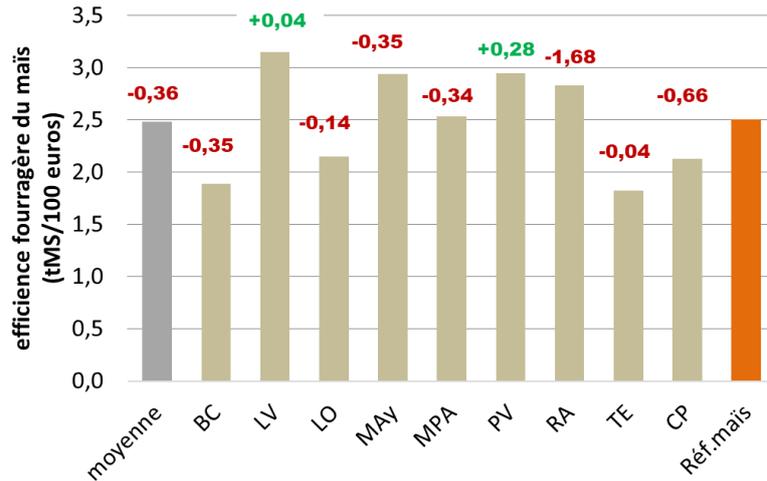
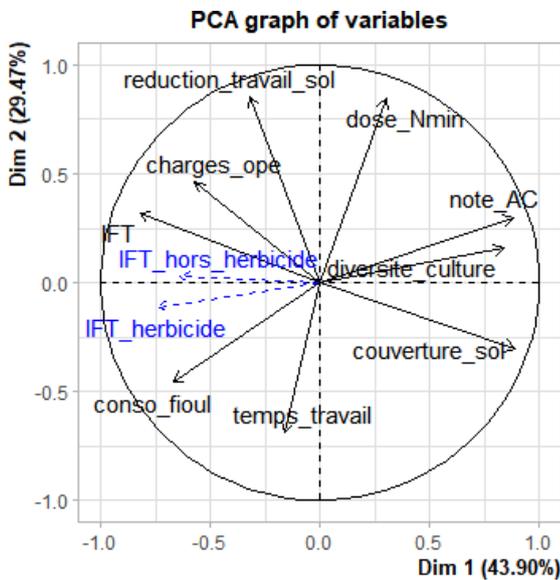


Figure 16 : Efficiéce fourragère du maïs (hors précédent prairie) en 2021 et son évolution absolue par rapport à 2017

Fig. 17.A : Graphique des variables de l'ACP



```

s'1'
      v.test Mean in category Overall mean sd in category
IFT_herbicide 2.363153      1.3 0.12222222 0
IFT           2.069302      1.8 0.03333333 0
note_AC       -1.978030     -4.5 -0.48888889 0
couverture_sol -2.505200     -3.0 -0.60000000 0
Overall sd    p.value
IFT_herbicide 0.4983925 0.01812018
IFT           0.8537499 0.03851772
note_AC       2.0278310 0.04792530
couverture_sol 0.9580072 0.01223820

s'2'
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd
charges_ope -2.21455      -32.325 24.67778 35.87941 65.11792
p.value
charges_ope 0.02679098

s'3'
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd
dose_Nmin 2.159853      15.03333 -2.233333 8.77737 15.98875
p.value
dose_Nmin 0.03078409

s'4'
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd
temps_travail 2.543404      2.8 0.5111111 0 0.8999314
p.value
temps_travail 0.01097783
  
```

Fig.17.B : Graphique des individus de la CAH

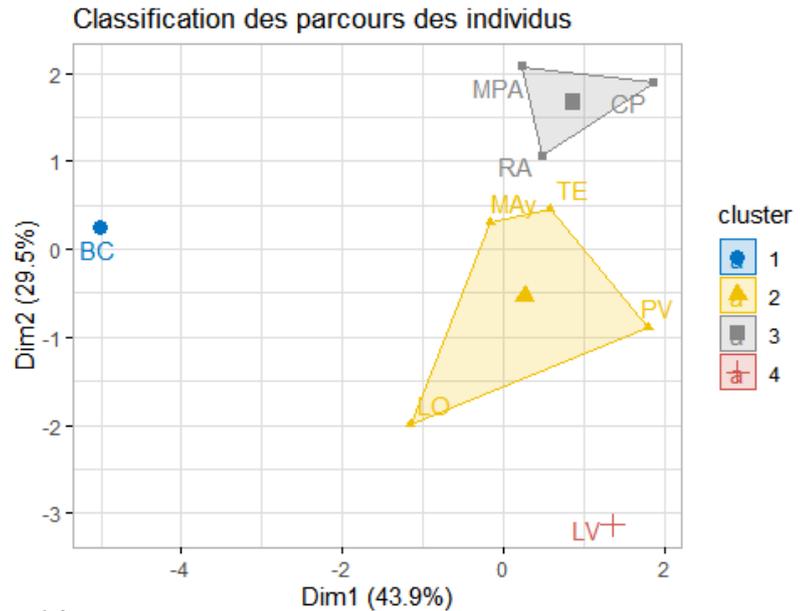


Fig. 17.C : Description des variables impliquées dans la création de ces « types » de parcours

Figure 17 : Classification ascendante hiérarchique (CAH) des « types » de parcours au sein du groupe

Evolutions individuelles des charges opérationnelles

La tendance observée à l'augmentation des charges opérationnelles peut avoir plusieurs explications possibles : augmentation des charges de mécanisation liée à l'arrêt de l'orge et donc à l'augmentation de la part de maïs dans la rotation (MPA), augmentation du travail du sol (LO), ajout d'un couvert d'interculture (CP). PV a diminué ses charges en faisant des économies en engrais.

Vers une augmentation du temps de travail et de la consommation de carburant

Une augmentation générale du temps de traction au champ ($0,5 \text{ h.ha}^{-1}$) est associée à une hausse de la consommation de carburant ($7,5 \text{ L.ha}^{-1}$). Ce résultat coïncide avec le test de corrélation à l'échelle du groupe complet (Figure 9). LO a arrêté le semis direct pour passer à du TCS systématique ce qui explique une augmentation du temps de travail et de la consommation de carburant. LV a augmenté la fréquence des chantiers d'épandage à la suite de l'augmentation de son cheptel sans augmentation conséquente des surfaces épandables.

Vers un raisonnement des traitements phytosanitaires

Concernant l'IFT, quatre systèmes ont raisonné l'usage des traitements phytosanitaires avec une diminution de l'IFT système. Cette baisse est, pour certains liée à l'arrêt de l'orge, culture à fort IFT. LV a diminué les doses de ses traitements herbicides et a remplacé sa culture de blé par une culture d'orge. Deux systèmes ont des IFT plus élevés. Pour BC, cette augmentation est liée au passage à un système sans prairie et pour MAY a une augmentation des traitements insecticides. Cette augmentation touche également d'autres systèmes des « nouveaux » adhérents à la suite du retrait du marché du traitement de semence « Sonido » sur maïs.

2.1.1. A l'échelle de l'itinéraire technique

Les résultats sont assez similaires à ce qui est observable à l'échelle du groupe entier en 2021 pour les différentes cultures (Figure 15). La consommation de carburant et le temps de travail sont nettement inférieurs en moyenne à la référence. De faibles évolutions sont observées pour les différents indicateurs. Les performances en termes d'efficacité fourragère, et d'IFT sont légèrement moins bonnes en 2021 par rapport à 2017 et inversement pour la dose en azote minéral (Figure 15 et 16). La baisse en efficacité fourragère la plus importante correspond au maïs hors précédent prairie de RA (Figure 16) liée à l'arrêt du méteil d'interculture.

2.3. Les trajectoires des agriculteurs présents pendant ces cinq années

Est-ce que certains systèmes ont évolué dans le même sens ? Si oui, comment caractériser ces évolutions ?

Nous avons reproduit l'ACP et la CAH décrites au point 1.3. du chapitre 4 (Figure 17). Ces analyses se basent sur les variations absolues entre 2017 et 2021 des indicateurs : charges opérationnelles, temps de travail, IFT, consommation de fioul, réduction du travail du sol, diversité des cultures, couverture du sol et note en AC. Les dimensions 1 et 2 expliquent 75 % de la variance. La dimension 1 est corrélée à une augmentation de la couverture du sol et négativement corrélée à une augmentation de l'IFT. La dimension 2 est liée à une diminution du travail du sol et est négativement corrélée à une augmentation du temps de travail et de la consommation de fioul.

La CAH détermine quatre « types » de parcours.

1. Le premier « type » (*cluster bleu*) correspond au système de l'individu BC. Ce dernier a fait évoluer son système en séparant les prairies des cultures ce qui a entraîné une baisse importante de la couverture du sol (-3 points) et une augmentation conséquente de l'IFT (+1,8) (Annexe IV).
2. Le deuxième « type » (*cluster jaune*) rassemble des systèmes ayant diminué de façon plus ou moins importante les charges opérationnelles.

3. Le troisième « type » (*cluster gris*) rassemble des systèmes ayant augmenté leurs apports en azote minéral de synthèse.
4. Le quatrième « type » (*cluster rouge*) correspond au système de l'individu LV. L'évolution du système de LV se caractérise par une augmentation du temps de travail et de la consommation de fioul. En effet, il a augmenté la fréquence de ses chantiers d'épandage à la suite d'une augmentation du cheptel sans reprise de terre (*Annexe IV*).

Ces constats permettent de rassembler l'ensemble des variations observées précédemment et d'apprécier les différents parcours au sein du groupe. Les individus ne se distinguent pas tant par leur progression en AC que par leurs évolutions en triple performance. Ainsi certains auront amélioré leurs performances économiques (*cluster rouge*), d'autres auront diminué leurs performances environnementales et sociales. Ce constat permet de distinguer des pistes d'amélioration pour permettre d'accompagner ces agriculteurs.

CHAPITRE 5 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVE D'EVOLUTION

I- Valorisation des résultats

Les résultats des évaluations individuelles et collectives pourront être mobilisés à plusieurs échelles afin d'intégrer une boucle de progrès pour répondre à l'objectif du projet du GIEE MAC : **Progresser en agriculture de conservation (AC) sans dégrader la triple performance.**

Les évaluations individuelles ont permis à chaque agriculteur de se situer aux autres et à la référence. Cela a conduit à certaines prises de conscience notamment sur l'usage des traitements phytosanitaires et de la fertilisation minérale. Ces évaluations pourront à l'avenir servir de support à l'animateur du groupe pour discuter le système de chaque agriculteur. La prochaine formation du GIEE se tiendra chez l'agriculteur BC. Jeune agriculteur, son système n'est pas encore stabilisé et soumis à des conditions automnales d'implantation difficiles. Plusieurs pistes d'amélioration se dessinent à l'échelle de son système de culture et pourront être remobilisées, lors de la formation, pour réfléchir sur sa rotation (retour sur son changements d'indice de maïs, choix du couvert d'interculture...) et sa gestion de la fertilisation.

Les analyses collectives ont mis en lumière plusieurs pistes d'amélioration communes. Ces pistes d'amélioration se retrouvent dans les essais mis en place. De nombreux agriculteurs souhaitent développer la couverture de leurs sols à travers un développement des couverts. LV réalise actuellement un essai d'implantation de couverts dans le maïs afin que ce couvert soit implanté lors de l'ensilage. CP se questionne sur le tassement du sol et essaie d'adapter la gestion de la fertilisation organique sur maïs. Ces pistes d'améliorations communes peuvent être remobilisées à travers des formations. En 2021, Sarah Singla interviendra notamment auprès du GIEE pour échanger sur la fertilisation des cultures.

Les résultats de ces évaluations individuelles et collectives pourront servir de supports pour communiquer vers l'extérieur sur les avancées du GIEE et enrichir les connaissances en agriculture de conservation. Les évaluations individuelles pourront notamment servir lors de portes ouvertes ou de suivis d'essais en adaptant la référence au potentiel local.

II- Discussion sur la méthode

Intérêt par rapport aux méthodes existantes

Cette étude s'est basée sur une nouvelle méthode d'évaluation adaptée au GIEE MAC.

D'autres méthodes d'évaluation déjà utilisées et référencées auraient pu être mobilisées comme MASC 2.0.. Cependant, cette méthode aurait nécessité un temps plus long de collecte de données, présentant une contrainte pour l'ensemble des agriculteurs du groupe. De plus, la sensibilité de l'outil aux pratiques de l'agriculture de conservation aurait été moindre au risque de perdre l'intérêt des agriculteurs et leur appropriation de l'outil. Un manque de reconnaissance des pratiques innovantes mises en place pourrait conduire à un manque de reconnaissance de l'outil en lui-même.

Choix de la méthode d'évaluation

La méthode appliquée au GIEE MAC se base sur un nombre d'indicateurs qui n'ont pas été reliés à des critères ni à des enjeux du développement durable. Il serait intéressant d'améliorer la méthode en ce sens afin de faire prendre conscience aux agriculteurs des enjeux plus larges du développement durable. Certaines pratiques supposées favorables pourraient alors être nuancées. Par exemple, la réduction du travail du sol permet une diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES) due à une consommation de carburant plus faible (Schaller 2013) et à une protection de l'érosion des sols (FAO 2019). Cependant, elle s'accompagne souvent d'apports accrus en engrais minéraux ce qui impacte négativement les émissions de GES (Réseau Action Climat France, 2018) et la qualité de l'eau.

Discussion de l'échelle spatiale

La plupart des exploitations du GIEE MAC sont en polyculture-élevage. Le revenu principal provient alors de l'atelier animal et notamment de la vente du lait. Les choix réalisés à l'échelle du système de culture sont intrinsèquement liés au système d'exploitation (choix des cultures, valorisations etc.). Il serait intéressant d'observer les répercussions des choix réalisés à l'échelle du système de culture sur les résultats économiques directs de l'entreprise. Les indicateurs tels que l'excédent brut d'exploitation, la marge lait ou encore la part des charges opérationnelles dans le produit brut de l'exploitation pourraient constituer des indicateurs intéressants et facilement accessibles.

Discussion de l'échelle temporelle

Cette évaluation est réalisée *a minima* tous les trois ans sur le système de culture majoritaire de l'exploitation. L'évaluation n'étant pas réalisée annuellement, les variations interannuelles liées aux aléas des campagnes successives ne sont donc pas prises en compte. L'ajout d'un indicateur « marge brute du blé » à l'échelle du système d'exploitation pourrait permettre de prendre en compte ces aléas dans l'analyse globale.

Nous pouvons également nous interroger concernant le choix du système de culture majoritaire. Dans cette étude, nous avons fait le choix de nous intéresser au système mis en place l'année précédant l'évaluation. Or, les agriculteurs étant dans une démarche de progrès et d'innovation, leurs systèmes ne sont pas fixés et donc en constante évolution. Pour certains, il serait peut-être plus juste de nous intéresser à la moyenne des dernières années ou encore à une projection du système en cours.

III- Diffusion de la méthode auprès d'autres groupes

Cette méthode, adaptée à l'étude du GIEE MAC, pourrait être diffusée auprès d'autres groupes d'agriculteurs travaillant en agriculture de conservation. Il serait nécessaire de l'adapter au groupe en question en fonction des systèmes d'exploitation majoritaires, des cultures présentes et des pratiques mises en place. Une attention particulière devra être accordée à la pertinence du choix des indicateurs et de la référence.

CHAPITRE 6 : CONCLUSION

LE GIEE MAC a souhaité intégrer un outil d'évaluation à sa dynamique afin d'accompagner les agriculteurs vers un objectif commun : **progresser sur les trois piliers de l'agriculture de conservation sans dégrader la triple performance**. Les méthodes existantes ne convenaient pas telles quelles à un travail de terrain et n'étaient pas adaptées à un groupe innovant en agriculture de conservation. Une méthode d'évaluation adaptée au GIEE a donc été créée lors de la reconnaissance du groupement et améliorée en 2021. Elle s'applique à l'échelle du système de culture, jugée la plus pertinente pour apprécier la cohérence entre les pratiques successivement mises en place (Meynard 2012). Cette méthode s'axe sur deux points : (i) une évaluation des avancées en terme d'agriculture de conservation sur les trois piliers et (ii) une évaluation de la triple performance du développement durable. Au total, douze indicateurs sous-tendent cette évaluation et permettent d'apprécier les évolutions des performances des agriculteurs au sein du groupement.

L'application de cette méthode aux systèmes de culture des agriculteurs du GIEE a permis de faire un état des lieux des performances des agriculteurs du groupe. Différents profils se distinguent en fonction du degré d'engagement dans les pratiques de l'agriculture de conservation. Les systèmes poussés en agriculture de conservation se caractérisent par un temps de travail et une consommation de carburant moindres. L'IFT à l'échelle du système de culture ne semblent pas dépendre de l'état d'avancée en agriculture de conservation contrairement à l'IFT herbicide du blé. Des différences sont également observées entre les systèmes comprenant une prairie et les systèmes sans prairie liées à l'effet de dilution des pratiques sur l'ensemble du système avec prairie. Ces observations individuelles et collectives s'intègrent dans une boucle de progrès. Elles pourront être réutilisées à la suite lors des journées de formations et pour communiquer vers l'extérieur sur les avancées du GIEE.

La majorité des exploitations du GIEE MAC étant en polyculture-élevage, il serait intéressant de réfléchir à l'apport d'une évaluation supplémentaire à l'échelle du système d'exploitation. L'ajout d'indicateurs économiques permettrait de mieux comprendre la répercussion des choix réalisés à l'échelle du système de culture sur la rentabilité économique directe, à l'échelle de l'exploitation.

Cette méthode d'évaluation pourrait à terme être valorisée auprès d'autres groupes d'agriculteurs travaillant sur cette thématique et notamment auprès des nombreux GIEE engagés sur la voie de l'agriculture de conservation.

Bibliographie

AMBIAUD et al., 2019. GRAPH'AGRI 2019 pp. 212.

AMBROISE, Régis, BARNAUD, Michel, MANCHON, Odette, VEDEL, Georges et VILLARET, Arnault, 1998. bilan de l'expérience des plans de développement durable du point de vue de la relation agriculture-environnement. *Courrier de l'environnement de l'INRA*. juillet 1998. N° 34, pp. 20.

BOCKSTALLER, Christian, GALAN, Marie-Béatrice, CAPITAINÉ, Mathieu, COLOMB, Bruno, MOUSSET, Jérôme et VIAUX, Philippe, 2008. Comment évaluer la durabilité des systèmes en production végétale ? In : *Systèmes de culture innovants et durables, quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?* educagri. pp. 29-51.

BOCKSTALLER, Christian et RABOLIN, Chantal, 2011. INDIGO 2.0.

CANTAL, Olivier et BEAUVAIS, François, 2020. Les caractéristiques du climat en Normandie. [en ligne]. 2 juin 2020. [Consulté le 23 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/les-caracteristiques-du-climat-en-normandie-a3329.html>

CERF, Marianne, OMON, Bertrand, BARBIER, Cécile, DAVID, Olivia, DELBOS, Claude, et al. 2012. Les métiers d'agent de développement agricole en débat : Comment accompagner des agriculteurs qui changent leur façon de cultiver en grandes cultures ? *Innovations Agronomiques*, INRAE, 20 (6), pp.101-121. halshs-01309693

CHAPELLE-BARRY, Catherine, 2008. Dans le sillon du non labour. *Agreste Primeur*. février 2008. N° 207.

CRAHEIX, Damien, ANGEVIN, Frédéric, BERGEZ, Jacques-Eric, BOCKSTALLER, Christian, COLOMB, Bruno, GUICHARD, Laurence, REAU, Raymond, SADOK, Walid et DORÉ, Thierry, 2011. MASC 2.0, Un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable. Présentation & principes d'utilisation. *INRA –AgroParisTech –GIS GC HP2E*. 2011. pp. 49.

DE TOURDONNET, Stéphane, BRIVES, Hélène, DENIS, Michel, OMON, Bertrand et THOMAS, Frédéric, 2013. Accompagner le changement en agriculture : du non-labour à l'agriculture de conservation. *Agronomie, environnement & sociétés*. décembre 2013. Vol. 3, n° 2, pp. 19-27.

DE TOURDONNET, Stéphane, 2008. Les TSL modifient la qualité des sols et de la biodiversité. *Perspectives agricoles*. avril 2008. N° 344, pp. 6.

DEBAEKE, Philippe, PETIT, Marie-Sophie, BERTRAND, Michel, MISCHLER, Pierre, MUNIER-JOLAIN, Nicolas, NOLOT, Jean-Marie, REAU, Raymond et VERJUX, Nathalie, 2008. Evaluation des systèmes de culture en stations et en exploitations agricoles : où en sont les méthodes ? In : *Système de culture innovants et durables*. educagri.

DERPSCH, Rolf, FRIEDRICH, Theodor, KASSAM, Amir et HONGWEN, Li, 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Biol Eng*. 2010. Vol. 3, pp. 26.

DOUBLET, Sylvain, 2006. DIALECTE Diagnostic Agri-environnemental d'exploitation. . 19 septembre 2006. pp. 6.

FAO. 2019. Soil erosion: the greatest challenge to sustainable soil management. Rome. 100 pp.

FAO, 2017. *Conservative Agriculture*.

GIEE MAGELLAN, 2019. Guide Magellan. Semis direct. Du couvert annuel... au couvert permanent.

GOULET, Frédéric, 2008. L'innovation par retrait : reconfiguration des collectifs sociotechniques et de la nature dans le développement de techniques culturales sans labour.

GROSS, Hélène, 2015. Outil de diagnostic agro-écologique des exploitations. 2015. pp. 4.

INRAE, 2019. Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Résumé de l'étude. 2019. pp. 12.

LABREUCHE, Jérôme, LAURENT, François et ROGER-ESTRADE, Jean, 2014. Faut-il travailler le sol ? Acquis et innovations pour une agriculture durable. *Quae*. Savoir faire.

LABREUCHE, Jérôme, LELLAHI, Afsaneh, MALAVAL, Chloé et GERMON, Jean-Claude, 2011. Impact of no-tillage agricultural methods on the energy balance and the greenhouse gas balance of cropping systems. *Cahiers Agricultures*. mai

2011. Vol. 20, n° 3, pp. 204-215. DOI 10.1684/agr.2011.0492.

LABREUCHE, Jerome, SOUDER, Christine Le, CASTILLON, Philippe, OUVRY, Jean-François, REAL, Benoît, GERMON, Jean-Claude, DE TOURDONNET, Stéphane, SCHUBETZER, Christine, FEIX, Isabelle et GALIENNE, Julien, 2007. Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Labour (TCSL) en France. [en ligne]. [Consulté le 28 juillet 2021]. DOI 10.13140/RG.2.2.34727.65444. Disponible à l'adresse : <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.34727.65444>

LANDAIS, Etienne, 1998. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ? *Courrier de l'environnement de l'INRA*. avril 1998. Vol. 33, pp. 22.

LAURENT, François et VIEIRA MEDEIROS, Rosa, 2010. Des réseaux d'agriculteurs en faveur de l'environnement en France. *Cybergeo* [en ligne]. 19 mai 2010. [Consulté le 16 juillet 2021]. DOI 10.4000/cybergeo.23152. Disponible à l'adresse : <http://journals.openedition.org/cybergeo/23152>

LAURENT, François, 2015. L'Agriculture de Conservation et sa diffusion en France et dans le monde. *Cybergeo : European Journal of Geography* [en ligne]. 10 novembre 2015. [Consulté le 19 juillet 2021]. DOI 10.4000/cybergeo.27284. Disponible à l'adresse : <https://journals.openedition.org/cybergeo/27284>

LE GOUÉE, Patrick, 2016. Référentiel Régional Pédologique de Basse-Normandie. [carte]. France.

LEGROS, Emeline, MENUGE, Anne-Lise, DUQUESNE, Aurore, FORTIN, Gilles et FOURCIN, Laurent, 2021. *Les mesures et déclarations PAC 2021. Tout sur les aides du 1er et 2nd pilier, et conditionnalité des aides. Version conseiller*. Chambres d'Agriculture de Normandie.

LOI n°2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt., 2014. .

LUCAS, Véronique, TOURDONNET, Stéphane DE, BARBIER, Jean-Marc, CITTADINI, Roberto et GASSELIN, Pierre, 2018. Le glyphosate en agriculture de conservation : Un cas illustratif de la dépendance de l'agriculture française aux pesticides. Communication pour les 12^è Journées de Recherche en Sciences Sociales INRA-SFER-CIRAD, 13-14-déc, Oniris Nantes, 30 p.

MÉDIÈNE, Safia, VALANTIN-MORISON, Muriel, SARTHOU, Jean-Pierre, DE TOURDONNET, Stéphane, GOSME, Marie, BERTRAND, Michel, ROGER-ESTRADE, Jean, AUBERTOT, Jean-Noël, RUSCH, Adrien, MOTISI, Natacha, PELOSI, Céline et DORÉ, Thierry, 2011. Agroecosystem management and biotic interactions: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. juillet 2011. Vol. 31, n° 3, pp. 491-514. DOI 10.1007/s13593-011-0009-1.

MEYNARD, Jean Marc, 2012. La reconception est en marche! Conclusion au Colloque "Vers des systèmes de culture innovants et performants: De la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former". pp. 12.

MEYNARD, Jean-Marc, DORÉ, Thierry et HABIB, Robert, 2001. L'évaluation et la conception de systèmes de culture pour une agriculture durable. *Acad.Agric.Fr.* 2001. Vol. 87, n° 4, pp. 223-236.

PELOSI, Céline, BERTRAND, Michel et ROGER-ESTRADE, Jean, 2009. Earthworm community in conventional, organic and direct seeding with living mulch cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development*. avril 2009. Vol. 29, n° 2, pp. 287-295. DOI 10.1051/agro/2008069.

PITTELKOW, C.M., LIANG, X., LINQUIST, B.A., VAN GROENIGEN, K.J., LEE, J., LUNDY, M.E., VAN GESTEL, N., SIX, J., VENTEREA, R.T., VAN KESSEL, C., 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature* 517, 365–368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>

RESEAU ACTION CLIMAT FRANCE, 2018. Emission de gaz à effet de serre et fertilisation azotée. Initiatives collectives et territoriales.

SCHALLER, Noémie, 2013. L'agriculture de conservation. *Centre d'études et de prospective*. septembre 2013. N° 61, pp. 4.

SCOPEL, Eric et al., 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. janvier 2013. Vol. 33, n° 1, pp. 113-130. DOI 10.1007/s13593-012-0106-9.

VAN DER WERF, Hayo M.G. et PETIT, Jean, 2002. Evaluation de l'impact environnemental de l'agriculture au niveau de la ferme. Comparaison et analyse de 12 méthodes basées sur des indicateurs. *Courrier de l'environnement de l'INRA*. juin 2002. N° 46.

Annexe

Annexe I : Résultats des indicateurs des systèmes de référence

	référence prairie	référence sans prairie
Charges opérationnelles (€/ha)	479,2	679,6
Temps de travail (h/ha)	2,8	4,5
IFT	0,9	3,0
Consommation en fioul (L/ha)	58,9	113,5
Dose N minéral (uN/ha)	96,2	94,4

€/ha	référence prairie	référence sans prairie
semences	59,3	145,0
engrais	88,5	79,1
traitements phytosanitaires	18,9	76,8
chantiers de mécanisation (hors épandage et récolte)	74,2	214,9
chantiers d'épandage	9,0	22,2
chantiers de récolte	229,3	141,7

Annexe II : Guide d'entretien

Partie I – Description de l'exploitation

Présentation de l'exploitation et des systèmes de production

SAU

Nombre d'unité de travail humain

Chantiers prioritaires

Matériels utilisés en propriété et/ou en commun

Enjeux locaux (Ex : proximité à un point de captage, classification zone vulnérable...)

Priorités/objectifs

Partie II – Gestion des effluents

Type d'effluents

Part utilisée sur la ferme

Importation d'effluents

Echanges d'effluents

Période d'épandage

Partie III – Présentation du parcellaire

Organisation du parcellaire

Distance au corps de ferme

Superficie moyenne

Superficie de la plus grande parcelle

Caractéristiques pédologiques

Types de sol

Potentiel moyen associé

Actions pour limiter le tassement

Equipements

Actions préventives

Rotation

Présentation des différentes rotations présentes sur l'ensemble du parcellaire

Type de sol associé à chaque rotation

Part de la SAU sur laquelle la rotation est présente

Partie IV – Description détaillée du système de culture d'étude (Répétée pour chaque culture et interculture)

Type de précédent

Mode de destruction du précédent

Travail du sol

Pour chaque outil : nom, nombre de passages, profondeur du travail du sol, période

Semis

Outil de semis, outil combiné, densité, type de semence, nombre de variétés, noms des espèces, prix semence, date de semis

Fertilisation minérale

Nom de l'engrais, quantité (L.ha⁻¹ ou kg.ha⁻¹), coût, nombre de passages, période

Fertilisation organique

Type d'apport, quantité (t ou m³), période

Traitements phytosanitaires

Pour chaque produit utilisé : nom, dose, prix, stade de la culture lors du traitement, produits associés

Récolte

Nombre de récolte

Outil

Rendements obtenus (t.ha⁻¹ ou Tms.ha⁻¹)

Gestion des résidus de culture

Partie V – Historique, évolution, perspective d'avenir

Présentation de trois événements marquants dans l'évolution du système

Changements souhaités à moyen terme

Pistes d'amélioration actuelles

Partie V- Environnement social et qualité de vie au travail

Temps de travail hebdomadaire moyen de chaque main d'œuvre

Jours de congé annuels

Jours de repos hebdomadaires

Astreintes

Répartition du travail

Organisation du travail

Pour chaque main d'œuvre, construction du graphique du temps de travail hebdomadaire moyen dans l'année et explication des différents pics ou creux d'activité

Pics et creux associés aux ateliers d'élevage

Annexe III : Scripts R servant à l'analyse

Script 1 : Test de comparaison de moyenne dans le cas de variables normées et d'une égalité de variance

```
248 ### Test de comparaison de moyenne des charges opérationnelle des systèmes prairie vs sans prairie
249 library(ggplot2)
250
251 #Test de la normalité des données
252 ggplot(data2021rotation)+aes(x=charges_ope, y=rotation)+geom_boxplot() #présentation boîte a moustache
253
254 select.prairie<-data2021rotation[,"rotation"]=="prairie"
255 select.sansprairie<-data2021rotation[,"rotation"]=="sansprairie"
256 shapiro.test(data2021rotation[select.prairie, "charges_ope"])
257 shapiro.test(data2021rotation[select.sansprairie, "charges_ope"])
258
259 #Test d'égalité de variance
260 var.test(charges_ope~rotation, conf.level=0.95, data=data2021rotation)
261
262 #Test de Student d'égalité de moyenne (Les variables étant normée et les variances égales)
263 t.test(charges_ope~rotation, conf.level=0.95, data=data2021rotation, alternative="two.sided", var.equal=TRUE)
264
265 #Test de Student de supériorité de la moyenne des systèmes sans prairie
266 t.test(charges_ope~rotation, conf.level=0.95, data=data2021rotation, alternative="greater", var.equal=TRUE)
```

Script 2 : Création d'une matrice de corrélation

```
33 #Création d'une matric des coefficients de corrélation entre variables
34 cr2<-cor(data2[,,-1:-3])
35 #Test de significativité des corrélations
36 test.sign2<-cor.mtest(data2[,,-1:-3], conf.level=.95)
37 #Représentation graphique n'affichant que les coefficients significatifs
38 corrplot(cr2, method = "circle", type="lower", insig = c("blank")
39           , na.label.col="black", tl.col="black", p.mat=test.sign2$p
40           , sig.level=.2, addcoef.col = "black", number.cex = 0.8
41           , main="Représentation des corrélations entre les résultats des systèmes de cultures 2021, tous systèmes confondus")
42
```

Script 3 : Réalisation d'une ACP et d'une CAH

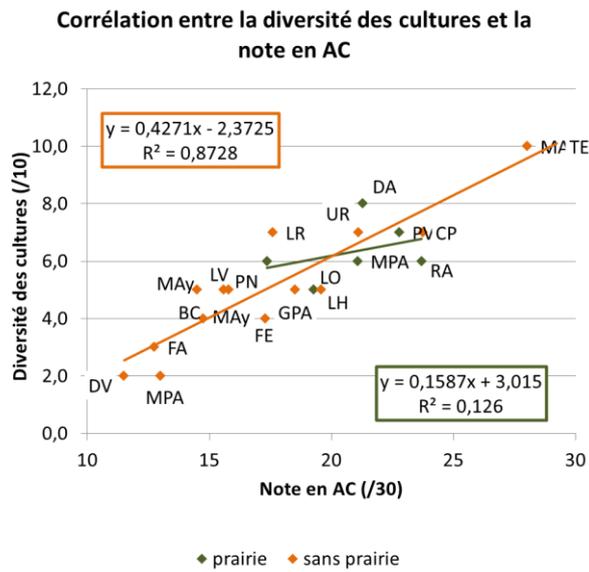
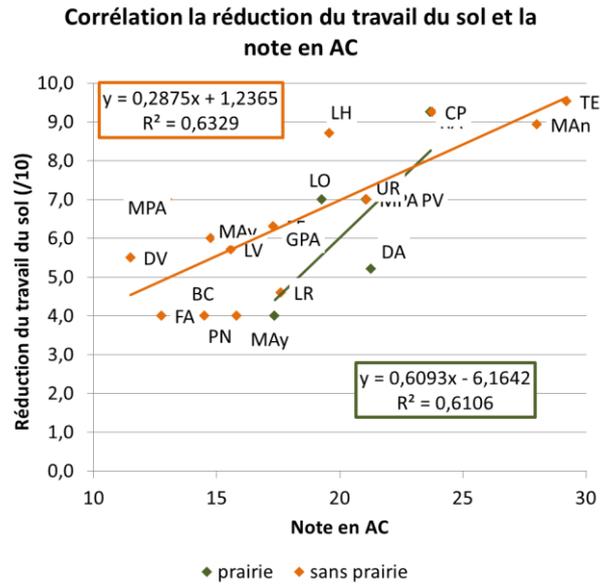
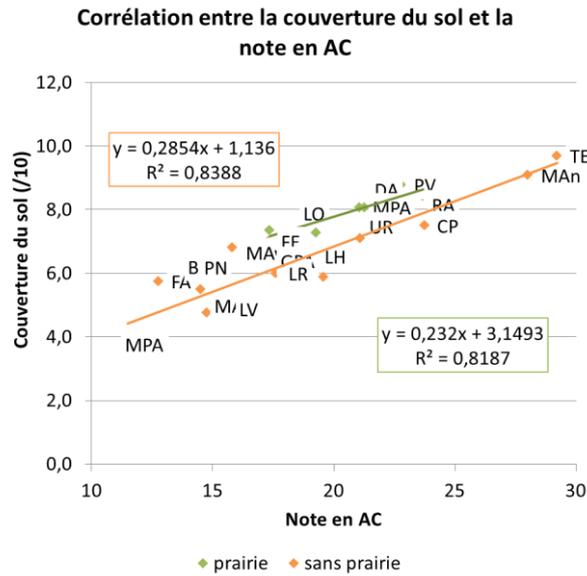
```
97 library(FactoMineR)
98 library(factoextra)
99 #Creation du jeu de donnees
100 dataPCA_CAH2<-datagroupe2021[,,-1:-4]
101 dataPCA_CAH<-dataPCA_CAH2[,,-6:-11]
102 summary(dataPCA_CAH)
103 #Realisation de l ACP
104 res.PCA<-PCA(dataPCA_CAH, quanti.sup=10:11)
105 #Realisation de la CAH en utilisant la fonction HCPC
106 res.hcpc<-HCPC(res.PCA, ncp=8) #Classification reposant sur les résultats de l'ACP permet de
107                               #diminuer le bruitage. Choix ncp = 8. Inertie cumulée satisfaisante
108                               #tout en limitant les données parasites.
109 #Graphique representant les cluster
110 fviz_cluster(res.hcpc,
111              repel = TRUE, # Evite le chevauchement des textes
112              show.clust.cent = TRUE, # Montre le centre des clusters
113              palette = "jco", # Palette de couleurs, voir ?ggpubr::ggpar
114              ggtheme = theme_light(),
115              main = "Dendrogramme des individus en 2021"
116 )
117 #Description des cluster
118 res.hcpc$desc.var #Description des categories "cluster" par les variables quantitatives
119 res.hcpc$desc.axes #Description des cluster par les axes
120 res.hcpc$desc.ind #Description des clusters par les individus
```

Annexe IV : Présentation des différents individus et caractéristiques de leurs systèmes. (en bleu, les « anciens » faisant partie de l'étude sur l'évolution au sein du GIEE)

Pseudo	Système de production	Année arrêt labour	Rotation principale	Type de travail du sol	Contraintes pédoclimatiques	Projets à venir
AD	Bovin lait en système majoritairement herbagé 3 UTH - 600 000 L de lait - 82 Vaches laitières (VL), L - 107 ha	2010	Prairie (4 ans) - Maïs ensilage - <i>couvert</i> - Maïs épi - Orge	Semoir combiné rotolabour	Bocage centre Manche Landes sèches l'été et hydromorphes l'hiver	Transmission / Conversion potentielle à l'Agriculture Biologique
BC	50 vaches allaitantes - 80 taurillons - 2 poulaillers label rouge 1 UTH - 100 ha	2016	Maïs ensilage - Orge - <i>couvert</i>	Décompacteur Semoir combiné herse rotative Semis direct Maïs au strip-till	Sols hydromorphes : implantations difficiles à l'automne	Passage à de l'engrais liquide / Epandage de lisier sur maïs à 8-10 feuilles
CP	2 UTH - 900 000 L de lait - 130 ha - 2 robots	2000	Maïs ensilage - Blé - <i>couvert d'été - méteil</i>			
DV	Bovin lait en système majoritairement herbagé (2/3) 3 UTH - 550 000 L - 105 ha AOP beurre et crème d'Isigny	NC	Maïs ensilage - <i>couvert</i>	Fissurateur Dynamdrive	Zones de marais en prairies permanentes	Agrandissement / Passage au robot de traite
FA	Bovin lait 2,25 UTH 110 VL 165 ha 75 ha de prairies sur parcelle humide	En cours	Maïs - Blé - <i>couvert récolté</i> OU Maïs - Triticale - <i>couvert</i>	Labour Déchaumeur	Des sols argileux pénalisent la culture de blé entraînant le passage au triticale sur ces sols	Arrêt du labour / Recherche d'un couvert autre que Ray-Grass qui oblige le labour
FE	Bovin lait 3 UTH - 1 900 000 L - 210 ha	2005	Maïs - Blé - <i>couvert (80% récolté)</i>	Fissurateur Déchaumeur	40 ha sur sol séchant peu profond	Passage au semis direct
GPA	Porcs - 400 truies naisseur engraisseur 15 bovins viandes 3 UTH - 73 ha de culture	En cours	Blé - <i>couvert</i> - Orge - <i>couvert</i> - Maïs grain - Maïs grain	Décompacteur Déchaumeur		
LV	Bovin lait 240 VL - 92 ha 5 UTH	2012	Maïs- <i>couvert</i> - Maïs- <i>couvert</i> - Maïs-Orge- <i>couvert</i>	Fissurateur Déchaumeur	Sol limoneux peu profond Pluviométrie élevée à l'automne - chantiers de récolte et de semis difficiles	Augmenter la SAU pour une meilleure gestion des effluents et de l'autonomie fourragère
LH	Bovin lait Taurillons 75 ha - 75 VL - 2,75 UTH	NC	Maïs ensilage - <i>couvert</i> - Maïs ensilage - Blé - <i>couvert</i> - Maïs grain - <i>couvert</i>	Décompacteur Déchaumeur Herse rotative	Aucunes. Sol profond argilo-limoneux	Diminuer le nombre de vaches laitières / Sécuriser la ration fourragère
LO	Bovin lait 130 vaches laitières - 1 000 000 L - 155 ha - 2,25 UTH	2005	Prairie (5 ans) - Maïs - <i>couvert</i> - Maïs - <i>couvert</i> - Maïs - <i>couvert</i> - Maïs	Travail superficiel au rotovator (Avant strip-till)		Autonomie alimentaire / Embauche d'un nouveau salarié

Pseudo	Système de production	Année arrêt labour	Rotation principale	Type de travail du sol	Contraintes pédoclimatiques	Projets à venir
LR	Bovin lait Engraisseur spécialisé : 150 taurillons + 50 génisses à l'herbe 1 ha – 3 UTH – 165 VL – 1 400 000 L de lait	2008-2015	Mais – <i>convert</i> – Maïs – Blé – <i>convert</i>		Zones vulnérables et 25 ha en zones de captage 35 ha en pente valorisés en herbe pour les génisses Parcelle morcelé	Diminuer les engrais de synthèse / Augmenter le maïs épi / Couverts à valoriser pour la méthanisation / Implantation de luzerne
Man	2 robots / 1 unité de méthanisation Atelier porc - Naisseur engraisseur sur paille 114 ha – 3 UTH	2015	Colza - Blé - <i>Convert</i> – Maïs grain - Triticale - Fèverole d'hiver - <i>Convert</i> - Orge	Décompacteur Herse rotative Semis direct des couverts, céréales et fèverole	Certaines parcelles sont hydromorphes et impliquent un changement dans la rotation (25%)	Implantation de maïs en semis direct / Investissement dans une machine à soupe
MAY	Bovin lait 95 VL – 600 000 L 95 ha dont 55 ha de prairies	2016	1. Prairie (4 ans) -Maïs- <i>convert</i> - Maïs- <i>convert</i> - Maïs (sol argileux 30%) 2. Maïs- <i>convert</i> – Maïs – Maïs – Orge –métel (sol limoneux 30%)	Déchaumeur	Sols argileux Arrêt de l'orge car malade	Augmenter la part de pâturage / Améliorer les couverts
MPA	Bovin lait 900 000 L – 115 VL – 190 ha Label pâturage sans OGM les maîtres laitiers 116 ha en MAEC – 2 UTH	2015	1. Prairie (5 ans) – Maïs ensilage – Maïs épi ou grain (75%) 2. Maïs ensilage – <i>convert</i> – Maïs grain – <i>convert</i> (parcelles éloignées 25%)	Rotolabour Déchaumeurs	Excès d'eau d'octobre à mars	Salle de traite / Finaliser les départs en retraite et potentiellement s'associer / Améliorer les couverts / Implantation du maïs en strip-till
PN	Atelier porc – naisseur engraisseur partiel 450 truies – 210 ha – 4 UTH	Non	Mais grain – <i>convert</i> – Maïs grain – Blé – Colza – Blé – <i>convert</i>	Labour devant blé de maïs Déchaumeur	Aucune. Bonnes terres	Diminuer le labour / Diminuer l'usage des produits phytosanitaires (lien avec la société)
PV	Bovin lait 550 000 L – 70 VL – 100 ha – 1.5 UTH	2010	Prairie (5 ans) - Maïs- <i>convert</i> – Maïs grain – <i>convert</i>	Déchaumeur Strip-till		Indice de précocité du maïs / Intégrer l'unité de méthanisation à la rotation / Diminuer la dose d'engrais de synthèse
RA	Unité de méthanisation Bovin lait 120 VL – 2 UTH - 2 robots	Avant installation en 2012	Luzerne (3 ans) - Blé - <i>convert</i> - Maïs - Blé - Maïs - Blé	Semis direct Strip-till	Toutes les surfaces sont classées en Zones d'Action Renforcée	Extrait fermenté / Fabrication de micro-organismes efficaces / Apport de basalte
TE	Grandes cultures 1 UTH	2002	Mais grain - Fèverole – Colza associé – Orge – <i>convert</i> – Blé - <i>convert</i>	Semis direct Strip-till		
UR	Bovin lait Atelier carotte d'hiver de pleine terre 219 ha dont 36 % de prairie – 80 VL – 900 000 L – 2 UTH	2018	Mais (50 % grain -50% ensilage) - Blé - Colza - <i>convert</i> - Blé – <i>convert</i> - Maïs – <i>convert</i> (100 ha)	Déchaumeur Herse rotative	10 ha de dunes (pâturage génisses) / 15 ha marais en prairie de fauche / Sols hydromorphes l'hiver et séchant l'été	Implantation de couvert d'orge sur butte avant carotte

Annexe V : Répartition des notes des différents piliers de l'AC par rapport à la note totale en AC.



Résumé

	<p>Diplôme : Ingénieur de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p>Spécialité : Agronomie</p> <p>Spécialisation / Option : Sciences et Ingénierie du Végétal / Agrosystèmes</p> <p>Enseignant référent : Safya Aubry-Menasseri</p>
<p>Auteur(s) : Elodie Joubrel</p> <p>Date de naissance* : 15 / 03 / 1996</p>	<p>Organisme d'accueil : Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie</p> <p>Adresse : Avenue de Paris, 50009 Saint-Lô</p>
<p>Nb pages : 25 Annexe(s) : V</p>	<p>Maître de stage : Gabriele Fortino</p>
<p>Année de soutenance : 2021</p>	
<p>Titre français : Evaluation de la triple performance des exploitations du GIEE "Manche Agriculture de Conservation"</p> <p>Titre anglais : Triple bottom line assessment of the farms from the EEIG « Manche Conservation Agriculture ».</p>	
<p>Résumé (1600 caractères maximum) : Le groupement d'intérêt économique et environnemental Manche Agriculture de Conservation (GIEE MAC) a souhaité intégrer un outil d'évaluation de ses systèmes pour pouvoir répondre à un objectif commun : progresser en agriculture de conservation (AC) sans dégrader la triple performance. Les méthodes existantes ne convenant pas en tant que telles, une méthode adaptée au GIEE MAC a été créée. Elle se base sur neuf indicateurs de la triple performance et trois indicateurs de l'AC. L'application de cette méthode au système de culture le plus représentatif de chaque exploitation a permis une analyse individuelle et collective. Différents profils se distinguent en fonction du niveau d'avancée en AC et en termes d'autonomie vis-à-vis des intrants. La majorité des exploitations du GIEE MAC étant en polyculture-élevage, cette méthode d'évaluation pourrait être améliorée en intégrant une analyse de la répercussion des choix à l'échelle du système de culture sur les performances économiques directes de l'exploitation.</p>	
<p>Abstract (1600 caractères maximum) :The economic and environment interest grouping "Manche Conservation Agriculture" (EEIG MCA, or GIEE MAC in French) wished to integrate an assessment tool of its systems in order to reach a common objective: improving conservation agriculture (CA) practices without degrading the triple bottom line. As the existing methods were not convenient enough as they were, a new system was specifically designed for the EEIG MAC. It relies on nine indicators of the triple bottom line and three indicators of the CA. The practical application of this method to the predominant cropping system of each farm resulted in both individual and collective analyses. Further profiles have been identified depending on the degree of application of the conservative agriculture practices and on the degree of dependence on inputs. Considering the fact that most of the EEIG MAC farms perform crop-livestock farming, this assessment method could be improved by integrating an analysis of the impact of the choice of cropping system on the direct economic performance of the farm.</p>	
<p>Mots-clés : GIEE ; Agriculture de conservation ; Méthode d'évaluation ; Triple performance ; Système de culture</p> <p>Key Words: EEIG ; Conservation Agriculture, Assessment tool ; Triple Bottom line ; Cropping system</p>	