



HAL
open science

Le bricolage comme cadre d'analyse de l'adaptation des agroéquipements pour une durabilité des systèmes agricoles

Souha Kefi

► To cite this version:

Souha Kefi. Le bricolage comme cadre d'analyse de l'adaptation des agroéquipements pour une durabilité des systèmes agricoles. Agronomie. Utc compiègne, 2024. Français. NNT: . tel-04591167

HAL Id: tel-04591167

<https://hal.science/tel-04591167>

Submitted on 28 May 2024

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.

Copyright



Ecole doctorale n°71: Sciences pour l'ingénieur, ED UTC

THESE

Pour obtenir le grade de docteur délivré par :

L'Université de Technologies Compiègne, SORBONNE UNIVERSITES

Spécialité doctorale « innovation, territoire, agriculture & agro-industrie, connaissance et technologie

Rédigée, présentée et soutenue publiquement par :

Souha KEFI

Le 20 Février 2024

Titre de la thèse : **Le bricolage comme cadre d'analyse de l'adaptation des agroéquipements pour une durabilité des systèmes agricoles**

Encadrée par :

Michel.J.F. Dubois, HDR

Davide Rizzo, PhD

Membres du jury :

Chahine Karmous, professeur à l'Institut national agronomique de Tunisie, HDR: **Rapporteur**

Nathalie Kroichvili, professeure des universités en aménagement des espaces et urbanisme à l'UTBM, HDR: **Rapporteur.e**

Charles Lenay, professeur de philosophie des sciences et technologies à l'université de Technologies de Compiègne : **Examineur**

Lorène Prost: directrice de recherche en agronomie à l'INRAE: **Examinatrice**

Nicolas Brault, enseignant-chercheur en histoire et philosophie des sciences à UniLaSalle: **Examineur**

Sana Dhane, enseignant-chercheur en sciences agronomiques à l'Institut national agronomique de Tunisie: **Examinatrice**

Dédicace

À mon papa et à ma maman à qui je dois tout,

À ma sœur qui est indispensable,

À mon mari qui m'a accompagné tout au long de cette thèse,

À Azizi que j'ai perdu à mi-chemin,

À toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Remerciements

Au-delà de l'aspect multi-acteurs et interdisciplinaire de cette thèse, je considère également que c'est un travail d'équipe.

D'abord, un travail d'équipe entre doctorante et co-directeurs, car oui, je considère que nous avons été une équipe pendant ces 3 dernières années, n'ayant jamais ressentie de condescendance, de la supériorité hiérarchique ou académique ou d'autorité malsaine. Alors, je remercie Michel pour sa sagesse et pour sa force tranquille. Merci d'avoir su me guider non seulement scientifiquement mais aussi humainement. Aucun mot ne saura décrire ma reconnaissance envers toi. Je remercie Davide pour sa rigueur scientifique et pour son éternelle bonne humeur. Nos différences et nos divergences n'ont fait que m'enrichir.

Vous êtes humains, vous m'avez épaulé et vous m'avez considéré ma santé mentale dans des moments difficiles de la thèse. Vous m'avez fait confiance pour piloter cette thèse vous m'avez même donné tous les moyens de le faire. J'espère sincèrement vous garder dans ma vie car vous m'apportez tant. Je ne peux plus imaginer ma vie future sans nos papotages ou sans discussions philosophiques, plus important encore, je ne peux pas imaginer ma vie future sans vos conseils avisés.

Ensuite, un travail d'équipe entre doctorante et ses stagiaires et étudiants. Ce travail de thèse est riche de son terrain et de la diversité de ses études. Cela n'aurait pas été possible sans nos stagiaires : Ryma et Oumaima et nos étudiants Jean-Baptiste et Clément. Je les remercie pour leur dévouement, leur compétence et leur implication dans ce travail. Je suis certaine de l'avenir radieux qui attend chacun d'entre eux.

Je souhaite remercier les membres de l'équipe de recherche InTerACT pour leur bienveillance le long de ces 3 dernières années. Plus spécialement, merci à mes deux fidèles accompagnantes d'aventure Murielle et Elena. Je peux aujourd'hui nous féliciter d'une amitié longue et solide. Je sors aussi riche de l'amitié de Fatma, nos pauses café me manqueront !

J'ai aussi été membre de l'équipe de la chaire Agro-Machinisme et Nouvelles Technologies et je remercie tous ses membres Carolina, Andrii, Hamze, Marco et Julien(s) ainsi que les membres mécènes de m'avoir accompagnée et d'avoir suivi avec un vif intérêt l'avancement de la thèse. J'en profite également pour les remercier d'avoir co-financé, ainsi que la région

Hauts-de-France, ce travail de recherche. Merci à Floriane pour son accompagnement administratif et organisationnel, pour sa bonne humeur et pour toutes ces petites attentions.

Cette thèse a été suivie de près par un comité de suivi de thèse, je remercie donc tous ses membres Maryem, Marta, Ambrogio, Bruno, Vincent et Guillaume, d'avoir accepté de faire partie de ce comité et de m'avoir éclairé de vos commentaires, remarques et expériences académiques et d'entreprise pour mieux cadrer et orienter mes travaux de recherche.

Enfin, je remercie sincèrement tous les membres du jury d'avoir pris de leur temps d'étudier mon travail et de le juger. Je leur souhaite une bonne lecture de ce manuscrit.

Résumé

Mots clé : bricolage, agronomie, conservation des sols, agriculteurs, méthodes participatives, légumineuses

Le titre initial de la thèse "Conception d'un cadre d'analyse pour l'adaptation des agroéquipements à la transition agroécologique : cas des légumineuses dans la région Hauts-de-France" comprend plusieurs concepts complexes qui rendent difficile la délimitation du champ d'investigation.

Afin de déterminer la demande des agriculteurs pour les équipements liés aux légumineuses dans la région Hauts-de-France, la première étude a été menée auprès d'un échantillon de concessionnaires de la région. Cependant, les résultats ont montré un fort biais commercial en raison de la profession des concessionnaires, ce qui a entraîné une absence de nuances dans les réponses. Il semblerait que le parc matériel présenté dans les catalogues satisfasse largement la demande des clients et qu'il n'y ait pas de demande d'équipements spécifiques. Lors de cette première étude, nous avons également constaté des lacunes agronomiques, car les légumineuses ont souvent été confondues avec les légumes.

La deuxième étude a été menée auprès d'un échantillon de conseillers agricoles dans la région Hauts-de-France pour obtenir des informations sur les demandes spécifiques des agriculteurs pour les équipements liés aux légumineuses. Les résultats de cette étude ont montré une plus grande nuance dans les réponses. Les agriculteurs peuvent avoir des demandes spécifiques pour leurs équipements, et ils peuvent se tourner vers leurs conseillers pour trouver des solutions. Cependant, les conseillers, majoritairement agronomes, ne disposent pas toujours des compétences nécessaires pour répondre à ces questions. Nous avons constaté que les agriculteurs peuvent soit s'adresser au concessionnaire, ce qui entraîne un biais commercial similaire à celui rencontré dans la première étude, soit bricoler eux-mêmes leurs équipements.

Un constat commun a été fait pour ces deux études concernant une forme de scepticisme vis-à-vis du terme 'agroécologie' ou 'transition agroécologique' du fait de sa forte connotation politique. Plusieurs conseillers interviewés affirment que les agriculteurs sont plus concernés par les effets du dérèglement climatique que par la transition agroécologique.

Dans la troisième étude, nous avons décidé de nous pencher sur la notion de bricolage chez les agriculteurs. À cette fin, nous avons effectué une analyse de vidéos YouTube partagées par des agriculteurs qui montraient leurs bricolages. Les résultats ont montré que le sujet le plus associé à l'agroéquipement était le sol. De plus, nous avons constaté que le semoir était l'équipement le plus souvent concerné par le bricolage.

En parallèle, nous avons conduit une étude auprès d'informateurs clés de différents profils, toujours dans un objectif de délimitation du périmètre de recherche. Nous leurs avons posé 3 questions. La première question « pensez-vous que l'agroéquipement est en lien avec la conception du système de culture ? » avait pour but de comprendre les liens entre l'agroéquipement et la pratique agricole. La troisième question « comment définiriez-vous l'agroécologie » avait pour objectif de voir s'il pouvait exister des disparités dans la définition de l'agroécologie chez les différents acteurs d'une même filière. La deuxième question concernait la spécificité des agroéquipements pour les légumineuses. Ici, nous avons eu 3 types de réponses : les personnes non concernées par la question, les personnes qui disent que les légumineuses ne nécessitent pas d'agroéquipements spécifiques et les personnes qui affirment que les légumineuses pourraient nécessiter une amélioration des agroéquipements quand elles sont en cultures associées ou en couvert végétal dans le cadre de pratiques de conservation du sol.

Nous remarquons ici, que le sol semble être au cœur des préoccupations quant il est question de bricolage ou d'amélioration d'agroéquipements, et ce en relation avec les légumineuses.

Le périmètre de recherche se définit donc autour des pratiques agricoles de conservation des sols et des agriculteurs qui les appliquent avec le concept de bricolage comme unité de mesure de la spécificité des agroéquipements. Cela n'élimine pas le sujet des légumineuses, mais le réinsère dans le cadre d'une problématique plus large et aussi plus précise.

Après avoir circonscrit le champ de recherche en se focalisant sur les aspects qualitatifs des pratiques de bricolage des agriculteurs en matière de conservation des sols, l'étape suivante consiste à initier des entretiens avec des agriculteurs qui manifestent un intérêt avéré et une connaissance éclairée de cette thématique. Notre enquête se concentre sur l'exploration des pratiques agricoles des agriculteurs, les défis auxquels ils sont confrontés et les opérations de bricolage entreprises, à la fois en amont et en aval du processus d'amélioration de l'équipement agricole. Les premières observations mettent en évidence les préoccupations des agriculteurs face au changement climatique : ils considèrent l'Agriculture de Conservation des Sols (ACS) comme une stratégie d'adaptation face aux perturbations climatiques. Cette forme d'agriculture, associée à l'expérimentation et à l'ajustement aux conditions agropédoclimatiques, se caractérise par une flexibilité qui s'étend aux équipements. Les motivations pour le "bricolage" sont liées à la disponibilité limitée d'agroéquipements spécifiques à certaines pratiques agronomiques, ou à des contraintes économiques, notamment lorsque l'équipement requis est accessible mais d'un coût prohibitif.

Les modifications apportées par les agriculteurs à leur matériel se concentrent sur les semoirs, dans le but d'optimiser les dépenses de temps et d'énergie, en intégrant des opérations culturales conjointes, telles que le semis combiné à la fertilisation ou à la destruction du couvert végétal. Cette approche s'inscrit dans une dynamique d'apprentissage, les agriculteurs affinant leur bricolage au fur et à mesure de leurs expérimentations, jusqu'à l'obtention du résultat final souhaité.

La modularité du matériel agricole fait référence à la capacité du matériel agricole à être ajusté ou adapté aux besoins spécifiques des agriculteurs. Les agriculteurs ont montré une propension à bricoler leur matériel agricole, en particulier les semoirs, pour les rendre plus flexibles et polyvalents, afin de répondre aux exigences changeantes de leurs pratiques agricoles, en particulier dans le contexte de la conservation des sols et de l'adaptation au changement climatique. La modularité souligne l'importance de proposer aux agriculteurs des équipements plus adaptables et personnalisables, permettant une meilleure adéquation avec les contraintes et les spécificités de leurs exploitations agricoles. En intégrant la modularité dans la conception des équipements agricoles, l'agronomie peut contribuer à une agriculture plus résiliente et durable, en adéquation avec les besoins et les défis rencontrés sur le terrain.

Il existe un lien intrinsèque entre les faits techniques en agronomie et le bricolage des agroéquipements. Le fait technique agronomique englobe l'étude des techniques agricoles et des équipements destinés à optimiser les pratiques agricoles. Comme nous venons de le voir, cette sophistication technique conduit à une rigidité des exploitations agricoles et à une inadéquation avec les nouveaux besoins spécifiques des agriculteurs. Pour répondre à ces besoins particuliers, les agriculteurs se tournent vers le "bricolage d'agroéquipements", en modifiant ou en adaptant les équipements existants afin d'optimiser leur efficacité dans des contextes spécifiques, tels que la combinaison de différentes opérations agricoles. Cette interaction entre le fait technique et le bricolage des équipements illustre l'importance de l'adéquation entre l'innovation technologique et les préoccupations concrètes des agriculteurs, afin de promouvoir une agriculture plus souple, durable et adaptée aux défis climatiques contemporains. La thèse est donc intitulée : Le bricolage comme cadre d'analyse de l'adaptation des agroéquipements pour une durabilité des systèmes agricoles.

Summary

Keywords: tinkering, bricolage, agronomy, equipment, farmers, adaptation, sustainability

Farmers' technical acts play a pivotal role in defining the impact of farming practices, innovation, and equipment on agriculture. They arise from time-specific execution of a farming practice within a contextualized decision-making process often mediated by dedicated equipment. The availability of adapted equipment is therefore of paramount importance to define the impacts of farming practices, either as environmental degradation or for enhancing farming system sustainability. However, farming practices and their related decision-making processes continually face context evolution due to climate change, environmental factors, and socio-technical drivers. To what extent does the mediation of the farmers' technical act by available equipment impact the flexibility of their practices' evolution? To what extent does equipment availability induce the homogenization of farming system design? Could the equipment potentially rigidify the technical act evolution and, in turn, hinder the adaptation of farming practices to contextual drivers of change?

We posit that the degree of equipment adaptation to evolving farming practices is a decisive factor in meeting the current challenges facing agriculture. The impact of equipment mediation is especially noticeable in soil management practices, for which the adaptation to heterogeneous agropedoclimatic conditions is critical. This study aims to explore how the concept of the farmer's technical act can shed light on the interactions between farming practices and soil management, with the goal of enhancing equipment adaptability.

The study was structured in three stages. First, we concentrated on "intermediate" actors, encompassing dealers and advisors in the Hauts-de-France region, as an example at the crossroad between soil management issues (i.e., silty soils), industrial farming systems and mechanized crops. A semi-structured survey of public agricultural advisors regarding farmers' needs to adapt their practices to agroecology transition, as an example of system level change impacting farmers' technical acts. Advisors pointed out a general farmers' skepticism towards the term 'agroecology' due to its political connotations, being instead concerned with the impacts of climate change on their practices, such as the equipment set-up to operate mechanical weeding. Nonetheless, the advisors (mainly agronomists) had to acknowledge a gap in their capability to address these needs, leaving farmers with a dilemma: (i) relying only on

machinery dealers, with a potential risk of commercially biased support, or (ii) undertaking autonomous equipment adaptation.

Second, the study addressed the characterization of trends in the agricultural equipment sector. We interviewed a group of key informants possessing extensive knowledge of equipment and the related influence on cropping system design. The results led to enhance the focus on soil conservation as the key driver in farmers' technical act evolution. This farming approach is a relevant example of farmers' adaptation strategy to face climate disruptions but requires a high equipment flexibility.

Finally, the study explored farmers' equipment tinkering in the context of Soil Conservation Agriculture (SCA). Tinkering is hereby motivated by the limited availability of equipment adapted to specific technical acts and/or economic constraints (i.e., adapted equipment is expensive). A survey of 30 farmers committed with conservation agriculture highlighted equipment modifications of seed drills, with the goal of optimizing time and energy through integrated farming practices.

In conclusion, our study underlines the importance of the modularity of equipment, allowing it to adapt to evolving farmers' needs, in the context of soil conservation and climate change adaptation. This modularity addresses the constraints and specificities of farms and contributes to sustainable agriculture. The research highlights the intrinsic link between technical advancements and tinkering with farm equipment, underscoring the need to align innovation with the practical concerns of farmers to promote adaptable agriculture in response to today's climate challenges.

Liste des publications (<https://cv.hal.science/souha-kefi>)

- Does the Availability of Specific Agri-Equipment Influence Cropping System Design?
A Case Study of Pulses
Souha Kefi , Davide Rizzo , Michel J.F. Dubois, Transforming AgriFood Systems under a
Changing Climate, 12 (2237), pp.24. (10.3390/agronomy12092237)
Article dans une revue hal-03780875v2

- Le bricolage, au cœur des transitions agricoles vers la durabilité des agroéquipements
Souha Kefi , Oumayma Sboui , Michel J.F. Dubois , 2023, (10.5281/zenodo.7905355)
Working paper hal-04091283v1

- Définir l'agroécologie comme sous-ensemble du développement durable
Souha Kefi , Davide Rizzo , 2022, pp.21. (10.5281/zenodo.5856386)
Working paper hal-03527802v1

- Mapping available agricultural equipment to enable farmers' and manufacturers'
interactions for an agroecological transition. The case of legume crops in Hauts-de-
France region.
Souha Kefi , Davide Rizzo , Jean-Baptiste Havet , Clément Postic , Michel Dubois
Landscape 2021 - Diversity for Sustainable and Resilient Agriculture, Sep 2021, Berlin,
Germany. (10.5281/zenodo.8169345)
Communication dans un congrès hal-03274872v1

- Bricolage of agri-equipment
Oumayma Sboui , Souha Kefi , Michel J.F. Dubois , Davide Rizzo
EurAgEng. International Conference of Technologies and Solutions for Efficient and
Sustainable Agriculture, Nov 2022, Villepinte, France., 2022, 5th SIMA
AgriTechDay. (10.5281/zenodo.7789532)
Poster de conférence hal-03777855v1

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : LE POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE	5
1. Les agroéquipements, place dans la bibliographie française et internationale.....	6
1.1. Evolution historique des agroéquipements.....	6
1.2. Le marché des agroéquipements dans le monde et en France	9
1.3. Les 3 défis actuels de l'agroéquipement.....	10
2. L'agriculteur et l'agroéquipement.....	13
2.1. Le fait technique en agronomie.....	13
2.2. Les agroéquipements et agriculteur	13
2.2.1. Les enjeux des agroéquipementiers dans le contexte français.....	13
2.2.2. L'agriculteur et son agroéquipement	14
2.2.3. L'agroéquipement comme médiateur du fait technique.....	16
3. L'homogénéisation de l'agriculture vs la diversification des pratiques agricoles.....	17
3.1. Agroécologie et agriculture de conservation des sols (ACS)	
3.1.1. L'homogénéisation de l'agriculture	
3.1.2. Homogénéisation et mécanisation : causes & conséquences	18
4. Les légumineuses, place dans la littérature et dans la thèse.....	19
4.1. Brièvement, les légumineuses dans la littérature	19
4.2. Les légumineuses dans la thèse	21
5. L'hétérogénéité de la parcelle, de l'exploitation, du territoire.....	21
6. Problématique et hypothèses	24
6.1. Hypothèses principales	25
6.2. Sous-hypothèses.....	26
CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE LA THESE	27
1. Contexte académique et déroulement.....	28
2. L'approche par les acteurs : bibliographie et acteurs étudiés (première phase)	30
2.1. L'approche par les acteurs : place dans la littérature.....	30
2.2. Les agroéquipementiers, acteurs centraux dans notre question de recherche mais pas adaptés à nos échanges académiques.....	30
2.3. Les acteurs intermédiaires	33
3. Le dispositif pour conduire notre recherche en partenariat (deuxième phase).....	34
4. Conclusion	36

CHAPITRE 3 : L'AGROECOLOGIE COMME SOUS-ENSEMBLE DU DEVELOPPEMENT DURABLE DES AGROEQUIPEMENTS

1. Introduction : l'agroécologie et le secteur des agroéquipements.....	40
2. La problématique : déceler une définition partagée par une démarche transdisciplinaire	42
3. Matériels et méthodes : une approche par un jeu sérieux.....	44
4. Phases du jeu	45
5. Modalité de réalisation : choix du support hybride (à distance et en présence).....	47
6. De la table de jeu à la table de données.....	50
7. Un exemple des résultats.....	50
8. Discussion, limites et perspectives.....	53
Conclusion.....	54

CHAPITRE 4 : L'AGROEQUIPEMENT COMME MEDIATEUR DU CHOIX DES CULTURES : ROLE DES ACTEURS INTERMEDIAIRES DE LA VENTE ET DU CONSEIL EN REGION HAUTS-DE-FRANCE ..

Partie 1 : Étude auprès des concessionnaires de la région Hauts-de-France	59
1. Matériel et méthodes.....	60
1.1. Cartographie des concessionnaires de la région Hauts-de-France	60
1.2. Étude sur auprès des concessionnaires de la région Hauts-de-France sur la disponibilité des agroéquipements.....	61
2. Résultats et discussions.....	61
2.1. Cartographie des concessionnaires de la région Hauts-de-France	62
2.2. Enquêtes auprès de 6 concessionnaires de la région Hauts-de-France	63
3. Limites de l'étude et discussions.....	64
Partie 2 Etude auprès des conseillers de la région Hauts-de-France	65
1. Cadre bibliographique	65
1.1. Les acteurs qui aident et conseillent les producteurs agricoles.....	67
1.2. Le développement du conseil spécialisé en agroéquipement en réponse aux changements de pratiques dans le cadre de la transition agro écologique.....	67
1.3. Acteurs spécialisés dans le conseil en agroéquipement.....	68
2. Constitution de l'échantillon	70
2.1. La constitution de l'échantillon s'est faite en plusieurs étapes.....	70
3. Constitution, localisation et représentativité de l'échantillon	71
4. Résultats et discussion	76
4.1. Modalités et domaines d'intervention des conseillers concernant les pratiques agricoles	76
4.1.1. Le conseil spécialisé ou général ne se limite pas à un seul système de production	76
4.1.2. Différents modèles de production ciblés par les structures de conseil	77

4.2.	Séparation du conseil et de la vente pour les conseillers interviewés justifiée par l'absence de partenariat.....	78
4.3.	La sollicitation des conseillers par les agriculteurs est dominante, la prospection est relativement faible	78
4.4.	Un conseil adapté aux besoins de l'agriculteur : entre personnalisation et/ou action en collectif	79
4.4.1.	Un conseil personnalisé adapté aux conditions pédoclimatiques.....	80
4.4.2.	Un accompagnement à régime proche auprès des agriculteurs.....	80
4.5.	La place de l'agroéquipement dans le conseil dépend de la spécialité du conseiller	81
4.5.1.	L'agroéquipement n'est pas la porte d'entrée pour les conseillers non spécialisés en agroéquipement mais reste une composante permettant l'optimisation du conseil.....	81
4.5.2.	L'agroéquipement est la porte d'entrée du conseil pour les conseillers spécialisés en agroéquipement	81
4.5.3.	L'agroéquipement intervient en complément à un besoin agronomique.....	81
4.6.	L'intervention en conseil d'agroéquipement dépend de différents facteurs.....	82
4.6.1.	Disponibilité de l'outil.....	83
4.6.2.	Conditions climatiques affectant le travail au niveau de l'exploitation.....	83
4.6.3.	Choix du matériel avant investissement.....	83
4.7.	La prise en compte de l'agroéquipement pour des aspects techniques et économiques.....	84
4.8.	L'expérience terrain et l'ancienneté sont les principales sources de connaissances en agroéquipement.....	85
4.9.	Conseiller en agroéquipement vs conseiller de la concession en agroéquipement.....	86
4.9.1.	Le conseil en concession est biaisé par l'acte de vente.....	87
4.9.2.	L'importance de la neutralité dans le conseil et du moment d'intervention du conseiller	87
4.9.3.	La prise en compte des données agronomiques pour faciliter l'adaptation des outils	88
4.10.	La mutualisation des compétences pour combler les manques de connaissances agronomiques de conseillers en agroéquipements	88
4.10.1.	L'adaptation de l'agroéquipement aux besoins agronomiques dépend de la formation du conseiller	89
4.10.2.	L'adaptation de l'agroéquipement aux besoins agronomiques dépend également des connaissances de l'agriculteur.....	89
5.	Limites de l'étude.....	92
6.	Conclusions	93
	CONCLUSION	96
	CHAPITRE 5 : LA DISPONIBILITE DES AGROEQUIPEMENTS INFLUENCE-T-ELLE LA CONCEPTION DES SYSTEMES DE CULTURE ? UNE ETUDE DE CAS SUR LES LEGUMINEUSES	99
1.	Introduction.....	100
2.	Trois facteurs liés à la conception des équipements agricoles et des systèmes de culture	102
2.1.	Homogénéisation et spécialisation	102
2.2.	Agroécologie et pratiques agroécologiques.....	103
2.3.	Autonomie protéique et légumineuses.....	104
3.	Matériel et méthodes.....	105
3.1.	Approche analytique : interviews d'informateurs clé et description de l'échantillon.....	105
3.2.	Choix des informateurs clés	107
3.3.	Déploiement des entretiens semi-directifs	108
3.4.	Traitement et analyse des données.....	109

4. Résultats	112
4.1. Liens entre les agroéquipements et les systèmes de culture (Question E2)	113
4.2. Légumineuses et spécificité de l'agroéquipement (Question E3)	114
4.2.1. Les légumineuses ne nécessitent pas d'agroéquipements spécifiques	115
4.2.2. Les légumineuses nécessitent un agroéquipement spécifique	115
4.3. La diversité des définitions de l'agroécologie (Question E4)	118
4.4. Réintroduction des légumineuses dans les systèmes de culture français (question I1)	119
4.5. Le marché des agroéquipements : vers un changement agroécologique ? (Question I2)	122
5. Discussions	123
5.1. Limites de l'étude	123
5.2. Les agriculteurs impliqués dans l'ACS, conçoivent leurs systèmes de culture autour des pratiques agricoles	123
5.3. L'agroécologie est axée sur la production mais les avis des informateurs clé divergent	126
5.4. Marché de l'agroéquipement	127
5.5. À propos de la réintroduction des légumineuses	128
6. Conclusion et perspectives	128

CHAPITRE 6 : LE BRICOLAGE, AU CŒUR DES TRANSITIONS AGRICOLES VERS LA DURABILITE DES AGROEQUIPEMENTS : LES POINTS CRITIQUES D'UNE FOUILLE DE DONNEES DE VIDEOS YOUTUBE. 131

1. Introduction	132
2. Matériel et méthodes (Figure 10)	134
3. Top2vec	141
4. BerTopic	141
5. Regroupement par mot-clé	142
6. Résultats	142
7. Discussions	147
7.1. Innovations et limites de la démarche	147
7.2. Portée et limites de l'échantillon de vidéos	149
7.3. Intérêts et limites des sujets modélisés	149
7.4. Perspectives générales sur le bricolage	150
8. Conclusions	152

CHAPITRE 7 : LES AGRICULTEURS DE CONSERVATION DES SOLS BRICOLENT LEURS AGROEQUIPEMENTS POUR LES ADAPTER A LEURS BESOINS SPECIFIQUES..... 153

1. Introduction	154
2. Hypothèse & objectifs	155
2.1. Hypothèse	155
2.2. Objectifs	155

3.	Matériel et méthodes.....	156
3.1.	Représentativité de l'échantillon	156
3.1.1.	Représentativité de l'ACS en France.....	156
3.1.2.	Les associations d'agriculteurs en ASC, en France	157
3.2.	Description de l'échantillon.....	158
3.3.	Distribution de l'échantillon.....	159
3.4.	Le guide d'entretien.....	160
3.5.	Déploiement de l'entretien.....	164
3.6.	Analyse des données.....	164
3.6.1.	Transcription des données issues des entretiens.....	164
3.6.2.	Analyse des données.....	165
4.	Résultats et analyse	165
4.1.	Agriculteurs interviewés.....	166
4.2.	Résultats descriptifs.....	166
4.3.	Système de culture et marge d'adaptation face aux aléas	168
4.3.1.	Système de culture en agriculture de conservation des sols	168
4.3.2.	Marge d'adaptation en réfléchissant le système de culture face aux aléas.....	169
4.4.	Agriculteur, changement climatique et agriculture de conservation des sols.....	170
4.4.1.	Le changement climatique raconté par les agriculteurs et lien avec l'ACS.....	170
4.4.2.	L'agriculture de conservation des sols, potentielle solution face au changement climatique 171	
4.5.	Difficultés et inconvénients en ACS rencontrés par les agriculteurs interviewés	171
4.5.1.	Les difficultés agronomiques	172
4.5.2.	Les difficultés en lien avec les agroéquipements	173
4.5.3.	Les blocages politiques, économiques et de filière.....	174
4.5.4.	Les problèmes socio-cognitifs identifiés par les répondants	174
4.6.	Le parc matériel d'un agriculteur en conservation des sols	175
4.6.1.	Vue d'ensemble sur les équipements les plus fréquents.....	175
4.6.2.	Les agroéquipements concernant les légumineuses.....	176
4.7.	Les bricolages des agriculteurs en agriculture de conservation des sols	176
4.7.1.	Les raisons qui poussent au bricolage	176
4.7.2.	Les raisons agronomiques en lien avec l'agroéquipement actuel et les attentes de l'agriculteur vis-à-vis de son agroéquipement	176
4.7.3.	Les raisons économiques et commerciales	177
4.8.	Les démarches réflexives avant le bricolage	177
4.9.	Exemples de bricolages d'agroéquipements.....	178
5.	Discussions	183
5.1.	Les limites de l'étude	183
5.2.	Systèmes de culture et marge d'adaptation	184
5.3.	Agriculteurs, changement climatique et agriculture de conservation des sols	186
5.3.1.	Les difficultés /freins en ACS.....	186
5.3.2.	Les effets du changement climatique et l'ACS.....	187
5.3.3.	Les incertitudes des agriculteurs interviewés face au futur du changement climatique	187
5.3.4.	Résilience de l'ACS au changement climatique	188
5.4.	Difficultés et inconvénients vécus par notre échantillon d'agriculteurs.....	189
5.4.1.	Agronomiques et mécaniques	189
5.4.2.	Politiques, économiques et de filière	191
5.4.3.	Les freins socio-cognitifs.....	192
5.5.	Le parc matériel de l'échantillon interviewé.....	193
5.6.	Bricolage en agriculture de conservation des sols	193
5.6.1.	Les méthodes des agriculteurs avant bricolage	193

5.6.2.	Simplification du parc matériel.....	194
5.6.3.	Le bricolage au service de la durabilité d'un point de vue environnement, économie, sociale 195	
5.6.4.	Le bricolage permet l'apprentissage.....	196
5.7.	Le semoir bricolé.....	198
5.8.	La modularité de l'agroéquipement.....	200
5.9.	Modularité de l'agroéquipement et agriculture durable.....	201
6.	Conclusion.....	202
	CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	205

Liste des tableaux

tableau 1. Liste Des Etudes Constituant La These, Par Ordre Chronologique Du Moins Recent Au Plus Recent	29
Tableau 2. Grille Envoyee Aux Participants Pour Faciliter La Reponse A La Question De Preparation.....	45
Tableau 3. Description Schematique Des Etapes Du Jeu Et Des Regles Donnees Aux Participants	46
Tableau 4. Distribution Des Tas De Cartes Par Table De Jeu.....	50
Tableau 5. Synthese Des Choix Individuels Pour Definir Les Pratiques Agroecologies En Partant Du Lot Par Groupe (Etape 3). En Gras, Les Trois Cartes Choisies Priorises Par Groupe Pour Repondre A La Question 2	51
Tableau 6. Deroulement Des Enquetes Des Conseillers De La Region Hauts-De-France	73
Tableau 7. Codes Et Sous-Codes Definis Deductivement Pour Analyser Qualitativement Les Reponses Des Interviewes.....	111
Tableau 8. Multiples Illustrations Concernant Le Lien Entre L'agroéquipement Et Le Systeme De Culture	113
Tableau 9. Distribution Des Opinions Concernant La Specificite Des Agroéquipements En Fonction Des Profils Professionnels Des Interviewes.....	115
Tableau 10. Les Opinions Des Repondants Concernant Les Legumineuses Necessitant Un Agroéquipement Specifique	115
Tableau 11. Opinions Concernant La Reintroduction Des Legumineuses Dans Les Systemes De Culture En France	119
Tableau 12. Opinions Concernant Le Marche Des Agroéquipements	122
Tableau 13. Dictionnaire Des Pratiques Agricoles Et Les Agroéquipements Associes	136
Tableau 14. Comparaison Des Trois Bibliotheques Les Plus Frequentes Pour Une Modelisation De Sujet Thematique (Fedushko 2016; Bhat Et Al. 2020; Alsumait Et Al. 2010; Xie Et Al. 2020; Egger And Yu 2022).....	140
Tableau 15. Resultat Du Scraping Des Liens. Nombre Brute De Videos Par Annee.....	142
Tableau 16. Resultats De La Traduction Des Transcriptions (N = 176).....	143
Tableau 17. Questions Posees Aux Agriculteurs, Leurs Objectifs Et Les Hypotheses Correspondantes.....	161

Tableau 18.Nombre De Repondants/Non Repondants En Fonction Des Questions Posees. Ce Tableau Resume La Base Quantitative Du Corpus De Mots Final Analyse Exprimee Par Le Nombre De Repondants.....	166
Tableau 19.Thematiques Emergentes De L'analyse Des Reponses Individuelles Des Agriculteurs Qui Seront Developpees Ci-Apres. Pour Chaque Thematique Et Sous-Thematique Deduite, Nous Precisons Les Questions Du Guide D'entretien Qui Ont Permis L'analyse.	167

Liste des figures

figure 1. Modele Ancien D'une Moissonneuse-Lieuse Tiree Par Deux Chevaux (Carte Postale Colorisee) (Duquennoy 2018).....	7
Figure 2. Charrue Brabant (Photo Prise Par M.J.F Dubois Au Musee Technique Agricole, Compa)	7
Figure 3. Schema Explicatif Des Differents Parties Prenants De La These.....	35
Figure 4. Structure D'une Table De Jeu Individuelles (Phase 2).....	49
Figure 5. Structure De La Table De Jeu Pour Definir Les Pratiques Agroecologiques Par Groupe (Phase 3).....	49
Figure 6. Synthese Des Resultats Des Tables Communes Pour Chaque Groupe.....	53
Figure 7. Distribution Geographique Des Concessionnaires De La Region Hdf En Fonction Des Marques	63
Figure 8. Centralite Du Conseil En Agroéquipement.....	96
Figure 9. Les 4 Etapes De Traitement Et D'analyse Des Donnees D'entretiens; La Preparation Des Donnees Brutes; La Transcription Finale; La Correction Et Synthese Manuelle	109
Figure 10. Processus D'extraction Des Transcriptions, De Traduction Et De Traitement Du Texte. Adapte De Sboui Et Al. (2022).....	135
Figure 11. Tableau Des Informations Des Chaines.....	143
Figure 12. Le Nuage De Mot Les Plus Similaire Au Semoir Dans Topic 1.....	144
Figure 13. Exemple De Resultat Modele Issu De Bertopic : A Gauche, Liste Des Sujets ; A Droite, Mots Representatifs Du Sujet Le Plus Frequent (Topic 0) Au Moins Frequent (Topic 3). Le Topic -1 Fait Reference A Toutes Les Valeurs Aberrantes Qui Doivent Etre Ignore.	145
Figure 14. Scores Enregistres Pour Les Mots Les Plus Significatifs Des Themes.....	145
Figure 15. Analyse Du Classement Des Sujets Par Bertopic. En Haut, Distributions Des Documents. En Bas, Matrice De Similarite Entre Les Sujets; Les Sujets Qui Ont De Fortes Ressemblances Sont: Les Sujets 1 Et 0 Avec Un Score De 0.95.....	146
Figure 16. Distribution Geographique Des Agriculteurs Interviewees.....	160
Figure 17. Transcription Et Analyse Des Donnees D'entretiens.....	165
Figure 18. Exemple De Bricolage, Photo Prise Par L'agriculteur Avec Accord De Diffusion	179
Figure 19. Exemple De Bricolage. Photo Prise Par L'agriculteur Avec Accord De Diffusion	179
Figure 20. Le Bricolage Recentre La Pratique Agricole.....	191

Liste des annexes

ANNEXE 1.....	215
ANNEXE 2.....	222
ANNEXE 3.....	224

INTRODUCTION GENERALE

La conception des systèmes de culture est en cours de transformation en conséquence d'une évolution des pratiques agricoles pour une transition agroécologique et d'une évolution agrotechnique par la diversification des équipements. Parmi les facteurs de transformation les plus connus figurent la sélection génétique, la diversification des cultures, l'autonomie protéique et énergétique, et les équipements. L'autonomie protéique et énergétique mais aussi la diversification des cultures pourrait être obtenues par la réintroduction des légumineuses dans les systèmes agricoles. La disponibilité d'équipements spécifiques pourrait être la condition la plus simple pour développer des pratiques agricoles agroécologiques tout en soutenant ces objectifs.

Les progrès de l'agro-machinisme devraient améliorer les conditions de travail des agriculteurs et répondre aux demandes sociétales pour une utilisation plus efficace et plus saine des ressources environnementales. Cependant, ces progrès peuvent réduire la maîtrise des équipements par les agriculteurs.

Pour pallier cette potentielle réduction de la maîtrise des agroéquipements ou d'éventuels manquements ou inadaptations du parc matériel, les agriculteurs peuvent adapter leurs équipements par le biais du "bricolage", qui est un ensemble de modifications non structurelles des équipements pour répondre aux besoins cultureux.

S'intéresser au bricolage permet d'étudier les adaptations des agroéquipements utilisés par les agriculteurs. En effet, le bricolage représente une forme d'innovation 'de base' où l'ingéniosité est valorisée, manifestant ainsi la capacité de l'agriculteur à s'adapter et à transformer son environnement de manière intuitive. Reflétant une maîtrise des principes fondamentaux qui régissent le fonctionnement des agroéquipements, le bricolage est lié à la notion d'autonomie, puisqu'en bricolant, les agriculteurs prennent en main leur environnement et leurs outils, reflétant ainsi une démarche proactive face aux défis et aux besoins. C'est une approche pragmatique, contrairement à une approche idéaliste qui recherche des solutions parfaites, le bricolage est une méthode terre-à-terre orientée solutions fonctionnelles et rapidement applicables.

D'un point de vue philosophique, le bricolage des agriculteurs montre un moment précis de l'activité de l'homme sur la nature. Il représente la façon dont l'homme interagit et modifie son outil pour répondre à ses besoins propres tout en cherchant un équilibre entre intervention

humaine et respect de la nature. Le bricolage peut aussi être interprété à travers le prisme du minimalisme car il met l'accent sur l'utilisation optimale des ressources disponibles, reflétant la philosophie du « faire plus avec le moins possible ».

Le texte qui va suivre présentera d'abord le positionnement scientifique de la thèse, la démarche méthodologique globale puis les études succinctes qui ont permis d'abord de définir un périmètre de recherche puis d'étudier la question de l'adaptation des agroéquipements à la transition agroécologique via le bricolage.

Chapitre 1 : Le positionnement scientifique

1. Les agroéquipements, place dans la bibliographie française et internationale

1.1. Evolution historique des agroéquipements

L'agroéquipement se définit comme tout équipement technique pouvant être utilisé par un ou des opérateurs pour l'exploitation ou l'entretien d'un terrain qu'il soit agricole ou non cultivé. Ce terme regroupe ainsi un ensemble très diversifié de machines, outils puis de robots déployés dans différents secteurs, tels que l'agriculture, incluant la production végétale et/ou animale, l'entretien d'espaces vert et le paysagisme, l'horticulture, le stockage, le transport, etc. Les industriels français des agroéquipements se sont regroupés en un syndicat, AXEMA, décrit comme le syndicat des acteurs industriels de la filière des agroéquipements et de l'agroenvironnement. Agroéquipement est donc un terme global qui inclut le machinisme agricole ou l'agro-machinisme, termes plus généralement appliqués aux machines roulantes qu'utilisent les agriculteurs pour les travaux aux champs, depuis le semis jusqu'à la récolte et le stockage.

Les agroéquipements, englobant l'ensemble des dispositifs techniques utilisés en agriculture, couvrent un spectre complet d'activités allant de la préparation au semis au conditionnement après la récolte. L'évolution des agroéquipements au fil de l'histoire agricole constitue un réel témoignage de l'ingéniosité humaine et de l'adaptation aux défis de la production alimentaire (Rosenberg 1970). Au cours des derniers siècles, les agroéquipements ont subi une transformation radicale, comme toutes les industries, grâce à l'usage des sources énergétiques abondantes et peu chères, passant d'outils agricoles manuels aux machines automatisées et sophistiquées que nous connaissons aujourd'hui (Rosa et al. 2021).

Au XIXe siècle, la révolution industrielle a marqué le début de l'ère moderne des agroéquipements, avec l'invention de machines telles que la moissonneuse-lieuse (**Figure 1**), la charrue brabant à plusieurs corps (**Figure 2**), les machines à vapeur, etc. révolutionnant la façon dont les cultures étaient récoltées (Carlsson 1984; James Field 1985). La moissonneuse-batteuse a été l'une des avancées les plus significatives. Cette machine a permis de mécaniser la récolte des céréales, remplaçant ainsi un travail manuel très intensif, le moment le plus mobilisateur de main d'œuvre (Claval 1988).

L'introduction des charrues en acier, déjà réalisée à la fin du Moyen-Âge (Claval 1988) a été généralisée et l'utilisation de machines à vapeur a permis les charrues brabant (réversibles) multi socs offrant une durabilité accrue et une meilleure productivité du labour.



Figure 1. Modèle ancien d'une moissonneuse-lieuse tirée par deux chevaux (carte postale colorisée) (Duquennoy 2018)



Figure 2. Charrue Brabant (photo prise par M.J.F Dubois au musée technique agricole, Compa)

L'adoption de ces nouvelles technologies agricoles s'est rapidement répandue aux États-Unis et en Europe au XIXe siècle, transformant l'agriculture de subsistance en une agriculture commerciale et à grande échelle (Larkin and Wood 1975). Cette transformation a été soutenue par des révolutions sociales et économiques, telles que l'exode rural, qui a vu de nombreux travailleurs agricoles quitter les campagnes pour travailler dans les usines en expansion des villes (Mokyr 1997) . Au XXe siècle, l'avènement du pétrole a permis le développement de tracteurs et d'autres machines motorisées, accroissant considérablement l'efficacité des travaux agricoles (Rasmussen 1996). Plus récemment, l'introduction de technologies numériques, telle que le guidage GPS et l'internet des objets, a révolutionné la gestion des exploitations agricoles, permettant une précision accrue dans les opérations agricoles et une optimisation des ressources (Goedde et al. 2020)

En effet, le XXe siècle a été témoin de la généralisation de l'utilisation des tracteurs agricoles. L'invention du tracteur a considérablement réduit la dépendance aux animaux de trait et a accru

l'efficacité de nombreuses opérations agricoles. Cette transition vers la mécanisation a été facilitée par l'augmentation de la puissance des tracteurs, ce qui a permis de travailler plus rapidement et sur des surfaces plus grandes (Norberg 1990; Wyatt 2006)

Les pulvérisateurs ont également connu une évolution significative du XXe siècle, en parallèle aux avancées chimiques et phytopharmaceutiques. L'introduction de la pulvérisation a permis aux agriculteurs de lutter efficacement, dans une optique de « productivité productive » contre les ravageurs et les maladies des cultures. Les pulvérisateurs à moteur ont remplacé les méthodes manuelles de pulvérisation, offrant une plus grande précision et couverture (Ahmad et al. 2021).

La gestion des cultures a également connu une révolution au XXe siècle, notamment grâce à l'adoption de pratiques agricoles telles que le semis direct et la culture de couverture. Ces pratiques ont contribué à la réduction de l'érosion des sols et à l'amélioration de la santé des écosystèmes agricoles (Montgomery 2007).

La fin du XXe siècle a également vu l'avènement de l'agriculture de précision, avec l'utilisation de technologies telles que le GPS, les capteurs et les drones pour optimiser la gestion des champs. L'agriculture de précision se développe sur une promesse d'une utilisation plus efficace des intrants agricoles tout en réduisant les impacts environnementaux négatifs (Goedde et al. 2020).

Durant la deuxième moitié du XXe siècle, la mécanisation des récoltes spécialisées est devenue courante. Des machines spécifiques ont été développées pour la récolte de cultures telles que le maïs, le coton, le soja, etc. Cette spécialisation a amélioré l'efficacité de la récolte et a permis d'exploiter au mieux ces cultures.

Cependant, cette évolution des agroéquipements ne s'est pas limitée à l'aspect mécanique. Les avancées dans les matériaux, les capteurs et l'automatisation ont également joué un rôle crucial. Par exemple, dès le début du XXIe siècle, les robots agricoles sont devenus une réalité, même si l'usage est encore limité, grâce à des innovations dans la robotique et à l'intelligence artificielle, permettant des applications allant de la cueillette des fruits à la surveillance des cultures.

Dans le passé ou au présent, manuel ou automatique, l'outil agricole est omniprésent dans le rapport de l'agriculteur avec l'agriculture. En effet, l'outil est médiateur de l'acte agricole fait par l'agriculteur (Gras et al. 1989). L'évolution rapide des agroéquipements n'est pas simplement un progrès technologique, mais reflète également les défis et les opportunités auxquels est confrontée l'agriculture moderne depuis près de 150 ans. Les agroéquipements d'aujourd'hui doivent répondre à des exigences environnementales croissantes tout en

augmentant la productivité pour nourrir une population mondiale en expansion (Goedde et al. 2020).

1.2. Le marché des agroéquipements dans le monde et en France

La modernisation de l'agriculture et le développement de ses performances, n'ont pu se faire que grâce à l'essor de la mécanisation (Müller 1984). Cette dernière s'est généralisée en France et à l'étranger et a permis d'augmenter la productivité et améliorer les conditions de travail des agriculteurs. Cependant elle a en même temps provoqué des externalités négatives comme la consommation d'énergie et la facilité d'épandage des intrants chimiques. Cette situation a poussé les chercheurs à revoir la notion de mécanisation et donc plusieurs travaux ont été réalisés et ont identifié l'agroéquipement comme thématique clé à approfondir (Machenaud et al. 2014).

Ces dernières années l'industrie du machinisme agricole s'est rapidement développée et offre de multiples opportunités. Cette filière continuellement innovante est aujourd'hui au cœur des enjeux agricoles de demain : produire tout en protégeant l'environnement. L'équipement agricole comprend également l'agriculture dite de précision, qui réduit l'utilisation de produits chimiques et apporte des solutions aux problèmes commerciaux (FAO 2018).

L'industrie mondiale des équipements agricoles est un secteur dynamique et en pleine croissance, marqué par des avancées significatives et une gamme variée de fabricants et de fournisseurs. La taille du marché mondial des équipements agricoles était évaluée à environ 137,6 milliards USD en 2022 et devrait atteindre environ 255 milliards USD d'ici 2032 (Markets 2023).

Ces avancées sont adoptées pour améliorer l'efficacité opérationnelle, la précision de l'agriculture et la productivité globale. (Markets 2023).

Les régions telles que l'Asie-Pacifique, l'Amérique du Nord, le Moyen-Orient et l'Afrique affichent une croissance et des investissements significatifs en matière d'équipements agricoles de la demande. Par exemple, la Chine détient une part de marché substantielle dans la région Asie-Pacifique en raison de l'importance qu'elle accorde aux équipements agricoles modernes. Les États-Unis, avec des entreprises comme AGCO Corporation et Deere & Company, sont un acteur majeur en Amérique du Nord, tandis que l'Arabie saoudite est un marché clé dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique (Agriculture Equipment Market Size & Share, Forecast Report 2032 2023) .

Les principales entreprises de ce secteur sont, entre autres, AGCO Corporation, CNH Industrial N.V., Deere & Company et Mahindra & Mahindra Ltd. Ces entreprises ne cessent d'améliorer

leurs capacités de R&D et d'introduire de nouvelles technologies pour rester compétitives (Markets 2023).

L'augmentation de la population mondiale et la demande de production alimentaire qui en découle sont les principaux moteurs de ce marché.

Le marché est également confronté à des défis tels que le coût élevé des équipements de pointe, qui peut être prohibitif pour les petits et moyens agriculteurs, et la volatilité des prix des produits de base (McFarland 2018).

Le secteur mondial des agroéquipements se caractérise par une forte concentration sur l'innovation et le progrès technologique, les entreprises et les régions investissant massivement pour répondre aux exigences croissantes de l'agriculture moderne.

Le marché de l'équipement agricole en France a connu des développements significatifs, motivés par la robustesse de l'industrie agricole du pays et le besoin de mécanisation. En effet, l'agriculture est une industrie cruciale en France, connue pour son autosuffisance alimentaire en matière de cultures céréalières, de viande, de fruits et de légumes. L'agriculture du pays se caractérise principalement par des exploitations de moyenne et grande taille. Cette échelle d'exploitation a augmenté la demande de machines, en particulier pour les cultures comme la betterave, le blé, le maïs, l'orge, le riz, l'avoine et les pommes de terre, qui nécessitent un travail du sol à la machine pour une productivité efficace (6Wresearch 2023).

Les tracteurs représentent une part importante du marché français des machines agricoles, soit près de 30 %. La demande de tracteurs est influencée par des facteurs tels que la rareté de la main-d'œuvre agricole, la facilité d'accès au crédit et le besoin de mécanisation des exploitations. Les immatriculations de nouveaux tracteurs ont augmenté, ce qui indique une tendance positive sur le marché. Cette croissance est stimulée par les politiques du gouvernement français visant à moderniser l'agriculture et à lutter contre le changement climatique, soulignant l'importance de la mécanisation (6Wresearch 2023).

En résumé, le marché français du machinisme agricole se caractérise par l'accent mis sur la production agricole à grande échelle, un marché important de tracteurs, la consolidation des principaux acteurs et une variété de segments de marché qui répondent aux différents aspects de la mécanisation agricole.

1.3. Les 3 défis actuels de l'agroéquipement

Face au renouvellement des équipements et au développement de la technologie, l'agriculture est devenue plus performante, cependant dans un contexte en constante évolution et en réponse aux enjeux d'avenir, les agriculteurs et les organismes d'accompagnement vont devoir faire face à quelques grands défis liés au matériel agricole :

- Défis de compétitivité

L'équipement agricole est un élément essentiel de l'enjeu de compétitivité des exploitations agricoles. En effet, la productivité du travail dans l'agriculture continue d'augmenter, en partie grâce au développement des machines, mais au prix d'un investissement important. «Aujourd'hui, dans une période de forte concurrence entre pays, il nous faut penser et raisonner nos équipements, individuellement ou collectivement, à l'image d'un outil de production industriel, sur le moyen terme et en fonction de la rentabilité de nos productions » (Menard 2012 ; 6Wresearch 2023)

- Défis de l'adaptation

Face aux nouveaux défis qui impactent fortement l'agriculture aujourd'hui, notamment celui du changement climatique, les agroéquipements ne cessent d'évoluer afin d'être plus efficace en un temps réduit tout en essayant d'améliorer les conditions du travail pour l'agriculture, assurer le bien être à l'animal, préserver l'environnement, mais les nouvelles technologies elles-mêmes sont également une question importante à considérer, car elles changent profondément la façon dont nous nous engageons dans l'agriculture (Menard, 2012) (French Farm equipment market 2023-2028, 2023).

- Défis de l'organisation

Face aux changements qu'on connaît aujourd'hui qu'ils soient naturels ou réglementaires, le secteur agricole a besoin d'équipement plus développé et des technologies plus efficaces et pertinentes adéquates aux besoins des agriculteurs et testées sur leur territoire. Cependant la formation et l'accompagnement des agriculteurs à l'utilisation de ces outils semble la clé de la réussite pour les nouvelles innovations. Cela demande aussi de former les conseillers censés donner le bon conseil, car un mauvais réglage de l'outil peut nuire aux résultats de l'exploitation. Les agriculteurs sont au cœur du processus car sont les premiers à essayer des nouvelles solutions qui contiennent plus au moins un risque, mais pour relever le défi, les différents acteurs (organisations, partenaires...) doivent aussi être bien impliqués en ayant une forte influence à tous les niveaux que ce soit au niveau de l'exploitation ou du territoire (Menard 2012).

Dans le contexte de la Conférence mondiale sur la mécanisation agricole durable (GAMC), le rôle de l'équipement agricole peut être reformulé comme suit : "L'équipement agricole, en tant

qu'élément essentiel et central de la plupart des systèmes de production contemporains, devrait être considéré comme un catalyseur de la transition vers de nouvelles voies techniques. Cette perspective s'aligne sur l'accent mis par le GAMC sur la mécanisation durable, en mettant l'accent sur la transformation de l'agriculture par le biais de technologies innovantes et efficaces". Cette approche reflète l'accent mis par la conférence sur l'intégration de pratiques durables dans la mécanisation agricole (Global Conference on Sustainable Agricultural Mechanization 2023).

En France, dans le cadre du plan de relance des pouvoirs publics (France Relance 2021), le volet des agroéquipements dédie aujourd'hui des millions d'euros au renouvellement et à la modernisation du matériel agricole. D'une part il apporte une aide aux agriculteurs qui sont souvent contraints de retarder le développement technologique faute de ressources suffisantes, et d'autre part il aide le secteur des agroéquipements à relever plusieurs défis, en soutenant la croissance structurelle des petites entreprises afin de fournir, de manière générale, les moyens innovants et productifs aux industriels permettant de s'adapter aux exigences de la réglementation qui ne cesse d'évoluer (Sébastien Duquef, 2020).

L'agroéquipement semble donc être au cœur des débats politiques et scientifiques contemporains internationaux et nationaux pour le rôle charnière qu'il peut avoir dans la transition vers une agriculture plus durable.

Certes, le parc matériel constituant un ensemble d'agroéquipements demeure une composante du système de l'exploitation, mais il ne peut être suffisant pour assurer la transition agroécologique. De ce fait une organisation autour de l'agroéquipement est déterminante, elle doit être adaptée aux filières et aux différentes exploitations, donnant l'exemple de l'utilisation collectif du matériel aujourd'hui, favorisant l'adoption de nouvelles pratiques, facilitant l'accès, l'appropriation et la maîtrise du matériel. Elle participe à la dissémination des innovations au sein du groupe d'agriculteurs aux stratégies et pratiques différentes. Donc les agroéquipements peuvent servir l'agroécologie mais à condition de savoir raisonner leurs investissements et leur organisation dans ce but (CUMA 2022).

Les machines peuvent ne pas toujours répondre aux besoins des agriculteurs du point de vue agronomique, social ou local. Une adaptation aux conditions du milieu agricole semble nécessaire.

2. L'agriculteur et l'agroéquipement

2.1. Le fait technique en agronomie

La notion de *fait technique* en agronomie (Gras et al. 1989) permet de préciser l'usage d'un outil et les situations dans lesquelles il peut être inadéquat et pourrait être modifié : les actes agronomiques (ensilage, enrubannage ou autres) peuvent être définis par leurs fonctions c'est à dire, un produit optimisé en fonction des différentes contraintes qu'elles soient climatiques ou mécaniques. Selon Gras et collègues, l'agriculteur est confronté à plusieurs facteurs de variation sur lesquels il agit directement selon la disponibilité des équipements : les dates d'intervention, le type d'action effectuée, les modalités de récolte, le transport, la conservation... Il existe d'autres facteurs de variation en lien avec les résultats (extrapolables mais imprédictibles, grande marge d'erreur) : les aléas climatiques, la volatilité des prix d'achat et vente, le volume final de production, les moments des différents stades de développement.

Il existe plusieurs niveaux spatiaux de variation pour mesurer le fait technique : la parcelle, l'exploitation et la région (agricole définie par ses caractéristiques pédoclimatiques ou économique définie par le bassin de production, filière...). Le fait technique en agronomie « met en lumière la diversité dans l'espace d'une technique et ses variations dans le temps, il cherche à comprendre les causes de cette diversité et de cette évolution ainsi qu'à éclairer les conséquences sur la production » (Gras et al. 1989). L'agriculteur, gère, en fonction des outils disponibles, une hétérogénéité propre au vivant au niveau de la plante, de la parcelle, de l'exploitation et du territoire, une hétérogénéité, accentuée par le changement climatique.

Le concept de fait technique en agronomie offre la possibilité d'une approche pragmatique qui permet de décrire l'hétérogénéité vécue par l'agriculteur.

2.2. Les agroéquipements et agriculteur

2.2.1. Les enjeux des agroéquipementiers dans le contexte français

L'agroéquipement est une condition nécessaire à l'agriculture moderne et productrice (Sigaut 1989). L'activité agricole est en effet constituée d'un ensemble d'actes techniques en succession. Ces derniers demandent tous des équipements spécifiques. Le sens de l'usage d'agroéquipement est celui de la productivité et de l'efficacité (Guillou et al. 2013).

Dans le contexte d'une généralisation de l'agroécologie (définie ci-dessous) et du concept de la transition agroécologique dans l'opinion publique en France et en Europe (Bui 2015), le secteur des agroéquipements, par sa position très transversale entre industriel et acteur de

l'agriculture, par différentes communications (Green Deal, journée du CEMA...) est un élément clef de cette transition agroécologique.

Les enjeux des agroéquipementiers sont donc triples en correspondance à la triple performance (Machenaud, 2014),

- 1) Économiques : optimisation des production et réduction des coûts ;
- 2) Environnementaux : optimisation des consommations énergétiques, réduction des émissions de gaz à effet de serre et inclusion des caractéristiques du sol dans la conception de cette transformation
- 3) Sociaux : réduire les risques et assurer le confort ; maintenir une population active suffisante

À partir de la compréhension de ces enjeux, les études des chercheurs en agroéquipements décrivent des évolutions possibles (Bournigal 2014) et proposent des perspectives comme par exemple la robotisation des agroéquipements, le développement de l'agriculture de précision, la gestion optimisée de la chaîne logistique mise en place par de l'innovation organisationnelle et enfin, la co-conception des agroéquipements et des systèmes agroécologiques. Bournigal (2014) conclut qu'il serait intéressant de codévelopper les agroéquipements pour « mieux exploiter la diversité fonctionnelle des agrosystèmes ».

Il est possible ici, de faire le parallèle entre les enjeux des agroéquipementiers, les enjeux des agriculteurs et les enjeux de l'agroécologie. Les finalités ne sont pas les mêmes mais les trois aspects propres au développement durable (environnementaux, sociaux et économiques) sont identiques.

2.2.2. L'agriculteur et son agroéquipement

- L'agriculteur concepteur

Selon Prost en Cerf et al. (2021), l'agriculteur a une fonction de concepteur dans le cadre des différentes activités propres à son métier : il décide en fonction d'objectifs, observe, repense ses projets, crée ses systèmes de culture, observe leur évolution et les modifie en fonction de différents critères. Il est donc innovant de fait.

L'agriculteur n'est pas un simple opérateur mais invente le plus souvent son système de travail (Cerf et al. 2021). Les agriculteurs conçoivent leurs propres agroéquipements et les systèmes de cultures. Cette notion de 'conception innovante' est présentée comme une alternative au design dominant et permettrait l'émergence d'équipements adaptés, adaptables et conformes aux principes de l'agroécologie (Salembier et al. 2020). Autrement dit, face aux exigences

complexes de l'agroécologie, il est important et urgent de libérer les capacités d'innovation des agriculteurs plutôt que de les surcharger de normes et de règlements.

Une part de la littérature scientifique française récente mentionne très peu les agriculteurs concepteurs en agroéquipements malgré le fait que les connaissances issues d'innovations d'agriculteurs peuvent être réutilisées et adaptées par d'autres pour la conception de leur propre système (Cerf et al. 2021). Salembier et al. (2021), ont étudié le cas de l'Atelier Paysan pour mettre en lumière certaines implications des processus de conception impliquant la R&D et dans lesquels l'agriculteur est considéré comme 'concepteur'. Les agroéquipements étudiés concernent le travail du sol. Les adaptations concernent les pratiques agroécologiques paysannes. L'objectif principal du collectif est d'augmenter l'autonomie des agriculteurs en les aidant à concevoir des agroéquipements plus adaptés à l'agroécologie. Cette étude est très intéressante dans le sens où elle met en évidence l'agriculteur concepteur en agroéquipement pour répondre à des pratiques agroécologiques. Les auteurs concluent que la reconception des agroéquipements est une alternative au 'design dominant'. Cela suppose-t-il que la conception des agroéquipements devrait se faire exclusivement sur la base de travaux d'agriculteurs-concepteurs et sans l'intervention des industries en agroéquipements ? C'est un objet d'analyse et de discussion. Par exemple, Prost (2019) propose de considérer les agriculteurs comme des concepteurs et s'intéresse à la nature de leur activité de conception et aux façons dont la recherche agronomique peut la soutenir, mais sans présentation du rôle des agroéquipements. Or, l'industrie des agroéquipements est ancrée dans l'économie mondiale et la disponibilité des agroéquipements influence fortement l'agriculteur pendant la conception des systèmes de culture.

L'agroécologie est un ensemble de pratiques et l'agroéquipement est une ressource à mobiliser pour une production plus durable (Maurel and Huyghe 2017). Nous supposons que les pratiques de l'agroécologie, par ses objectifs de préservation de l'environnement, demandent des adaptations en agroéquipements. Nous supposons également, que ces adaptations seront spécifiques aux besoins locaux d'agriculteurs.

L'agriculteur-concepteur semble être acquis à la nécessité de modifier ses agroéquipements (Caroux, Dubois, and Sauvée 2018). Cela signifie que cet agriculteur a certainement déjà conscience des freins ou manques liés à ces agroéquipements dans le contexte d'innovations agroécologiques.

- L'agriculteur bricoleur

L'agriculteur contemporain joue un rôle non seulement en tant que concepteur mais également en tant que bricoleur innovant, apportant des ajustements pratiques à ses agroéquipements pour faire face aux défis propres et locaux.

Menezes et al. (1989) ont souligné le rôle central de l'agriculteur dans son système de culture. Toutefois, cette conception ne se limite pas au stade initial de la planification mais s'étend à une phase opérationnelle où l'agriculteur devient bricoleur.

Les travaux de Touzard et al. (2017) ont mis en évidence le caractère adaptatif des pratiques agricoles. Dans cette logique, s'insère la notion d'agriculteurs agissant en tant que bricoleurs afin d'ajuster aux réalités changeantes. La capacité de bricoler s'inscrit dans un contexte de résilience agricole. Ainsi, l'agriculteur en tant que concepteur et bricoleur, incarne une dualité fonctionnelle. En tant que concepteur, il façonne délibérément son système agricole et son agroéquipement, tandis qu'en tant que bricoleur, il réagit aux réalités émergentes et aux imprévus, assurant ainsi la durabilité et la résilience de son exploitation

2.2.3. L'agroéquipement comme médiateur du fait technique

L'agroéquipement se positionne comme élément médiateur essentiel du fait technique en agronomie, jouant un rôle central dans la transformation des connaissances théoriques en applications pratiques sur le terrain. En effet, les agroéquipements contribuent de manière significative à l'efficacité des opérations agricoles, facilitant la mise en œuvre des pratiques agronomiques. Les tracteurs, les outils tractés, les nouvelles technologies (capteurs, drones etc) et autres équipements innovants permettent aux agriculteurs d'appliquer les techniques agronomiques avec précision.

Un exemple illustratif réside dans l'intégration de la géolocalisation au sein de ces dispositifs. Cette fonctionnalité non seulement perfectionne l'agencement stratégique des semences, des fertilisants et des agents phytosanitaires, mais engendre également une utilisation discernée des ressources agricoles. Ainsi, l'agroéquipement, en assumant le rôle de médiateur, peut transcender le simple contexte opérationnel pour incarner un rôle catalytique vers une agriculture résolument durable et écologiquement efficiente.

Mais les entreprises qui produisent des agroéquipements sont soumises à des pressions concurrentielles et financières, ce qui peut limiter leur marge de manœuvre pour intégrer rapidement les dernières avancées scientifiques en agronomie. Les cycles de conception, de fabrication et de mise sur le marché sont souvent longs, et les investissements importants nécessitent des garanties de retour sur investissement.

De ce fait, bien que des innovations techniques puissent émerger dans le domaine de l'agronomie, leur adoption dans la conception des agroéquipements peut prendre du temps. Les fabricants d'agroéquipements peuvent être réticents à modifier leurs produits établis par crainte de perturber leur positionnement sur le marché ou de générer des coûts additionnels.

Ainsi, même si le fait technique en agronomie suggère des améliorations potentielles, la réalité économique du marché peut ralentir l'intégration de ces avancées dans la conception des agroéquipements. Cela souligne l'importance d'une collaboration continue entre chercheurs, agriculteurs et industries pour surmonter ces défis et permettre une évolution plus rapide et plus adaptative des technologies agricoles.

3. L'homogénéisation de l'agriculture

3.1. Homogénéisation et spécialisation

Nous utiliserons ici le terme d'homogénéisation dans le sens d'une volonté d'élargir les surfaces qui sont traitées de manière uniforme. On peut considérer qu'une des grandes tendances de l'agriculture de la seconde moitié du XXe siècle a été d'agrandir les unités de surfaces objet d'une même production et des mêmes traitements. Cette homogénéisation correspond à l'accroissement de la surface moyenne des parcelles. Homogénéiser n'est pas contradictoire avec spécialiser, on l'a vu durant la même époque, car là où l'homogénéisation s'est accrue cela a entraîné une spécialisation accrue. La spécialisation régionale est définie comme la distribution du poids d'un secteur dans l'activité économique totale de la région (Soltwedel, Krieger-Boden, and Europäische Kommission 2007). De fait, les deux termes sont simplement dépendant du prisme de vue. La spécialisation conduit à l'homogénéisation et la réciproque est également vraie (Pouliquen 1980).

3.1.1. Homogénéisation et paysages agricoles

L'agriculture a subi une homogénéisation des cultures et des paysages en fonction des conditions pédoclimatiques locales concernées, le but étant une croissance voire une optimisation de la production qui se traduit par la croissance de la productivité. Cela a conduit à une spécialisation géographique accrue des régions agricoles (Mignolet 2020) et à des dépendances alimentaires territoriales de fait en fonction des spécialisations agricoles.

Prenons l'exemple de la « polyculture élevage » en France. Les exploitations agricoles françaises ont eu une forte tendance à la spécialisation depuis les années 1940 (Cochet and

Ducourtieux 2018; Mignolet 2020) ; (i) les unes se spécialisent en productions végétales sans élevage sur l'exploitation. (ii) Les autres se spécialisent en productions animales (lait ou viande) sans cultures sur l'exploitation. Les exploitations (i) sont dotées d'atouts agronomiques et, dans leur homogénéisation, sont devenues les régions de grandes cultures. Les exploitations (ii) bénéficient de situations commerciales et industrielles permettant l'activité d'élevage. Les exploitations (ii) maintiennent toujours un but de production optimisée à moindre coût, mais leurs marges de manœuvre sont restreintes et se montrent par l'arrêt de la production animale d'une part importante d'entre elles (Rieutort et al. 2014).

3.1.2. Homogénéisation et mécanisation : causes & conséquences

On constate une coévolution de l'homogénéisation et de la mécanisation, sans qu'il soit nécessaire d'établir une relation de cause à effet linéaire.

En effet, la mécanisation a permis l'homogénéisation de l'agriculture (Kienzle 2013), et selon une boucle de rétroaction positive, l'homogénéisation de l'agriculture a accentué la généralisation de la mécanisation.

Cette homogénéisation combinée à une mécanisation rentable, à l'usage d'intrants et à une amélioration de la génétique (Griffon 2006) a réussi à augmenter considérablement, entre 1955 et 2018, les rendements (par ha) et la productivité (par personne), ainsi que le retour sur investissement énergétique (Harchaoui 2020).

Globalement, que ce soit en valeur ou en masse (ou Kcal), la France est sortie d'une balance alimentaire négative pour devenir positive (FAOSTAT 2020)

La balance alimentaire positive est considérée comme une réussite par rapport aux objectifs de production fixés dès le début des années 1950 (Adoumié et al. 2013). Mais cette réussite est relative car elle a induit des modifications irréversibles des systèmes agricoles français et mondiaux. (i) La première c'est que les spécialisations régionales ont dépassé largement les simples petites régions agricoles et ont affecté les grandes régions voir des pays avec l'émergence de « bassins de productions ». (ii) Le déplacement des marchandises agricoles et alimentaires s'est énormément accentué à tous les niveaux en trente ans (Dupas 2020), la question de l'autonomie alimentaire de nombreux pays se pose (iii) l'impact négatif de cette homogénéisation sur l'écosystème commence à poser de réelles questions.

Ici nous prendrons le cas du labour appliqué à la loi énoncée par Klasen et al (2016). L'usage intense du labour est né de la volonté de la maîtrise et du besoin d'accroissement de la

production. Néanmoins, le labour conduit sur le long terme à un appauvrissement de la physique des sols et de sa biodiversité.

L'agriculture moderne s'apparente donc à l'industrialisation de l'agriculture par la volonté de travailler dans des conditions stables ou stabilisées (Trautler et al. 2017). Cette industrialisation est aujourd'hui ancrée non seulement dans le système économique mondial mais également dans la manière de concevoir les systèmes agricoles.

L'ancrage économique des filières agricoles et agroalimentaires dans l'économie mondiale conduit à l'accentuation des spécialisations et de la recherche de la compétitivité dans les grandes filières. Les populations citadines, de plus en plus majoritaires, accentuent des demandes en produits transformés immédiatement utilisables.

Selon cette logique d'optimisation de production, en fonction des conditions climatiques optimales, des régions du monde se spécialisent dans certaines cultures (Rasmussen et al. 2018). Ici aussi, le cas de la dépendance de la France aux importations de soja est un bon exemple. Une baisse de la possibilité d'importation de soja mettrait à défaut l'alimentation animale et par conséquent l'alimentation humaine. Or le besoin en protéine de soja s'accroît en Extrême-Orient et pourrait mettre l'Europe en situation non de manquer de soja, mais de le payer de plus en plus cher. C'est une question de souveraineté alimentaire qui ici s'exprime précisément en termes d'autonomie protéique qui se définit comme étant la capacité d'une exploitation, d'un territoire ou d'un pays à subvenir aux besoins alimentaires protéiques de ses élevages.

L'homogénéisation de l'agriculture consolidée par la mécanisation depuis les années 1970 est corrélée aujourd'hui au déficit protéique, en France en particulier et en Europe en général, et ce comme une conséquence de la spécialisation des régions agricoles.

4. Les légumineuses, place dans la littérature et dans la thèse

4.1. Brièvement, les légumineuses dans la littérature

L'homme a domestiqué de façon empirique les espèces protéagineuses pour leur graines grosses, peu dormantes et riches en protéines et par conséquent pour leur bonne valeur nutritionnelle pour l'homme et pour l'animal (Duc et al. 2010).

Les légumineuses fourragères ont été exploitées pour leur partie aérienne riche en protéine. Elles sont majoritairement destinées à l'alimentation animale et sont utilisées pour les capacités d'adaptation aux situations de concurrence pour des bas niveaux en ressources en azote minéral ou pour des mécanismes d'adaptation à la concurrence pour la lumière (Duc et al. 2010). Bien que pouvant être implantées en prairies permanentes, elles sont plus souvent associées à une ou

plusieurs graminées ; elles sont insérées dans des rotations à dominante céréalière (Duc et al. 2010).

Les légumineuses fourragères sont exploitées par fauche ou/et pâturage pour la production de biomasse riche en matière azotée (Vertès 2015). Les légumineuses non récoltées (pois, lentille, féverole, lupin, trèfles) sont installées en interculture pour leurs services écosystémiques de soutien et de régulation (Vertès 2015)

Les surfaces en légumineuses fourragères, en France, sont passées de 3.3 millions d'ha à moins de 400 000 ha en une trentaine d'années (Voisin et al. 2013). L'urgence de répondre à la demande croissante en produits carnés a progressivement remplacé les prairies de légumineuses par le maïs et par les prairies de graminées monospécifiques (Voisin et al. 2013), tout en conduisant à des importations de tourteaux de soja.

Bien que l'insertion des légumineuses dans les systèmes de culture présente des intérêts agronomiques, environnementaux et économiques (Schneider and Huyghe 2015), on constate que les surfaces en légumineuses ont fortement baissé depuis le début des années 1960.

Nous pouvons expliquer cette baisse par l'évolution de l'industrie semencière dans le monde. L'économie, notamment les budgets destinés à la R&D des industries semencières, s'est concentrée sur un nombre réduit de cultures (Traitler et al. 2017). Plusieurs cultures dont la plupart des légumineuses n'ont pas été la cible d'innovations génétiques (Magrini et al. 2017). Cette situation augmente l'écart des revenus pour les agriculteurs entre les cultures modernes (tel que le soja) et les cultures qui n'ont pas été la cible d'innovation génétique (telles que les autres légumineuses) (Traitler et al. 2017). D'un point de vue agronomique, la mécanisation non adaptée, les risques de perte de feuilles à la fanaison, les qualités imprévisibles et l'impossibilité de les conserver en fourrage ont favorisé le déclin des surfaces en légumineuses (Voisin et al. 2013). (Stoate et al. 2009) repris par (Magrini et al. 2017) évoquent l'hypothèse d'un verrouillage technologique de la diversité cultivée, impactant fortement les légumineuses et leur réintroduction.

En France et en termes d'alimentation bovine, l'autonomie massique est atteinte à 88%, l'autonomie protéique est atteinte à 77% et l'autonomie énergétique est atteinte à 87% (Rouillé, Devun, and Brunschwig 2014). La balance est positive mais des pistes d'améliorations sont possibles.

4.2. Les légumineuses dans la thèse

Au commencement de cette thèse, la délimitation géographique imposée par la région Hauts-de-France constituait un critère initial de sélection des données. Toutefois, au fur et à mesure de l'avancement de la recherche, il est apparu nécessaire d'élargir le champ d'investigation au-delà de ces frontières géographiques prédéfinies. Cette décision stratégique visait à élargir la portée analytique et à enrichir la diversité des données, en intégrant des perspectives plus vastes et variées qui transcendent les spécificités régionales. En adoptant cette approche plus globale, la recherche s'est affranchie des contraintes initiales liées à la localisation géographique, permettant ainsi une analyse plus complète et représentative des phénomènes étudiés. La région Hauts-De-France est dans une optique de recherche de l'autonomie protéique par différents projets. La réintroduction des légumineuses fourragères est un de ces projets.

L'un des freins à l'implantation des légumineuses pourrait être l'agroéquipement. Si les agroéquipements ont évolué dans le sens des cultures dominantes et rentables, quels seraient les besoins spécifiques d'une légumineuse fourragère en termes d'agroéquipements ?

Plusieurs points d'entrée sont possibles pour étudier les légumineuses. Faudra-t-il plutôt étudier les légumineuses en fonction de leurs différences fonctionnelles, plante annuelle ou pluriannuelle, plantée en pure, en mélange ou en association ou encore plante fauchée, récoltée immature ou récoltée en graines ?

La sélection des légumineuses fourragères pour cette étude est étroitement liée aux caractéristiques spécifiques des exploitations agricoles et aux profils des agriculteurs rencontrés. Cette approche ciblée permet d'analyser les pratiques culturales à travers le prisme des expériences et perceptions des agriculteurs concernant les légumineuses fourragères qu'ils cultivent en rapport avec les agroéquipements concernés. Afin de capturer la diversité et la richesse des pratiques agricoles, il est essentiel de constituer un échantillon représentatif d'agriculteurs, en privilégiant notamment ceux impliqués activement dans la conception et l'innovation des agroéquipements au sein de leurs exploitations.

5. L'hétérogénéité de la parcelle, de l'exploitation, du territoire

- Les objectifs de l'agriculteur

L'agriculteur conçoit d'abord son système de production à l'échelle de son parcellaire et plus largement à l'échelle de sa région agricole, en relation avec les coopératives, les CUMA, les

chambres d'agriculture, les agriculteurs voisins, et parfois d'autres agriculteurs, directement selon sa propre stratégie de développement. Cette manière transversale et globale d'évaluer les effets et les résultats s'appelle « la triple performance » (Machenaud et al. 2014). Elle est une adaptation directe des conceptions dans la mouvance du développement durable (tripode : économie, environnement, social).

L'agriculteur est contraint au niveau environnemental et veut (i) assurer la valeur dans la durée de son exploitation, (ii) protéger son potentiel de fertilité et (iii) assurer un revenu sur le court terme.

- L'agroécologie

Il n'existe pas de définition unique à l'agroécologie. Dans le monde scientifique, l'agroécologie a été introduite par Altieri (1989) comme étant « la gestion des ressources naturelles » pour l'agriculture. Gliessman *et al.* (1998) présentent l'agroécologie comme « l'application de l'écologie à l'étude, la conception et la gestion des agro-systèmes ». L'objectif étant : la favorisation de la résilience des systèmes agricoles par la diversification des cultures ou des variétés cultivées, l'autonomie, et la résistance aux aléas climatiques. L'agroécologie est donc définie initialement sur des aspects de production et de protection de l'agroécosystème. Les acteurs de l'agroécologie étaient considérés à l'époque comme représentés par les agriculteurs et les scientifiques.

Selon Wezel *et al.* (2014) l'agroécologie désigne « soit une discipline scientifique, soit une pratique agricole soit un mouvement social ou politique ». La définition de l'agroécologie a donc évolué. Les aspects de production et de protection de l'agroécosystèmes sont intégrés dans des aspects plus globaux. Discipline scientifique, pratique agricole ou mouvement social et politique, l'agroécologie traite aujourd'hui, non seulement d'aspects agronomiques et environnementaux, mais aussi d'aspects sociaux, économiques et de développement. Ici aussi nous avons une adaptation directe des conceptions élaborées dans le cadre du développement durable (tripode : économie, environnement, social).

L'agriculteur doit, aujourd'hui, répondre à des objectifs en 4 aspects : agronomique, environnemental, économique et social. (ii) l'agroécologie (pratique agricole, discipline scientifique ou mouvement social) doit répondre à des objectifs agronomiques, environnementaux, économiques et sociaux. Nous considérons donc que tout agriculteur cherchant une multi-performance est un agriculteur situé dans mouvance de l'agroécologie.

- L'agriculture de conservation des sols, agriculture agroécologique non institutionnalisée

L'agriculture de conservation des sols (ACS) (FAO 2023), en tant qu'expression de l'agriculture agroécologique non institutionnalisée, revêt une importance capitale dans le

contexte actuel de transition vers une agriculture durable, permettant de transcender les formes administratives et institutionnelles de l'agroécologie. Cette approche se caractérise par une démarche à la fois pragmatique et holistique, mettant en lumière la manière dont les agriculteurs d'approprient les principes fondamentaux de l'agroécologie pour relever les défis multidimensionnels de l'agriculture. Dit très simplement, il s'agit d'une agriculture qui cherche à avoir un sol toujours couvert de plantes, ce qui exige de semer dans un couvert végétal prédéfini. Le sol est ainsi préservé de l'érosion. La conséquence est la suppression, ou l'extrême réduction, du labour. Les conséquences sont systémiques, car cela conduit à des cultures intermédiaires, des cultures en inter-rangs, voire des doubles cultures et des rotations souvent très longues et variées. L'institutionnalisation de l'ACS devient en effet très difficile, car cela demande à l'agriculteur de grandes capacités d'anticipation et d'adaptation. Mais cette pratique a redonné à l'agronomie (la science de l'agriculture) un dynamisme nouveau.

Au cœur de cette dynamique, l'ACS repose sur un ensemble de pratiques très consonantes avec l'approche par "le fait technique", visant à préserver la santé des sols, à minimiser l'érosion, à optimiser la rétention d'eau, à améliorer la biodiversité. Ces pratiques reflètent une profonde compréhension des systèmes agricoles, mettant en avant l'importance de la régénération des systèmes agricoles. La recherche montre que de telles pratiques ont un impact significatif sur la fertilité des sols, la qualité des récoltes et la réduction de gaz à effet de serre (Powlson et al. 2014; Six et al. 2004). Ces aspects répondent clairement aux objectifs agronomiques de l'agroécologie, promouvant une agriculture durable.

En outre, l'ACS contribue de manière substantielle à l'objectif environnemental de l'agroécologie. En minimisant l'érosion et en réduisant la dépendance aux intrants chimiques, elle favorise la préservation des écosystèmes agricoles, la biodiversité, et la qualité des ressources en eau (Giller et al. 2015 ; Steinfeld et al. 2006). Ces pratiques se révèlent particulièrement pertinentes dans le contexte actuel de changement climatique et d'aléas environnementaux accrus. Notons ici que le concept d'aléa dépasse celui de l'aléa climatique *stricto sensu*. Certains aléas (prolifération soudaine de parasites ou prédateurs, modification du couvert) peuvent difficilement être imputables directement au climat mais existent néanmoins. Sur le plan économique, l'ACS offre aux agriculteurs plusieurs avantages, en réduisant les coûts de production et en favorisant des pratiques plus rentables (Kassam, Derpsch, and Friedrich 2014; Hobbs, Sayre, and Gupta 2008). Les agriculteurs qui adoptent ces pratiques peuvent ainsi constater des améliorations significatives de leur rentabilité tout en garantissant la durabilité économique de leurs exploitations.

Ce qui distingue fondamentalement l'ACS est son origine souvent informelle, émanant de l'expérimentation sur le terrain et la résolution de problèmes concrets par les agriculteurs eux-mêmes (cf l'approche par "le fait technique"). Cette approche incarne un renversement du paradigme administratif, par lequel les agriculteurs deviennent les innovateurs et les gestionnaires de leurs ressources (Giller et al. 2015 ; Derpsch et al. 2010). L'ACS s'oppose ainsi à une vision top-down institutionnalisée de l'agroécologie, remettant le pouvoir et l'action entre les mains des acteurs de terrain.

L'agriculture de conservation des sols (ACS), en tant qu'exemple probant d'agriculture agroécologique non institutionnalisée, remet en question les pratiques agricoles conventionnelles et les formes administratives de l'agroécologie. Elle démontre comment les agriculteurs, par le biais d'une démarche pratique et pragmatique, peuvent répondre de manière efficace aux objectifs multidimensionnels de l'agroécologie. Elle représente ainsi une voie prometteuse pour la mise en œuvre de pratiques agricoles durables, tout en permettant aux agriculteurs de s'émanciper agronomiquement sans contraintes administratives, à condition que l'administration l'ait compris. L'ACS nous permettra de questionner l'agroéquipement et son adaptation aux pratiques durables.

6. Problématique et hypothèses

Le fait technique en agronomie, bien que fondamental pour le progrès agricole, n'interroge pas systématiquement la conception des agroéquipements. En effet, le fait technique repose souvent sur des connaissances scientifiques et des méthodes bien établies visant à optimiser les processus agricoles. Les agroéquipements sont conçus en fonction de ces connaissances pour répondre aux besoins des agriculteurs.

Cependant, des situations peuvent émerger où le fait technique souligne des lacunes ou des inefficacités dans les agroéquipements existants. Par exemple, de nouvelles découvertes sur les mécanismes de croissance des plantes ou d'interaction entre deux espèces dans un même semis pourraient révéler des opportunités d'amélioration des semoirs. De même, des avancées dans la compréhension des cycles des cultures et des sols pourraient inciter à repenser les agroéquipements.

De ce fait, bien que le fait technique puisse influencer l'innovation et l'optimisation des agroéquipements, il n'implique pas nécessairement une remise en question radicale de leur conception. Cependant, il encourage une évolution constante, où les agroéquipements sont

ajustés et améliorés à la lumière des nouvelles connaissances scientifiques et des besoins changeants de l'agriculture durable.

Nous estimons que l'évolution contemporaine de l'agriculture est marquée par une transition vers l'agroéquipement de pointe, l'adoption de pratiques durables, et un intérêt renouvelé pour l'ACS. Cette hypothèse, qui s'appuie sur les travaux suscités, nous semble soutenue par les conséquences des différents entretiens réalisés dans le cadre de cette thèse.

Au cœur de ces changements, se trouve l'agriculteur, jadis défini par ses compétences traditionnelles mais aujourd'hui appelé à intégrer des approches innovantes. Cette transition suscite des interrogations fondamentales quant à la manière dont ces éléments interagissent et redéfinissent le paysage agricole.

Face aux enjeux contemporains de durabilité et de préservation des ressources, la transition agroécologique vers la durabilité s'impose comme impérative pour le secteur agricole. Cependant, cette transition nécessite une adaptation, non seulement des pratiques agricoles mais aussi des agroéquipements, afin de concilier l'efficacité économique et le respect de l'environnement. La dimension sociale reste présente mais sous-jacente.

Dans ce contexte, la problématique centrale de cette thèse porte sur la conception d'un cadre d'analyse permettant d'évaluer d'orienter l'adaptation des agroéquipements à la transition agroécologique vers la durabilité. Comment concevoir un modèle d'analyse capable de guider la transition des agroéquipements, intégrant les dimensions techniques et agronomiques, pour favoriser une agriculture plus respectueuse de l'écosystème et des pratiques durables ? Nous pouvons ici distinguer les hypothèses principales et les sous-hypothèses de travail.

6.1. Hypothèses principales

Les agroéquipements actuels ne sont pas pleinement adaptés aux nouvelles exigences durables et agroécologiques, notamment en termes de gestion de la biodiversité, en réduction des intrants chimiques et d'optimisation des ressources naturelles.

La conception d'un cadre d'analyse pour l'adaptation des agroéquipements à la transition agroécologique nécessite une approche transdisciplinaire, intégrant les savoirs techniques, agronomiques et les retours d'expériences non seulement d'agriculteurs mais aussi d'acteurs intermédiaires directement concernés par ces interrogations.

Les agriculteurs jouent un rôle clé dans l'acceptation et l'efficacité des agroéquipements adaptés à la transition agroécologique. Leur implication dans le processus de conception est fondamentale.

6.2. Sous-hypothèses

Les systèmes agroécologiques impliquant une diversification des pratiques agricoles, nécessitant une adaptation des agroéquipements pour répondre à cette diversité.

Les inadaptations des agroéquipements face aux pratiques agroécologiques sont mesurables par les modifications des agroéquipements faits par les agriculteurs. Ces modifications sont faites pour adapter un agroéquipement à une pratique durable spécifique.

Les chapitres 2, 3, 4 et 5 de cette recherche sont dédiés à la délimitation du cadre d'étude, en définissant le rôle et la place des légumineuses fourragères dans le contexte plus large de l'agriculture durable. Cette démarche méthodologique vise à ancrer l'étude dans une perspective à la fois rigoureuse et adaptée aux réalités du terrain, offrant ainsi une compréhension approfondie des systèmes de culture des légumineuses et de leur intégration dans les stratégies agricoles globales ainsi que leurs liens avec les agroéquipements.

Chapitre 2 : Méthodologie de la thèse

Ce chapitre a pour objectif de replacer la thèse dans le contexte académique local, ancré dans une réalité administrative et pédagogique bien définie.

1. Contexte académique et déroulement

En qualité de doctorante, ma position au sein d'UniLaSalle revêt un caractère multifacette faisant en sorte que cette étude s'inscrit non seulement dans une démarche de recherche mais aussi dans une dynamique d'encadrement des étudiants de 1^{ère} année du parcours d'ingénieur agronome, de 3^{ème} année du même parcours spécialisés en machinisme agricole et de stagiaires externes en master ou en parcours d'ingénieurs en fin d'études (Tableau 1).

Cette double mission institutionnelle a conféré à la thèse une dimension singulière, qui a influencé de manière significative l'approche méthodologique adoptée pour cette recherche. En effet, l'originalité du sujet de recherche, située à l'intersection des domaines de l'agronomie, de la sociologie, des sciences de la conception et de l'innovation et dans un cadre pédagogique, a placé cette thèse dans une position d'exploration à la fois novatrice et complexe. Cela nous a incité, dès le début, la nécessité de définir le périmètre de recherche et d'articuler une méthodologie qui intègre les spécificités de la transdisciplinarité.

La méthodologie globale a donc été conçue sous la forme de différentes études, incluant des interventions récurrentes d'étudiants et de stagiaires spécialement recrutés pour l'occasion, conformément à une approche participative et collaborative. Ces projets, détaillés dans le tableau présenté ci-dessous, illustrant le caractère dynamique de notre démarche de recherche, mettent en évidence le rôle central des acteurs impliqués dans la co-construction du savoir produit. Formant le socle méthodologique de cette thèse, ils représentent chacun un chapitre de la thèse.

Tableau 1. Liste des études constituant la thèse, par ordre chronologique du moins récent au plus récent

<i>Titre</i>	<i>Période</i>	<i>Objectif</i>	<i>Exécutants</i>	<i>Supervision</i>
<i>Définir l'agroécologie comme sous-ensemble du développement durable</i>	2020-2021	<i>Définir un dictionnaire commun entre les interlocuteurs de la thèse (chercheurs et industriels) autour de l'agroécologie et du développement durable</i>	<i>Souha Kefi</i>	<i>Davide Rizzo, Michel J.F Dubois</i>
<i>Mapping available agricultural equipment to enable farmers' and manufacturers' interactions for an agroecological transition. The case of legume crops in Hauts-de-France region.</i>	2020-2021	<i>Cartographie des concessionnaires de la région Hauts-de-France et étude de la disponibilité des agroéquipements auprès des concessionnaires et des conseillers de la région Hauts-de-France</i>	<i>Souha Kefi, Clément Prostic, Jean-Baptiste Havetr, Ryma Benayeche,</i>	<i>Davide Rizzo, Michel J.F Dubois</i>
<i>Does the Availability of Specific Agri-Equipment Influence Cropping System Design? A Case Study of Pulses</i>	2021-2022	<i>Etude auprès des informateurs clés pour étudier la place de l'agroéquipement dans la conception du système de culture</i>	<i>Souha Kefi</i>	<i>Davide Rizzo, Michel J.F Dubois</i>
<i>Le bricolage, au cœur des transitions agricoles vers la durabilité des agroéquipements</i>	2021-2022	<i>Etude via les vidéos YouTube d'agriculteurs qui bricolent, les raisons qui les poussent à bricoler</i>	<i>Souha Kefi, Oumaima Sbouii</i>	<i>Davide Rizzo, Michel J.F Dubois</i>
<i>Le bricolage comme solution pour étudier l'adaptation des agroéquipements aux besoins des agriculteurs : cas de l'agriculture de conservation des sols</i>	2022-2023	<i>Etude le rapport qu'a l'agriculteur avec son système de culture et ses agroéquipements. Liste des bricolages concernant l'adaptation des agroéquipements à leurs besoins.</i>	<i>Souha Kefi</i>	<i>Davide Rizzo, Michel J.F Dubois</i>

2. L'approche par les acteurs : bibliographie et acteurs étudiés (première phase)

2.1. L'approche par les acteurs : place dans la littérature

L'approche des "acteurs" en agronomie se fonde sur la reconnaissance des acteurs impliqués dans les systèmes agricoles en tant qu'agents de changement et d'innovation. Cette approche s'inspire des travaux d'Akrich citant Latour et Callon (2006) dans le champ de la sociologie des sciences et des techniques. Elle met en évidence l'idée que les acteurs, qu'ils soient individus ou collectifs, sont des entités influentes dans le développement, la diffusion et l'adoption des technologies agricoles, et qu'ils interagissent au sein de réseaux complexes.

Les chercheurs en agronomie adoptent cette approche pour comprendre comment les acteurs, tels que les agriculteurs, les conseillers agricoles, les agro-industries, les organisations gouvernementales, et les chercheurs, contribuent à façonner les pratiques agricoles et les innovations technologiques. L'approche des "acteurs" permet d'analyser les relations, les interactions et les négociations entre ces acteurs, ainsi que les processus de co-construction des connaissances et des pratiques agricoles (Klerkx, van Mierlo, and Leeuwis 2012 ; Gaitán-Cremaschi et al. 2018).

L'approche des "acteurs" en agronomie contribue ainsi à une meilleure compréhension des processus d'adoption, d'adaptation et de diffusion des technologies agricoles, et à la conception de politiques et de programmes de développement plus efficaces (Vanloqueren and Baret 2009).

L'approche des "acteurs" en agronomie s'inscrit dans le cadre de la sociologie des sciences et des techniques, et vise à analyser les rôles et les interactions des acteurs impliqués dans les systèmes agricoles. Elle permet de mieux comprendre les processus d'innovation agricole, d'adapter les technologies aux besoins locaux, et de promouvoir des pratiques agricoles durables et résilientes face aux défis contemporains.

2.2. Les agroéquipementiers, acteurs centraux dans notre question de recherche mais pas adaptés à nos échanges académiques

Les agroéquipementiers, en tant qu'agro-industriels, jouent un rôle important dans la chaîne d'acteurs en ce qui concerne l'adaptation des agroéquipements à la durabilité et au développement durable. Leurs capacités à concevoir, fabriquer et commercialiser des équipements agricoles qui répondent aux besoins émergents des agriculteurs engagés dans des pratiques durables sont ce qui les rend importants.

Les agroéquipementiers sont appelés à jouer un rôle crucial dans la réorientation de leurs produits dans le contexte de la transition durable, autant en France qu'en international (Global Conference on Sustainable Agricultural Mechanization 2023). Cela implique de repenser la conception des machines agricoles pour les rendre plus compatibles avec les principes de l'agroécologie.

Les constructeurs doivent inclure des fonctionnalités comme la précision de la distribution des intrants, la polyvalence des équipements, la réduction de la consommation d'énergie et la facilité d'entretien (Anderson and Maughan 2021).

Parallèlement, les constructeurs participent également à la formation et à la sensibilisation des agriculteurs aux nouvelles fonctionnalités de leurs équipements. Ils doivent fournir des informations sur la façon d'optimiser l'utilisation de ces machines afin de maximiser les avantages de la transition agroécologique.

La thèse ayant été conçue et réalisée dans le contexte de la chaire Agro-Machinisme et Nouvelles Technologies (définie dans 2 ci-dessous) (2022), confère une proximité avec des constructeurs d'agroéquipements (tracteur, outil, pneu). La première étude a été de profiter de cette proximité pour concevoir un jeu participatif dans le cadre d'une journée de travail.

Nous étions conscients qu'il existait un "gap" dans la communication entre nous, académiciens et nos partenaires représentant des constructeurs. Le but de ce jeu participatif était d'établir un langage commun entre les différents membres de l'équipe sur des termes communément utilisés tel que 'Agroécologie' et 'Développement durable'.

Ce jeu participatif a été l'occasion de mieux se pencher sur la question de la conception de l'agroéquipement du point de vue du constructeur en agroéquipement.

La conception d'un agroéquipement par un constructeur est un processus multidimensionnel qui implique plusieurs étapes pour la création d'un produit adapté aux besoins des agriculteurs. Même si certaines étapes de ce processus peuvent être standardisées, les méthodes de conception d'agroéquipements ne sont pas complètement universelles en raison de la spécificité de l'agriculture, des évolutions technologiques et des demandes changeantes du marché. Une étude de marché est généralement le premier pas dans le processus de conception. L'objectif de cette étape est de déterminer les besoins des agriculteurs, les tendances du marché et les opportunités commerciales (Wang & Zhang 2019). Les fabricants effectuent des études, examinent les expériences des agriculteurs et examinent les avancées technologiques les plus récentes. Cela permet de déterminer les caractéristiques désirées pour le nouvel équipement agricole. La prochaine étape est la conception technique de l'équipement (Altair 2018). Pour élaborer des spécifications techniques, les ingénieurs et concepteurs utilisent les données de

l'étude de marché. Ils travaillent sur la structure, la mécanique, l'électronique et d'autres éléments essentiels de l'agroéquipement tel que l'ergonomie d'utilisation et l'efficacité. Pour garantir la fiabilité, l'efficacité et la sécurité de l'équipement, cette phase nécessite une expertise technique avancée (Altair 2018). Des prototypes sont généralement construits et testés simultanément. Les tests en conditions réelles permettent de détecter des problèmes potentiels et de faire progresser la conception. Les constructeurs peuvent également travailler avec des agriculteurs et des conseillers agricoles pour obtenir des retours d'expérience qui contribuent à l'amélioration des équipements agricoles (Altair 2018).

Les fabricants d'agroéquipements peuvent travailler avec différents types d'agriculteurs pour créer des équipements agricoles adaptés aux besoins du terrain (Garg 2019) :

- Des agriculteurs expérimentés : ils sont souvent sollicités pour leurs connaissances pratiques. Les constructeurs bénéficient de leurs commentaires sur les difficultés rencontrées et les améliorations souhaitées.
- Les agriculteurs innovants sont caractérisés par leur désir de tester de nouvelles méthodes agricoles. Ils sont souvent disposés à essayer de nouvelles technologies et à donner des avis constructifs.
- Les agriculteurs impliqués dans des pratiques agricoles particulières : les constructeurs peuvent contacter les agriculteurs impliqués dans des pratiques agricoles particulières telles que l'agroécologie, la culture biologique ou la conservation des sols. Les agriculteurs ont besoin d'agroéquipements adaptés à leurs méthodes.

Après avoir validé les essais, le constructeur passe à la production et à la commercialisation. Cette étape comprend la création de chaînes de production, la formation des employés, la gestion de la chaîne d'approvisionnement et la commercialisation de nouveaux équipements agricoles sur le marché (Altair 2018).

Il convient de souligner que la méthode utilisée pour concevoir un agroéquipement peut différer considérablement selon les régions, les types de culture, les exigences réglementaires et les progrès technologiques. Ainsi, les méthodes de création d'agroéquipements ne peuvent pas être généralisées, mais plutôt adaptées aux circonstances particulières et aux exigences variées et potentiellement changeantes des agriculteurs, afin, aussi, de répondre efficacement aux besoins évolutifs du marché agricole.

Les décisions des constructeurs restent néanmoins fortement influencées par les conditions du marché, la concurrence, les coûts et la rentabilité. En effet, les constructeurs d'agroéquipements sont souvent soumis à la pression du marché pour produire des équipements à un coût

compétitif. Cela pourrait entraver leur capacité à répondre pleinement aux besoins particuliers des agriculteurs, car les coûts de production et de développement doivent rester rentables.

Les équipes de conception, de développement et de gestion prennent souvent des décisions dans les entreprises de fabrication d'agroéquipements. Mais des facteurs tels que la finance, le marketing et la technologie peuvent jouer un rôle important dans la prise de décisions concernant la réponse aux besoins des agriculteurs.

En se basant sur des normes ou des modèles de produits adaptés à un large éventail de clients, les constructeurs ont tendance à centraliser les besoins des agriculteurs. Cela peut entraîner la production d'agroéquipements standardisés qui ne répondent pas nécessairement aux besoins spécifiques de certains agriculteurs ou de pratiques agricoles émergentes (FAO 2023).

Les constructeurs doivent trouver un équilibre entre l'innovation technologique et la rentabilité. Les équipements agricoles peuvent nécessiter des investissements importants en recherche et développement, ce qui peut empêcher les constructeurs de développer des équipements très spécifiques pour de petits marchés. Or tous les marchés émergents sont petits à l'origine.

Les constructeurs doivent respecter des normes et des réglementations strictes en matière de sécurité, d'environnement et de qualité, ce qui peut avoir un impact sur les caractéristiques des produits qu'ils fabriquent.

2.3. Les acteurs intermédiaires

Même si les fabricants d'agroéquipements peuvent travailler avec les agriculteurs pour améliorer leurs produits, ils n'ont pas de liens directs avec les utilisateurs, qu'il s'agit d'agriculteurs, de leurs organisations (e.g., coopératives) ou de prestataires de service (e.g., entreprises de travaux agricoles). Il y a, en fait, d'autres acteurs – qu'on qualifiera comme “intermédiaires - qui accompagnent les utilisateurs, et notamment les agriculteurs, dans l'identification des compromis entre évolution des pratiques agricoles et choix des agroéquipements. Ces acteurs sont également importants pour gérer les pressions commerciales et financières liées au choix de l'agroéquipement le plus adapté aux besoins agricoles (Brunier and Pinaud 2022). De leur part, ces acteurs rendent compte des tensions qui existent entre la capacité à répondre de manière précise aux besoins des agriculteurs et la nécessité de produire des équipements rentables pour rester compétitif sur le marché (Dryancour 2016). Pour ces différentes raisons, nous avons choisi d'inclure dans la démarche les acteurs intermédiaires plus proches des pratiques agricoles, tels que les conseillers en agronomie, et de la vente d'agroéquipements, à savoir les concessionnaires d'agroéquipements. De part de la structuration des organisations auxquelles appartient, ces deux acteurs ont des territoires

d'action différents. Afin d'assurer une cohérence du contexte agropédoclimatique et, vraisemblablement, de contraintes et opportunités agronomiques qu'en découlent, nous avons délimité le choix des acteurs intermédiaire à la région Hauts-de-France. On remarquera ici l'absence de conseillers spécialisés en agroéquipement, donc capables de réunir à la fois des connaissances agronomiques et techniques de manière neutre. Bien qu'assimilable au manque de conseillers indépendants entre producteurs de produits phytopharmaceutiques et agriculteur (Rosenberg, Levenstein, and Wooding 1998), ce sujet est pratiquement absent de la littérature. Les enquêtes auprès des conseillers se sont déroulées à la même période que les enquêtes auprès des informateurs clés durant la deuxième année de thèse. Les discussions avec les conseillers et les concessionnaires ont tourné autour des agriculteurs mais ont également remonté un acteur qui semble être important dans la gestion et l'adaptation des agroéquipements à savoir les CUMA. En effet, les CUMA (coopératives d'utilisation de matériel agricole) facilitent la mutualisation des machines agricoles. Elles permettent aux agriculteurs de partager l'accès aux agroéquipements coûteux ou spécialisés, favorisant ainsi la réduction des coûts et les pressions environnementales liées à la surcapitalisation en machines agricoles. Cette mutualisation encourage l'innovation et la diffusion des technologies adaptées aux enjeux environnementaux, renforçant ainsi la résilience et la durabilité des systèmes agricoles.

Toutefois, les CUMA sont des acteurs collectifs, intermédiaires, au même rang que les conseillers et les concessionnaires.

3. Le dispositif pour conduire notre recherche en partenariat (deuxième phase)

Dans cette action de recherche en partenariat, nous, nous avons recherché des partenaires institutionnels, et dans ce cadre, nous avons aussi pris contact avec une association d'agriculteurs impliquée dans l'agriculture de conservation, pour réaliser des entretiens spécifiques déterminés dans le cadre de notre thèse. Le dispositif de recherche vise à satisfaire nos différents partenaires en fonction des différentes attentes. Pour clarifier la situation, il est possible de distinguer plusieurs catégories de destinataires de nos travaux : les commanditaires, les institutionnels/bénéficiaires et les opérateurs de terrain.

Les commanditaires sont des institutions disposants de moyens financiers et d'une légitimité permettant de mobiliser des chercheurs (Gardner and Lidz 2006). Les liens entre les institutions et les chercheurs sont théorisés par des contrats ou conventions (Vincent-Jones 2000). Ces conventions explicitent les objectifs et une demande de remise de rapport incluant les résultats de la recherche mais aussi peut inclure des documents sur la méthode, de vulgarisation, etc.

Dans notre cas, nous avons deux commanditaires qui co-financent le projet de thèse : la région Hauts-de-France, qui finance la moitié de la bourse de thèse avec laquelle UniLaSalle a co-signé une convention de recherche et la chaire agro-machinisme et nouvelles technologies (AMNT), située sur le site d'UniLaSalle de Beauvais qui finance l'autre moitié, ainsi que les frais d'environnement, et qui embauche comme salariée, dans le cadre de de l'équipe de recherche InTerACT, la doctorante choisie par UniLaSalle et la chaire ANMT, sur une question commune : la conception d'un cadre d'analyse pour l'adaptation des agroéquipements à la transition agroécologique dans la région Hauts-de-France, en prenant a priori comme cas d'adaptation celui du développement des cultures de légumineuses.

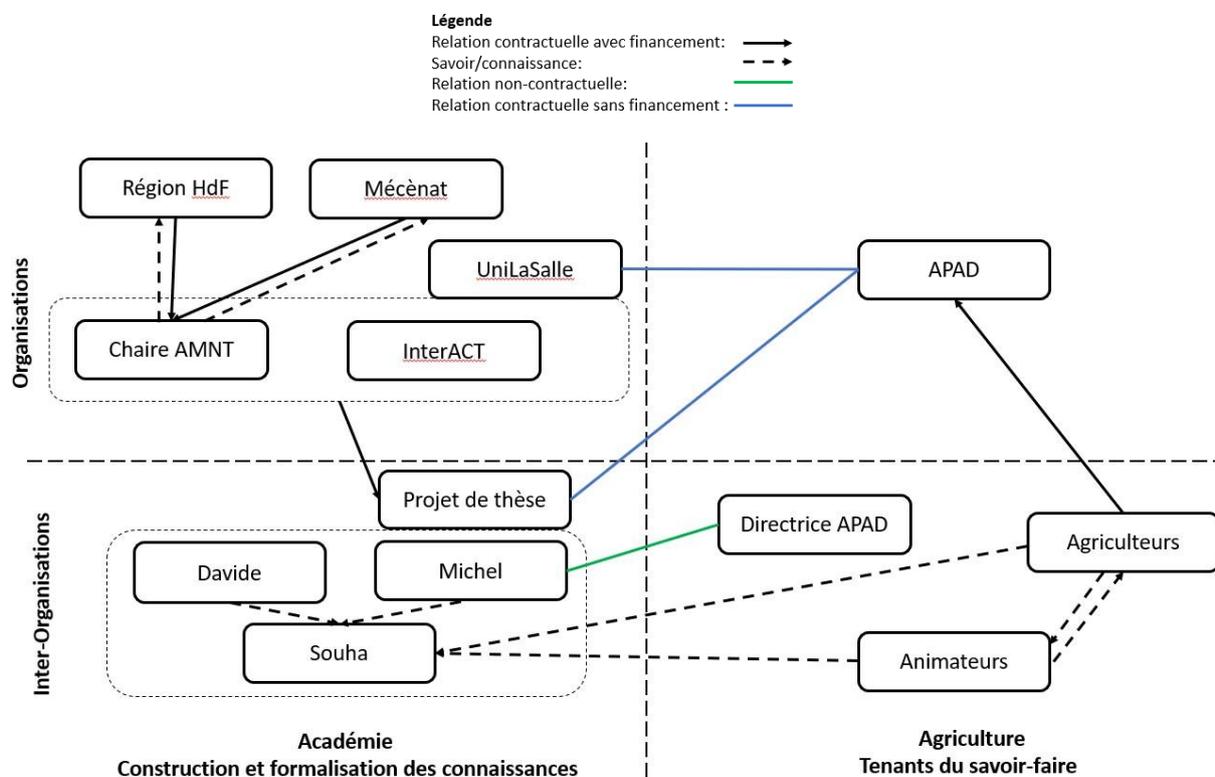


Figure 3. Schéma explicatif des différents parties prenantes de la thèse

Les Institutionnels bénéficiaires dans le cadre de ce projet sont représentés en premier lieu par l'équipe de la thèse (directeur, co-directeur et doctorante), elle-même intégrée à l'équipe InTerACT d'UniLaSalle ; mais la thèse elle-même étant financée à 50% par la chaire AMNT (**Figure 3**), son projet est intégré au programme général de la chaire.

Par ailleurs, afin de réaliser des recherches de terrain, il convient de contacter des agriculteurs qui adoptent des pratiques environnementales, agroécologiques, et qui, dans ce contexte,

utilisent systématiquement des légumineuses en couverture du sol et/ou en cultures productives et qui conçoivent, aménagent, adaptent ou bricolent leurs agroéquipements à cet effet. Le but est d'avoir un groupe d'agriculteurs regroupant ces caractéristiques afin de pouvoir analyser leurs liens : cause à effet, corrélation, indépendance ou résultantes de choix agronomiques ou agricoles. L'équipe de thèse est en contact avec l'association APAD grâce à l'existence d'une convention cadre avec UniLaSalle. Il est déjà acté que tous les adhérents de cette association, qui rassemble un millier d'agriculteurs dans toute la France, optent pour des méthodes de conservation des sols et par conséquent, adoptent des pratiques agroécologiques et qu'ils utilisent des légumineuses systématiquement : si ce n'est pas en culture principale, alors ça sera en couvert végétal. Il restait donc à savoir si, dans cette association, existaient des agriculteurs qui ont besoin d'agroéquipements spécifiques, qui trouvent diverses solutions et qui acceptent de répondre à nos questions. Nous avons contacté la directrice de l'association et nous lui avons expliqué notre problématique ainsi que nos besoins d'information. Dans ce cadre, un partenariat officiel paraissait la bonne approche, les agriculteurs étant le plus souvent réticents à parler s'ils n'y voient pas un intérêt pour eux-mêmes. Il s'avère que le profil recherché existe bien parmi les adhérents de l'association. Nous avons donc mandaté le bureau national de l'APAD afin de nous transmettre des contacts d'agriculteurs correspondants dans le cadre de notre partenariat.

4. Conclusion

Dans la première partie de ce chapitre, nous expliquons la démarche déductive que nous avons adopté en nous concentrant sur une approche par acteurs afin de définir notre périmètre de recherche du type d'agriculture et des agriculteurs à analyser. Sur la base des résultats et la composition de ces quatre perspectives, nous avons pu focaliser l'étude sur la compréhension du rôle du bricolage dans le cadre des actes techniques liés à la préparation du sol. Cela nous a amené à choisir un échantillon d'agriculteurs impliqués dans une démarche de conservation des sols comme cas d'étude du bricolage.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous expliquons le contexte académique de la thèse et la manière dont nous avons approché notre échantillon d'agriculteurs.

Dans les chapitres suivants, nous revenons sur les différentes études (**Tableau 1**) et exposons dans le détail, les différentes études menées au cours de ces trois années de thèse ainsi que le cheminement logique des idées.

Par la suite nous allons analyser le rôle des principaux acteurs concernés dans l'adaptation des agroéquipements aux transitions agricoles. Pour chaque acteur nous avons traité l'enjeu principal, à savoir :

- La conception face à l'agroécologie au niveau des constructeurs (chapitre 3)
- Les besoins et la disponibilité de matériel adapté au niveau des acteurs intermédiaires, incluant la distribution et le conseil (chapitre 4)
- Les orientations stratégiques avec l'ensemble de la filière (chapitre 5)
- Les adaptations par le bricolage au niveau des agriculteurs (chapitre 6)

Et enfin pour répondre à la problématique centrale de cette thèse porte sur la conception d'un cadre d'analyse qui guide l'adaptation des agroéquipements à la transition agroécologique vers des pratiques durables, le chapitre final (chapitre 7), se concentre sur un échantillon spécifique d'agriculteurs innovants en bricolage et adeptes d'agriculture de conservation des sols. En résumé, ce chapitre pose les fondations pour une exploration approfondie de dynamiques interdépendantes dans les chapitres suivants.

Chapitre 3 : L'agroécologie comme sous-ensemble du développement durable des agroéquipements

1. Introduction : l'agroécologie et le secteur des agroéquipements

L'agroécologie est une notion polysémique qui regroupe des méthodes de production et des pratiques agricoles, des approches de protection de l'agroécosystème, ainsi que des savoir-faire utilisant les fonctionnalités écosystémiques dans la production (Bellon and Ollivier 2018). Altieri (1989), largement reconnu comme un des principaux promoteurs de l'agroécologie, la définit comme « la gestion des ressources naturelles » pour l'agriculture. Gliessman et al. (1998) précisait que l'agroécologie est « l'application de l'écologie à l'étude, la conception et la gestion des agro-systèmes », avec des objectifs de consolidation la résilience des systèmes agricoles par la diversification des cultures ou des variétés cultivées, l'autonomie, et la résistance aux aléas climatiques. Wezel et collègues (2014) ont plus souligné la double nature que l'agroécologie a pris au fil du temps, en désignant 'soit une discipline scientifique, soit une pratique agricole', voire un mouvement social ou politique. Selon la définition ou le contexte, les acteurs de l'agroécologie peuvent donc être les agriculteurs aussi bien que les scientifiques. Cela reflète l'inertie des connaissances pragmatiques agricoles ancrées dans la maîtrise de la complexité du vivant et en partie réfractaires à une formulation scientifique qui est, de par sa nature, exogène au secteur agricole (Byé and Fonte 1993). L'apport de connaissances scientifiques et techniques visant l'intensification de productions s'est traduit, en fait, par la rationalisation et la simplification de la complexité biologique, en introduisant la contribution d'entrants ou d'améliorations génétiques. Dans la recherche d'un nouvel équilibre entre production agricole et reproduction des ressources, la définition de l'agroécologie a ultérieurement évolué sous l'emprise de la conception globale et politique du développement durable (Wezel et al. 2015). Les aspects de production et de protection de l'agroécosystème ont été intégrés dans les aspects plus globaux du développement selon le triptyque économie, environnement et société. Discipline scientifique, pratique agricole ou mouvement social et politique, l'agroécologie traite aujourd'hui, non seulement d'aspects agronomiques et environnementaux, mais aussi d'aspects sociaux, économiques et de développement (Wezel et al. 2009). Les acteurs de l'agroécologie ont également évolué. En plus des agriculteurs et des scientifiques, l'agroécologie intègre aujourd'hui les industries et les politiques nationales et internationales. La définition de l'agroécologie pourrait donc varier en fonction de l'acteur concerné (Bellon and Ollivier 2018) et de l'échelle qu'il appréhende.

Berthet (2016) confirme par une analyse conceptuelle que l'agroécologie est un concept disparate. Il y a une contradiction pour l'approche conceptuelle entre *agriculture* qui définit un moyen de produire à partir du vivant, et *écologie* qui est une discipline scientifique dont l'objet est "l'étude des milieux où vivent les êtres vivants, ainsi que des rapports de ces êtres entre eux et avec le milieu. Une approche pragmatique, empirique, qui consiste à partir de la pratique et du fait technique devient une sorte de solution, même transitoire, pour avancer dans l'explication de cet ensemble disparate qu'est l'agroécologie.

L'innovation mécanique peut jouer un rôle central dans la quête d'une convergence entre empirisme agricole en lien étroit avec le monde du vivant et rationalisation des pratiques basée sur la scientification des connaissances. En particulier, l'agroéquipement représente la synthèse technique de ces deux domaines en étant l'interface prééminente entre la conception des actes techniques et leur mise en place par le savoir-faire des « entrepreneurs du vivant » que sont les agriculteurs. L'attention du domaine académique a pourtant porté quasi exclusivement sur l'usage d'agroéquipement dans le cadre de la productivité et de l'efficacité (Guillou et al. 2013). Cela a produit une opposition de la critique de la mécanisation comme facteur de dégradation des ressources naturelles (Keller et al. 2019) et sociales (InPACT 2016) *versus* l'espoir technocentriste que les agroéquipements – en combinaison avec leur récente numérisation – puissent fournir "la solution ultime" aux problèmes de maîtrise des mêmes ressources (Maurel et Huyghe 2017). Il est cependant nécessaire de distinguer mécanisation et motorisation ; cette dernière est en effet un simple transfert de techniques provenant du secteur des transports et travaux (Byé et Fonte 1993). En réalité, l'innovation mécanique a été une composante fondamentale de toute innovation agricole bien avant la motorisation, comme illustré par Sigaut autour de l'émergence méconnue du tarare¹(Byé and Fonte 1993). En réalité, l'innovation mécanique a été une composante fondamentale de toute innovation agricole bien avant la motorisation, comme illustré par Sigaut (1989) autour de l'émergence méconnue du tarare² en Chine comme en Europe, qui l'amène à souligner que : « il n'y a pas d'innovation qui n'ait pas son côté mécanique ». Retrouver la centralité de l'agroéquipement, comme synthèse mécanique entre maîtrise du vivant et fait technique a le double avantage, du point de vue des agriculteurs, de remettre au contre les outils de production (Gras et al. 1989) et de relancer l'apport des

¹ Appareil qui sépare les grains de blé de la balle, après le battage, grâce à un système de ventilation commandé à l'origine manuellement, puis plus tard par moteur.

² Appareil qui sépare les grains de blé de la balle, après le battage, grâce à un système de ventilation commandé à l'origine manuellement, puis plus tard par moteur.

connaissance empiriques des agricultrices et des agriculteurs pour une innovation durable des productions (Caroux, Dubois, and Sauvée 2018).

En France comme en Europe se multiplient les appels pour faire des agroéquipements un levier de durabilité pour les systèmes de production agricole et atteindre la triple performance économique, environnementale et sociale (CEMA 2019 ; Guillou et al. 2013 ; Machenaud et al. 2014). Cette perspective intègre ainsi explicitement les constructeurs de machines agricoles et agroéquipements comme un nouvel acteur collectif dans la transition durable de l'agriculture, avec académie et terrain (Rizzo, Dubois, and Combaud 2018). Cela se concrétise plus spécifiquement en France par la volonté du décideur public de soutenir la transition agroécologique.

En partant de l'historique, ci-dessus résumé, de la notion d'agroécologie, ce chapitre présente un exercice d'identification d'une définition partagée de l'agroécologie comme premier pas d'une démarche transdisciplinaire.

2. La problématique : déceler une définition partagée par une démarche transdisciplinaire

La définition d'agroécologie continue à évoluer selon des dialogues entre académie et terrain. Afin d'en soutenir l'opérationnalisation, il est ainsi nécessaire déceler une définition partagée entre les différents acteurs (Dubois, Lavier, and Randrianasolo 2017). La formalisation des connaissances est l'un des actes caractéristiques de l'approche scientifique, tandis que les acteurs de terrain peuvent être porteurs de connaissances implicites (Tress, Tress, and Fry 2003). De ce fait, la définition des sujets acteurs, individuels ou collectifs devient un acte fondateur pour une démarche transdisciplinaire fédérant des acteurs académiques et extra-académiques (Buller 2009). La recherche d'un glossaire partagé se déroule bien évidemment dans le cadre d'un programme d'activités communes entre les acteurs concernés.

- Présentation approfondie de la chaire agro-machinisme et nouvelles technologies (AMNT)

La chaire agro-machinisme et nouvelles technologies (AMNT), située à UniLaSalle, site de Beauvais, peut être considérée comme un exemple de programme d'activités fédérant des chercheurs académiques et des industriels des agroéquipements, ayant comme interlocuteurs ultimes les agricultrices et agriculteurs, tantôt en formation ou opérant sur le terrain (Rizzo et al. 2018). Le programme scientifique de la chaire AMNT vise le croisement entre recherche académique et R&D des constructeurs pour le développement durable des équipements agricoles. La méthodologie globale de déploiement du programme favorise les expériences

basées sur des situations réelles de terrain en fonction de leur pertinence pour les transitions agroécologique, numérique et énergétique dans le secteur agricole. La chaire est composée par une équipe académique, dont des membres permanents et non-permanents, sous la coordination d'un titulaire. L'équipe travaille avec le comité d'orientation scientifique (COS) pour le déploiement du programme scientifique. Le programme est structuré en 5 activités principales : (1) connaissance du terrain, (2) modélisation, évaluation de (3) l'adéquation des agroéquipements à l'agroécologie et (4) de la durabilité, (5) exploitation et diffusion des connaissances¹. Le COS se compose de l'équipe académique de la chaire et de deux représentants de chaque industriel, avec des profils R&D ou marketing (pour la proximité aux besoins des utilisateurs finaux). L'équipe de la chaire et le COS s'interfacent avec un comité de pilotage par le biais du titulaire qui est la seule personne à participer aux deux organes. Le comité de pilotage se compose de deux représentants de la direction de chaque acteur concerné (UniLaSalle et les trois industriels) ; il traite d'objectifs d'ordre stratégique structurés sur 4 axes : ancrage territorial de la chaire, formations, recherche (valorisation des productions du programme scientifique) et ressources et financement. Dans ce cadre de gouvernance, le COS a le rôle spécifique d'évaluer les productions de connaissance qui sont transmises au comité de pilotage pour nourrir les décisions stratégiques. À cette fin, le COS alterne des réunions de suivi du programme (deux par ans) avec une journée annuelle de travail approfondi sur des thèmes impulsés par l'équipe académique, en plus d'ateliers à la demande pour traiter ponctuellement des sujets pour le déploiement quadriennal du programme (2020-2024).

Après l'approbation du programme en mai 2020, une première journée de travail fut organisée le 26 janvier 2021 pour faire un point sur la production de connaissances du terrain (activité 1) et l'évaluation de l'adéquation des agroéquipements à l'agroécologie (activité 3). Ce chapitre présente l'atelier participatif organisé dans l'après-midi de la première journée de travail, et les résultats obtenus. Le but de l'atelier participatif était de déceler une définition partagée de l'agroécologie, entre des acteurs académiques et des acteurs du monde industriel de l'agroéquipement, comme premier pas de l'activité 3. Afin de procéder par étape, l'atelier fut organisé autour de la question suivante : **quels sont les mots (glossaire) qui permettraient une définition partagée de l'expression « transition agroécologique » par les membres du COS ?**

Afin de partir sur une base commune, nous avons choisi de traiter la question en partant de la définition de développement durable. Ce choix repose sur les deux hypothèses suivantes.

Hypothèse 1. *Le développement durable, basé sur le tripode économie-environnement-société, est une notion dont la définition est suffisamment claire et générique pour en permettre la compréhension et le traitement par tous les profils des membres du COS de la chaire AMNT. En revanche, la transition agroécologique est une notion plus spécifique dont la définition peut être spécifique à chaque profil des membres du COS.*

Hypothèse 2. *La transition agroécologique est une notion qui peut être totalement inscrit dans le cadre du développement durable ; donc, les mots utilisés pour parler de développement durable peuvent être utilisés pour décrire la transition agroécologique (en tant que sous-ensemble du développement durable).*

Globalement la démarche fut donc organisée pour partir du général (développement durable) et arriver au plus spécifique (agroécologie et transition agroécologique) par des étapes intermédiaires, en sélectionnant les idées en fonction de l'objectif (glossaire commun).

3. Matériels et méthodes : une approche par un jeu sérieux

L'atelier fut organisé en privilégiant la plus ample implication de tous les participants à la journée. Parmi les différentes méthodes participatives, nous avons choisi une approche par un jeu sérieux (en anglais, *serious game*) dont le développement et l'adoption reposent sur la facilitation de l'implication grâce au côté ludique, notamment quand il est utilisé dans un cadre d'interaction entre multiples acteurs (e.g., (Lardon et al. 2016)). En particulier, nous avons choisi de mettre en place un jeu de cartes, en prenant inspiration d'applications déjà réalisées dans d'autres contextes (e.g., Arrighi, Durpoix, et Barataud (2014)). La composante ludique de la démarche permet, entre autres, de renforcer le décentrage de la source de connaissance, en facilitant l'implication de tous les participants sur un pied d'égalité tout en gardant un positionnement par rôle nécessaire à traiter des points de vue distincts. L'approche ludique permet de créer un cadre nouveau mais facile à comprendre par des participants ayant des profils hétérogènes, tout en bénéficiant de la connotation positive du jeu (Eisenack 2013). De plus, un jeu de carte permettait d'apporter un support concret et attractif dans une démarche autrement théorique de discussion de définitions.

Un jeu de carte se caractérise par la possibilité d'être utilisé tantôt par des individus, tantôt par des collectifs. De plus, l'élaboration des cartes permet une décomposition en entités élémentaires des connaissances que l'on souhaite collecter ou mobiliser. Une telle décomposition est bien adaptée à un travail sur un glossaire. Dans le jeu présenté ici, en analogie à un jeu de cartes classiques, chaque carte est identifiée selon la famille à laquelle elle appartient. Afin d'atteindre la définition la plus transversale possible, nous identifîâmes trois familles de carte : acteurs, ressources et stratégies ; une marge de liberté et d'ouverture fut laissée en ajoutant des cartes joker.

À l'atelier participèrent 11 personnes (6 mécènes et 5 personnes d'UniLaSalle) dont 4 étaient à distance. Il fut ainsi nécessaire de choisir une modalité hybride permettant l'interaction entre participants réunis dans la même salle et participants connectés en visioconférence. Afin de faciliter la participation active de chaque individu, deux groupes furent créés, en visant l'équilibre entre deux profils : cadre et analytique. Le profil cadre regroupait les individus étant impliqués dans la définition des actions de l'entreprise de provenance, selon le service d'appartenance. Le profil analytique regroupait les individus ayant plutôt une mission de production et transmission des connaissances. Un animateur et une observatrice garantirent le bon déroulement du jeu et de la collecte de données.

Dans les paragraphes suivants nous présentons les phases du jeu, la modalité de réalisation et de traitement des données collectées.

4. Phases du jeu

Le jeu fut organisé en quatre phases : (1) préparation en amont de la séance de jeu, (2) une phase individuelle autour de la création des cartes du développement durable, (3) une phase par groupe autour des pratiques agroécologiques et (4) une conclusion avec tous les participants.

La première phase – préparation en amont – répondit à la question 1.

Question 1. Quels sont les mots qui décrivent les actions de votre entreprise autour du développement durable ?

La question fut envoyée par mail deux semaines avant l'évènement, conjointement à l'invitation à participer à la journée de travail, afin de laisser le temps de consulter les collègues retenus concernés autour du développement durable. La demande sollicita aussi le partage des documents techniques considérés pertinents pour comprendre les actions de l'entreprise autour du développement durable. Une table fut également proposée afin de simplifier la réponse (Tableau 2).

Tableau 2. Grille envoyée aux participants pour faciliter la réponse à la question de préparation

Mot <i>(ajouter autant de lignes que nécessaire)</i>	Temporalité <i>(court, moyen, long terme)</i>	Localisation <i>(échelle de référence pour le mot, si pertinent)</i>

La séance de jeu à proprement parler fut composée par les autres trois phases. L'introduction en ouverture de la séance rappela l'objectif du jeu, en soulignant qu'il s'agissait d'une séance interactive, notamment établir un glossaire commun de termes clés pour l'activité 3 du programme et ensuite présenter l'espace et les règles du jeu (Tableau 3).

La deuxième phase reprit la question de préparation (Question 1). Cette phase fut individuelle et inclut une étape libre de création des cartes selon les quatre familles (acteurs, ressources, stratégies, joker) et une étape de priorisation de 10 cartes seulement par participant. La création des cartes impliqua la réponse individuelle à la question posée, en écrivant un mot clé ou idée par carte, simple et sans connotation spécifique.

Une pause permit de préparer la phase suivante. Toutes les cartes priorisées par participant furent repositionnées dans un lot commun par groupe en gardant trace de la famille de la carte et de son auteur.

Question 2. Comment définir les pratiques agroécologiques dans votre activité à partir des cartes dont nous disposons ?

La troisième phase fut organisée en collectif par groupe (cadre ou analytique) autour de la question 2, qui ne fut dévoilée qu'après la pause. Cela dans l'objectif stratégique de garder une nette séparation entre développement durable (phase 1 et 2) et pratiques agroécologiques (phase 3 et 4) et éviter donc un biais du glossaire, en accord avec les deux hypothèses. Les joueurs furent invités d'abord à choisir individuellement trois cartes du lot commun par groupe (étape 3), puis à en prioriser seulement trois en tant que groupe (étape 4). Le deuxième choix individuel répliquait la phase précédente, mais dans l'objectif de prendre connaissance du lexique des autres participants dans le même groupe, justement dans l'objectif de déceler une définition partagée, ultérieurement renforcée par la dernière étape.

Tableau 3. Description schématique des étapes du jeu et des règles données aux participants

Etape	Qui	Table (thème)	Lot	Action	Minutes	Description
1	Individu	Développement durable	Individuel	Création des cartes	15	Chacun se met à la table avec son nom et répond à la question posée en écrivant un mot par carte* en utilisant les cartes disponibles sur sa table rassemblées en quatre catégories (couleurs)
2	Individu	Développement durable	Individuel	Choix des cartes	5	Chacun extrait 10 cartes en piochant selon ses priorités dans les quatre couleurs.

pause	-	-	-	-	15	Nécessaire pour déplacer les cartes de la table développement durable à la table agroécologie et les réorganiser par famille.
3	Individu	Agroécologie	Par groupe	Choix des cartes	20	Les participants à une salle de jeu reviennent à la table centrale pour découvrir la question mystère et y répondre, en piochant à tour de rôle 3 cartes.
4	Salle	Agroécologie	Par groupe	Priorisation des cartes	20	Les participants choisissent ensemble trois cartes pour répondre à la question mystère, dans un contexte d'échange.

La quatrième phase avait pour objectif un débrief commun entre les deux groupes. Cette phase est connue pour être cruciale dans une perspective réflexive de l'expérience et de réel partage (Eisenack 2013). Au total, la séance de création des cartes et de jeu a duré environ une heure et 40 minutes.

5. Modalité de réalisation : choix du support hybride (à distance et en présence)

La participation de joueurs en présence et à distance, due au contexte sanitaire et aux mesures de distanciation physique, imposa la contrainte d'une réalisation hybride. Nous avons choisi une plateforme de travail en ligne permettant la manipulation individuelle et collaborative d'éléments graphiques (simulant des « post-it »), organisés dans des espaces délimités (simulant des tables), avec la possibilité d'introduire un compte à rebours pour rythmer les étapes du jeu quand c'était nécessaire.

L'outil retenu fut Miro (<https://miro.com>), une plateforme collaborative exclusivement en ligne, accessible directement via un navigateur. Parmi les raisons du choix, furent pris en compte la fluidité et la rapidité d'accès, la plateforme étant accessible sans création de compte ni de téléchargement d'application. Dans la pratique, nous avons créé deux salles virtuelles. Chaque salle était dédiée à un groupe. Les deux groupes ne communiquent pas entre eux et ont respectivement un animateur, pour rappeler les règles du jeu et rythmer les étapes, et une observatrice, dont le rôle était de prendre note concernant les interactions et questions émergées pendant le jeu. Cette plateforme est une des nombreuses qui ont émergé et se sont fortement développées en réponse aux attentes de dématérialisation des activités pendant les périodes de

confinement, spécialement dans l'enseignement (Sămărescu 2020), mais aussi pour des ateliers participatifs autour de la conduite du changement organisationnel (Forsythe 2021; Pereira 2021).

L'interface de Miro est un canevas virtuel dans lequel des zones de travail peuvent être structurées en créant des tableaux. L'utilisateur en zoomant et dézoomant contrôle l'espace de travail. L'usage de tableaux est justifié par leurs multiples caractéristiques, telles que la possibilité de : (i) créer des repères dans le canevas, aisément accessibles par un menu dédié ; (ii) en exporter ou dupliquer le contenu pour un traitement systématique des contenus ; (iii) réaliser un masquage optionnel, permettant de guider les étapes du jeu ; (iv) figer le contenu de fond, simplifiant ainsi les interactions par les participants comme sur un véritable tableau au mur. Un temps a d'abord été consacré à la maîtrise de l'outil afin de fluidifier la séance de participation.

Au préalable, les auteurs ont testé Miro pendant une série d'ateliers avec quelques groupes d'étudiants et un groupe de chercheurs totalement novices dans l'usage de l'outil. Nous avons constaté qu'avec des explications et quelques exercices (notamment pour la création et le déplacement d'éléments graphiques type « post-it »), la prise en main pour des utilisateurs totalement novices était de l'ordre de 15-20 minutes. Mais il s'est avéré que les représentants des industriels avaient déjà l'habitude de ce type d'outil, et en pratique manipulaient les outils de déplacement, regroupement, “zoomage / dézoomage” avec beaucoup de dextérité.

Pour la phase deux du jeu, chaque participant disposa d'une table nominative. Chaque table disposa de tas de cartes vierges regroupées selon les quatre familles : acteurs, ressources, stratégies et joker (Figure 4). Dans la pratique, chaque joueur se positionna à une table nominative et répondit à la question autour du développement durable (Question 1) par un mot ou une idée. Dans cette première étape le joueur peut remplir autant que cartes qu'il veut. Dans l'étape suivante chaque joueur était invité à glisser au centre de sa table individuelle 10 cartes qui, pour lui, répondent le plus à la question.

Par analogie avec un jeu de cartes classique, chaque carte était taguée et colorée selon la famille d'appartenance (acteurs, ressources, stratégies et joker). De plus, chaque carte était taguée avec le nom du joueur pour faciliter le traitement des données par la suite.

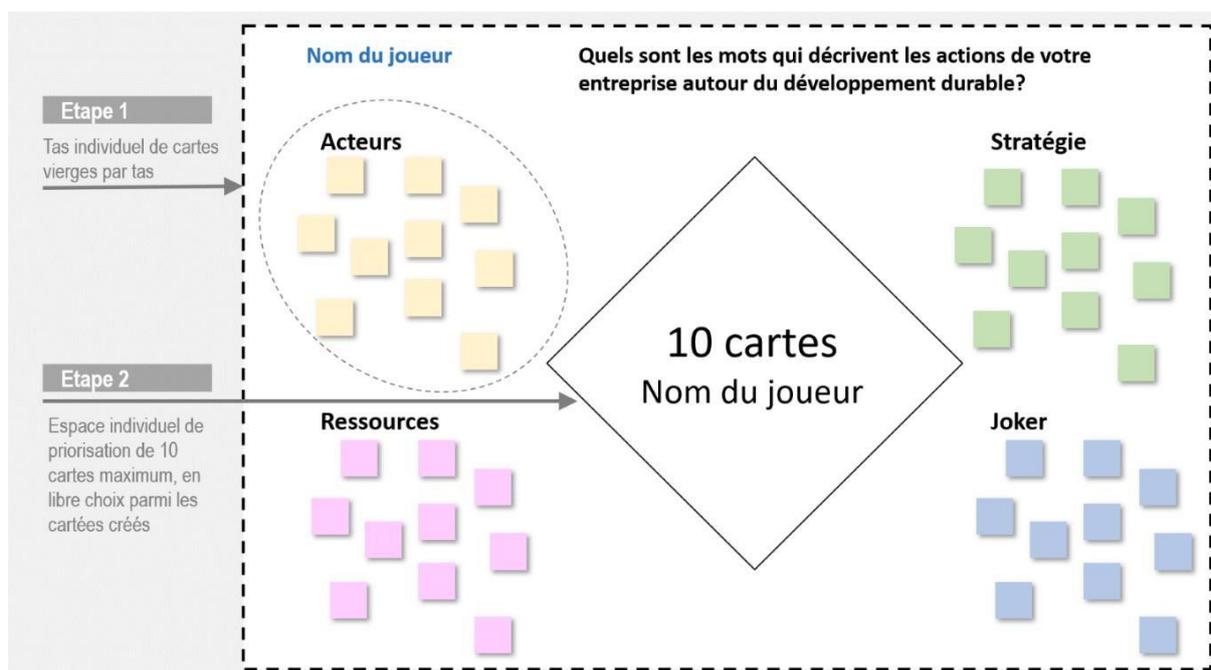


Figure 4. Structure d'une table de jeu individuelles (phase 2)

Pendant la pause prise par les joueurs pour alléger la session de travail, les lots individuels des cartes furent dupliqués sur la table du groupe (Figure 5) selon la famille d'appartenance et la question mystère affichée (Question 2). Pendant la troisième phase du jeu chaque joueur, toujours dans des salles séparées, prit connaissance des cartes par tas, découvrant ainsi le lexique priorisé par les autres joueurs du groupe pour parler du développement durable.

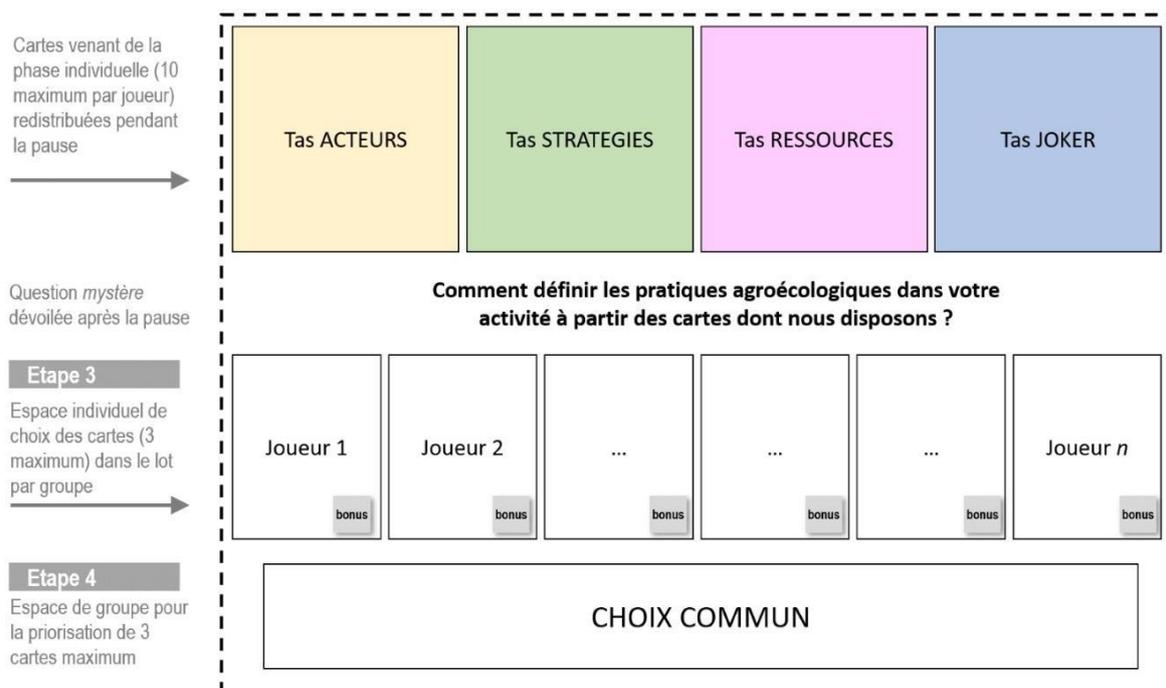


Figure 5. Structure de la table de jeu pour définir les pratiques agroécologiques par groupe (phase 3)

Dans l'étape 3 du jeu, les joueurs choisirent, individuellement, 3 cartes parmi les cartes disposées. Les joueurs pouvaient piocher les cartes qu'ils avaient préalablement remplies ou dans celles des autres joueurs, en plus de disposer d'une ultérieure carte individuelle bonus si aucune des cartes présentes sur cette table leur semblait adéquate pour répondre à la question (Figure 5). Finalement, dans l'étape 4 nous demandions aux joueurs de débattre ensemble pour choisir collectivement 3 cartes finales qui répondent le mieux à la question 2. Ils déposeront ces 3 cartes dans la zone 'Choix commun' (Figure 5). Les échanges pendant cette étape furent enregistrés et notés par l'observatrice présente dans chaque groupe.

6. De la table de jeu à la table de données

La « carte de jeu » fut l'unité des traitements des données collectées pendant la séance à partir de la plateforme Miro. Chaque carte fut labelisée en tenant trace du joueur et de la famille d'appartenance de la carte. Les données furent pseudonymisées, en remplaçant le nom par un pseudonyme. Nous avons obtenu deux tableaux de données brutes : (1) les mots et idées inscrites dans chaque carte pendant la phase 1 ; (2) la liste complète des cartes en entrée et sortie de la phase 2. Ce deuxième tableau identifie la liste complète des 10 cartes priorisées par joueur à l'issue de l'étape 2, distribuées en fonction des choix individuels par joueur (trois cartes par joueur, étape 3) et du choix final commun (étape 4). Cela a permis de construire le tableau principal, regroupant toutes les données. En partant du principe que toutes les cartes inscrites dans la première étape du jeu représentent les axes de réflexion des participants sur la question du développement durable (Question 1), nous avons considéré ces cartes comme étant nos variables principales. Chaque carte est finalement décrite par la famille, le joueur, l'inclusion pour définir le développement durable (Question 1) ou les pratiques agroécologiques (Question 2) tantôt à niveau individuel (étape 3) que du groupe (étape 4). Rappelons que, dans la phase collective du jeu (phase 3), une même carte aurait pu être choisie par plusieurs joueurs.

7. Un exemple des résultats

Au cours de la séance de jeu 159 cartes furent produites. En synthèse on relève que le nombre total de cartes est comparable entre les deux groupes, aussi concernant les stratégies et les ressources. Le groupe cadre se distingue du groupe analytique pour avoir produit moins de cartes acteurs, mais plus de carte joker. Une seule carte bonus (sorte de joker pour la dernière étape) fut également produite par le groupe cadre (Tableau 4).

Tableau 4. Distribution des tas de cartes par table de jeu

Cartes	Acteurs	Ressources	Stratégie	Joker	Bonus	Total
Table cadre	18	20	31	8	1	78
Table analytique	29	19	30	3		81
Total	47	39	61	11	1	

Concernant le choix individuel des cartes pour décrire les pratiques agroécologiques (Question 2) en partant du lot par groupe, nous constatons que le groupe cadre a plutôt choisi des cartes de la famille ‘stratégie’ et ‘ressources’ (Tableau 5). Ce sont donc des pratiques qui peuvent être appliquées à l’entreprise et en agroécologie. La notion de l’analyse du cycle de vie (ACV) semble être un bon compromis pour exprimer l’agroécologie. Choisie pour sa généralité, l’ACV explique les relations qui peuvent exister entre la chaîne de fabrication des agroéquipements et les problématiques de pollution et donc de développement durable. Elle est considérée comme un outil qui permettrait l’inclusion des facteurs environnementaux (exploitation, parcelle, plante) pour une conception d’agroéquipements pour l’agroécologie. Malgré sa centralité, étant à la fois pratiquant de l’agroécologie et client principal des entreprises en agroéquipements, l’agriculteur a été mentionné par un seul joueur à l’étape des tables individuelles. De plus, il n’a pas été sélectionné au niveau de la table centrale. L’agriculture de précision semble aussi définir l’agroécologie dans les activités de l’entreprise.

Tableau 5. Synthèse des choix individuels pour définir les pratiques agroécologies en partant du lot par groupe (étape 3). En gras, les trois cartes choisies priorisés par groupe pour répondre à la question 2

Famille des cartes	Groupe cadre	Groupe analytique
Acteurs		agriculteur industrie États
Ressources	gestion de l’eau	expérimentation,

	moins de produits chimiques	enseignement/recherche
	les partenariats avec acteurs externes	
	UniLaSalle	
Stratégies	réduction empreinte carbone	conservation de
	utilisation des matériaux 100% recyclables	l'écosystème
	captage du CO ₂ par un couvert permanent	innover
	analyse du cycle de vie*	pratique agroécologique
	efficacité énergétique	PO3
	réduction des intrants	labels
	agriculture de précision	collaboration
	réduction du travail du sol	ouverture
	enseignement de l'agroécologie	
	optimisation énergétique au travail	
Joker	véhicules hybrides	Société
Bonus	gestion de la biodiversité	

* ACV, qui inclut les cartes réduction des intrants, optimisation énergétique au travail

Les cartes choisies par le groupe analytique sont à la fois génériques et centrées sur l'activité du groupe en question, c'est-à-dire, la recherche et l'enseignement. Néanmoins, le groupe a mentionné l'agriculteur dans sa définition ce qui explique une prise de conscience sur l'importance de l'agriculteur dans ce débat.

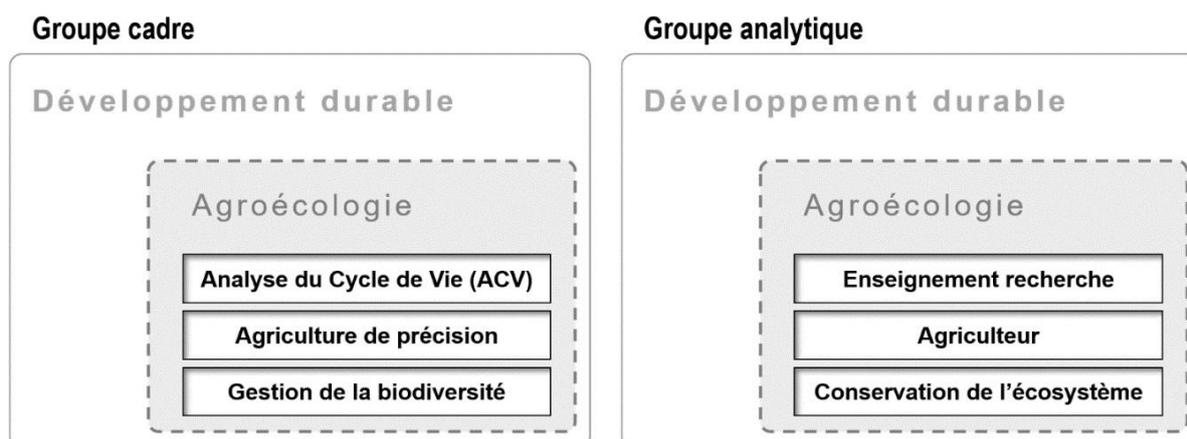


Figure 6. Synthèse des résultats des tables communes pour chaque groupe

Nous pouvons résumer les choix des deux groupes par un schéma explicatif (Figure 6). Nous constatons que les mots choisis (ACV et Agriculture de précision) sont des termes techniques et spécifiques à l'industrie de l'agroéquipement. L'ACV est la méthode systématique en entreprise pour évaluer les effets environnementaux d'un produit. L'agriculture de précision est l'action de terrain pour l'agroécologie. La gestion de la biodiversité est un terme générique et pourrait avoir été choisi pour expliquer l'agroécologie de manière générale.

8. Discussion, limites et perspectives

Concernant le déroulement du jeu participatif, quelques étapes sont à revoir pour faciliter le jeu, mais sans incidence sur le résultat : il aurait été plus pertinent de présenter les objectifs du jeu de manière écrite et affichée sur la table de jeu. Or, en début de séance, après avoir fait la présentation de l'outil interactif, nous avons directement commencé le jeu en dirigeant les joueurs vers leurs tables individuelles et nominatives.

Sur la table de jeu principale, les joueurs ont eu à choisir dans les cartes mélangées. Nous notons un biais dans le choix des cartes car les joueurs ont tendance à choisir les cartes qu'ils ont écrites. Il sera donc important d'anonymiser les cartes remplies individuellement avant leur migration dans la table principale depuis les tables individuelles.

Un moment de partage au sein du groupe de jeu aura permis d'avoir une vision plus globale et partagée du développement durable et de l'agroécologie.

Les relations entre le groupe cadre et le groupe analytique n'ont pas pu être approfondies. Un moment de partage inter-groupes aura permis de confronter les différentes visions. En fait, avec la configuration retenue, le groupe cadre était majoritairement composé par des délégués industriels, tandis que le groupe analytique afférait plutôt des délégués académiques. Cela

aurait pu être valorisé dans la phase de débriefe finale pour comparer deux visions différentes et préparer des possibles répétition du jeu avec des configurations plus mixtes.

Un seul profil professionnel par groupe ne permet pas une vision suffisamment approfondie car nous étions dans une optique d'exposition d'idées et donc de recensement des informations. Il ne s'agissait pas de réaliser des études statistiques mais de tenter de bâtir un glossaire. Le résultat final pour chaque groupe dans les deux salles étant un groupe de 3 idées. Un jeu multi-acteurs, donc avec plus de joueurs, c'est-à-dire que les groupes sont créés non pas en fonction de leur profil professionnel mais plutôt en les répartissant de manière aléatoire pourrait permettre une meilleure appréhension de l'évolution des idées en fonction de l'échange.

Conclusion

Grâce aux nombreuses interactions fréquentes avec les mécènes AGCO, la Fondation d'Entreprise Michelin et Kuhn, sous forme de réunions informatives ou de réunions de travail nous avons pu organiser un atelier participatif dans le but de co-définir les pratiques agroécologiques dans un contexte industriel, plus particulièrement industries en agroéquipements.

L'atelier participatif s'est déroulé en deux groupes différents, l'un plus technico-stratégique et l'autre plus analytique. Nous constatons une divergence entre les deux définitions sans qu'il n'y ait de réelle contradiction. Les termes choisis semblent être le reflet de l'activité prévalente des joueurs de chaque groupe. Les définitions, sont donc autocentrées sur l'appartenance de l'individu ou du groupe à son entreprise/activité professionnelle. Cette divergence, n'est pas un obstacle en soi à la définition du cadre d'analyse mais montre plutôt un écart de perception entre les deux mondes (industriel et académique). Une question se pose donc : si nous répétions ce jeu avec d'autres acteurs de la filière, aurions-nous autant de définitions que de filières ? Mais d'autres solutions existent pour en savoir plus.

Les notions et les démarches pour faire face aux problématiques environnementales se multiplient. Ainsi, il est facile de se perdre dans les définitions. En fonction de métiers et des filières auxquelles nous appartenons, nous contribuons à l'écosystème planétaire à travers les démarches propres à nos métiers. Pourtant, la plupart des démarches ont un objectif commun : réduire l'impact du changement climatique et faire en sorte de diminuer les causes de ce changement, mais aussi de jouer sur d'autres problématiques (gestion de l'eau, qualité et quantité de production, biodiversité, etc.). Bien que différentes, ces démarches convergent, soit par des objectifs communs, soit par des relations d'imbrication. L'interprétation de ces démarches peut même différer d'un individu à un autre et en fonction des actions engagés pour

diminuer l'impact environnemental. Mais une vision individuelle et un recensement sans phase d'échange ne permet pas d'avoir une définition suffisamment généralisable.

Chapitre 4 : L'agroéquipement comme médiateur du choix des cultures : rôle des acteurs intermédiaires de la vente et du conseil en région Hauts-de-France

Nous avons choisi de traiter la compréhension du rôle des agroéquipements dans les transitions agricoles par la description et l'analyse des perspectives des principaux acteurs concernés (chapitre 2). Après avoir traité les constructeurs interrogés sur leurs représentations de l'agroécologie (chapitre 3), ce chapitre s'intéresse aux acteurs de la distribution (partie 1) et du conseil (partie 2). La délimitation de l'étude à la région Hauts-de-France a permis de tenir compte du contexte agropédoclimatique pour les deux profils d'acteurs. De plus, nous avons pris comme exemple de culture caractéristique d'un système de culture de polyculture élevage, donc centrale du point de vue agronomique mais marginale du point de vue machinisme.

Deux questions importantes se posent dans ce contexte. La question initiale est : "Qui dans le secteur des agroéquipements des Hauts-de-France peut aider à développer la culture des légumineuses fourragères ?"

Cette étude met l'accent sur l'aide et le conseil aux agriculteurs lors de la prise de décision concernant les agroéquipements. Comprendre les liens profonds entre l'agriculteur et son conseiller, ainsi que leur impact sur le processus de sélection, d'acquisition et d'utilisation des agroéquipements, est notre objectif principal. Cette dynamique de conseil est essentielle car elle peut avoir un impact significatif sur la réussite de la transition agricole, la performance des exploitations agricoles et la viabilité du secteur agricole à long terme.

Nous examinons comment la communication entre l'agriculteur et le conseiller agricole peuvent influencer la prise de décision en matière d'agroéquipement. En examinant les facteurs qui contribuent à une coopération fructueuse ainsi que les obstacles potentiels qui pourraient entraver la diffusion efficace des technologies agricoles, nous examinerons les défis et les opportunités qui émergent dans cette relation. De plus, nous examinerons les approches actuelles et les meilleures méthodes pour encourager l'utilisation d'agroéquipements adaptés aux besoins des agriculteurs, en tenant compte des évolutions économiques, sociales et environnementales.

Cette première interrogation nous a mené dans une direction spécifique, celle des concessionnaires dont le rôle n'est pas que de vendre du matériel, mais aussi d'écouter les demandes des agriculteurs et de tenter de leur fournir des réponses adaptées. Ces concessionnaires sont essentiels à la mise à disposition des équipements agricoles aux agriculteurs de la région. En examinant la répartition géographique de ces différents concessionnaires sur le territoire, nous pouvons mieux comprendre la disponibilité des

équipements nécessaires à la culture des légumineuses fourragères. Notre première étape est donc d'améliorer notre compréhension de la répartition géographique des concessionnaires agricoles dans la région des Hauts-de-France.

Aussi nous sommes-nous posé une deuxième question plus spécifique : "Comment sont distribués les concessionnaires agricoles en Hauts-de-France et que suggèrent-ils concernant la culture des légumineuses fourragères ? "Nous avons décidé d'examiner de manière approfondie les services et les équipements offerts par les concessionnaires agricoles de la région. Il est crucial de déterminer si ces acteurs sont disposés à soutenir la transition vers la culture des légumineuses fourragères en fournissant les équipements et les conseils appropriés, s'ils y sont préparés, etc.

Enfin, l'étude vise à répondre à une question cruciale : "Est-ce que l'offre de matériel agricole disponible dans les Hauts-de-France est insuffisante et entrave le développement de la culture des légumineuses fourragères dans le cadre de l'agroécologie ?" Cette interrogation met l'accent sur l'importance de déterminer si les ressources en agroéquipements actuellement disponibles dans la région Hauts-de-France sont limitantes face aux besoins spécifiques de la culture des légumineuses fourragères. L'adoption de ces cultures respectueuses de l'environnement pourrait être considérablement entravée si les équipements adéquats ne sont pas disponibles ou accessibles.

Pour résumer, l'objectif de cette étude est d'examiner en détail la situation des revendeurs impliqués dans le domaine des agroéquipements dans la région des Hauts-de-France et de déterminer leur contribution au développement de la culture des légumineuses fourragères dans le contexte de l'agroécologie.

Cette étude a été réalisé en deux parties. La première partie concerne une cartographie des concessionnaires de la région Hauts-de-France ainsi que des entretiens avec des concessionnaires présentés dans un encadré. Nous avons encadré ces travaux réalisés par deux étudiants en 3^{ème} année formation ingénieur et alternants dans des entreprises de constructeurs d'agroéquipements. La deuxième partie concerne les enquêtes auprès des conseillers agricoles de la région Hauts-de-France.

Partie 1 : Étude auprès des concessionnaires de la région Hauts-de-France

Les concessionnaires agricoles sont une des organisations qui réalisent l'intermédiation entre les constructeurs et les acheteurs d'agroéquipements. Les concessionnaires sont un sous-

ensemble des entreprises de service et distribution du machinisme agricole. En France, ces entreprises sont fédérées dans le syndicat national SEDIMA (<https://sedima.fr>). Parmi les acteurs de la distribution, les concessionnaires se caractérisent pour un contrat (concession) de vente avec un constructeur spécifique, et assurent également les services après-vente tels que la mise-en-route ou le dépannage. A ce titre, les vendeurs en concessionnaire sont les premiers interlocuteurs des agriculteurs lors du choix des agroéquipements (Dryancour 2016). Les opérateurs en concessionnaire sont régulièrement formés aux nouveaux produits et stratégies commerciales, cependant ils peuvent ne pas être au fait des évolutions agricoles ou, plus en général, des besoins agronomiques. Le décalage entre le rôle de vendeurs et la formation agronomique devient plus évident dans le cadre du placement de produits d'agriculture de précision (Rizzo, Bach, and Combaud 2021). Dans cette première partie nous avons focalisé notre attention sur le rôle des concessionnaires dans la mise à disposition d'agroéquipements adaptés à la cultivation des légumineuses fourragères.

1. Matériel et méthodes

1.1. Cartographie des concessionnaires de la région Hauts-de-France

Une cartographie permettant d'avoir une vue d'ensemble des différents concessionnaires dans la région Hauts-de-France permet de saisir les zones la qualité de la répartition géographique et l'accessibilité par les agriculteurs. La réalisation de la cartographie s'est faite en plusieurs étapes (Annexe.1) dont la liste chronologique est la suivante :

- La création d'une base de données : constitution d'une liste non exhaustive mais la plus complète possible des concessionnaires de la région Hauts-De-France.
- Actualisation des données : vérification de l'authenticité et de l'exhaustivité des données et des éventuelles obsolescences.
- Localisation des concessionnaires : Ajouter les informations de localisation en utilisant les adresses des concessionnaires listés.
- Création d'une base de données de localisation : Production d'un fichier contenant uniquement les données brutes nécessaires pour le logiciel de cartographie.
- Création de la carte des concessionnaires : la mise en évidence géographique sur une carte des concessionnaires agricoles de la région Hauts-de-France.

1.2. Étude sur auprès des concessionnaires de la région Hauts-de-France sur la disponibilité des agroéquipements

En complément à la cartographie des concessionnaires, des enquêtes ont été menés auprès de six concessionnaires couvrant 50 sites sur la région (annexe 2.) afin de préciser les matériels présentés et les capacités des concessionnaires de s'adapter aux demandes des agriculteurs.

Les données récoltées pour les outils tractés sont : Les marques et modèles disponibles, la largeur ou le nombre de rangées, l'adaptabilité entre les rangées, les cultures pour lesquelles ils étaient destinés, les options disponibles, s'ils avaient déjà été vendus (et dans l'affirmative, les largeurs spécifiques), et leur disponibilité dans le parc matériel. Deux questions complémentaires étaient posées aux concessionnaires : avez-vous déjà été sollicité pour des démonstrations de matériels dans des légumineuses ? Avez-vous déjà adapté un équipement pour une culture spécifique de légumineuses ?

Nous nous sommes concentrés sur quatre catégories d'outils agricoles : les semoirs, les outils de désherbage, les équipements de protection des cultures, les machines de récolte et les broyeurs. Nous avons cherché des informations détaillées sur chaque type d'équipement car chacune de ces catégories est essentielle au processus de culture des légumineuses fourragères (du semis au stockage).

Il était nécessaire de franchir cette étape afin de mieux comprendre les propositions particulières des concessionnaires en matière d'agroéquipements destinés à la culture des légumineuses fourragères, ainsi que pour déterminer la disponibilité de ces équipements dans la région des Hauts-de-France. Notre étude repose sur la question de savoir si la disponibilité de matériel agricole dans les Hauts-de-France entrave le développement de la culture des légumineuses fourragères dans le cadre de l'agroécologie. Les données recueillies ont été utilisées pour établir une réponse à cette question.

Cette interrogation met l'accent sur l'importance de déterminer si les ressources en agroéquipements actuellement disponibles dans la région Hauts-de-France répondent aux besoins spécifiques de la culture des légumineuses fourragères.

L'objectif est d'examiner en détail la situation des entreprises impliquées dans le domaine des agroéquipements dans la région des Hauts-de-France et de déterminer leur contribution au développement de la culture des légumineuses fourragères dans le contexte de l'agroécologie.

2. Résultats et discussions

2.1. Cartographie des concessionnaires de la région Hauts-de-France

- Base de données de la cartographie

Nous avons collecté des données pour 157 entreprises qui distribuent des équipements dans la région des Hauts-de-France et nous les avons répertoriés en fonction des critères suivants :

Nom légal : Un aperçu des identités officielles de ces entités est fourni par ces informations.

Unité légale : Nous avons recueilli des informations sur la date de création de chaque unité légale. Cette information peut nous aider à comprendre la durée de vie de ces structures de distribution et à trouver des tendances liées à leur création.

Date de création de l'entreprise : Ces informations nous montrent le moment où chaque structure de distribution a été créée. Savoir quand ces structures ont été créées peut donner un contexte à leurs opérations et à leur évolution au fil du temps.

Adresse précise : Nous avons collecté toutes les adresses postales de chaque structure de distribution. Il est crucial d'avoir des informations d'adresse précises afin de localiser ces structures sur une carte et de comprendre leur emplacement géographique.

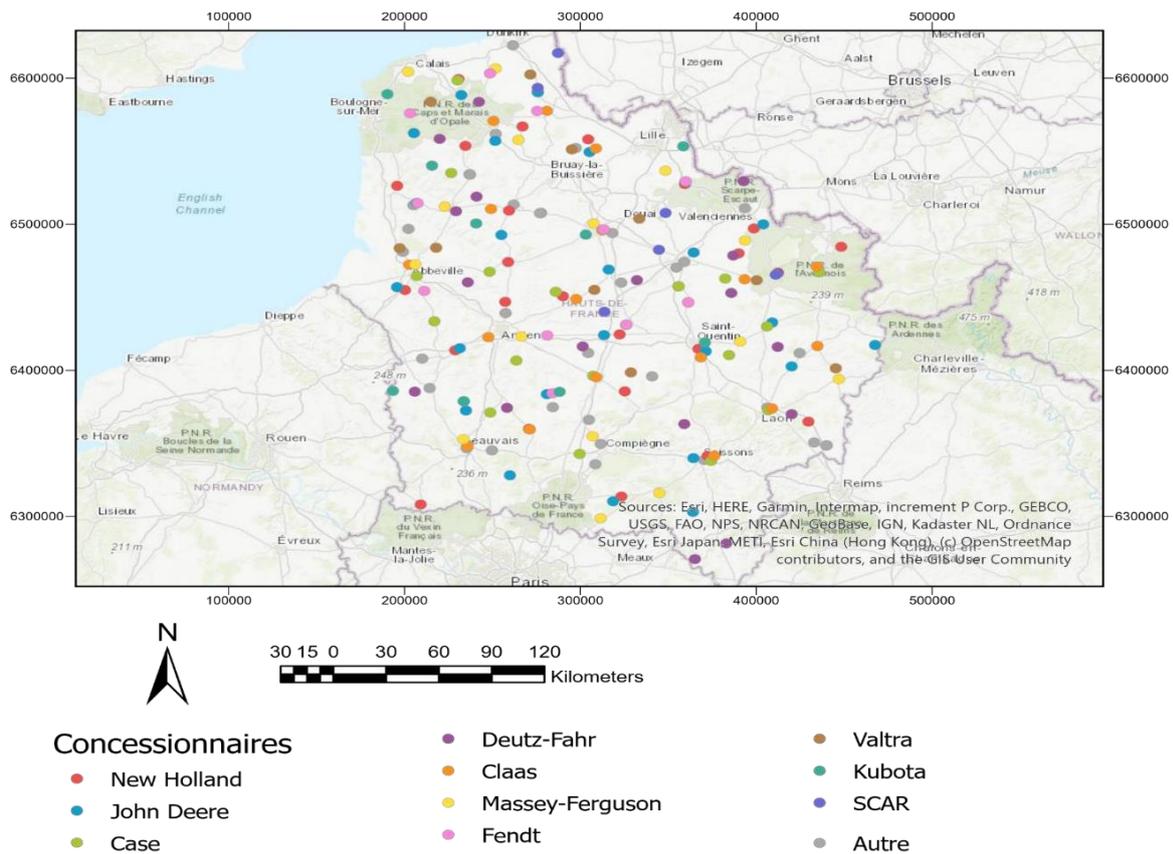
Coordonnées GPS : Nous avons obtenu les coordonnées GPS de ces structures de distribution afin de les localiser précisément. Les cartes précises et les analyses spatiales sont possibles grâce à ces données.

Marques de tracteurs distribués : chacune de ces structures de distribution d'équipement a distribué des marques de tracteurs. Les agriculteurs ont besoin de cette information pour évaluer la disponibilité de marques spécifiques de tracteurs, qui est un facteur important dans leur choix d'équipement.

Les résultats offrent une image globale des entreprises de distribution impliquées dans l'équipement agricole dans la région des Hauts-de-France.

- Carte des concessionnaires de la région Hauts-de-France (Figure 7)

Sur la base de ses données, une carte des concessionnaires a été générée :



Système de coordonnées : WGS 1984
 Sources : Institut polytechnique UniLaSalle Beauvais, IGN
 Auteurs : J.B. HAVET, C. POSTIC - Décembre 2020 - Institut polytechnique UniLaSalle Beauvais

Figure 7. Distribution géographique des concessionnaires de la région HdF en fonction des marques

Nous constatons une distribution égale et uniforme des différentes concessions dans la région Hauts-de-France. Les concessionnaires de la région Hauts-de-France couvrent le territoire, avec une concentration légèrement plus accentuée dans le nord de la région.

2.2. Enquêtes auprès de 6 concessionnaires de la région Hauts-de-France

Les réponses obtenues des concessionnaires interrogés convergent de manière unanime en ce qui concerne la disponibilité des agroéquipements relatifs aux cultures légumineuses. Il émane de leurs retours qu'aucun déficit ou indisponibilité notable n'est à déplorer en ce qui concerne les agroéquipements destinés à la culture des légumineuses. Ces données témoignent ainsi de l'ampleur et de la variété de l'offre existante sur le marché, renforçant la perspective que l'accès à des outils appropriés pour les légumineuses ne semble poser aucune contrainte significative aux acteurs agricoles

3. Limites de l'étude et discussions

Malgré les apports substantiels de cette enquête, il est essentiel de reconnaître certaines limites inhérentes à notre approche. Tout d'abord, notre étude a mis en lumière la disponibilité généralement adéquate des agroéquipements dédiés aux légumineuses selon les réponses des concessionnaires interrogés. Cependant, ces conclusions sont tributaires de l'opinion et de la perception desdits concessionnaires, ce qui peut introduire un certain biais dans les données recueillies. Autant un commercial pourra dire que certains matériels sont plus difficiles à vendre que d'autre, autant il peut difficilement noter les demandes d'agriculteurs qui sont restées sans réponse, car les agriculteurs, généralement dotés d'un fort sens des réalités, suivent ce qui est proposé et n'insisteront pas sur ce qu'ils ne trouvent pas. Une analyse plus approfondie pourrait inclure des indicateurs objectifs de disponibilité, tels que l'accès effectif des agriculteurs à ces agroéquipements ou les demandes sans réponses d'agriculteurs, souvent implicites.

De plus, notre recherche s'est principalement concentrée sur la disponibilité des agroéquipements, laissant de côté des aspects essentiels tels que l'accessibilité financière, les pratiques d'utilisation optimales, et les questions de formation et de sensibilisation. Ces dimensions méritent d'être explorées plus en profondeur pour obtenir une image plus complète de la relation entre les agriculteurs, les concessionnaires et les agroéquipements, notamment en ce qui concerne les cultures légumineuses.

D'un autre côté, des lacunes dans la gestion des données recueillis par les étudiants et sur les questions ouvertes rendent l'analyse de ces dernières compliquées.

Enfin, il est important de noter que notre enquête s'est limitée à une région spécifique, en l'occurrence les Hauts-de-France, ce qui limite la généralisation des résultats à d'autres régions ou contextes. L'extension de cette recherche à des zones géographiques plus vastes pourrait permettre d'établir des comparaisons significatives et de dégager des tendances plus globales.

Dans l'ensemble, ces limites offrent des pistes intéressantes pour des études ultérieures visant à approfondir notre compréhension des dynamiques liées à la disponibilité et à l'utilisation des agroéquipements dans le secteur agricole, en particulier dans le contexte des cultures légumineuses

Partie 2 Etude auprès des conseillers de la région Hauts-de-France

1. Cadre bibliographique

La relation entre l'agriculteur et son conseiller agricole est souvent cruciale pour l'adoption réussie de nouvelles pratiques agricoles mais aussi de nouvelles technologies.

- Le conseil et sa place dans l'accompagnement des agriculteurs à l'adaptation aux enjeux agroécologiques

Les agriculteurs sont incités à faire évoluer leurs pratiques grâce au mouvement de transition agroécologique qui vise principalement la multi-performance des exploitations. Cette démarche nécessite une combinaison de compétences différentes, techniques, socio-économiques et environnementales, appelée approche globale ou approche systémique de l'exploitation.

L'agriculteur sera sans doute confronté à des problèmes dans ce contexte de changement de pratiques ; "on sait que moins la situation est standard et moins les connaissances sont disponibles pour formuler et résoudre les problèmes, plus la co-construction du problème et la co-construction des solutions sont nécessaires" (Laurent et al., 2006). C'est pourquoi de nombreux acteurs reconnaissent le rôle et la place des conseillers et des conseillers dans l'accompagnement des producteurs agricoles, car ces derniers ne sont pas toujours en mesure de savoir quoi faire face à la diversité des contextes et la complexité des situations. Par conséquent, "faire changer ou accompagner le changement des modes de productions et des pratiques agricoles" est le rôle logique des conseillers et des conseillers.

Les conseillers sont les principaux acteurs d'accompagnement auprès des agriculteurs pour changer les pratiques et leur apporter le soutien nécessaire. Ils sont censés donner un conseil performant, adapté, et la force de ce dernier réside principalement dans la posture du conseiller qui aide à la maturation des projets en tant que facilitateur. Néanmoins, il est difficile pour les conseillers et les producteurs agricoles de mettre en place la transition des systèmes agricoles. Au niveau du conseiller, il est difficile de déterminer comment traiter les différents problèmes, qu'ils soient intégrés dans des projets financés par le gouvernement ou développés par les agriculteurs. De plus, cela s'inscrit dans un cadre dans lequel le conseil évolue et les organismes de conseil se réorganisent, notamment en ce qui concerne le financement des services offerts aux agriculteurs.

Il existe diverses méthodes de conseil pour aider les producteurs dans la transition agroécologique : allant d'un simple transfert de connaissances à l'aide à la réalisation de projets. Un

mode d'accompagnement appelé conseil stratégique est apparu en 1990 et s'oppose à l'approche de type « un problème élémentaire - une solution standardisée ». Il vise plutôt à bien étudier le besoin de l'agriculteur dans sa globalité, c'est-à-dire dans l'ensemble du système, afin de lui proposer une gamme de solutions qui lui permettent de prendre la bonne décision et qu'elle soit la plus adaptée à ces besoins, capacités et convictions.

"Clarifier les objectifs et le fonctionnement de l'exploitation, en mobilisant une grande diversité d'éléments hétérogènes intégrés ensemble dans une même approche globale" est le but du conseil stratégique. Ce type de conseil reste insuffisant pour assurer une transition des systèmes agricoles visant la multi-performance des exploitations, c'est pourquoi un autre type de conseil semble pertinent et complémentaire pour arriver à un conseil répondant à la multi-performance appelé « conseil de transition ». Les différences entre les deux types de conseils sont liées à la finalité : le conseil stratégique vise à améliorer les performances économiques, tandis que le conseil de transition vise à améliorer les performances socio-écologiques. La combinaison des deux types de conseils semble être la plus pertinente pour accompagner les agriculteurs vers la multi performance des exploitations, ce qui lui donne le terme de conseil stratégique de transition.

Dans le cadre d'une étude menée auprès d'une coopérative champenoise, "Brives et collègues (2015)" ont décrit d'autres approches de conseil qui montrent d'autres dispositifs de conseil complètement différents et cela au sein de la société de conseil (coopérative) spécialisée dans le conseil en agriculture de conservation.

Le conseiller prescriptif ou accompagnement assurantiel utilise une expertise agronomique de pointe pour intégrer tous les éléments du système, mais il interdit aux agriculteurs de tenter des solutions incertaines au risque de remettre en question le conseil donné par le conseiller. Pour ce type d'accompagnement, le conseiller assume la prise de risque à condition que les agriculteurs respectent strictement la prescription. En identifiant ces contraintes, ses conditions pédoclimatiques et économiques, cette dernière est fondée sur un diagnostic de l'exploitation dans le but de mieux évaluer le besoin du producteur pour lui fournir les solutions nécessaires à la résolution du problème.

Un autre moyen de transmission de l'information et des connaissances est l'accompagnement participatif, qui se déroule au sein des groupes d'agriculteurs afin qu'ils échangent entre eux sur les différentes expériences qu'ils ont menées sur leurs exploitations. Le conseil au sein du groupe permet à l'agriculteur de découvrir et de chercher l'idée, l'information et la solution appropriée pour avancer dans le cadre de sa propre problématique. Dans ce cas, l'agriculteur est le seul responsable de ces décisions et choix, et le conseiller n'aura aucun risque à prendre.

Enfin, dans ce type d'accompagnement, l'agriculteur participe au processus d'apprentissage pour trouver la solution. Le retour d'expérience au sein du groupe est essentiel à la continuité et à la durabilité de ce mode d'accompagnement, car cette dernière peut être incertaine. Elle émerge au sein du groupe et peut être testée et réalisée par n'importe quelle personne du groupe, en relation avec sa situation.

On se rend compte que le soutien aux pratiques peut prendre plusieurs formes, ces dernières étant souvent loin d'une forme de conseil général standardisé. Il est évident que les pratiques de conseil en agriculture et les compétences des conseillers ont changé ces dernières années (Rémy, Brives et Lémery, 2006 ; Compagnone, Auricoste et Lémery, 2009) et que le conseil sur le marché, en particulier le conseil indépendant individualisé payant de type prescriptif, a connu un renouveau.

1.1. Les acteurs qui aident et conseillent les producteurs agricoles

Les organes de conseil jouent un rôle essentiel dans le soutien et l'aide des agriculteurs à prendre les bonnes décisions et à faire les bons choix, ce qui nécessite une intervention pour accompagner les producteurs agricoles aux changements de pratiques. Cependant ce n'est pas nouveau, depuis longtemps, de nombreuses organisations publiques et privées ont exercé des activités de conseil. Les chambres d'agriculture, les coopératives, les centres de gestion et les négoce privés sont les plus courants d'entre eux (SCHAUB, 2021). Malgré l'émergence de nouveaux prestataires de services de conseil, il existe également des concurrents majeurs tels que les conseillers et les organisations et/ou groupements de conseil indépendants. Toutefois, les seuls organismes sous la tutelle de l'État sont les chambres d'agriculture, qui sont chargées de contribuer à la multi-performance. Elles conseillent 1400 groupements d'agriculteurs et 1900 projets collectifs, dont les thèmes sont déjà inclus dans le projet agroécologique proposé par l'État. 127 réseaux de fermes DEPHY-ECOPHYTO sont gérés par elles afin d'optimiser l'utilisation des intrants et d'aider les exploitants qui souhaitent participer à la conversion.

1.2. Le développement du conseil spécialisé en agroéquipement en réponse aux changements de pratiques dans le cadre de la transition agro écologique

Face à de nombreux défis tels que la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, la réduction du tassement du sol, la hausse des coûts d'énergie, le changement climatique et ses aléas, la pénurie de main-d'œuvre, etc., le comportement des agriculteurs change et le métier de conseiller évolue à son tour afin d'optimiser l'accompagnement des agriculteurs.

Les actions de recherche et de développement se concentrent aujourd'hui sur l'agroéquipement afin de reconnaître et d'apporter des solutions innovantes pour répondre aux besoins des agriculteurs qui ne cessent d'évoluer et en intégrant parallèlement les effets économiques, sociaux, environnementaux et agronomiques dans le but de promouvoir des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Cependant, les conseillers en agroéquipements doivent aujourd'hui maîtriser les OAD (outils d'aide à la décision) afin d'aider les producteurs agricoles à prendre des décisions liées aux changements de leurs pratiques. Les OAD comprennent des outils de précision comme les capteurs et le GPS nouvellement installés sur les outils.

Le domaine du conseil en agroéquipement est à la croisée des domaines de l'agronomie, de l'économie et de la technologie. Il vise à accompagner les agriculteurs en leur fournissant les outils appropriés pour engager des actions concrètes dans leurs exploitations et faire évoluer leurs pratiques. Le conseil en agroéquipement peut inclure des démonstrations terrain qui permettent à l'exploitant d'observer et d'acquérir une expertise technique et économique par rapport aux outils qu'il utilise sur le terrain, ainsi que des actions d'optimisation des charges de production et d'amélioration des réglages des performances des machines pour bien les adapter à la cible agronomique lors des chantiers.

1.3. Acteurs spécialisés dans le conseil en agroéquipement

En comparaison avec d'autres spécialités de conseil qui peuvent avoir lieu dans le domaine de l'agriculture, comme la production végétale, la fertilisation ou aussi la production animale, la spécialité de l'agroéquipement est caractérisée par un nombre limité de conseillers qui ne dépassent pas une centaine à l'échelle du pays. Ils sont principalement employés par les chambres d'agriculture, et travaillent principalement avec les fédérations régionales des CUMA, qui sont des coopératives d'utilisation de matériel agricole. Ces dernières fournissent un soutien et un conseil juridique, technique et économique, ainsi qu'un soutien aux démarches administratives, une gestion partagée des matériels et de l'emploi et un soutien aux projets individuels et collectifs.

Pour fournir leurs conseils, les spécialistes de l'agroéquipement des chambres d'agriculture « s'appuient tant sur leurs connaissances techniques que sur l'approche globale de l'exploitation centrée sur les besoins des agriculteurs » (PEREIRA, 2010). Les thématiques qui font l'objet de conseils aujourd'hui concernent principalement le choix de l'outil avant investissement, l'estimation des coûts de mécanisation, le réglage de l'outil. Le temps du conseiller est principalement consacré au conseil, à la formation et aux démonstrations auprès des

agriculteurs. D'autre part, un temps est consacré à la recherche de l'information et à la création de références pour améliorer le conseil de tous les jours, répondre à différents types d'interrogations et cela en suivant toujours les expériences des agriculteurs sur le terrain. En outre, le conseiller est responsable de la diffusion de ces références, qui sont essentielles pour garantir un suivi et un accompagnement adéquats de l'agriculteur afin qu'il puisse s'appuyer dessus pour s'autogérer et acquérir une certaine autonomie.

Aujourd'hui, le modèle agroécologique demeure controversé dans la profession et l'organisation agricole car il demeure un processus à la fois complexe, incertain et indéterminé. Cela permet de répondre à la question de l'accompagnement dans la structure agricole en interrogeant les pratiques des accompagnateurs, en particulier dans le secteur de l'agroéquipement. Le rapport Bournigal (2014) a abordé ce sujet en affirmant que "le désengagement des instituts techniques agricoles sur le sujet, ainsi que la diminution des ressources humaines en conseil en machinisme, notamment dans les chambres d'agriculture, se traduisent par des lacunes scientifiques et techniques sur certains domaines de l'agroéquipement et mettent en péril le continuum recherche-développement-transfert industriel nécessaire au développement de l'agroécologie. De plus le transfert des connaissances n'est pas mesuré/évalué de manière optimale. L'ensemble de ces manques risque de ralentir le processus de développement de nouvelles pratiques.

Au-delà du sujet du conseil et de l'accompagnement, la question qui se pose aujourd'hui en lien avec l'agroéquipement : est-ce que les outils existants, qu'ils soient déjà en possession des agriculteurs ou disponibles sur le marché, peuvent accompagner toute cette diversité de pratiques agricoles qui ne cessent d'évoluer par ailleurs ? et comment des outils conçus en dehors de la ferme peuvent-ils s'aligner sur des systèmes techniques imaginés déjà installés au niveau des exploitations ?

- Recherches bibliographiques et recherche des informateurs et constitution d'un guide d'entretien

Avant notre étude, nous avons effectué une étape importante de recherche documentaire où nous avons examiné méticuleusement une variété de sources d'information, telles que des articles académiques, des revues spécialisées, des études pertinentes et des rapports liés à notre domaine d'intérêt. Le but de cette approche a été de regrouper les éléments fondamentaux nécessaires pour créer un guide d'entretien rigoureux et pertinent, tel que détaillé dans l'Annexe 03. Ce guide d'entretien a été conçu pour recueillir les données nécessaires pour répondre aux exigences de notre étude, y compris la problématique centrale, les objectifs spécifiques et les résultats anticipés.

Cependant, avant de commencer notre enquête sur le terrain, il était crucial de faire un inventaire minutieux des personnes importantes à interroger. Dans notre situation, les intervenants sont les experts en conseils agricoles, qu'ils soient spécialisés en agronomie, en machinisme ou en agroéquipements. La raison de cette décision réside dans la prise en compte que ces deux domaines sont en étroite interaction dans le cadre de la transition agricole. Avec l'aide précieuse des étudiants en troisième année d'UniLaSalle, où leur stage de recherche a été mené, nous avons pu identifier les conseillers agricoles appropriés. Nous avons pu cibler les experts les plus qualifiés et les plus pertinents pour notre enquête grâce à cette étape préliminaire, ce qui a fourni une base solide pour la collecte et l'analyse qui ont suivi.

2. Constitution de l'échantillon

2.1. La constitution de l'échantillon s'est faite en plusieurs étapes :

La première étape consistait en la collecte des acteurs du conseil dans la région Hauts de France, dans le cadre d'un projet étudiant qui devait être terminé le 08/06/2021. Il complétait le travail effectué par d'autres étudiants, qui consistait à recenser les concessionnaires et le matériel disponible pour la gestion des légumineuses fourragères dans la région. Son but était d'obtenir plus d'informations sur les acteurs de conseil existants dans la région, leur nombre, leur spécialité, leur profil et leur localisation sur la carte de la région. Au cours de la réalisation de cette étude, des entretiens exploratoires ont été menés avec des employés spécialisés, en particulier en agronomie. Afin de mieux développer le questionnaire, déjà élaboré sur la base de la recherche bibliographique et de prendre en compte leurs avis sur certaines questions du guide d'entretien, des enseignants au sein d'UniLaSalle nous ont proposé des questions pertinentes pour assurer une meilleure valorisation du travail.

Cependant, d'autres événements ont eu lieu, tels que la journée des cultures, organisée par ARVALIS et ses partenaires auprès de Reims dans la Marne le 17/06/2021. Un événement destiné aux producteurs de grandes cultures qui cherchent à innover pour améliorer la performance de leurs exploitations. Les exposants et les spécialistes étaient sur site pour présenter divers ateliers et pôles. L'objectif de notre visite était de rencontrer les conseillers pour réaliser des entretiens semi-directifs d'une part et de tester notre questionnaire d'autre part pour apporter les modifications nécessaires à sa structure, l'objectif étant d'avoir un langage commun et compréhensible avec les conseillers lors des prochains rendez-vous.

Durant la deuxième étape, nous avons récupéré des données, à partir du recensement des acteurs de conseil de la même manière que pour les concessionnaires, dans une base Excel, qui

a ensuite été révisée afin de compléter les informations manquantes telles que l'adresse e-mail et le numéro de téléphone, la spécialité de la boîte de conseil. On a essayé de les compléter en effectuant une recherche rapide sur Internet. Grâce à cette dernière, nous avons pu découvrir d'autres contacts qu'on a ensuite ajoutés à la liste répertoriée. Cependant, nous avons utilisé la méthode de boule de neige pour augmenter la taille de notre échantillon car d'autres contacts ont été recueillis, fournis par les conseillers enquêtés.

La troisième étape. Les enquêtes qualitatives par le biais d'entretiens semi-directifs se sont enchaînées parfois sous rendez-vous, parfois sur place au moment de l'appel selon les disponibilités des enquêtées. Les modalités d'enquête variaient entre présentiel, visioconférence et téléphone, avec une durée d'échange de 25 à 50 minutes. La prise de notes pendant les entretiens était essentielle pour obtenir les informations nécessaires à l'évaluation finale, et des questions improvisées se sont formées au fil de l'échange en fonction de l'orientation des discours des enquêtées. Cependant, notre questionnaire était déjà conçu avant, mais il a évolué après deux ou trois enquêtes, ajoutant certaines questions qui étaient apparues dans les réponses des premiers interviewés afin de voir comment les autres enquêteurs voyaient les mêmes questions.

Le choix de l'approche qualitative par le biais d'entretiens semi-directifs ciblés/centrés auprès des conseillers dans notre étude est expliqué par le fait qu'on souhaite explorer l'aspect du conseil et la façon dont il est mené afin d'identifier la façon dont le conseiller considère certains éléments comme l'agroéquipement, décrire et analyser son raisonnement, son constat aujourd'hui par rapport à certaines questions d'actualité, son expérience et son point de vue sur certains points.

3. Constitution, localisation et représentativité de l'échantillon exploratoire

La majorité de notre échantillon de recherche se trouve dans la région Hauts-de-France, qui est la zone géographique principale de notre étude. Grâce aux efforts des étudiants d'UniLaSalle, qui ont recueilli des données dans le cadre de leur projet d'étudiant, nous avons identifié un total de 20 acteurs. Nous avons établi environ dix contacts avec des conseillers en utilisant la méthode de la boule de neige en plus de ces acteurs. De plus, nous avons essayé d'établir des liens avec d'autres organisations en utilisant des recherches sur Internet ou des recommandations de personnes avec lesquelles nous avons eu l'occasion d'échanger. Au cours de cette période, nous avons reçu environ 50 appels. Finalement, nous avons pu mener des enquêtes qualitatives auprès de dix conseillers terrain, qui représentaient environ 20 % des

contacts ou des réponses positives que nous avons reçues. Il convient de souligner que ces experts sont spécialisés soit dans le soutien à la gestion des cultures (par exemple, la production végétale) soit dans le soutien à l'agroéquipement. Cependant, plusieurs thèmes importants ont émergé au cours des entretiens.

Nous avons identifié les différentes catégories de profils existantes en utilisant le critère du profil du conseiller afin de garantir une représentativité adéquate et une distribution équilibrée de notre échantillon. Ces profils sont liés à diverses structures de conseil, dont certaines se spécialisent dans un modèle ou un système agricole ou même dans des pratiques particulières :

- Les membres du conseil de la chambre d'agriculture.
- Les membres du conseil des coopératives agricoles.
- Les conseillers autonomes
- Les conseillers autonomes au sein d'un groupe.
- Les conseillers des groupements agricoles de développement.

Nous avons pu obtenir une représentation globale des acteurs du conseil agricole (Tableau 6) dans la région Hauts-de-France grâce à cette approche, tout en tenant compte de leurs particularités et domaines d'expertise.

Tableau 6. Déroulement des enquêtes des conseillers de la région Hauts-de-France

Nom et prénom	Fonction	Type de premier contact	Date d'entretien	Durée de l'entretien	Moyen
E01	Conseiller indépendant en agronomie - Société indépendante spécialisée dans le conseil agronomique,	Présentiel	17/06/2021	30 min	Présentiel (événement des Culturelles)
E02	Conseiller en agronomie - Société indépendante spécialisée dans le conseil agronomique	Téléphone	20/07/2021	47 min	Téléphone
E03	Conseiller en production végétale - Chambre d'agriculture de l'Oise	Présentiel	07/07/2021	39 min	Présentiel (site Unilasalle)
E04	Conseiller spécialisé en production végétale - société de conseil et d'accompagnement en agroécologie, agriculture durable, Agronomie	Mail	16/07/2021	29 min	Téléphone
E05	Conseiller en production végétale - coopérative spécialisée dans la valorisation des céréales, le conseil agronomique et zootechnique	Mail	23/07/2021	17 min	Téléphone
E06	Conseiller spécialisé en agroéquipement et sciences de l'éducation professionnelle - entreprise de conseil individuelle complètement indépendante	Mail	28/07/2021	17 min	Téléphone
E07	Conseiller en grandes cultures et légumes - groupement régional de l'agriculture biologique	Téléphone	05/07/2021	22 min	Téléphone
E08	Conseiller en agroéquipement - chambre d'agriculture de l'Aisne	Mail	29/07/2021	31 min	Visio-conférence via Teams
E09	Conseiller en agroéquipement- Coopérative d'utilisation du matériel agricole	Mail	23/07/2021	44 min	Téléphone
E10	Conseiller en agroéquipement- Coopérative d'utilisation du matériel agricole	Mail	05 / 07/ 2021	22 min	Téléphone

La dimension qualitative est présente dans la méthode utilisée pour analyser les résultats de cette enquête, conformément à la conception d'Evrard, Pras et Roux (2003), qui la définissent comme une "relation entre analyse et interprétation". Concernant l'analyse, Vernet et Gianelloni (2009) rappellent la nécessité d'effectuer des investigations méticuleuses et rigoureuses des données collectées afin d'extraire leur contenu et leurs idées. Toutefois, dans une approche qualitative il est également important de développer une interprétation que, s'appuyant sur les données elles-mêmes, ouvre à la réflexion et la subjectivité du chercheur (Corbetta 2003).

Notre étude a mis l'accent sur l'analyse de contenu, qui a été utilisée principalement pour les entretiens et les observations qualitatives (Schum, Krippendorff, and Biernat 2003). L'analyse s'est faite en 3 étapes :

- Transcription des données
- Codage des données transcrites
- Analyse des données

La première étape a consisté à recueillir une liste exhaustive des données. Les entretiens avec les interviewés ont été intégralement transcrits manuellement, mot à mot, sans aucune altération, explication ou abréviation, dans leur forme originale. Cette transcription n'a pas pris en compte les passages hors contexte et les éléments non pertinents. Il convient de souligner que ces données sont la base de notre enquête.

La transcription a été effectuée directement dans le document de l'enquête, dans un format pratique pour faciliter l'analyse. Pour simplifier la lecture ultérieure, nous avons choisi de transcrire les enregistrements audios plutôt que de les traiter directement. La transcription des entretiens a nécessité un temps important, allant de deux heures à une journée, avec des interruptions occasionnelles

De plus, il est important de souligner que lors de ces transcriptions manuelles, nous avons pris l'opportunité de noter des observations dans un bloc-notes. Ces notes ont été rédigées et transcrites à partir des restitutions des discours des enquêtés. L'objectif était d'obtenir des informations sur les perceptions, les sentiments et les réflexions de l'enquêteur concernant son expérience sur le terrain. Ces notes se sont principalement concentrées sur la détection de signaux, en particulier sur les sujets émergents et porteurs qui n'avaient pas nécessairement été abordés dans le questionnaire initial.

- Codage des données

Le modèle présenté dans l'article d'Andreani (2005) est la base de la méthodologie de codage des données choisie, qui recommande une approche de codage fermé basée sur la prédéfinition d'une grille d'analyse. Le processus a commencé par la collecte de blocs de données, qui ont ensuite été harmonisés en termes de séquence. Enfin, une analyse a été menée bloc par bloc, considérant chaque bloc comme une unité indépendante, dans ce que l'on pourrait appeler une analyse horizontale. En d'autres termes, chaque bloc a été analysé en relation avec les conseillers A, B, C, etc. dans le but de collecter les idées et les informations des discours des interviewés, ce que l'on appelle généralement une analyse verbatim. Les interviewés ont exposé des idées ou des thèmes de manière explicite ou implicite, et il incombait aux chercheurs de synthétiser chaque bloc à partir de ces idées ou thèmes. Il convient de noter que certains thèmes dans un bloc peuvent converger avec d'autres thèmes, ce qui a conduit à leur regroupement. De plus, tous les thèmes identifiés convergent également avec les hypothèses, car la phase suivante implique la vérification de ces hypothèses et la fourniture d'éléments de réponse au problème. Par conséquent, les données sont utilisées pour tester la validité des concepts à l'aide de techniques de traitement de données déductives.

En résumé, cette étape permet d'extraire directement des éléments observables du guide d'entretien et d'identifier les similitudes, les disparités, voire les conflits dans les discours sur le même sujet.

En ce qui concerne les unités de codage, nous nous sommes concentrés sur les paragraphes contenant les idées clés en examinant les idées exprimées par les interviewés afin de comprendre le sens des éléments liés à nos questions et hypothèses. Notre objectif était de déterminer le thème clé des idées principales des discours des enquêtées en utilisant les principes de l'analyse thématique. Cette méthode utilise le thème de l'entretien comme base pour la synthèse et la création de rapports. La méthode implique d'analyser les sujets en fonction de l'orientation et des objectifs de recherche liés à cette unité, de résumer et de synthétiser les principales réponses ou informations pertinentes.

L'unité d'analyse est divisée en idées clés et le contenu est divisé en idées et thèmes, ce qui est appelé analyse sémantique.

4. Résultats et discussion

Dans cette section, seront analysés les différents axes identifiés à l'étape du codage des données d'enquêtes.

4.1. Modalités et domaines d'intervention des conseillers concernant les pratiques agricoles

En identifiant les différentes manifestations du conseil agricole, leur typologie, leur audience cible en termes de modèle agricole et les modalités concrètes de mise en œuvre sur le terrain, ce thème est crucial pour approfondir notre compréhension du paysage du conseil agricole. L'étude du contenu de ce thème nous aidera à comprendre le contexte dans lequel l'activité de conseil est présentée dans la problématique. En outre, cette analyse nous aidera à établir des liens avec le secteur de l'agroéquipement en soulignant les différents types de conseils liés à ce secteur, ainsi que les modèles agricoles et les systèmes de production touchés par ces conseils et accompagnements.

4.1.1. Le conseil spécialisé ou général ne se limite pas à un seul système de production

Ce thème a été défini pour évaluer la nature du conseil donné sur le terrain et de déterminer s'il est généraliste ou spécialisé. De plus, il vise à déterminer si les conseils sont utiles pour tous les systèmes de production. Le but de cette approche est d'évaluer la variété des équipements que les agriculteurs pourraient utiliser, et qui pourraient nécessiter une assistance et des conseils adéquats.

Selon les discussions menées avec les conseillers, en particulier ceux spécialisés dans le conseil agronomique, en particulier en matière de production végétale, ils offrent un conseil spécialisé en matière de production végétale tout en intervenant pour divers systèmes de production. Certains d'entre eux se concentrent principalement sur les cultures à base de légumes et de grandes cultures, avec des interventions plus limitées en élevage. Cependant, les consultants spécialisés dans le conseil en production végétale ou agronomique ne se concentrent pas sur un système de production particulier, ni dans un domaine de production spécifique.

Il convient également de noter qu'il n'y a pas de conseillers spécialisés dans le changement ou l'adoption de nouvelles pratiques agroécologiques. Quels que soient les engagements des agriculteurs en matière de changement de pratiques, les conseillers fournissent plutôt un accompagnement global. Les conseils qu'ils donnent aux agriculteurs sont généralement conçus

pour combiner de multiples leviers, tels que la réduction de l'utilisation des intrants et l'utilisation de la rotation des cultures. Ainsi, il n'y a pas de modèle agronomique précis à suivre, mais l'adaptation reste essentielle.

Les conseillers en agroéquipement, y compris les CUMA, fournissent des conseils sur la gestion des machines, qu'ils qualifient de conseils généraux. Cela signifie qu'ils interviennent pour aider les agriculteurs à utiliser toutes les machines qu'ils possèdent. En ce qui concerne les systèmes de production, ils interviennent pour divers systèmes de production, tels que la polyculture élevage.

4.1.2. Différents modèles de production ciblés par les structures de conseil

Ce thème a été choisi délibérément pour déterminer quels modèles de production agricole font l'objet de conseils et si les conseils donnés sur le terrain ciblent des modèles de production spécifiques ou englobent l'ensemble des modèles de production. Le but de cette approche est de clarifier la nature unique du conseil en agriculture en vérifiant s'il concerne les modèles agricoles qui font partie de la transition agroécologique, ainsi que les modèles pour lesquels le conseil en agroéquipement intervient.

Les organisations de conseil, y compris celles spécialisées dans le domaine de l'agriculture, sont opérationnelles pour tous les types de production tels que l'agriculture biologique, l'agriculture intégrée et l'agriculture agroécologique. Il s'agit de structures qui ont plusieurs interventions, souvent composées de groupes de conseillers indépendants qui couvrent diverses spécialités. En cas de sollicitation par les agriculteurs, cette méthode facilite le fonctionnement de la structure et simplifie son intervention.

D'autres conseillers interrogés sont liés à des organisations de conseil spécialisées dans un modèle de production spécifique, qu'il s'agisse d'une coopérative, d'une société ou d'un groupement régional, et qu'ils exercent leur profession de manière indépendante ou non. Cependant, le conseiller ne vise que le modèle agricole spécifique à la structure de conseil à laquelle il est affilié. La spécialisation peut s'étendre de l'agriculture biologique à l'agriculture raisonnée, qui est généralement le domaine de prédilection des chambres d'agriculture, à l'agriculture de conservation et à l'agriculture conventionnelle. Par conséquent, il est constaté qu'il existe de plus en plus de structures de conseil spécialisées dans des modèles agricoles de plus en plus respectueux de l'environnement et de la santé humaine et animale.

Les professionnels de l'agroéquipement, y compris ceux des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole (CUMA), sont en mesure d'intervenir sur tous les modèles de production, à l'exception d'un conseiller en agroéquipement employé à la chambre d'agriculture, qui se

concentre sur l'agriculture conventionnelle. Cependant, la portée de certains conseillers en agroéquipement sur tous les modèles de production peut être attribuée à leur domaine d'activité plus large, en particulier pour ceux de la fédération régionale des CUMA, qui sont plus susceptibles d'aborder divers modèles de production. De plus, ils développent leur connaissance en agroéquipement pour les divers systèmes de production de la région.

4.2. Séparation du conseil et de la vente pour les conseillers interviewés justifiée par l'absence de partenariat

Les conseillers interrogés se concentrent uniquement sur les activités de soutien et de conseil, sans vendre de produits ni faire des recommandations de marques ou d'outils, car ils n'ont pas de relations avec les fabricants et les distributeurs. Cependant, en fonction de leurs domaines de spécialisation, ils peuvent émettre des avis sur des produits, notamment en ce qui concerne leur composition agronomique, tels que les engrais ou les produits phytopharmaceutiques, ou sur le choix du matériel à utiliser. Ils ne mettent pas en place une stratégie commerciale pour les agriculteurs. Il y a quelques années, de nombreux conseillers travaillaient à la fois dans le conseil et la vente, mais depuis janvier 2021, ces deux activités ont été séparées au moins dans les phytosanitaires. La tendance se propage également dans le domaine des équipements agricoles, où la problématique de la distinction des activités commence à se poser.

4.3. La sollicitation des conseillers par les agriculteurs est dominante, laprospection est relativement faible

Le thème abordé dans cette section se concentre principalement sur la question de la demande de services de conseil par les agriculteurs afin de déterminer si un accompagnement réel existe et si les agriculteurs ont recours à l'assistance des conseillers pour les guider dans l'évolution de leurs activités agricoles.

Selon les conseillers interrogés, la plupart des agriculteurs sollicitent actuellement leur compétence pour les aider à mettre en place leurs méthodes agricoles. Cette assistance peut aller de la simple transmission d'informations jusqu'à la gestion complète de projets agricoles, qui incluent la réflexion, la conception et la réalisation. Cependant, il est important de noter qu'il y a 25 ans, la prospection était la méthode la plus couramment utilisée, avec 100 % des cas impliquant une prospection sur le terrain. Actuellement, cette proportion a diminué à 20 %, principalement en raison de l'utilisation de la bouche à oreille qui favorise une demande

croissante des conseillers. À l'époque, il était courant de faire deux visites pour persuader un agriculteur de solliciter les services de conseil. Aujourd'hui, après 4 ou 5 visites à la société de conseil, les nouveaux clients issus de la prospection adhèrent. Néanmoins, l'objectif final du conseiller reste de collaborer étroitement avec des agriculteurs volontaires.

Les agriculteurs posent une variété de questions, et les réponses attendues varient selon la spécialité du conseiller. Par exemple, un agriculteur peut avoir acheté un nouvel équipement et avoir besoin de conseils pour savoir comment l'utiliser au mieux. Il peut se poser des questions sur la culture la plus appropriée à l'outil disponible et sur les conditions d'utilisation optimales. Au sein de la communauté agricole, ces problèmes ont un impact sur la diffusion de connaissances et de bonnes pratiques agricoles.

4.4. Un conseil adapté aux besoins de l'agriculteur : entre personnalisation et/ou action en collectif

Cette section offre un aperçu du type de soutien que les conseillers offrent aux agriculteurs. Cela nous aide à comprendre le contexte et les objectifs du conseil sur le terrain.

La plupart des répondants fournissent les deux types de conseil : le conseil personnel et le conseil collectif en groupes. Le conseil personnalisé implique une communication directe entre l'expert et l'agriculteur, et il est principalement fourni par des professionnels indépendants. Cependant, les agriculteurs qui font partie de l'association et qui collaborent avec ces conseillers sont organisés en groupes pour favoriser une communication discrète concernant leurs expériences et leurs méthodes de travail. Pour gagner du temps et observer les évolutions potentielles, le conseil au sein du groupe offre la possibilité de mener des expérimentations sur le terrain, comme des tests chez les agriculteurs. Les organisations telles que les CUMA offrent également des conseils personnalisés au sein du groupe, impliquant les agriculteurs adhérents à la coopérative, en particulier pour aider à choisir le matériel lors de démonstrations sur le terrain ou pour offrir un accompagnement technique collectif. D'autres organisations de conseil, telles que la chambre d'agriculture, rassemblent les agriculteurs sur des sujets concernant l'agriculture de précision.

Les conseillers indépendants utilisent un type de conseil plus organisé appelé conseil prescriptif, qui utilise une expertise agronomique avancée en prenant en compte tous les aspects du système. Néanmoins, cette forme de conseil interdit aux agriculteurs de tester des solutions incertaines, sous peine de contester les conseils du conseiller. L'objectif de la structure est que le conseil soit mis en œuvre, même si le conseiller doit tenir compte des contraintes

organisationnelles et financières de l'exploitant, ce qui peut le contraindre à établir des priorités. Il va sans dire que le conseiller l'adapte aux besoins de l'agriculteur. Si un conseiller suggère trois apports d'engrais sur le terrain, mais que l'agriculteur souhaite en ajouter quatre, le conseiller essaie de s'adapter en recalculant les quantités à ajouter à chaque fois. Cela nécessite une maîtrise approfondie de tous les critères d'exploitation, car ils peuvent parfois causer des problèmes supplémentaires.

4.4.1. Un conseil personnalisé adapté aux conditions pédoclimatiques

Les conseillers interrogés ont fourni des justifications pour leur décision de fournir des conseils personnalisés lorsque cela est nécessaire. Cette méthode a pour but de répondre aux besoins uniques de chaque agriculteur en tenant compte des limites agronomiques liées à chaque type de sol. Chaque agriculteur a également ses propres méthodes de travail, ses produits, ses responsabilités juridiques et son équipement.

Néanmoins, les conseillers qui s'adressent à une grande partie de la région des Hauts-de-France travaillent sur un espace marqué par une forte diversité géographique. Les conditions pédoclimatiques et les caractéristiques du sol varient considérablement d'un département à l'autre ou d'un endroit à l'autre, allant des limons profonds aux limons argileux et aux limons à silex. Ainsi, les difficultés auxquelles un agriculteur est confronté varient en fonction de sa localisation géographique et de sa zone de travail. C'est pourquoi il est préférable d'offrir un accompagnement plus individualisé afin de mieux répondre aux différentes exigences auxquelles les agriculteurs peuvent être confrontés.

4.4.2. Un accompagnement à régime proche auprès des agriculteurs

Selon les données recueillies auprès de tous les conseillers interrogés, il est évident que le conseil agricole travaille directement avec les agriculteurs sur le terrain en organisant des rencontres sur le terrain. Cependant, des conseils à distance sont également envisageables si les agriculteurs ont besoin d'informations simples ne nécessitant pas de déplacement sur place. Il convient également de souligner que des réunions techniques en salle sont occasionnellement organisées pour les agriculteurs. Il n'est pas nécessaire que ces réunions impliquent un contact direct avec le matériel agricole.

4.5. La place de l'agroéquipement dans le conseil dépend de la spécialité du conseiller

4.5.1. L'agroéquipement n'est pas la porte d'entrée pour les conseillers non spécialisés en agroéquipement mais reste une composante permettant l'optimisation du conseil.

Les experts enquêtés, dont la compétence ne se situe pas dans le secteur de l'agroéquipement, ne lui accordent pas une place importante dans leur stratégie. Ils sont principalement chargés d'aider les agriculteurs à mettre en œuvre des pratiques agricoles ou des projets particuliers, comme la transition vers des cultures biologiques et d'autres projets similaires. L'agroéquipement est considéré comme une partie du système global dans ce contexte, mais il n'est en aucun cas considéré comme l'élément clé du conseil. Cependant, ces conseillers peuvent fournir des informations sur les différents modèles d'agroéquipement et aider à choisir le matériel approprié. Il est important de noter qu'il y a actuellement des cours de formation consacrés au choix de l'équipement, en particulier pour le désherbage mécanique. Afin d'optimiser les résultats pour les agriculteurs, les conseillers incluent l'agroéquipement dans leur conseil agronomique dans ces conditions.

4.5.2. L'agroéquipement est la porte d'entrée du conseil pour les conseillers spécialisés en agroéquipement

Les conseillers techniques considèrent l'agroéquipement comme la base de leur conseil. En d'autres termes, l'agroéquipement est considéré comme l'élément clé de leur activité et occupe la première place dans leur entreprise.

4.5.3. L'agroéquipement intervient en complément à un besoin agronomique

Selon les experts en agroéquipement interrogés, il est crucial de définir les besoins particuliers avant de donner des conseils en matière d'agroéquipement. Les besoins des membres d'une coopérative comme les CUMA peuvent différer considérablement d'un membre à l'autre. Par conséquent, au lieu de se concentrer immédiatement sur les outils à utiliser, le conseiller doit d'abord comprendre et évaluer ces besoins. Si un désherbage mécanique est nécessaire, le conseiller commencera par poser des questions fondamentales telles que dans quelle situation le désherbage sera-t-il effectué, pour quelles cultures, dans quelles conditions d'humidité du sol, à quel stade végétatif des plantes, etc.

Un agriculteur peut parfois souhaiter réduire l'espacement entre les rangs de semis, ce qui nécessiterait peut-être un changement de pratique agricole et donc un changement d'équipement. Par conséquent, le conseiller évalue l'importance du besoin en tenant compte du fait que chaque besoin peut nécessiter un équipement différent. Une fois les paramètres clairement définis, le conseiller se penche sur le choix de l'équipement approprié pour accomplir la tâche.

Cependant, il est intéressant de noter à l'heure actuelle que les spécialistes en agronomie et en agroéquipement mutualisent leurs compétences afin de fournir des conseils globaux. L'agroéquipement est maintenant considéré comme une aide supplémentaire à l'agronomie. Lorsque le conseil intègre l'agroéquipement, il vise à résoudre des problèmes tels que les coûts, la dimension, l'entretien et le renouvellement du parc de machines. Lorsque ces éléments entrent dans le domaine de compétence du conseiller, il modifie ses conseils pour répondre aux besoins uniques de chaque agriculteur. Chaque conseil est construit en fonction du contexte individuel, il n'existe pas de solution universelle.

4.6. L'intervention en conseil d'agroéquipement dépend de différents facteurs

Selon les informations recueillies auprès des conseillers interrogés, la prise en compte de l'agroéquipement dépend étroitement de la spécialité du conseiller et de la nature des besoins de l'agriculteur, qui doivent être directement liés au domaine de compétence du conseiller. Par exemple, lorsqu'une structure se concentre sur la nourriture des plantes et la qualité du sol, l'inclusion de l'agroéquipement dans le conseil ne se fait que pour gérer la modulation. Cependant, les informations concernant l'agroéquipement n'auront aucune influence sur le conseil si le besoin de l'agriculteur ne concerne pas la modulation. Afin de créer une carte de modulation parfaitement compatible avec la console en utilisant le conseil pour la modulation, il est crucial d'avoir des informations précises sur la marque de la console et le type de distributeur (liquide ou solide).

De manière similaire, l'élaboration d'un plan d'équipement pour la mise en place de systèmes d'irrigation nécessite une étude préliminaire du parcellaire et des données climatiques. Cela nécessite la prise en compte de variables telles que la puissance de l'équipement en fonction de la surface à irriguer, le type de culture et d'autres facteurs. Le conseiller prend en compte l'agroéquipement pour établir des priorités, en particulier en déterminant la quantité idéale d'eau

à consommer pendant la période idéale. Le conseiller accorde une attention particulière à des facteurs tels que la taille du pulvérisateur pour s'assurer que l'apport en eau est efficace.

4.6.1. Disponibilité de l'outil

Certains conseillers prennent en compte l'agroéquipement pour s'adapter aux besoins spécifiques des agriculteurs. Il est courant que ces individus possèdent plusieurs terres à des endroits différents, ce qui implique qu'un agriculteur peut ne pas se trouver dans un seul endroit, ayant acquis des terres à différents endroits. Le conseiller tient compte de l'agroéquipement en termes de gestion du temps de travail et de disponibilité de l'outil dans un tel contexte. En raison de contraintes liées à la disponibilité de l'agroéquipement, par exemple, il peut être nécessaire d'organiser le travail de manière à ce que l'agriculteur effectue seulement deux passages au lieu de trois.

Les conseillers accordent une grande importance à la notion de sécurité, en particulier en ce qui concerne la disponibilité des outils. Un agriculteur ayant une bonne équipe permet d'adapter facilement les conseils donnés, ce qui contribue à une mise en pratique plus efficace des techniques agricoles recommandées.

4.6.2. Conditions climatiques affectant le travail au niveau de l'exploitation

Selon les affirmations des conseillers spécialisés en agronomie, en particulier dans le domaine de la production végétale, ils sont parfois confrontés à la nécessité de fournir des conseils en matière d'agroéquipement lorsqu'il est nécessaire d'agir rapidement en raison des conditions climatiques. Dans des circonstances comme celles-ci, il peut y avoir peu de temps pour trouver des solutions réfléchies. Les conseillers ont moins de marge d'erreur de nos jours qu'auparavant. Le conseil en agroéquipement nécessite parfois une connaissance approfondie de l'outil, y compris de ses réglages, ce que tous les conseillers ne maîtrisent pas nécessairement. En conséquence, il est fréquemment signalé qu'il y a un besoin de formation supplémentaire dans ce domaine.

Cependant, après une réflexion approfondie, le conseiller peut également suggérer l'utilisation de l'équipement en fonction des conditions climatiques ou des objectifs spécifiques fixés par l'agriculteur, en prenant en compte le contexte de l'exploitation et les préférences de l'agriculteur.

4.6.3. Choix du matériel avant investissement

Il est important de souligner une différence notable entre les conseillers des coopératives CUMA, qui sont impliqués dans l'utilisation des équipements agricoles de ces coopératives, et

les conseillers en agroéquipement des chambres d'agriculture, dont l'intervention se situe principalement en amont du processus de conseil en agroéquipement. Plus précisément, leur mission consiste à aider les agriculteurs à choisir la machine appropriée avant l'investissement, à estimer les coûts associés et à évaluer les critères économiques associés à l'acquisition de matériel agricole. Ils n'interviennent généralement pas une fois que l'agriculteur a pris sa décision.

Cependant, la majorité des autres conseillers interrogés fournissent des conseils sur l'agroéquipement, qu'il soit déjà en possession de l'agriculteur ou non.

Selon les conseillers agronomes spécialisés dans la production végétale, c'est souvent l'agriculteur lui-même qui détermine l'outil à utiliser. Les agriculteurs ont souvent des connaissances pertinentes sur le matériel agricole et parfois sont mieux informés que le conseiller lui-même. Lorsque le conseiller donne ses conseils dans ce contexte, il prend en compte le matériel déjà présent chez l'agriculteur.

4.7. La prise en compte de l'agroéquipement dans leurs dimensions techniques et économiques

Selon les données recueillies auprès des conseillers interrogés, l'agroéquipement est examiné sous diverses perspectives, telles que techniques, économiques et parfois agronomiques. Cette méthode multidisciplinaire vise à renforcer les recommandations concernant l'équipement agricole afin de maximiser les opérations agricoles. Les recommandations techniques en matière d'agroéquipement sont élaborées en tenant compte de variables telles que la superficie de l'exploitation et les conditions climatiques. Par exemple, cela pourrait inclure la suggestion d'un équipement adapté au fonctionnement ou la suggestion d'un outil spécifique qui a déjà été efficace chez un exploitant voisin. Il arrive parfois que des visites sur le terrain soient organisées afin que les agriculteurs puissent voir l'équipement de près.

Le volet économique des conseils se concentre davantage sur des questions telles que la gestion de la consommation de carburant et d'énergie, ainsi que sur l'évaluation de la puissance de l'outil par rapport à son coût. En outre, les experts en agriculture respectueuse de l'environnement, tels que l'agriculture de conservation, accordent une attention particulière à l'aspect agricole. Pour préserver la texture du sol, l'accent est mis sur la prévention du tassement du sol causé par le passage d'un équipement dans ce contexte.

Cependant, les conseillers qui ne sont pas spécialisés en agroéquipement fournissent également des conseils techniques, bien que leur niveau de détail puisse être limité par rapport aux composants de l'agroéquipement.

4.8. L'expérience terrain et l'ancienneté sont les principales sources de connaissances en agroéquipement

Même s'ils n'ont pas reçu de formation technique spécialisée en machinisme agricole, certains conseillers peuvent donner des conseils en agroéquipement dans des domaines particuliers, tels que la préparation du sol et la pulvérisation. Depuis de nombreuses années, ces domaines sont des pratiques courantes et anciennes qui ont fait l'objet de conseils. Après avoir suivi une formation en agronomie, ces conseillers ont également acquis des connaissances en contactant les constructeurs de marques et les concessionnaires, en particulier lors de journées de démonstration sur le terrain. L'objectif était d'acquérir une compréhension de la façon dont les outils fonctionnaient. Les conseillers ont eu l'occasion d'observer, d'apprendre et d'échanger des informations lors de ces événements. De plus, leurs compétences ont été améliorées grâce à leur expérience directe sur le terrain avec des agriculteurs. Il convient de souligner que ces conseillers ne possèdent pas une connaissance approfondie et étendue de l'ensemble des équipements agricoles, mais ils sont capables de répondre à des questions spécifiques concernant les pratiques qu'ils connaissent bien. Ils élaborent leurs conseils en fonction de leur réseau professionnel et de ce qu'ils ont vu comme des pratiques efficaces sur le terrain. Néanmoins, s'ils rencontrent des problèmes auxquels ils ne peuvent pas répondre, ils sollicitent l'aide d'autres intervenants, tels que des conseillers spécialisés en agroéquipement ou des concessionnaires.

Leur structure ne compte pas de conseillers en agroéquipement et une minorité de conseillers n'ont aucune connaissance du fonctionnement des équipements agricoles. Il arrive parfois que les agriculteurs sollicitent l'aide de formateurs indépendants spécialisés dans des domaines particuliers de l'agroéquipement. Ces formateurs sont également des conseillers en agroéquipement qui aident les agriculteurs à gérer leurs outils de manière globale. D'autres conseillers laissent l'agriculteur décider de son prestataire de services, généralement le vendeur du matériel, pour acheter le matériel. Ensuite, le conseiller agronomique adapte son conseil à l'équipement choisi par l'agriculteur, en tenant compte de ses conseils précédents sur des techniques agronomiques telles que la gestion des engrais.

Les conseillers spécialisés en machinisme agricole ont développé leur base de connaissances en agroéquipement grâce à leur formation dans le domaine du machinisme, ainsi qu'à leur

expérience sur le terrain et à leur proximité avec les agriculteurs et leurs pratiques. Cela est particulièrement vrai pour les conseillers qui proviennent du domaine agricole. Les conseillers ont également amélioré leurs compétences en travaillant aux côtés des concessionnaires et des constructeurs lors d'essais sur le terrain. En fin de compte, leur compréhension des équipements agricoles repose sur un ensemble d'éléments, tels que l'expérience directe, les retours d'expérience des agriculteurs et les interactions avec les acteurs de l'industrie.

4.9. Conseiller en agroéquipement vs conseiller de la concession en agroéquipement

Selon les réponses des conseillers interrogés, il est important de noter que le conseiller en agroéquipement ne remplace pas le conseiller terrain en charge de la gestion de la fertilisation, de la protection des plantes ou de la gestion de l'irrigation. Les conseillers spécialisés dans l'orientation agricole considèrent que l'agroéquipement est un élément parmi les plus importants de l'exploitation, ce qui leur permet d'optimiser leurs recommandations. Le conseiller en agroéquipement est une personne qui s'est spécialisée dans le matériel agricole et a une expertise en mécanique agricole plutôt qu'en agronomie. En présentant aux agriculteurs toutes les options possibles, qu'elles soient ou non viables, son objectif est de maximiser la rentabilité et l'utilisation des équipements. Ces conseillers n'ont pas suivi une formation en agronomie, mais plutôt en mécanique agricole. Ils visent à maximiser l'utilisation des agroéquipements en tenant compte des besoins des agriculteurs. Par exemple, l'agriculteur vise fréquemment à obtenir un rendement optimal et une rentabilité optimale de son entreprise.

Le poste du conseiller agronome est complété par celui du conseiller en agroéquipement. La première offre des conseils dans son domaine de compétence, qu'il s'agisse d'équilibres chimiques, économiques ou autres éléments. Le conseil en agroéquipement apporte une touche supplémentaire au processus d'accompagnement afin de s'assurer que l'agroéquipement utilisé soit efficace, quel que soit son type. Par exemple, en ce qui concerne les pulvérisateurs, le conseiller en agroéquipement est capable de déterminer si l'outil est mal réglé et ne délivre pas les doses nécessaires au bon endroit. Enfin, le conseil global vise à aider l'agriculteur à maximiser le rendement et la rentabilité de son entreprise.

De nos jours, les vendeurs de concessions sont également des conseillers en agroéquipement. Lorsque les agriculteurs en ont besoin, ils fournissent des conseils concernant l'agroéquipement. En règle générale, les agriculteurs sont visités par les conseillers des concessions. Ils gèrent un

portefeuille d'environ cent agriculteurs clients et répondent aux besoins et demandes uniques. Les agriculteurs demandent fréquemment des conseils quand ils en ont besoin.

4.9.1. Le conseil en concession est biaisé par l'acte de vente

Le concessionnaire ou le constructeur peut fournir des conseils sur les outils qu'ils vendent. Cependant, le concessionnaire ne mettra pas en avant les mérites de l'équipement concurrent si un concurrent propose un outil jugé plus performant ou mieux adapté aux besoins de l'agriculteur. Cette situation témoigne des limites de l'utilisation des conseils d'un concessionnaire pour choisir une machine. Il est important de noter que le concessionnaire peut fournir un conseil efficace car il prend d'abord le temps d'écouter les besoins de l'agriculteur. Ensuite, il explique en détail le fonctionnement et l'utilisation de l'équipement de sa gamme. Cependant, il convient de souligner que le conseiller de la concession suggérera toujours un outil de la gamme qu'il commercialise. Même s'il pense qu'un autre outil est plus adapté aux besoins des agriculteurs, il ne conseillera jamais celui d'un concurrent. Généralement, une stratégie commerciale de concession motive ce choix.

4.9.2. L'importance de la neutralité dans le conseil et du moment d'intervention du conseiller

La différence entre les conseillers en agroéquipement et les conseillers de la concession réside en partie dans la manière dont ils proposent l'outil en fonction des besoins de l'agriculteur. Cependant, les conseillers en agroéquipement des chambres d'agriculture ou des CUMA ne participent pas à la vente de matériel agricole. Ils se concentrent principalement sur leur compréhension des divers équipements disponibles sur le marché et des avantages et des inconvénients de chaque option. Il n'existe pas d'outil idéal pour chaque usage, et les conseillers sont chargés d'aider les agriculteurs à choisir l'équipement le plus approprié. L'agriculteur est responsable de la prise de décision finale. Comme mentionné précédemment, les deux types de conseillers peuvent être compétents en gestion de l'outil, mais cette différence peut être caractérisée par la neutralité des conseillers en agroéquipement.

Le moment où les conseillers en agroéquipement et les conseillers de la concession interviennent est une autre distinction. En règle générale, les membres des conseils des chambres d'agriculture et des CUMA sont présents avant l'acquisition de l'équipement, mais ils ne sont généralement pas présents après. Ils sont principalement chargés de conseiller en amont lors de la réflexion sur le choix de l'équipement.

4.9.3. La prise en compte des données agronomiques pour faciliter l'adaptation des outils

En fonction des besoins, les données agronomiques sont cruciales pour garantir une adaptation optimale de l'outil à la cible agronomique.

Lors de l'identification des besoins, les conseillers en agroéquipement prennent en compte le contexte agronomique, car les recommandations peuvent varier selon le type de sol. Les recommandations pour un sol argileux (plus de 70 %) diffèrent de celles pour un sol sableux. De plus, les agriculteurs ont généralement une connaissance approfondie de leurs objectifs et de leur environnement agricole, ce qui influence leurs décisions.

Cependant, il est important de souligner que des concessionnaires et des vendeurs de matériel compétents peuvent jouer un rôle essentiel dans l'adaptation de l'agroéquipement aux conditions agronomiques spécifiques. De plus, l'agriculteur lui-même doit avoir une connaissance approfondie de son domaine et doit être capable de communiquer clairement ses besoins. Le conseiller doit alors adapter l'outil aux besoins de l'agriculteur.

Il est important de noter que certains conseils en agroéquipement nécessitent la prise en compte de données agronomiques, tandis que d'autres ne l'exigent pas. La distinction est basée sur le type d'équipement utilisé. Par exemple, les conseillers CUMA tiennent compte des données agronomiques, également appelées données pédoclimatiques, principalement lorsqu'il s'agit de travaux liés au sol. Cependant, pour les opérations de récolte, la maturité des cultures peut être un critère pris en compte sans nécessiter de données agronomiques particulières. Il est crucial de souligner que le conseil en agroéquipement ne dépend pas systématiquement des données agronomiques, car cette dépendance est étroitement liée à la nature de l'équipement envisagé.

4.10. La mutualisation des compétences pour combler les manques de connaissances agronomiques de conseillers en agroéquipements

Les conseillers spécialisés en agroéquipement et les conseillers issus des concessions peuvent présenter des lacunes en matière de connaissances et de compétences dans des domaines tels que l'agronomie, la zootechnie ou l'alimentation des troupeaux. Les recommandations concernant le choix de l'outil correspondant à ces domaines peuvent alors être inexactes. Par conséquent, ces conseillers ont la possibilité de collaborer avec des spécialistes afin de proposer des conseils en agroéquipement de haute qualité. De plus, ils peuvent chercher à s'informer

auprès d'experts et affiner leurs conseils en s'appuyant sur la complémentarité des compétences d'autrui.

Cependant, l'expérience professionnelle est cruciale dans ce contexte.. Par conséquent, ils sont capables d'offrir des conseils de haute qualité sans nécessairement avoir besoin de consulter d'autres professionnels ou d'être accompagnés dans leur processus.

4.10.1. L'adaptation de l'agroéquipement aux besoins agronomiques dépend de la formation du conseiller

De nos jours, la formation initiale d'un conseiller en agroéquipement est cruciale pour son accompagnement sur le terrain. Cette formation initiale est essentielle car elle détermine en grande partie la capacité du conseiller dans ce domaine. Le choix de la formation initiale qu'il a suivie est crucial. Si le conseiller a reçu une formation approfondie en machinisme agricole, il pourrait avoir des lacunes dans d'autres domaines. Cependant, un conseiller qui a reçu une formation initiale plus large, comme celle d'UniLasalle, axée sur l'agroéquipement, est plus susceptible d'avoir une expertise plus approfondie et pertinente. Il convient également de noter que le développement des compétences d'un conseiller en agroéquipement est fortement influencé par l'expérience sur le terrain.

La formation en machinisme agricole a connu une évolution significative au cours des dernières décennies. Cette formation était principalement axée sur les aspects techniques il y a 40 ans. Cependant, aujourd'hui, les experts en agroéquipement ont la possibilité de recevoir une formation plus large d'abord, avant de se spécialiser dans le secteur. Une base solide de compétences générales peut être acquise grâce à cette méthode, qui peut ensuite être complétée par une expertise spécifique en agroéquipement.

4.10.2. L'adaptation de l'agroéquipement aux besoins agronomiques dépend également des connaissances de l'agriculteur

Le conseiller en agroéquipement, tout comme le conseiller de la concession, est capable de fournir des conseils sur les outils agricoles. Cependant, si l'agriculteur ne remplit pas son rôle, l'adaptation de cet outil au contexte agronomique peut rapidement devenir problématique. En d'autres termes, il est essentiel que l'agriculteur possède une connaissance approfondie de ses terres et soit capable de définir de manière précise ses besoins, ainsi que de les communiquer efficacement au conseiller en agroéquipement ou au concessionnaire.

Cependant, selon les résultats des entretiens avec les conseillers, les agriculteurs sont généralement extrêmement spécialisés en agronomie. Les agriculteurs ont une grande expertise

qui permet aux concessionnaires ou conseillers en agroéquipement d'adapter efficacement l'outil aux besoins uniques de l'exploitation agricole.

L'optimisation des réglages et de l'utilisation des outils est une compétence manquante chez les conseillers agronomes et agroéquipements. Selon les interviews menées, il semble que certains conseillers enquêtés ne possèdent les compétences requises pour fournir des conseils en matière de configuration que pour certains types d'outils. Les équipements de travail du sol, les pulvérisateurs et les équipements de désherbage mécanique font généralement partie de ces outils, en particulier dans les établissements spécialisés en agriculture biologique. L'utilisation de ces outils spécifiques (comme le binage, l'hersage, etc.) peut être ajustée et réglée spécifiquement par les conseillers de ces structures. Cette capacité est extrêmement importante car elle est essentielle au modèle agricole biologique. Cependant, ces conseillers ont acquis ces compétences de manière autodidacte et ne peuvent pas fournir des conseils de réglage pour l'ensemble des équipements disponibles sur le marché.

- Impact du changement climatique sur l'optimisation des réglages des outils

Les agriculteurs sont plus enclins à optimiser les réglages de leurs outils en raison du changement climatique. Les conditions climatiques actuelles nécessitent des ajustements de plus en plus précis en raison des limites temporelles pour mener à bien les activités agricoles. Les agriculteurs doivent donc prendre des décisions immédiates sans perdre de temps à réfléchir. De nos jours, les agriculteurs et les conseillers agricoles ont plus de possibilités d'erreur qu'auparavant. Il devient crucial de comprendre comment utiliser et régler les outils agricoles en fonction des situations.

Les conseillers qui ne sont pas spécialisés dans la gestion des outils peuvent parfois ne pas savoir comment régler les machines. Dans une phase d'expérimentation, ils peuvent collaborer avec les agriculteurs pour sélectionner le meilleur équipement. Cependant, en ce qui concerne les réglages, ces conseillers utilisent souvent une approche théorique basée sur leurs connaissances, en particulier dans des domaines tels que le travail du sol, le désherbage mécanique ou la pulvérisation. Ils font ensuite des ajustements en fonction de leurs observations sur le terrain. Cette méthode permet à l'agriculteur d'obtenir le réglage optimal de l'outil tout en offrant un certain degré de réconfort.

- Le rôle des nouvelles technologies dans l'optimisation de l'utilisation du matériel agricole

Selon les données recueillies auprès des conseillers, il y a eu des changements importants dans les technologies de l'agroéquipement au cours des dernières années, en particulier en ce qui concerne les pulvérisateurs qui sont de plus en plus innovants. En ce moment, ces machines ont

une plus grande précision dans la distribution des produits phytosanitaires, grâce à l'utilisation d'outils GPS qui facilitent le contrôle et l'optimisation des opérations au sein de l'exploitation. Certains pulvérisateurs, par exemple, peuvent délivrer automatiquement des produits dès qu'ils détectent des mauvaises herbes, sur ces plantes uniquement.

Cependant, le coût associé, qui connaît une inflation significative, est un obstacle majeur à l'adoption généralisée de ces technologies. Les conseillers sont perplexes quant aux causes de cette augmentation. Est-ce à cause de l'introduction de nouvelles technologies, de l'amélioration des performances des équipements ou des coûts élevés de recherche et développement. Les agriculteurs ont été incités par l'inflation à créer des coopératives, telles que les CUMA, qui offrent un cadre pour le partage et l'utilisation collective du matériel agricole.

Les progrès technologiques et informatiques sont cruciaux également pour augmenter l'efficacité des conseils agricoles, qu'ils soient dispensés par des conseillers indépendants, des coopératives ou des négociants, afin d'atteindre des rendements optimaux, et ce d'autant que le changement climatique favorise la reconception des systèmes agricoles dans un contexte de transition agroécologique

- Le dérèglement climatique impacte indirectement le conseil en agroéquipement

Le secteur du conseil en agroéquipement est directement touché par le dérèglement climatique. Ses effets affectent directement les cultures et leur évolution, mais ils affectent également le matériel agricole de manière indirecte. Le conseil concernant le climat et celui favorisant la diminution des intrants entraîne des modifications dans l'utilisation des équipements, car les choix des agriculteurs pour investir dans ces outils changent en conséquence.

Le changement climatique amène à un changement des systèmes agricoles et à l'ouverture à de nouvelles pratiques

Selon des conseillers, les agriculteurs subissent souvent des changements dans leurs stratégies d'investissement au niveau de leurs exploitations en raison du dérèglement climatique. En fonction des cultures en cours, ces ajustements peuvent être justifiés ou non, en particulier pour les cultures à forte valeur ajoutée comme les légumes, qui nécessitent souvent l'acquisition d'équipements spécifiques, nécessitant ainsi des investissements plus importants. Cependant, il est important de souligner qu'au cours des dernières années, un grand nombre d'investissements ont été effectués en amont de la production agricole.

Les conditions climatiques instables peuvent nécessiter une révision complète du système de production des exploitations. Les agriculteurs qui adoptent l'agriculture biologique sont plus sensibles aux changements climatiques que les agriculteurs traditionnels.

De plus, les études montrent que les agriculteurs ont adopté de nouvelles méthodes pour faire face aux changements climatiques, telles que le semis direct, en particulier dans le domaine de l'agriculture biologique. Le maintien de la fraîcheur dans les champs est rendu possible par cette méthode. Les agriculteurs utilisent également des méthodes alternatives pour réduire les perturbations du sol. L'utilisation du désherbage mécanique, une pratique de plus en plus courante dans l'agriculture conventionnelle, est l'une de ces tendances importantes. Les restrictions croissantes sur l'utilisation de produits chimiques actifs contribuent en partie à cette évolution. Ainsi, avant l'entrée en vigueur de ces limitations, les agriculteurs optent pour de nouvelles approches. Cela leur permet d'acquérir de l'expérience dans l'utilisation de solutions alternatives lorsque l'utilisation de désherbants chimiques n'est plus viable, les incitant à explorer d'autres approches.

L'adaptation du conseil aux différentes problématiques climatiques semble être compliqué à mettre en œuvre

La présence d'une humidité excessive au niveau du sol qui empêche la moissonneuse-batteuse de progresser dans le champ est un exemple de la façon dont les changements climatiques peuvent perturber le fonctionnement des équipements agricoles. Des recommandations concernant le dimensionnement et le type de tracteur à utiliser peuvent être formulées dans de telles situations, où il peut ne pas exister d'autres moyens de réaliser la récolte. Cependant, l'utilisation de robots agricoles pourrait être une solution fascinante. Ces machines ont la capacité de réduire les effets du changement climatique et de réduire le tassement du sol. Néanmoins, il convient de souligner que cette option, attractive, reste à l'heure actuelle exploratoire.

5. Limites de l'étude

L'enquête a duré environ trois semaines. La première semaine a été consacrée à rassembler les données manquantes de la liste initiale fournie par les étudiants de 3e année à UniLaSalle. Ensuite, nous avons passé deux semaines à interroger les conseillers. Par conséquent, nous avons mis trois semaines à créer la base de données brute nécessaire pour commencer la phase d'analyse.

L'enquête a été marquée par certaines difficultés. Certaines sociétés de conseil ont refusé de répondre à notre demande, affirmant qu'elles ne participent pas à des enquêtes dans le cadre de leurs missions. L'étude a écarté d'autres organisations car elles ne sont pas impliquées dans la région Hauts-de-France. De plus, certaines de ces organisations se concentrent sur le commerce

en gros plutôt que sur le conseil et l'accompagnement. Un groupe de structures ne comprend que des techniciens plutôt que des conseillers. Malgré nos relances par e-mail et nos appels répétés, une minorité de conseillers n'ont pas répondu.

Nous avons fréquemment utilisé des rendez-vous téléphoniques, des visioconférences voire des entretiens en présentiel pour planifier les entretiens avec les conseillers. Une difficulté notable rencontrée lors des enquêtes a été l'indisponibilité de certains conseillers, en particulier ceux spécialisés dans le conseil en machinisme, en raison de leur engagement à accompagner les producteurs lors des travaux de moisson dans les exploitations agricoles. En conséquence, nous avons parfois été contraints de ne pouvoir consulter qu'un seul conseiller par jour.

6. Conclusions

Notre recherche vise à renforcer notre compréhension des acteurs qui aident les agriculteurs en matière de conseil en agroéquipement, ainsi que des mesures qui déterminent si l'agroéquipement est ou non intégré dans l'accompagnement des activités agricoles.

Selon les informations recueillies lors de l'enquête, tous les agriculteurs bénéficient de conseils agricoles, quel que soit leur système de production. Il n'y a pas de conseillers spécialisés dans l'adoption de pratiques agroécologiques. Cependant, certaines organisations de conseil se concentrent sur le soutien à des modèles agricoles spécifiques tels que l'agriculture biologique, l'agriculture intégrée ou l'agriculture de conservation. Les experts en agroéquipement, tels que les CUMA, fournissent des recommandations générales concernant toutes les machines, quel que soit le système de production choisi par l'agriculteur.

En ce moment, la plupart des agriculteurs recherchent des conseillers pour les aider à faire évoluer leurs méthodes. Cependant, la majorité des organisations de conseil fournissent les deux types de conseils sur le terrain : le conseil personnalisé, qui est généralement donné par les conseillers pour s'adapter aux conditions pédoclimatiques de l'exploitation, et le conseil au sein d'un groupe, qui vise à favoriser une dynamique collective, permettant aux exploitants d'échanger sur les bonnes expériences et pratiques, notamment lors des journées de démonstration sur le terrain ou des formations. Cela confirme l'idée qui a été avancée auparavant.

Les conseillers considèrent l'agroéquipement de manière technique et économique. Il arrive parfois que l'aspect agricole soit également pris en compte. Les recommandations techniques prennent en compte la taille de l'outil et les conditions météorologiques. Néanmoins, les experts en agroéquipement ne fournissent des conseils techniques que sur des outils particuliers. Le

conseil économique se concentre sur l'efficacité énergétique et la puissance de l'outil. Une troisième dimension, qui est spécifique aux conseillers qui travaillent avec des modèles agricoles non conventionnels, vise à réduire les externalités telles que le tassement du sol en réduisant le travail du sol. Les conseillers en agroéquipement employés par les CUMA se concentrent principalement sur la prestation de conseils financiers et fournissent peu de conseils techniques. Ils s'appuient plutôt sur les conseillers indépendants ou sur le conseil technique de la chambre d'agriculture dans ce contexte, bien qu'ils puissent fournir des conseils techniques en cas de besoin.

La façon dont l'agroéquipement est pris en compte est influencée par la spécialisation du conseiller. Les conseillers spécialisés en conseil agronomique considèrent l'agroéquipement comme une partie du système plutôt que comme son centre. Cependant, les conseillers spécialisés en agroéquipement le considèrent comme un élément essentiel de la recommandation. En général, quel que soit leur domaine de spécialisation, les conseillers considèrent que l'agroéquipement joue un rôle secondaire après avoir satisfait aux besoins agricoles. L'hypothèse précédente est confirmée par cette observation.

De nos jours, les activités agricoles nécessitent l'utilisation d'outils agricoles. Cependant, un seul acteur ne garantit pas systématiquement le conseil. Il est plutôt divisé en diverses tâches, chacune étant accomplie par différents acteurs. Grâce à leur expérience et à leurs connaissances sur le terrain, les conseillers agronomes peuvent fournir un conseil général sur le fonctionnement de certains outils. Les experts en agroéquipement des chambres d'agriculture et des CUMA sont principalement impliqués dans la sélection des outils avant l'investissement. Après cette étape, ils interviennent rarement. Cependant, les conseillers indépendants en agroéquipement et les conseillers des concessions sont en mesure de fournir des conseils sur le choix du matériel jusqu'à son utilisation, y compris l'optimisation des réglages et des performances des outils, ainsi que l'adaptation du matériel agricole à la cible agronomique.

En somme, les conseillers en agroéquipement des chambres d'agriculture et des CUMA sont impliqués dans les premières étapes du conseil, y compris la réflexion lors du choix de l'outil, car ils tiennent une position neutre vis-à-vis des outils, sans aucun intérêt commercial, contrairement aux conseillers des concessions. De nos jours, ces acteurs sont rares, mais l'adaptation de l'outil à la cible agronomique nécessite une connaissance approfondie du contexte agronomique de l'exploitation. Cette connaissance doit être acquise par le conseiller, que ce soit grâce à son expérience sur le terrain, à sa formation initiale incluant une dimension agronomique, ou encore grâce à la compétence des agriculteurs qui connaissent parfaitement leurs terres et leurs conditions. Les conseillers peuvent exprimer efficacement leurs besoins en

agroéquipement grâce à cette connaissance du contexte de l'exploitation. En fin de compte, il y a une organisation dans le domaine de l'agroéquipement, mais elle implique des parties prenantes dont les connaissances et les compétences ne sont pas toujours uniformes. De plus, cette organisation n'est pas systématique, ce qui signifie que les agriculteurs peuvent parfois compter sur leur propre jugement pour choisir le conseiller approprié pour leurs besoins.

Conclusion

L'objectif fondamental de la présente étude consiste en l'instauration d'une mise au point focalisée sur deux acteurs collectifs d'envergure régionale, portant leur attention sur la problématique cruciale de la disponibilité de l'agroéquipement, tout en explorant les complexités des problèmes et des attentes spécifiques émises par les agriculteurs dans le contexte de l'utilisation dudit agroéquipement. Dans cette perspective, nous formulons la proposition de synthétiser la vaste palette d'idées et d'opinions recueillies auprès de nos éminents interlocuteurs au sein d'un schéma décrit ci-dessous (Figure 8).

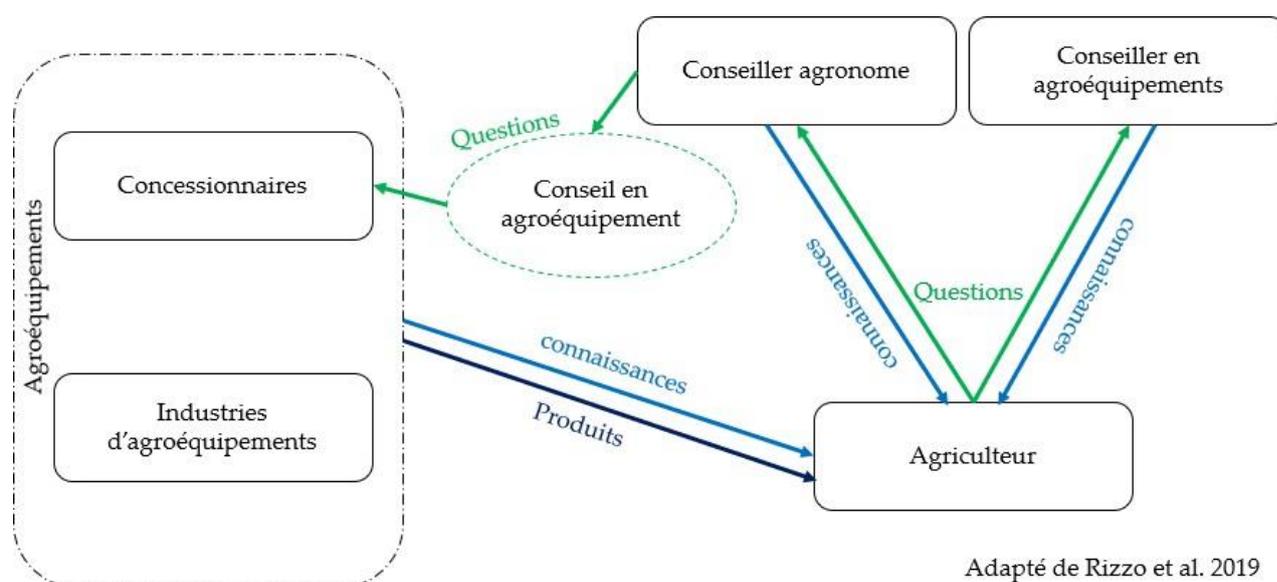


Figure 8. Centralité du conseil en agroéquipement

Dans le cadre de cette étude, nous sommes amenés à mettre en lumière la centralité de deux éléments prépondérants. D'une part, l'agriculteur, qui incarne le pivot essentiel de notre réflexion, et d'autre part, le conseil en agroéquipement, qui joue un rôle tout aussi crucial dans ce contexte. À travers l'exploration des dynamiques liées à l'agroéquipement, nous identifions des schémas complexes de possibilités et d'interactions.

Il convient de noter que, lorsque l'agriculteur sollicite un conseiller spécialisé en agroéquipement, une véritable synergie de connaissances s'opère. Cependant, ce profil de conseillers demeure relativement rare. De plus, en cas de recours à un conseiller agronomique dont les compétences ne couvrent pas nécessairement l'ensemble des aspects des agroéquipements, les questions et demandes relatives à ces derniers se voient déléguées aux concessionnaires affiliés. La cartographie des concessionnaires opérant dans la région des Hauts-de-France, par exemple, révèle une couverture étendue et uniforme de multiples marques d'agroéquipementiers sur l'ensemble du territoire, offrant ainsi un aperçu de la proximité géographique des agriculteurs de la région avec leurs concessionnaires respectifs.

Les sollicitations ou interrogations concernant les agroéquipements, leur éventuelle inadéquation et les requêtes de modifications sont ainsi transmises aux concessionnaires, qui sont en contact direct avec les fabricants d'agroéquipements. Il est cependant important de noter qu'à la suite de cette délégation des requêtes aux concessionnaires, un certain biais commercial se manifeste dans la transmission de connaissances. Dans le cadre de cette étude, l'agroéquipement est examiné sous l'angle de sa disponibilité, tout en laissant de côté l'aspect de la pratique agricole en elle-même. Notre prochaine étape de recherche se concentrera sur l'exploration du lien intrinsèque entre l'agroéquipement et la pratique agricole, approfondissant ainsi notre compréhension de ces dynamiques complexes.

**Chapitre 5 : La disponibilité des agroéquipements influence-t-elle
la conception des systèmes de culture ? Une étude de cas sur les
légumineuses**

1. Introduction

Les systèmes de culture sont définis par la combinaison de séquences de cultures et de pratiques agricoles (Sébillotte 1974). Ces deux composantes évoluent en réponse à de multiples transitions (Cohen et al. 2020; Hufnagel, Reckling, and Ewert 2020) .

Tout d'abord, le changement climatique peut être décrit non seulement comme une augmentation des températures moyennes, mais aussi, plus spécifiquement, comme une altération des schémas de précipitation mondiaux, y compris la quantité de précipitations reçues et la distribution des précipitations au cours d'une année moyenne dans de nombreux endroits (Alley et al. 2007). Avec la hausse des températures mondiales, les sols pourraient contribuer à l'augmentation des quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et perdre leur capacité à agir comme un puits de carbone (Brevik 2013). L'augmentation des phénomènes extrêmes, tels que les pics de précipitations, accélérera les taux de perte de sol et, à l'inverse, une diminution des précipitations pourrait entraîner une période de sécheresse et un risque accru d'érosion éolienne directe, voire une érosion plus importante en cas de pic de précipitations ultérieures (Trenberth 2011). Cela réduira la fertilité des sols et donc la productivité agricole (Patil and Lamnganbi 2018).

Deuxièmement, la transition énergétique, qui exige de diminuer l'apport énergétique, nécessite de repenser les systèmes de culture. Par exemple, il apparaît que les engrais azotés sont le premier poste de consommation d'énergie en agriculture (Harchaoui and Chatzimpiros 2018; Harchaoui 2019). Ainsi, l'utilisation de légumineuses dans les systèmes de production pourrait être nécessaire pour diminuer l'utilisation de ces engrais azotés, car elles apportent de l'azote réduit à partir d'azote gazeux grâce à la fixation biologique de l'azote par les bactéries symbiotiques *Rhizobium* sp. La culture de légumineuses est donc une voie vers une agriculture durable (Soumare et al. 2020).

Troisièmement, l'agroécologie est un concept multidisciplinaire et peut être étudiée au moins selon la science, la pratique sociotechnique et le mouvement social et politique (Wezel et al. 2009). La transition agroécologique est liée à la nécessité de développer une agriculture durable (Altieri 1989; Altieri 2002). Pour protéger les sols contre l'érosion, et pour modifier et optimiser le système agricole, la transition agroécologique conduit à une agriculture de conservation des sols incluant des pratiques sans labour, les doubles cultures et les cultures relais (Tanveer et al. 2017; Gaudin et al. 2014) dans lesquelles les légumineuses sont très utiles.

Ces évolutions, dans l'ensemble, créent une certaine instabilité et incertitude pour la conception des systèmes de culture (Koochafkan, Altieri, and Gimenez 2012), bien que cette agitation sociale dévoile également une nouvelle dynamique (Martin, Martin-Clouaire, and Duru 2013) et révèle une ouverture des possibilités et un appel à la créativité (Makowski et al. 2009). De nouvelles cultures sont envisagées pour diversifier les séquences culturales, en particulier pour accroître la présence des légumineuses, qui sont les meilleurs candidats pour fournir de l'azote (Conant, Bernardier, and Grace 2013). Les agronomes se concentrent sur l'augmentation des surfaces de légumineuses dans les séquences culturales également pour les multiples services écosystémiques que ces cultures peuvent fournir, contribuant ainsi à répondre aux attentes sociétales pour le déploiement de la transition agroécologique (Ayerdi Gotor and Marraccini 2022).

D'un point de vue global, le changement climatique met en évidence le rôle de la gestion des sols pour faire face aux incertitudes sur la teneur en eau. Cela se traduit par la nécessité d'augmenter la matière organique du sol afin de stabiliser la disponibilité en eau pour faire face à la variabilité accrue des précipitations (Savage et al. 1996) et offre la possibilité d'être un puits de carbone (Keen et al. 2013). Une autre conséquence concerne la praticabilité du sol et la nécessité de réduire la compaction du sol, qui sont déterminantes pour l'évolution des équipements agricoles.

La disponibilité d'équipements agricoles spécifiques (en abrégé "agroéquipement") peut être considérée comme le goulot d'étranglement commun entre l'introduction de nouvelles cultures et pratiques dans les séquences et l'évolution des pratiques agricoles, en particulier celles liées à la gestion des sols. Cependant, la littérature scientifique semble manquer d'une approche systémique pour relier la conception des systèmes de culture et l'évaluation de l'adéquation des agroéquipements. Altieri, dans ses articles fondateurs (Altieri 1989; Altieri 2002), s'est bien concentré sur les pratiques mais pas sur la manière de choisir un équipement spécifique. Même le passage au semis direct sur couverture végétale, une véritable révolution technique, est simplement indiqué en raison d'une invention technique de la société Allis Chalmers (1966), sans analyse de l'interaction entre la pratique agricole et l'industrie des équipements agricoles. Une nouvelle technique est simplement acceptée comme une évidence (Séguy and Bouzinac 2001).

Cet étude vise à identifier le rôle de l'agroéquipement dans la conception du système de culture, en se concentrant sur l'introduction des légumineuses dans les systèmes agricoles français. Cette étude de cas pourrait être représentative des systèmes agricoles d'Europe du Nord engagés dans la transition vers des pratiques agroécologiques durables (Chantre and Cardona 2014).

L'évaluation agronomique de l'adéquation des agroéquipements au processus de conception des systèmes de culture est un sujet peu abordé dans la littérature scientifique, même si la disponibilité d'équipements adaptés est soulignée comme un goulot d'étranglement majeur à la fois pour la diversification des systèmes de culture (Morel et al. 2020) et la gestion durable des exploitations agricoles (CUMA 2022). L'accent a été mis sur les légumineuses comme exemple de cultures qui utilisent à la fois des équipements génériques et des équipements spécialisés (parfois hautement spécialisés) (Van der Voort, Sukkel, and Antier 2021; CUMA 2022). La disponibilité et le coût de l'équipement influencent directement la faisabilité de la culture des légumineuses, comme dans le cas des légumineuses fourragères (Gaillard 2009; Lang, Christ, and Bornert 2011), et on peut donc s'attendre à ce qu'ils influencent le choix d'introduire les légumineuses dans le système de culture, comme le suggèrent des observations anecdotiques et des prototypes (Meyer and Pantazis 2018; Bordeau 2022) qui n'ont pas encore été étudiés de manière systématique.

La section 2 présente les thèmes conceptuels qui définissent les limites de la présente étude, telles qu'elles sont définies par trois facteurs principaux relatifs à la conception des équipements agricoles et des systèmes de culture. La section 3 présente les matériaux et les méthodes qui sont basés sur une approche d'informateurs clés pour fournir une vue d'ensemble des sujets émergents et définir le programme de recherche basé sur une perspective de système. La section 4 présente les résultats analytiques de ces entretiens qualitatifs. Dans la section 5, avant de conclure et de discuter des perspectives, les résultats sont examinés en comparaison avec la littérature thématique.

2. Trois facteurs liés à la conception des équipements agricoles et des systèmes de culture

2.1. Homogénéisation et spécialisation

La disponibilité croissante d'équipements agricoles et de machines soutenant la mécanisation de l'agriculture à partir de la seconde moitié du vingtième siècle a permis et favorisé l'homogénéisation de l'agriculture (Miserque, Tissot, and Oestges 1997). En boucle de rétroaction de renforcement, l'homogénéisation de l'agriculture a accentué la généralisation de la mécanisation. Cette homogénéisation combinée à une mécanisation rentable, à l'utilisation d'intrants et à l'amélioration de la génétique (Lépée 2011) a permis d'obtenir une augmentation

significative des rendements (par ha) et de la productivité (par personne), ainsi que du retour sur investissement énergétique (Uijttewaal et al. 2016).

L'homogénéisation est entendue ici comme l'extension des mêmes pratiques de gestion agricole sur des surfaces de plus en plus grandes qui suit l'augmentation de la surface moyenne des champs. En outre, cette homogénéisation a également conduit à une augmentation de la spécialisation au niveau des exploitations et des régions, mais la réciproque est également vraie (Meyer and Pantazis 2018). La spécialisation régionale est définie comme la répartition du poids d'un secteur dans l'activité économique totale d'une zone pédoclimatique (Bordeau 2022). Plus largement, l'ancrage économique des secteurs agricoles et agroalimentaires dans l'économie mondiale entraîne une spécialisation accrue et une recherche de compétitivité entre les secteurs agricoles. Selon cette logique d'optimisation de la production, en fonction des conditions climatiques optimales, des régions du monde se spécialisent dans certaines cultures (Miserque, Tissot, and Oestges 1997) . Cela crée de facto des dépendances alimentaires territoriales en fonction des spécialisations agricoles (Lépée 2011).

Par exemple, en France, la polyculture a subi une homogénéisation due à la spécialisation. Les exploitations agricoles françaises ont eu une forte tendance à se spécialiser depuis les années 1940 (Uijttewaal et al. 2016; Meyer and Pantazis 2018). D'une part, certaines régions sont spécialisées dans la production végétale sans élevage sur l'exploitation. Les exploitations de ces régions sont dotées d'atouts agronomiques et, dans leur homogénéisation, se sont spécialisées dans les céréales et les cultures de rente. En revanche, d'autres régions se sont spécialisées dans la production animale (lait ou viande) sans culture sur l'exploitation (Bordeau 2022; Kienzle 2013). Les exploitations de ces régions bénéficient de situations commerciales et industrielles permettant l'activité d'élevage. Elles gardent un objectif de production optimisée à moindre coût, mais leurs marges de manœuvre sont restreintes et se traduisent par l'arrêt de la production animale dans une proportion considérable d'entre elles (Griffon 2006).

2.2. Agroécologie et pratiques agroécologiques

L'agroécologie est une notion polysémique. Une définition scientifique a été introduite par Altieri (1989) comme "gestion des ressources naturelles" pour l'agriculture. Gliessman et al. (1998) présentent l'agroécologie comme "l'application de l'écologie à l'étude, la conception et la gestion des agro-systèmes". L'objectif est de promouvoir la résilience des systèmes agricoles par la diversification des cultures ou des variétés cultivées, l'autonomie et la résistance aux aléas climatiques. L'agroécologie est initialement définie en termes de production et de protection de

l'agroécosystème. Les acteurs de l'agroécologie étaient considérés à l'époque comme des agriculteurs et des scientifiques.

À travers ses différentes définitions dans la littérature scientifique, l'agroécologie paraît être une solution efficace aux problèmes liés à l'homogénéisation de l'agriculture. Dans le cas de cette étude, l'expansion de l'agroécologie sur le territoire français permettrait implicitement une réintroduction des légumineuses. Cependant, nous constatons une divergence dans l'utilisation du concept d'agroécologie entre les différents acteurs dépendant du secteur (académique, institutionnel, technique...).

2.3. Autonomie protéique et légumineuses

L'autonomie protéique est aujourd'hui au cœur de nombreux débats en France. Dans un contexte de changement climatique affectant directement l'agriculture et donc la souveraineté alimentaire du pays, il devient urgent d'agir sur tous les axes possibles (Alley et al. 2007). La réintroduction des légumineuses pourrait être une solution aux problèmes d'autonomie protéique (Pouliquen 1980; Soltwedel, Krieger-Boden, and Europäische Kommission 2007) (du fait de leur fort contenu en protéines) mais aussi d'autonomie énergétique (du fait de leur capacité à fixer l'azote et à permettre de se détacher de la fertilisation azotée) (Fess, Kotcon, and Benedito 2011).

Bien que l'inclusion des légumineuses dans les systèmes de culture présente des intérêts agronomiques, environnementaux et économiques (Soltwedel, Krieger-Boden, and Europäische Kommission 2007), on constate que les surfaces de légumineuses ont fortement diminué depuis le début des années 1960. Ce déclin s'explique en partie par l'évolution de l'industrie semencière dans le monde. L'économie, y compris les budgets pour la R&D dans les industries semencières, s'est concentrée sur moins de cultures (Gilland 2002). Plusieurs cultures, dont la plupart des légumineuses, n'ont pas fait l'objet d'innovations génétiques (Rosenberg, Levenstein, and Wooding 1998), ce qui accroît l'écart de revenu entre les agriculteurs et les cultures modernes (comme le soja) et les cultures qui n'ont pas fait l'objet d'innovations génétiques (comme les autres légumineuses) (Gilland 2002). Les légumineuses sont donc des cultures " perdues " dans le processus d'homogénéisation agri-culturelle. D'un point de vue agronomique, Voisin et al (2013) ont souligné que " la mécanisation inadaptée, les risques de perte de feuilles à l'épiaison, les qualités imprévisibles et l'impossibilité de les conserver comme fourrage ont favorisé le déclin des surfaces de légumineuses " (Muhammad et al. 2011). Stoate et al. (Rasmussen et al. 2018), repris par Magrini et al. (2013), évoquent

l'hypothèse d'un verrouillage technologique de la diversité des cultures, impactant fortement les légumineuses et leur réintroduction.

3. Matériel et méthodes

Cette étude se concentre sur le rôle des agroéquipements dans l'introduction des légumineuses en France, en raison de l'objectif sous-jacent d'autonomie protéique par rapport aux cultures [61]. Elle se veut un exemple pour décrire et comprendre l'influence de la disponibilité et de l'adéquation des agroéquipements dans la conception des systèmes de culture à partir de cultures connues, pour lesquelles l'évolution des liens entre pratiques de production et mécanisation reste floue. Ainsi, la disponibilité et l'adéquation des agroéquipements à la production de légumineuses est un verrou technique spécifique aux légumineuses ? Les paragraphes suivants abordent les déterminants connus relatifs aux agroéquipements et à la conception des systèmes de culture, le choix de l'approche par les informateurs clés, le déploiement des entretiens semi-directifs et les étapes de traitement des données.

3.1. Approche analytique : interviews d'informateurs clé et description de l'échantillon

L'approche par les informateurs clés a été choisie pour cette étude. Jusqu'à présent, cette approche a été utilisée dans la recherche formative dans divers domaines, y compris la description et la compréhension des pratiques et des politiques agricoles (Bonaudo et al. 2014; Lassaletta et al. 2014; Lemaire, Benoit, and Vertès n.d.). Marshall (1996), définit l'informateur clé comme une source d'information experte. Lokot (2021) considère les entretiens avec des informateurs clés comme "une discussion approfondie avec des personnes qui ont des connaissances spéciales ou expertes". Les entretiens avec des informateurs clés menés avec des experts permettent d'obtenir une large perspective sur un sujet ou un processus spécifique et de découvrir et d'explorer lorsque peu de choses sont connues sur un sujet d'intérêt (FAAN 2014). Les entretiens avec des informateurs clés consistent à interroger des personnes qui peuvent fournir des idées et des perspectives sur un sujet particulier (Kumar 1989). Certaines des principales raisons d'utiliser des entretiens avec des informateurs clés sont d'obtenir des informations qui pourraient ne pas être saisies par une enquête ou de mieux comprendre un système ou un processus (Cohen, Manion, and Morrison 2002). Utilisés à l'origine dans les études anthropologiques, les informateurs clés sont maintenant utilisés dans d'autres branches de l'investigation des sciences sociales mais aussi dans les études agronomiques, par exemple pour développer des descriptions holistiques des interactions entre les parties prenantes (Luloff

et al. 2012). Les concepts d'informateur clé et d'information clé appartiennent au domaine des sciences humaines, car ils concernent l'analyse des acteurs, de leurs savoirs et savoir-faire.

Les informateurs clés sont perçus comme fournissant des connaissances importantes et sont identifiés parce qu'ils détiennent des "connaissances spéciales ou expertes" sur un sujet (Marshall 1996). Ils sont considérés comme "remarquables" par rapport aux autres membres de la communauté et peuvent occuper des positions de pouvoir (Marshall 1996). Ils peuvent être des leaders communautaires ou des experts sur une question et sont "propriétaires" d'importantes connaissances contextuelles (Sharrock 1974). Par conséquent, s'engager avec des informateurs clés permet d'obtenir des connaissances "d'initiés" (McKenna et al. 2011). Les informateurs clés peuvent permettre aux chercheurs d'avoir un meilleur accès aux communautés et d'identifier d'autres participants à la recherche (Bogner, Littig, and Menz 2009).

Tremblay (1957) suggère que les informateurs clés sont susceptibles d'avoir des idées que nous, chercheurs, pouvons solliciter et qui nous permettraient de représenter la variété de points de vue et d'intervenants concernés par la question de recherche. Tremblay (1957) définit l'informateur clé " idéal " en fonction de cinq caractéristiques : "un rôle dans la communauté, la connaissance, la volonté, la communicabilité et l'impartialité, l'objectivité et l'absence de parti pris". Si l'on considère les positions professionnelles, les informateurs clés peuvent être des gardiens, des directeurs de recherche, des coordinateurs de terrain ou d'autres personnes ayant des rôles similaires (Lokot 2021).

L'interaction entre les participants et l'enquêteur ou l'animateur est un élément clé des méthodologies de recherche (Arksey and Knight 1999). En général, les entretiens sont semi-structurés et peuvent ressembler à une conversation naturelle (Kumar 1989). Un élément clé des méthodologies de recherche est l'interaction entre les participants et l'interviewer ou le facilitateur (Yuan et al. 2015).

Le choix du matériel utilisé (entretiens téléphoniques, entretiens sur une plateforme en ligne, réunion) est influencé par la localisation et la disponibilité de l'informateur (Yuan et al. 2015). Les entretiens téléphoniques sont les moins restrictifs car ils évitent les déplacements (pour l'enquêteur) et peuvent être organisés à un moment opportun, mais ils peuvent limiter l'interaction personnalisée avec l'informateur clé (Lokot 2021) et, par conséquent, l'observation de "comportements non verbaux précieux" (Yuan et al. 2015).

3.2. Choix des informateurs clés

Les informateurs clés ont été choisis pour connaître les processus de conception des systèmes de culture, en mettant l'accent sur la jonction entre l'introduction des légumineuses et la disponibilité des agroéquipements. Les répondants ont été positionnés sur des nœuds de réseaux : agriculture de conservation, agriculteurs innovants, chambres d'agriculture françaises, recherche et transfert technologique, et réseaux industriels d'agroéquipement. La liste des contacts a été alimentée par des travaux antérieurs sur le secteur français de l'agroéquipement (Kefi et al. 2021; Rizzo, Dubois, and Combaud 2018). Nous nous sommes assurés que toutes les personnes interrogées répondaient à la définition d'un informateur clé et présentaient les caractéristiques définies par Tremblay (1957). Ainsi, la priorité a été donnée en fonction de la capacité de l'interviewé à communiquer : les fédérateurs et les communicateurs de la communauté ont été considérés comme des pourvoyeurs d'un discours plus riche. L'échantillon initial était composé de 20 personnes, parmi lesquelles 10 personnes ont été interviewées. La liste a ensuite été alimentée par une technique d'échantillonnage non probabiliste axée sur les répondants afin d'identifier d'autres répondants difficiles à localiser (Goodman 1961). En conséquence, 21 personnes ont été interrogées.

Par rapport aux questions posées, l'expertise des répondants couvrait deux domaines :

L'agroéquipement : 1 directeur, 1 directeur économique et 1 directeur technique d'un syndicat de fabricants d'agroéquipement, 1 chef de projet, 1 directeur général et 1 directeur des travaux agricoles d'un syndicat d'entreprises agricoles. Ces répondants ont permis d'aborder les points de vue du secteur et de cibler les répondants ayant des postes stratégiques et décisionnels.

L'agronomie et l'agriculture : 3 agriculteurs, 2 conseillers agricoles, 4 chercheurs en agronomie et 1 chef d'équipe de recherche appliquée. Ces répondants ont permis d'aborder des métiers techniques, proches du terrain et directement liés aux pratiques agricoles et agroécologiques. À cet égard, nous avons considéré que la transformation de l'agriculture ne se fera pas seulement avec les agriculteurs, mais aussi par eux : l'agri-entrepreneuriat apparaît comme un nouveau paradigme basé sur la mise en œuvre de stratégies délibérées pour répondre à la libéralisation et à la durabilité (Condor 2020). Il convient de noter que l'agri-entrepreneuriat met en évidence une nouvelle "culture technique agricole" (Dubois 2019).

3.3. Déploiement des entretiens semi-directifs

Les entretiens avec les informateurs clés sont qualitatifs et, plus précisément, semi-qualitatifs, c'est-à-dire que les informations recueillies concernent le point de vue de la personne interrogée, ses propres pratiques (Blanchet and Gotman 1992). Ils sont menés à l'aide de guides d'entretien listant les questions à aborder au cours de la session. L'atmosphère de ces entretiens est informelle, ressemblant à une conversation. Des questions sont posées et des notes détaillées sont prises au fur et à mesure de la conversation.

Les entretiens étaient composés de quatre questions prédéterminées pour couvrir les thèmes de l'étude. La nature exploratoire de l'étude nous a orienté vers des entretiens semi-structurés, afin d'assurer la comparabilité entre les différents répondants, tout en gardant la liberté de développer les thèmes mentionnés par chacun d'entre eux en fonction de leur perspective spécifique sur le sujet de l'étude (Corbetta 2003). Le schéma de l'entretien a été construit autour de quatre questions :

- 1) Pouvez-vous vous présenter et présenter vos missions actuelles ?
- 2) Pensez-vous que la disponibilité des agroéquipements influence la conception du système de culture ?
- 3) Pensez-vous que les légumineuses nécessitent des agroéquipements spécifiques ?
- 4) Comment définiriez-vous l'agroécologie ?

Chaque entretien semi-structuré a suivi la même routine : d'abord, une présentation du contexte général de l'étude, des enjeux globaux et des progrès réalisés ; ensuite, les quatre questions prédéterminées ont été utilisées pour structurer la discussion, guidée ensuite par des questions de suivi qui nous ont permis d'explorer avec la ou les personnes interrogées des idées et des concepts d'intérêt pour l'étude. Les entretiens ont été menés par différents moyens, en fonction de la disponibilité de la/des personne(s) interrogée(s) : i) réunions en face à face, ii) via une plateforme de vidéoconférence ii) par téléphone. Les entretiens ont été systématiquement enregistrés pour une transcription complète, à l'exception d'un entretien réalisé par téléphone, pour lequel des notes très détaillées ont été prises.

Le premier contact s'est fait par courriel, puis par courriel de suivi et enfin par appel téléphonique. Les entretiens ont été menés par la même personne de mi-septembre 2021 à mi-décembre 2021 ; chaque entretien a duré entre 30 minutes et 2 heures. Tous les entretiens ont été réalisés en français, langue utilisée quotidiennement par l'ensemble des répondants. Nous avons réalisé 16 entretiens semi-structurés, dont 13 avec des individus et 3 avec des groupes ; les entretiens de groupe comprenaient : 2 entretiens doubles lorsque l'interviewé ciblé a

spontanément invité un collègue considéré comme pertinent pour le sujet ; 1 entretien avec un groupe de trois personnes d'une équipe travaillant sur le même sujet. Au total, 21 personnes ont été interviewées.

3.4. Traitement et analyse des données

Les entretiens ont généré trois types de données : vidéo, audio et texte. Les fichiers non testés ont été préparés pour la transcription en quatre étapes (Figure 9) :

1. Normalisation des formats d'enregistrement, respectivement de .M4A (audio) et .MP4 (vidéo) au format audio standard .WAV.
2. Transcription automatique des fichiers .WAV en utilisant un script open-source python (Zhang 2017) .
3. Transfert du texte brut obtenu à partir de la transcription automatique dans un tableau de synthèse pour séparer le texte associé à chacune des quatre questions.
4. Révision manuelle du texte pour correction afin de produire un fichier propre pour chaque entretien et un fichier complémentaire pour résumer les idées clés de chaque entretien.

Au total, la phase de transcription a été relativement longue et a nécessité 6 à 7 heures de travail par entretien.

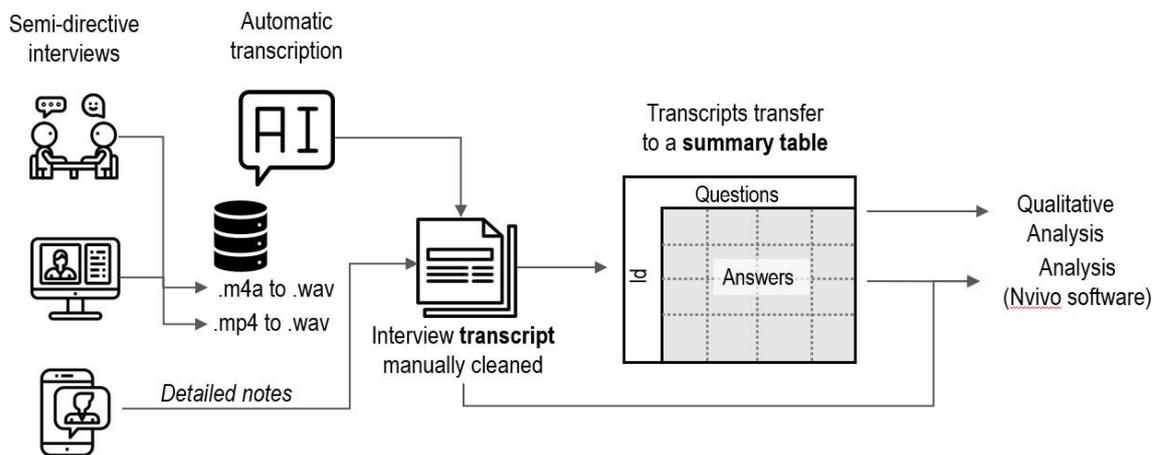


Figure 9. Les 4 étapes de traitement et d'analyse des données d'entretiens ; la préparation des données brutes ; la transcription finale ; la correction et synthèse manuelle

Les réponses brutes ont été codées sur la base de l'hypothèse selon laquelle les opinions des répondants peuvent être ramenées à des idées communes sur la base d'un jugement global des chercheurs (Corbetta 2003). Le codage a été effectué à deux niveaux (Tableau 7). Un premier codage correspondait aux questions qui composaient l'entretien. Deux questions ont été ajoutées

pour tenir compte des thèmes mentionnés spontanément par les répondants : la réintroduction des légumineuses dans les systèmes de culture français, mentionnée par 4 répondants ; les opinions sur les tendances des marchés de l'agroéquipement, mentionnées par 3 répondants.

Ensuite, un sous-code a été défini pour qualifier le premier niveau de code de manière déductive, en fonction des tendances observées dans les modèles de réponses. Nous avons fait référence aux opinions qui pouvaient être négatives ou positives, et à l'illustration des réponses qui n'avaient pas d'opinion positive ou négative de la part des répondants.

Le codage a été réalisé avec NVivo, un logiciel d'analyse de données qualitatives, version 1.3(535). Le codage dans NVivo permet une visualisation quantitative des données et des réponses en fonction des codes préalablement définis. Pour la description des données (détermination des mots les plus fréquents), une commande 'fréquence des mots' est utilisée dans NVIVO.

Tableau 7. Codes et sous-codes définis déductivement pour analyser qualitativement les réponses des interviewés

ID	Question	Code	Sub-code
Questions explicites			
E1	1) Pouvez-vous vous présenter ainsi que vos activités actuelles	Profil professionnel	Directement lié à l'agriculteur Indirectement lié à l'agriculteur
E2	2) Pensez-vous que la disponibilité de l'agroéquipement influe sur la conception du système de culture ?	Equipement système de culture	et Illustration
E3	3) Pensez-vous que les légumineuses nécessitent un agroéquipement spécifique ?	Légumineuses spécificité l'équipement	et de Oui, nécessite un équipement spécifique Non, ne nécessite pas un équipement spécifique
E4	4) Comment définiriez-vous l'agroécologie	Agroécologie	Adapter les pratiques Produire en respectant l'environnement
Questions implicites			
I1	Que pensez-vous de la problématique de la réintroduction des légumineuses dans les systèmes de culture français	Réintroduction des légumineuses	Opinion positive Opinion négative
I2	Comment est-ce que le marché des agroéquipements se comporte ?	Marché de l'agroéquipemnt	Illustration

La première question concernait le parcours du répondant, ses domaines d'expertise et ses missions actuelles. Les répondants ont été classés en deux groupes pour tenir compte de la diversité des profils professionnels :

i. Directement liés à l'agriculture (N = 10) : c'est-à-dire les agriculteurs, les conseillers en agronomie, les ingénieurs d'études qui travaillent sur des parcelles prêtées par des agriculteurs, et les animateurs de groupes d'agriculteurs.

ii. Sans lien direct avec l'agriculture (N = 11) : c'est-à-dire des personnes ayant des emplois stratégiques en macroéconomie agricole et en agroéquipement, des politiciens, des emplois techniques. Nous avons basé nos choix sur le discours des répondants et les expressions utilisées

pour décrire leur métier, par exemple " je suis loin du terrain ", " je ne travaille pas directement avec les agriculteurs ", " cette question est très technique ".

La diversité des réponses a permis d'avoir, à travers les opinions des répondants, différentes illustrations. Nous allons expliciter les réponses en fonction des thèmes posés et des thèmes émergents (Légumineuses : freins historiques au niveau du marché et marché des agroéquipements : vers un virage agroécologique ?).

La deuxième question posée concernait la conception des systèmes de culture et les agroéquipements : "Pensez-vous que les agroéquipements disponibles sont liés à la conception du système de culture ?". La question a été accueillie avec curiosité et incompréhension. La définition de Sébillote (1974) pour expliquer le système de culture comme " un ensemble de techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique " a été utilisée. Le système de culture et sa conception sont définis par les cultures choisies, les rotations et les itinéraires techniques appliqués à ces cultures. Nous avons expliqué les agroéquipements disponibles comme étant les agroéquipements déjà présents dans le parc de matériel, prêtés, loués ou achetés. Une fois la question bien comprise, les réponses ont été recueillies.

La troisième question portant sur la spécificité de l'agroéquipement a été définie par les répondants comme un "équipement caractéristique" qui peut être utilisé ou conçu uniquement pour les légumineuses.

La quatrième question concernant la définition de l'agroécologie ne vise pas seulement à définir l'agroécologie mais aussi à montrer la diversité des réponses et donc la diversité des compréhensions du concept d'agroécologie.

4. Résultats

Dans les paragraphes suivants, nous présentons les résultats des trois questions explicites sur le sujet cible. Nous avons identifié 5 illustrations (Illustration = le répondant répond à la question par une explication approfondie ou un exemple explicatif) de l'influence des agroéquipements sur la conception des systèmes de culture, 4 opinions sur la ré-obligation d'agroéquipements spécifiques pour les légumineuses, et deux définitions principales de l'agroécologie. Nous présentons ensuite les résultats des deux questions implicites (c'est-à-dire issues des réponses spontanées des répondants), car elles ont permis de clarifier le contexte du sujet de l'étude. Celles-ci ont permis de recueillir des avis sur la réintroduction des légumineuses dans les systèmes de culture français et des illustrations sur les tendances du marché des agroéquipements (Tableau 7).

4.1. Liens entre les agroéquipements et les systèmes de culture (Question E2)

Tous les répondants ont convenu que la disponibilité des équipements agricoles est liée à la conception du système de culture. Au sein du consensus, 9 répondants ont expliqué leurs réponses. La variabilité des réponses apparaît dans les exemples donnés pour illustrer ces liens (Tableau 8).

Tableau 8. Multiples illustrations concernant le lien entre l'agroéquipement et le système de culture

Code	Répondant	Réponse
Illustration E2.1	3 répondants, directement lié à l'agriculteur	Les répondants considèrent qu'il semble évident que la conception du système de culture est liée à la disponibilité des équipements agricoles : « La plantation des cultures sera liée aux équipements disponibles. Lors de la réflexion sur la conception, deux facteurs doivent être pris en compte : (i) la rotation des cultures ; et (ii) un équipement agricole adapté à l'opération de culture. En ce qui concerne l'équipement agricole, l'agriculteur ou l'employé de l'exploitation qui manipule l'outil peut rencontrer des blocages Par « blocages », les répondants évoquent « une incapacité à réaliser une opération technique » Dans ce cas, l'agriculteur fait appel à un entrepreneur/prestataire pour ces opérations spécifiques. En rencontrant les agriculteurs, les répondants ont noté le manque de certains équipements agricoles. Ces manques concernent principalement des opérations spécifiques de désherbage mécanique dans le but de réduire les produits phytosanitaires ou des labours superficiels, ou encore des équipements de semis direct sous couvert végétal « qui passe à travers les résidus culturaux ». Les répondants disent : « Bien que des solutions existent, dans la plupart des cas, l'investissement n'en vaut pas la peine car le coup moyen de la pratique sera dépassé »
Illustration E2.2.	1 répondant, pas de lien avec l'agriculteur.	Le répondant suppose qu'il existe deux niveaux d'évaluation des liens entre les systèmes de culture et les agroéquipements. Ces deux niveaux dépendent fortement de l'agriculteur i) l'agriculteur innove dans la conception de son système de culture. L'agroéquipement, sa disponibilité et sa spécificité sont ici liés à la conception du système de culture. Dans ce contexte, il existe des groupes d'échanges techniques entre agriculteurs et fabricants. Ces groupes d'échanges permettent à l'agriculteur de s'exprimer sur les blocages mécaniques rencontrés et au constructeur de les prendre en compte. Ce répondant note également une très forte augmentation des demandes d'outils de travail du sol et de désherbage mécanique. (ii) l'agriculteur conserve un schéma classique dans la conception de son système de culture et n'entreprend pas forcément de le modifier. L'agroéquipement offre une vision conventionnelle et une gamme de produits suffisamment large.
Illustration E2.3.	2 répondants, pas de lien avec l'agriculteur.	Ces répondants ont exprimé la complexité des liens entre le système agricole et l'agroéquipement et ont souligné la dépendance qui existe

Illustration E2.4.	1 répondant, directement lié à l'agriculteur.	<p>aujourd'hui. Ainsi, c'est la machine qui a créé une pratique agronomique au départ et aujourd'hui, la pratique agronomique exige que l'on continue à construire des semoirs à 75 cm, parce que l'on part du principe qu'un semoir fait 75 cm. Le matériel est tellement homogénéisé que si l'on veut changer quelque chose, il faut tout changer, les personnes interrogées ont illustré les liens entre agroéquipement et pratiques culturales en rappelant que dans certaines régions de France, l'opération culturale est appelée par le nom de l'agriculteur ou de l'agricultrice, l'opération culturale est appelée par le nom de la machine associée. En français, "charruer" est associé à l'outil "charrue", qui signifie "charrue" pour "labourer".</p> <p>Le répondant dit : « Les agriculteurs achètent l'outil en premier. De nombreux agriculteurs achètent l'équipement et réfléchissent ensuite à leurs systèmes agricoles ». Principalement, les jeunes agriculteurs fraîchement diplômés sont poussés vers des approches commerciales dans les écoles et les universités. Le meilleur outil que l'agriculteur puisse avoir est le sol. "Une fois que nous aurons compris le fonctionnement et les mécanismes du sol, le meilleur outil dont nous disposerons sera le sol"</p>
Illustration E2.5.	Deux répondants, en lien direct avec l'agriculteur	<p>Les répondants considèrent qu'en France et en Europe, l'agriculteur est "gâté" par les plans d'aide, les primes et par l'accès facile aux produits phytopharmaceutiques et aux outils mécaniques et qu'il pense donc moins aux options d'optimisation chimique et mécanique. L'ouverture aux pratiques agricoles dans le monde est très importante dans la pratique de l'agriculture. "Dans plusieurs pays, l'accès aux produits chimiques et à l'agroéquipement est très imité et c'est là que l'on voit qu'une agriculture productive est possible sans nécessairement beaucoup d'intrants ou d'outils qui pourraient être nocifs pour le sol. L'outil principal est le semoir et le semis reste l'acte le plus important." Pour perturber le moins possible le sol, il est nécessaire d'avoir un objectif de " minimum de passages ". Nos enquêtés expliquent leurs difficultés à trouver sur le marché un semoir adapté à leurs pratiques de conservation des sols. Après des recherches infructueuses en Europe et des rencontres avec différents fabricants, un fabricant explique à l'enquêté que c'est à l'agriculteur d'adapter ses pratiques au matériel existant.</p>

4.2. Légumineuses et spécificité de l'agroéquipement (Question E3)

Les réponses à la question "les légumineuses nécessitent-elles des équipements agricoles spécifiques" ont été mitigées. Nous les avons réparties dans un tableau en fonction de leurs profils professionnels (Tableau 9).

La question étant considérée comme technique, 7 répondants sans lien direct avec l'agriculteur se sont abstenus de répondre à cette question.

Tableau 9. Distribution des opinions concernant la spécificité des agroéquipements en fonction des profils professionnels des interviewés

Profil	Nécessite un ag.eq spécifique	Ne nécessite pas un ag.eq spécifique	Pas de réponse
Directement lié à l'agriculture	5	7	0
Indirectement lié à l'agriculture	1	1	7

4.2.1. Les légumineuses ne nécessitent pas d'agroéquipements spécifiques

Les 7 répondants qui pensent que l'implantation d'une légumineuse ne nécessite pas d'agroéquipement spécifique s'accordent à dire que i) un semoir conventionnel ou un semoir pour le semis sous couvert végétal serait suffisant pour implanter la culture ii) la récolte est possible avec une moissonneuse-batteuse ou un matériel de fanage

4.2.2. Les légumineuses nécessitent un agroéquipement spécifique

En discutant de l'agroéquipement pour les légumineuses, les répondants ont eu tendance à mettre l'accent sur la gestion du sol (Tableau 10).

Tableau 10. Les opinions des répondants concernant les légumineuses nécessitant un agroéquipement spécifique

Code	Répondant	Contenu
Opinion E3.1.	Un répondant	Il existe de multiples façons d'améliorer l'agroéquipement lorsqu'il s'agit d'agriculture de conservation des sols. Les agriculteurs engagés dans des pratiques de conservation des sols sont des "expérimentateurs". L'objectif de ces agriculteurs est de minimiser la perturbation du sol. Ainsi, les trois piliers de l'agriculture de conservation sont i) le semis direct ii) la couverture permanente du sol et iii) la diversification des cultures. Parmi les pratiques de conservation du sol les plus courantes, on trouve : le développement de cultures associées ou doubles et l'implantation de légumineuses pour la couverture du sol. Le semis est donc la pratique la plus importante. Il existe des axes d'amélioration pour les semoirs à deux niveaux : i) Distribution de mélanges variétaux ii) le semoir tel qu'il est commercialisé aujourd'hui ne prend pas en compte les types de sols et les conditions de semis. De plus, " il n'y a pas d'outils qui permettent d'appliquer l'engrais en même temps que le semis ou d'outils qui permettent d'enfourer l'engrais sans perturber le sol ". Cet animateur précise également : " Il n'existe pas non plus de semoirs équipés de

		<p>faucheuses, capables d'homogénéiser les résidus de culture en surface en même temps que le semis, tout en limitant les dégâts des ravageurs et les risques de concurrence avec la culture principale ".</p> <p>Concernant la récolte, l'outil de récolte pourrait s'adapter à l'écartement lorsqu'une culture de printemps doit être plantée à des écartements plus étroits. De même, l'outil de récolte pourrait être conçu de manière à ne pas interférer avec le couvert végétal. "Il est même possible d'imaginer un outil de récolte capable de trier deux ou plusieurs cultures associées".</p>
Opinion E3.2.	Un répondant.	<p>Un autre répondant à cette idée qui semble pertinente : " les machines liées à la récolte des légumineuses sont souvent commercialisées par des importateurs, qui historiquement sont allés chercher à l'étranger des solutions techniques pour des cultures peu développées en France à l'époque ". Il s'agit souvent de petites entreprises où le dirigeant est également en charge de la partie commerciale. Ainsi, ces fabricants gardent un lien étroit avec l'utilisateur final des machines et doivent disposer des bases techniques liées aux cultures ciblées. Ce répondant note que le risque pour ces petites entreprises serait d'être phagocytées par des entreprises plus importantes une fois les tendances d'achat vérifiées.</p>
Opinion E3.3.	Deux répondants	<p>"Nous sommes agriculteurs pour produire, pour gagner notre vie et pour être économiquement et écologiquement durables dans notre acte de production. Les adaptations que nous faisons sont les adaptations que nous faisons à cet acte de production. " L'enquêté explique que la réalité du métier d'agriculteur est de produire avec différents défis mis en œuvre dans l'acte de production : changements économiques, climatiques, sociaux et territoriaux. L'entreprise agricole doit anticiper ou subir les contraintes extérieures et imposer les adaptations nécessaires. L'agriculture de conservation des sols permettrait de s'adapter aux contraintes territoriales locales. Les changements que nous opérons ne sont pas des contraintes venant de l'extérieur mais des choix internes qui répondent à des enjeux extérieurs. Le choix le plus solide ne doit pas être fait au niveau matériel ou machine mais plutôt au niveau humain. Le cœur du métier d'agriculteur devrait être de pouvoir transformer les contraintes agropédoclimatiques extérieures en avantages pour l'exploitation. En France, l'agriculteur n'est pas reconnu comme un acteur du changement. D'une part, l'acteur ne participe pas aux réflexions gouvernementales ou industrielles décisives. D'autre part, l'agriculture est soumise à des décisions extérieures et les vit comme des contraintes supplémentaires. Le répondant présume</p>

que les agriculteurs ne sont autonomes dans aucun de leurs choix. Bien qu'étant le maillon le plus important de la chaîne de production, l'agriculteur est placé au bas de la pyramide de décision et, dans la plupart des cas, il est poussé à acheter du matériel, des engrais ou des produits phytopharmaceutiques ou des semences. Le répondant nous a dit que l'outil peut avoir un impact sur le changement, mais que cela ne suffit pas. Son expérience a commencé par une réflexion sur la manière de pérenniser l'exploitation tout en produisant et en préservant l'environnement. Cette réflexion s'est faite sur plusieurs années et a nécessité beaucoup de lectures, d'échanges et d'adaptation du matériel. L'enquête considère que l'agriculture de conservation avec ses 3 piliers (absence de travail du sol, couverture permanente du sol, diversification des espèces) correspond à sa vision du métier d'agriculteur. Selon l'enquête, la pratique de la conservation des sols permet la résilience de l'exploitation aux conditions territoriales et permet la réduction des coûts mécaniques en réduisant la quantité de matériel mais aussi et surtout permet de réduire les émissions de carbone.

Opinion	Un	"Il n'est pas nécessaire d'avoir des agroéquipements spécifiques. Le plus important c'est de préparer le sol". Pour l'un des agriculteurs que nous avons interrogés, la réflexion concernant l'installation de la culture ne doit pas commencer par le choix de l'agroéquipement mais plutôt par les conditions nécessaires au bon développement de la culture. Pour une culture de légumineuses parfaite, il est nécessaire d'avoir un semis et une récolte réussis. Pour un semis réussi, le sol doit être aéré et réchauffé. Il n'est pas vraiment nécessaire de labourer, mais si c'est le cas, le sol doit être séché. Pour la récolte, une moissonneuse-batteuse sera nécessaire. "Il n'est pas nécessaire d'avoir du matériel agricole spécifique. Le plus important est de préparer le sol. "
E3.4.	répondant.	

En conclusion, il existe des pistes de développement dans la conception d'outils combinant une pratique agronomique (fertilisation, homogénéisation des résidus de culture, destruction d'une plante de couverture, etc.) avec le semis. Cela aurait deux résultats principaux : i) minimiser la perturbation du sol qui aura un effet agronomique positif : la matière organique améliore la stabilité structurelle (Morgan 2009) et la présence accrue de résidus végétaux en surface protège l'érosion de surface du sol et constitue un abri et une source de nourriture pour les organismes vivants ii) minimiser l'utilisation de carburant (Hanks and Martin 2007; Choudhary et al. 2016; Singh, Salaria, and Kaul 2014) qui aura des avantages économiques et environnementaux :

réduction des coûts mécaniques et réduction des émissions de GES et donc décarbonation (Abdalla et al. 2013; Johnson et al. 2007).

4.3. La diversité des définitions de l'agroécologie (Question E4)

Pour toutes les personnes interrogées, l'agroécologie maintient la production comme objectif majeur de l'agriculture. Nous pouvons les regrouper selon deux visions opposées, définies comme suit :

Définition E4.1. La première est clairement orientée politiquement et provient de personnes ayant un contact faible ou indirect avec les pratiques agricoles quotidiennes : aucun lien direct avec l'agriculture. Cette vision lie l'agroécologie à des labels environnementaux (haute valeur environnementale, agriculture biologique, agriculture durable...). Ces labels vont promouvoir et valoriser l'agroécologie. L'agriculteur doit suivre un cahier des charges, garantissant ses bonnes pratiques. L'agriculteur devra suivre un cahier des charges, garant de ses bonnes pratiques, avec le risque d'une standardisation et d'une institutionnalisation de l'agriculture (Poméon et al. 2020) moins adaptée aux conditions agro-pédo-climatiques spécifiques.

Dans cette vision, l'agroécologie est un concept clair, juridiquement défini comme " l'ambition d'une transition du secteur agricole vers des systèmes qui, en s'appuyant sur la valorisation des processus naturels, combinent simultanément performance économique, performance environnementale et sanitaire et performance sociale ".

Mais elle soutient l'intensification des couverts végétaux, des haies et l'utilisation de méthodes de conservation des sols, grâce à l'intégration des agriculteurs dans la réflexion pour la transition agroécologique, la valorisation des produits et le soutien de plusieurs aides. Dans cette vision politique, les instituts techniques et de recherche et les chambres d'agriculture sont les interlocuteurs pour mettre en œuvre les projets et faire remonter les informations du terrain sur l'ensemble du territoire. " Toute la complexité de l'accompagnement, c'est qu'il y a des objectifs contradictoires. Il y a des injonctions et le rôle du décideur, législatif ou exécutif, sera d'arbitrer et d'intervenir en cas de conflit".

Définition E4.2. Les répondants les plus proches de l'activité agricole associent essentiellement l'agroécologie aux pratiques agroécologiques, avec une certaine réticence vis-à-vis du terme " agroécologie ". Ils expriment la volonté de pratiquer l'agroécologie tout en assurant la viabilité économique, environnementale et sociologique de l'exploitation. Pour réussir la transition agroécologique de l'exploitation, ces agriculteurs soulignent l'importance : i) de la documentation scientifique et de l'ouverture internationale des pratiques et des alternatives

agronomiques concernant l'utilisation des intrants, le travail du sol ou la réduction des charges de l'exploitation, ii) de la compréhension des éléments qui composent l'exploitation et principalement le sol, iii) du choix, voire de la modification, des agroéquipements nécessaires afin de perturber le moins possible le sol.

4.4. Réintroduction des légumineuses dans les systèmes de culture français (question I1)

Dans cette question émergente, 1 répondant à un avis positif et 4 répondants ont un avis négatif (Tableau 11).

Tableau 11. Opinions concernant la réintroduction des légumineuses dans les systèmes de culture en France

Positive opinion	
Opinion I1.1. One respondent, no direct link to farming.	Un répondant rappelle le réseau politique et gouvernemental qui soutient l'agroécologie par des appuis et des financements et sur plusieurs axes dont la multiplication des plantes de couverture et la réintroduction des légumineuses. Dans ce contexte, nous avons mentionné le plan " France Relance " et son volet " stratégies protéines végétales ". La 'France Relance' est une stratégie nationale de développement des protéines végétales, dotée de plus de 120 millions d'euros, lancée en décembre 2020. L'objectif de cette stratégie est de réduire la dépendance de la France aux importations de protéines végétales en réduisant notre dépendance aux importations de protéines végétales, en favorisant l'autonomie fourragère des élevages, et en développant une offre de produits locaux de légumineuses (lentilles, pois chiches, haricots, etc.).

Negative opinions

Opinion I1.2. One respondent, no direct link to farming.

L'enquêteur pense que la réintroduction des légumineuses et, plus largement, de la quête d'autonomie protéique en France nécessite d'abord un recul dans la réflexion. Les légumineuses ont longtemps été un sujet de débat. Les surfaces consacrées aux légumineuses fluctuent en fonction de plusieurs facteurs politiques. Un premier plan de relance de l'autonomie protéique lancé dans les années 1980 aurait permis un bond des surfaces de légumineuses. Les légumineuses étaient faciles à planter et constituaient ce que l'on pourrait appeler des "cultures vierges". L'enquêteur explique qu'une " culture vierge " est une culture qui sort du schéma de rotation habituel dans les régions concernées. Cela en fait une culture moins sujette aux maladies et plus résistante. Différentes raisons concomitantes expliquent la difficulté d'insertion des légumineuses : i) l'agriculture en France a connu une évolution par le raccourcissement des rotations ii) la forte concurrence et l'ouverture des marchés internationaux concernant les protéines végétales. Les légumineuses sont devenues beaucoup moins attractives.

Opinion I1.3. One respondent, directly linked to farming.

Un répondant mentionne l'importance du secteur et de l'organisation de la chaîne alimentaire dans le développement des légumineuses. Il semblerait que " les légumineuses ne sont pas une culture " par défaut ". La filière est peu organisée, les marchés sont très spécifiques et petits et il n'y a pas de réelle volonté d'organisation ". En effet, en désignant les légumineuses comme une " culture par défaut ", l'enquêté souligne l'idée que cette légumineuse ne

s'inscrit pas dans un schéma de rotation classique. La production de légumineuses alimentaires en France est organisée en niches de production et dépend de l'espèce cultivée. Par exemple, la production de haricots verts et de pois dépend fortement de l'industriel concerné et implanté dans la région.

Opinion I1.4. One respondent, no direct link to farming.

"Il est facile de parler de sensibilisation quand il s'agit de la relance des légumineuses". Plusieurs personnalités en France appellent à la relance des légumineuses pour " desserrer la contrainte de la production de protéines végétales ", ce qui favorisera la souveraineté alimentaire française. Le mis en cause évoque une dimension historique du non-développement des légumineuses malgré les différents plans de relance européens et gouvernementaux. Le fonctionnement actuel est basé sur un accord de libre-échange établi dans les années 1960. Cet accord définit les pays américains comme producteurs de protéines végétales et les pays européens comme producteurs d'amidon. C'est ce qui crée la dépendance aux protéines végétales étrangères que connaît la France aujourd'hui. Le taux de dépendance est calculable : "Je ne sais pas si on peut arriver à ce niveau de désagrégation des nomenclatures, mais la base de données entrées/sorties permet de mesurer le taux de dépendance même à l'étranger, et le taux de dépendance a augmenté entre 2000 et 2015." L'enquêté considère que pour réintroduire les légumineuses, il faudra rompre une habitude tout

en étant sceptique sur la volonté réelle des autorités de modifier les accords existants.

4.5. Le marché des agroéquipements : vers un changement agroécologique ? (Question I2)

Les trois répondants qui ont mentionné spontanément leur opinion sur les marchés de l'agroéquipement en France ont simplement fourni des illustrations, sans avis positif ou négatif. Tous n'avaient pas de lien direct avec l'agriculture (Tableau 12).

Tableau 12. Opinions concernant le marché des agroéquipements

ID	Repondants	Contenu
Illustration I2.1.	Deux répondants.	Les répondants expliquent qu'en ce qui concerne la spécificité des agroéquipements, les industries construisent des machines que le marché " attend " mais pas les machines que le marché " pourrait attendre ". Il est très rare que les industries prennent des risques sur des outils très spécifiques. Il existe en France des agriculteurs innovants qui sont devenus des fabricants d'agroéquipements. Ces équipementiers restent proches du terrain et du métier d'agriculteur. Ils ont la capacité de créer de nouvelles machines qui répondent à des besoins émergents sur le terrain. L'originalité de ces constructeurs ne vient pas seulement du fait qu'ils sont issus de la profession agricole. Elle vient aussi du fait que les équipements qu'ils proposent sont plus modulaires et concernent les techniques culturales simplifiées et la conservation des sols.
Illustration I2.2.	Un répondant.	Selon un répondant, le marché français de l'agroéquipement est très dynamique et sain avec un taux de croissance de 1 à 2% par an. Il est également cyclique et caractérisé par des cycles oscillants qui durent 2 à 3 ans. L'oscillation et le dynamisme du marché des agroéquipements s'expliquent par une période de non-investissement dans le passé suivi d'une période de rattrapage et de réinvestissement. En termes d'investissement des agriculteurs et des collectivités locales, le tracteur reste le premier poste d'achat sur le marché, suivi par les équipements pour les espaces verts, le matériel viticole et les agroéquipements. Longtemps resté dans le paradigme de la motorisation, le marché de l'agroéquipement commence à évoluer en adoptant la robotique, par exemple, et en s'intéressant à l'agroécologie. Mais pour les fabricants, l'agroécologie reste aujourd'hui une tendance. "Les industries sont plutôt suiveuses en ce qui concerne la transition agroécologique. Il faut que cela se fasse dans le monde agricole et ensuite cela sera suivi par les industries".

5. Discussions

L'étude a permis d'identifier de multiples verrous dans les relations entre agroéquipement et production de légumineuses. Nous examinons ci-dessous les niveaux distincts de ces verrous pour finalement en tirer quelques perspectives.

5.1. Limites de l'étude

Les répondants comprenaient de nombreux agriculteurs, engagés dans des pratiques correspondant à leurs idéologies. Lors des premiers contacts, nous avons présenté le projet principal dont découle cette étude. En expliquant le financement qui nous est accordé, nous avons découvert des difficultés à convaincre certains de ces agriculteurs de nous parler, car ils avaient des doutes sur un tel projet partiellement financé par les fabricants. Cela confirme l'observation initiale d'un certain manque de dialogue et de confiance entre à minima certains agriculteurs (Gaillard 2009) et les fabricants (Lang, Christ, and Bornert 2011). En résumé, nous mettons en évidence un biais partiel des agriculteurs interrogés par la sélection de tous ceux qui ont finalement accepté l'entretien.

La transcription automatique via un script disponible en open source a permis d'optimiser le temps. Cependant, le transfert des discours dans un tableau récapitulatif a été nécessaire pour uniformiser les réponses et la lecture en silo.

La répartition des répondants en deux catégories selon le lien direct ou absent avec l'agriculture nous a permis d'avoir des résultats sur deux thèmes : i) la spécificité des agroéquipements pour les légumineuses et ii) la définition de l'agroécologie. Cette répartition n'a pas donné de résultats significatifs pour les autres thèmes.

Un fort mouvement dans les secteurs de l'agroéquipement mais aussi chez les agriculteurs peut être décrit. Ce mouvement concerne la transition écologique et énergétique. Les entretiens avec les informateurs clés ont confirmé le peu d'actualité de leurs réponses en raison des évolutions rapides de ce secteur. Il s'agit généralement de conseils, de propositions ou de spéculations datées.

5.2. Les agriculteurs impliqués dans l'ACS, conçoivent leurs systèmes de culture autour des pratiques agricoles

Le répondant (E2.1.) n'est pas en contradiction avec la littérature concernant la rotation des cultures. La pratique de la rotation des cultures existe depuis le premier siècle avant JC (Higgs, Peterson, and Paulson 1990) et est toujours utilisée aujourd'hui. On peut donc dire que la

rotation des cultures fait partie intégrante de la pensée de l'agriculteur. L'agroéquipement est une condition nécessaire à l'agriculture (Gras et al. 1989), car l'activité agricole consiste en une série d'actes techniques successifs. Ceux-ci nécessitent tous des équipements spécifiques. Le sens de l'utilisation des équipements agricoles est celui de la productivité et de l'efficacité (Kienzle 2013). L'utilisation de l'agroéquipement fait donc partie intégrante de la réflexion de l'agriculteur. Dans un contexte français, il existe peu de littérature sur la disponibilité des agroéquipements et leur insuffisance pour des actes agronomiques spécifiques. Cependant, Bournigal (2014) et al et Imbert, Petit et Siben (2016) notent dans leurs déclarations la nécessité d'adapter l'agroéquipement aux défis agronomiques environnementaux, sociaux et économiques actuels. Ceci a également été démontré par le projet DiverIMPACTS dont le groupe de travail 5 a mis en évidence l'interdépendance entre la disponibilité d'un de l'équipement approprié et son investissement élevé en capital (CUMA 2022).

Le répondant (E2.2) mentionne une question importante en adéquation avec les articles récents. En effet, les agriculteurs innovent dans la conception des systèmes de culture. Goulet et al (Goulet et al. 2008) disent : "les agriculteurs ne sont pas seulement des producteurs : ils ajustent constamment leurs actions et leurs connaissances, ils s'adaptent aux changements, et parfois ils créent des nouveautés techniques et organisationnelles qui peuvent ensuite être reprises par d'autres pour devenir des produits de marché ou des standards." Ils sont rejoints par Salembier et al, Magrini et al et Vall et al (2013; 2016). Cette création technique et ces nouveautés organisationnelles pourraient se faire individuellement mais surtout dans un contexte de groupe (Goulet et al. 2008; Salembier and Meynard 2013; Harff and Lamarche 1998).

Les répondants que nous avons rencontrés (E2.4, E2.5, E3.1, E3.3 et E3.4) faisant des pratiques de conservation du sol, expliquent l'importance de penser les systèmes de culture en comprenant le sol, sa structure et l'importance de le préserver.

Les informations agronomiques concernant l'agriculture de conservation données par les répondants correspondent à la littérature. Dans les pratiques d'agriculture de conservation, la préservation du sol est un axe fondamental (Farooq and Siddique 2014; Hobbs, Sayre, and Gupta 2008). Les concepts de l'agriculture de conservation comprennent la perturbation minimale du sol, la couverture permanente du sol, la diversification de la rotation des cultures et la gestion intégrée des mauvaises herbes (Farooq and Siddique 2014; Soumare et al. 2020) . Comme mentionné par les répondants, la couverture permanente du sol améliore l'activité biologique et la biodiversité du sol, la qualité du sol et la séquestration du carbone du sol (Séguy and Bouzinac 2001; Farooq and Siddique 2014; Derpsch et al. 2010; Giller et al. 2015; Fiener, Govers, and Oost 2008) ainsi que la qualité de l'eau (Thierfelder and Wall 2009).

Les répondants ont rappelé l'importance de penser la pratique agricole avant de penser agroéquipements : les pratiques agricoles sont au centre de leur réflexion (Mkomwa, Kaumbutho, and Makungu 2015). Ensuite, vient la réflexion concernant les agroéquipements. Les agriculteurs pratiquant la conservation des sols chercheraient des agroéquipements adaptés à l'étranger, s'adresseraient à des petits fabricants ou adapteraient par eux-mêmes leurs propres équipements. Les agriculteurs qui ont répondu à l'entretien ont fait preuve d'une grande autonomie et étaient pour la plupart engagés dans une agriculture de conservation et/ou s'orientant vers une agriculture à très faibles intrants. Ils ont montré une approche écosystémique de l'agriculture qui est durable. Aujourd'hui, les termes utilisés sont la culture relais, la double culture, la conservation des sols, le semis direct en couverture vivante et végétale, l'agriculture vivante et l'agriculture régénérative. La sélection de ces agriculteurs comme informateurs clés, ayant du leadership et spécifiquement innovants au sens agroécologique, s'est faite en fonction de leurs rôles dans les structures agricoles et par une recherche sur internet dans les réseaux agricoles.

Nous avons noté que les agriculteurs de conservation du sol acceptent une posture d'apprentissage continu. Chacun des agriculteurs rencontrés a affirmé l'importance de l'exploration dans le métier d'agriculteur. Cette exploration se fait par i) l'expérimentation des pratiques sur le terrain ii) le bricolage des agroéquipements pour les adapter à leurs propres pratiques iii) le partage des expériences et des échecs avec d'autres agriculteurs. L'agriculteur en conservation des sols prend ainsi la position d'un entrepreneur et parfois d'un inventeur.4.3.

Discussion sur la spécificité des agroéquipements

Pour la question "équipements spécifiques pour les légumineuses", il a été difficile de rester centré sur l'agroéquipement. En effet, et de manière quasi systématique, la réflexion a été détournée vers la pratique agricole et le sol.

Bournigal et al (2014) ont mentionné la possibilité d'améliorer l'agroéquipement en adéquation avec les concepts de l'agriculture de conservation tels que la réduction de la perturbation du sol. L'agriculture de conservation a besoin d'un meilleur accès à des machines adaptées (Blanchet et Gotman 1992) pour être pratiquée à plus grande échelle (Saxton et Morrison 2003). Les légumineuses sont utilisées dans les pratiques de conservation des sols pour couvrir le sol. Néanmoins, les légumineuses liées aux pratiques de conservation des sols nécessitent le développement d'un agroéquipement spécifique selon les personnes interrogées.

5.3. L'agroécologie est axée sur la production mais les avis des informateurs clé divergent.

Dans la première définition, les répondants sans lien direct avec les activités agricoles, associent l'agroécologie à la réglementation par l'étiquetage. Un répondant assure l'importance d'intégrer l'agriculteur à la réflexion globale concernant l'agroécologie, par la capacitation à la valorisation des produits. Alors que la prise de décision n'est pas systématiquement impliquée. Cette vision centralisatrice risque d'être insuffisante pour une transition agroécologique efficace.

Dans la deuxième définition, donnée par les répondants du groupe lié aux agriculteurs, l'agroécologie est associée à l'apprentissage, la curiosité et l'ouverture d'esprit sur les pratiques dans le monde. Pour les répondants, il est important que l'agriculteur ait le libre arbitre de pratiquer son métier, et d'adapter ses choix culturels et ses pratiques aux spécificités de son exploitation. Il est possible d'associer cette définition à une approche entrepreneuriale car l'agriculteur est un " preneur de risques ". Ahmad & Seymour (2008) citant Knight et al (1942) considère l'entrepreneur comme un preneur de risque, ou porteur d'incertitude, bien que cette incertitude soit difficile à mesurer. L'entrepreneuriat consiste à identifier et à agir sur les opportunités qui créent de la valeur (économique, culturelle ou sociale). En général, les activités entrepreneuriales nécessitent de tirer parti des ressources et des capacités par l'innovation (Ahmad and Seymour 2008). La valeur créée par ces agriculteurs peut être économique, environnementale, agronomique et sociale. Il s'agit de l'activité entrepreneuriale qui crée de la valeur par le biais de processus innovants ou de nouveaux marchés et reflète l'importance de : la création de nouveaux marchés par la naissance d'entreprises) ; la création de valeur (par exemple, les entreprises à forte croissance). À travers le prisme de l'agroéquipement, la définition de l'agroécologie associée à une approche entrepreneuriale pourrait confirmer les tendances de l'innovation en agroéquipement, en l'occurrence pour les pratiques de conservation des sols. Les chercheurs considèrent l'agriculteur comme porteur de connaissances. Les méthodes de suivi des innovations des agriculteurs (Salembier et al. 2020) en considérant l'agroéquipement pourraient permettre de franchir une étape supplémentaire dans la transition agroécologique effective.

Les ambitions actuelles pour l'agriculture, avec l'agroécologie en tête, nécessitent de concevoir des systèmes agricoles adaptables aux incertitudes sociales et écologiques, et de reconnaître et d'embrasser la diversité des situations dans lesquelles l'agriculture est pratiquée.

5.4. Marché de l'agroéquipement

Le marché français de l'agroéquipement est résumé par le rapport économique annuel de l'association professionnelle du secteur appelée AXEMA. Le chiffre d'affaires total du secteur est compris entre 11,4 et 12,7 millions d'euros entre 2017 et 2020, avec une réduction de 4. % entre 2019 et 2020. Le chiffre d'affaires apparaît donc en légère croissance dans le temps (AXEMA 2022). Si l'on se concentre sur la valeur du marché en incluant uniquement la production de machines, on constate une alternance de tendances à la croissance et de périodes stables au cours des dix dernières années, notamment avec l'augmentation de la production exportée (AXEMA 2022). Ceci converge avec l'affirmation d'un des répondants, même si la cyclicité semble être sur une période de trois à quatre ans (illustration I2.2). Néanmoins, la balance commerciale présente une tendance négative constante, avec un taux de couverture (exprimé par le rapport entre les exportations et les importations) de plus de 70% après 2019 (AXEMA 2022). La plus grande partie du chiffre d'affaires est réalisée en France par des filiales locales de fabricants étrangers. Les producteurs français sont principalement spécialisés dans la viticulture et la protection des cultures, mais de nouveaux acteurs émergent dans le secteur de la robotique et de l'automatisation (Bénière and Paturel 2022).

En se basant sur l'observation d'un groupe d'agriculteurs soutenant la conception d'agroéquipements adaptés aux pratiques agroécologiques, "l'Atelier Paysan", Salembier et ses collègues (2021) ont souligné le retour d'expérience des agriculteurs d'une inadéquation entre les concepteurs d'agroéquipements et l'évolution des besoins des agriculteurs (Ditzler and Driessen 2022). Au-delà de ce seul cas d'étude, le développement de la robotique agricole devrait redynamiser la conception combinée entre les machines et les systèmes agricoles (Friedrich, Derpsch, and Kassam 2012). Au niveau mondial, les fabricants d'équipements agricoles présentent deux tendances principales. D'une part, ceux qui sont basés en Chine et en Inde cherchent à augmenter leurs volumes de vente grâce à des machines peu coûteuses (et de faible technologie) [119] ; cela explique l'absence totale de paquets de mécanisation pour la plupart des cultures, qui conduit finalement à l'abandon de l'agriculture (Banerjee and Puneekar 2020) ou à l'objectif d'aller vers la modernisation de l'agriculture (Hena et al. 2019). D'un autre côté, les grands acteurs basés dans les pays développés continuent de se concentrer sur l'agriculture de précision comme trajectoire d'innovation (McFarland 2018; Maurel and Huyghe 2017).

Dans cette veine, la conception des agroéquipements est censée être améliorée soit par des attentes théoriques de meilleures performances agroécologiques (Maurel and Huyghe 2017;

Cai, Luo, and Li 2021), soit par une perspective orientée vers le système et la durabilité qui devrait être capable de prendre en compte l'adéquation des agroéquipements aux besoins des agriculteurs (Banerjee and Puneekar 2020), en particulier des petits agriculteurs (Salembier et al. 2020; Velazquez-Miranda, Silva-Navarro, and Bory-Reyes 2017). Ces exemples soulignent le contraste entre les tendances à l'homogénéisation du parc européen d'équipements, déterminées par le petit nombre de grands acteurs qui se concentrent de plus en plus sur la sophistication technologique des agroéquipements (McFarland 2018), et l'attente d'agroéquipements adaptés à des pratiques spécifiques (cf. avis E3.2).

5.5. À propos de la réintroduction des légumineuses

Une autre raison du non-développement des surfaces de légumineuses a été mentionnée par le répondant (I.1.4). En effet, les accords historiques de libre-échange en faveur des importations de protéines végétales et plus particulièrement de soja ont été évoqués pour expliquer le manque d'augmentation des surfaces de légumineuses en France (Magrini, Triboulet, and Bedoussac 2013; Lautre n.d.; Dehut and Pouch 2021). Dans ce même contexte, le répondant (I.1.1.) mentionne le plan de relance France Relance (France Relance 2021) pour la réintroduction des protéagineux, notamment des légumineuses, dans les systèmes agricoles français. Il est possible de noter une incohérence entre le dogme libre-échangiste dominant et le plan de relance.

6. Conclusion et perspectives

Il ressort de l'ensemble des entretiens que l'agroécologie voire l'agronomie ne sont peu voire pas pensées en lien avec les agroéquipements. Il a été dit, au travers des entretiens, que la plupart des agriculteurs choisissent leurs pratiques en fonction des équipements dont ils disposent, mais pas tous. Néanmoins des recherches complémentaires sont nécessaires pour identifier les modifications des agroéquipements qui sont réalisées dans les exploitations et par les agriculteurs, voire le nouveau type d'équipement, ou l'utilisation spécifique des équipements disponibles, en fonction des capacités entrepreneuriales et du bricolage (Senyard, Baker, and Davidsson 2009). Nous constatons, lors de discussions avec les agriculteurs, que la conservation des sols dans les cultures pourrait être économiquement tenable tout en étant agroécologique. Nous notons que la réduction de la surface des terres n'est pas nécessaire pour atteindre les objectifs agroécologiques. Au contraire, l'augmentation de la superficie des terres permet une plus grande flexibilité dans l'innovation et la facilité économique. Nous nous

intéresserons à un échantillon plus large d'agriculteurs utilisant des pratiques de conservation des sols et aux moyens d'améliorer les agroéquipements.

Au départ, nous associons un blocage potentiel au développement des légumineuses avec l'agroéquipement. Avec cette étude, nous réalisons que les blocages associés à l'agroéquipement sont plus liés aux légumineuses utilisées pour la couverture du sol dans les pratiques de conservation qu'aux légumineuses en tant que cultures.

Cette recherche ouvre de nouvelles perspectives. Un premier aspect est que si l'agriculture conservatrice des sols existe dans la bibliographie depuis près d'un siècle, son objectif rejoint l'analyse de l'anthropologue Philippe Descola dans " Au-delà de la nature et de la culture " (Descola 2013) et cherche une nouvelle alliance mythique entre l'homme et la nature. Le nouveau terme "agriculture régénératrice" pourrait être plus représentatif de ses objectifs et est déjà utilisé par certains agriculteurs de l'agriculture de conservation des sols. Cette nouvelle approche peut préfigurer l'avenir complexe de l'agriculture.

Le deuxième aspect est que cette agriculture agroécologique qui place les agriculteurs au cœur du changement agricole accepte la nécessité de l'interdisciplinarité dans la recherche agricole et reconnaît ainsi l'adaptation aux conditions locales et la complexité ensemble (Bawden 1991; Bawden 1995).

Et le troisième aspect est que l'agronomie, à toutes ses échelles d'analyse, ne peut exclure les sciences humaines et sociales. En effet, la nouvelle approche des sciences agronomiques aura tout intérêt à accepter que l'agronomie soit réellement une science humaine, car les agriculteurs et la société humaine sont désormais considérés comme les acteurs essentiels faisant partie de l'ensemble du système qu'est l'agriculture.

Chapitre 6 : Le bricolage, au cœur des transitions agricoles vers la durabilité des agroéquipements : les points critiques d'une fouille de données de vidéos YouTube.

1. Introduction

Le verbe « bricoler » indique un ensemble d'actions fragmentées qui réclament une ingéniosité et de l'habileté manuelle dans l'exploitation de moyens éclectiques (La langue française 2022). Le « bricolage », qui est le terme pour définir l'ensemble de ces actions, se pose ainsi en contraste avec un travail ordonné réalisé avec des moyens prédéfinis qui caractérise l'œuvre des ingénieurs (Rogers 2015).

Sur le plan conceptuel, plusieurs auteurs ont défini le bricolage (Odin and Thuderoz 2010; Bendall 1983; Mélice 2009; Kincheloe 2011) jusqu'à en faire un cadre pour caractériser certaines approches de la recherche qualitative (Denzin and Lincoln 2008). Des exemples d'adoption du concept de bricolage concernent la médecine (M'zoughi 2021), l'enseignement (Hatton 1989), l'art (Stinchfield, Nelson, and Wood 2013), la psychologie (Trouvé 2020) ou encore l'entrepreneuriat (Senyard, Baker, and Davidsson 2009; Archer, Baker, and Mauer 2009). L'étude que nous présentons porte sur le bricolage des agroéquipements par les agriculteurs. Nous allons nous rattacher à la définition de bricolage développée en anthropologie afin d'éclairer le sens et la pertinence du concept de bricolage pour notre étude. Lévi-Strauss (1962) aborde le concept de bricolage en ces termes : « [...] une forme d'activité subsiste parmi nous qui, sur le plan technique, permet assez bien de concevoir ce que, sur le plan de la spéculation, put être une science que nous préférons appeler « première » plutôt que primitive, : c'est celle communément désignée par le terme de *bricolage* ». Plus particulièrement, Lévi-Strauss distingue deux types de bricolage.

(1) **Le bricolage technique** « associé au travail des mains et associant des moyens détournés par rapport à ceux d'un artisan » (Lévi-Strauss 1962). Par l'étude de l'étymologie du terme français 'bricoler', Lévi-Strauss souligne la référence à un mouvement rapide qui impliquerait l'utilisation de moyens d'immédiate disposition pour atteindre les objectifs préfixés. Quatre profils de bricoleurs peuvent être identifiés par le rapport que bricoleur a aux projets et par la façon dont il travaille avec ce qui est à portée de main pour répondre aux événements de manière *ad hoc*. (a) L'*optimisateur*, qui se demande comment les matériaux à portée de main pourraient être utilisés, en pliant le degré d'achèvement du projet sur la réserve fixe des matériaux sans motivation à en acquérir de nouveaux. (b) Le *collectionneur*, pour lequel les moyens sont collectés non pas en vue d'une utilisation particulière, mais dans l'espoir qu'ils puissent s'avérer utiles. (c) L'*expérimenté*, dont les moyens sont déterminés sur la base d'expériences passées ;

ses matériaux sont finis et chaque élément est ouvert à une variété d'usages et permet au bricoleur de fonctionner sans " l'équipement et le savoir de tous les métiers et professions" (Lévi-Strauss 1962). (d) L'*opportuniste*, qui se limite à une réorganisation ou une improvisation, incluant de nouvelles utilisations, de l'ensemble des moyens existants pour créer de nouvelles structures en réponse *ad hoc* à l'environnement. De fait, dans cette étude, nous nous intéresserons aux profils (c) et (d) qui correspondent aux agriculteurs bricoleurs.

(2) **Le bricolage conceptuel**, qui concerne la science du concret. Ce mode de pensée antérieur à la science de l'abstrait car portant sur l'explication de catégories concrètes accessibles par des perceptions sensorielles (outils, espèces, nourriture, ...) est une pratique analogue à celle du bricoleur sur le plan technique. En revanche, la méthode du praticien qui utilise les sciences de l'abstrait est analogue à celle de l'ingénieur. Le bricolage aurait donc un aspect empirique mais sous-tendu et soutenu par le but d'atteindre un objectif.

Le bricolage semble être un concept multidimensionnel et ses manifestations très nombreuses sont difficiles à capter de manière représentative. Dans sa dimension technique, nous nous intéresserons au bricolage en agroéquipements comme manifestation d'un besoin d'adaptation des moyens utilisés par les agriculteurs pour réaliser des actions techniques spécifiques propres à l'agroécologie. Ce besoin concerne tant des adaptations agronomiques, que climatiques, mécaniques ou économiques, en lien implicite ou explicite avec les demandes de transition vers la durabilité. En effet, face à une situation inédite, la posture du bricoleur peut être en meilleure adéquation que la posture de l'ingénieur grâce à l'exploitation des moyens existants reconfigurés ou ajoutés pour une réponse *ad hoc* à l'environnement.

Dans sa dimension conceptuelle, nous, chercheurs, adopterons une posture de bricoleurs dans la méthodologie que nous utiliserons. Afin de tracer un premier portrait des bricolages des agroéquipements nous avons choisi d'explorer les témoignages vidéo des agriculteurs sur YouTube. Ce réseau social permet de poster et visionner librement du contenu audiovisuel de durée très variable. Il est ainsi devenu un moyen efficace pour partager ou apprendre des pratiques, tel que le bricolage, qui ne sont pas standardisées, avec un accès sur-mesure à l'information (Casey et al. 2022). De plus, la simplification de production de contenus audiovisuel, notamment par l'ample disponibilité à des smartphones dotés de caméra et microphone, a permis à une nouvelle génération d'agriculteurs passionnés connectés (les agri-youtubeurs) d'atteindre un réel succès sur les réseaux sociaux (Bentley et al. 2019; Rénier 2022; Rénier et al. 2022). Nous ciblerons donc des agri-youtubeurs qui parlent face à la caméra de leurs bricolages d'agroéquipements. Nous ne ciblerons pas spécifiquement des bricoleurs

orientés en agroécologie dans un contexte de transition. Nous supposons que cette recherche nous permettra de l'obtenir comme résultat.

Nous insisterons d'abord sur la partie 2, Matériel et méthodes, car les nouveaux outils employés ici font partie de l'étude et les résultats obtenus comprendront la validation de cette approche expérimentale nouvelle. La partie 3, Résultats, comprendra donc aussi ceux qui valident ou infirment cette nouvelle exploration. Puis nous présenterons les résultats obtenus par cette méthode. Dans la partie 4, nous discuterons de l'intérêt et des limites de cette nouvelle approche. Finalement, nous concluons dans la partie 5, Conclusions.

2. Matériel et méthodes (Figure 10)

La fouille de données (*data mining* en anglais) est définie comme la pratique consistant à examiner une base de données afin d'en générer de nouvelles informations. Cette pratique vise à mettre en exergue d'éventuelles corrélations significatives entre les données observées (Zaki and Wong 2004; Osman 2019; Jun Lee and Siau 2001; Pujari 2001). Dans les paragraphes suivant nous détaillons les quatre grandes étapes qui composent l'analyse par fouille de données : collecte, préparation, analyse et modélisation (Zaki and Wong 2004; Osman 2019; Jun Lee and Siau 2001; Pujari 2001). Pour l'exécution de chacune de ces étapes, nous avons utilisé des ensembles de fonctions pré-écrites, ce qui nous évite de réécrire de zéro ces fonctions. En informatique, des ensembles cohérents de fonctions sont nommées bibliothèques ; chaque bibliothèque est caractérisée par des cas d'usage et pour des environnements d'application spécifiques, écrits dans le langage de programmation adapté. Toutes les bibliothèques que nous avons utilisées étaient écrites dans le langage de programmation python. Nous garderons les termes techniques anglais dans les cas d'absence de mot français correspondant.

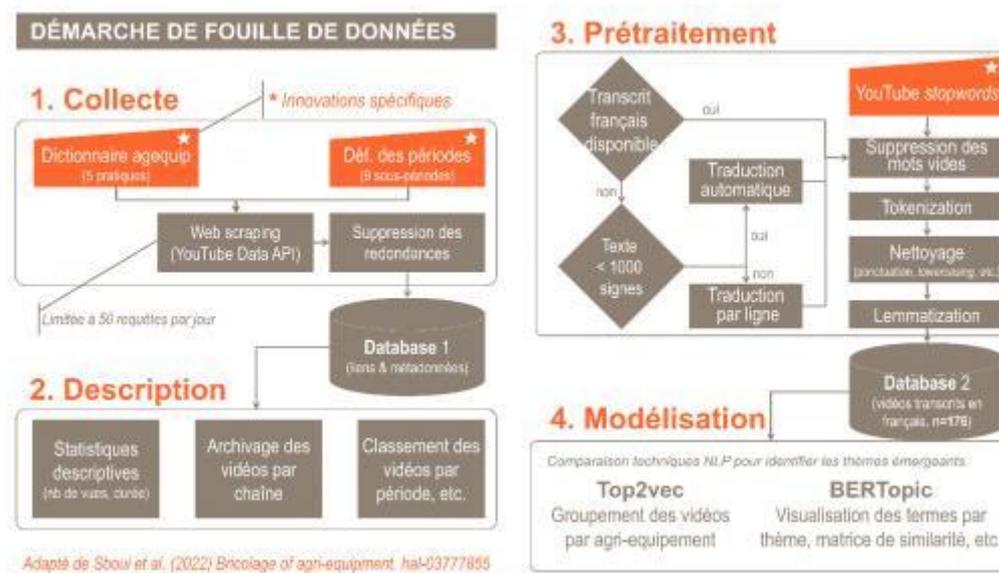


Figure 10. Processus d'extraction des transcriptions, de traduction et de traitement du texte.
Adapté de Sboui et al. (2022).

Collecte et description des données

Le matériel brut pour notre analyse se compose de deux parties : les vidéos et les données sur les vidéos, dites « métadonnées ». Les métadonnées des pages YouTube sont les informations textuelles descriptives qui définissent une vidéo, elles indiquent aux internautes tous les renseignements d'une vidéo (Baudet and Point 2017; Rangaswamy et al. 2016; Marathe and Shirsat 2015) (Aggarwal, Agrawal, and Sureka 2014). La collecte a donc visé trois grandes étapes. D'abord, l'identification des vidéos pertinente par le *web scraping*, ensuite l'extraction des métadonnées et, enfin, l'extraction des transcriptions des vidéos.

Le *web scraping* prend son nom du verbe anglais *to scrape*, qui signifie « gratter » avec référence à l'extraction ciblée du contenu du web de façon structurée afin de le réutiliser pour des intérêts spécifiques (Glez-Peña et al. 2014; Khder 2021; Singrodia, Mitra, and Paul 2019; Karthikeyan et al. 2019; Zhao 2017). Le *scraping* (ou extraction) peut être réalisé via un programme, un logiciel automatique ou un autre site ; il est également appelé *crawling* quand il est assuré par des bots ou robots, qui répètent périodiquement l'extraction à l'instar, par exemple, des moteurs de recherche tels que Google (Glez-Peña et al. 2014; Khder 2021; Singrodia, Mitra, and Paul 2019). Nous nous sommes concentrés sur trois des principales bibliothèques python existantes (Khder 2021; Lawson 2015; Mehta et al. 2020) pour réaliser du *web scraping* de liens :

Selenium, adaptée à tout type de page web et permettant des commandes en plusieurs langages (C, Haskell, Java, JavaScript, Objective-C, Perl, PHP, Python, R et Ruby) tout en automatisant les interactions.

Beautiful Soup, adaptée à tout type de page web, permettant la recherche d'éléments spécifiques grâce à l'analyse syntaxique de documents HTML et XML

Pytube, la plus adaptée à notre étude car spécialisée seulement sur les pages YouTube, légère et sans dépendance, permettant de télécharger des vidéos à partir du web et d'autres fonctionnalités spécifiques.

Pour assurer une bonne extraction des liens reliés à la thématique, un dictionnaire a été construit. Ce dictionnaire identifie les pratiques des grandes cultures et les agroéquipements associés (Tableau 13). L'élaboration du tableau se base sur trois sources : 1) différents échanges avec des agriculteurs, 2) échanges avec les membres de notre équipe de recherche, 3) littérature grise relative aux agroéquipements.

Tableau 13. Dictionnaire des pratiques agricoles et les agroéquipements associés

Pratiques	Agroéquipements
	Cultivateurs (dents, disques)
Préparation du sol	Herses et fraises rotatives Déchaumeurs (dents, disques) Décompacteurs
	Charrues à socs (simple, réversible (principe « Brabant »), portée, semi-portée)
	Pulvérisateurs
Semis	Semoirs portés
	Semoirs tractés (trémie simple ou double)
	Semoirs combinés (préparation du sol + semis)
Désherbage	Semoirs à trémies frontales Semoirs de précision Semoirs de semis direct
	Outils de désherbage mécanique
	Herse étrille Houe rotative
Récolte	Bineuse (à socs, à étoiles, à doigts)
	Moissonneuse batteuse Faucheuses (À assiettes, à tambour)
Ensilage	Faneuse
	Andaineur Presse

L'accès aux vidéo YouTube a été réalisé au travers d'une interface de programmation d'application, ou "*Application Programming Interface*" en anglais (API). L'API est un ensemble de protocoles et de fonctions permettant la communication entre logiciels et/ou bases de données. Les API servent à faciliter l'intégration et la communication entre différents systèmes, avec un contrôle très fin des droits d'accès. Dans notre cas d'étude, l'API YouTube, extrait via la plateforme YouTube Data API, fut interrogée avec la bibliothèque Pytube. Il est important de noter que YouTube impose une limite de 50 éléments pouvant être retournés par chaque requête. Pour contourner cette limite, la recherche a été découpée en plusieurs requêtes selon un critère de temps afin d'éviter les redondances en procédant par ordre décroissant de parution de la vidéo.

L'extraction des métadonnées des vidéos choisies a été réalisée au travers du module "YouTube" de la bibliothèque Pytube. Pour chaque lien vidéo nous avons extrait le titre, la description, le propriétaire de vidéo, le nombre de vues, la durée (en secondes), l'identifiant de chaîne, l'adresse web (url) de la chaîne, les mots-clés, la date de publication et l'identifiant unique de vidéo. Ces données ont été enregistrées dans un tableur en forma .csv pour les phases ultérieures de l'analyse.

En fin d'extraction, des analyses préliminaires ont permis de tirer des statistiques descriptives portant notamment sur une synthèse des métadonnées et un classement quantitatif par vidéo, par chaîne, etc. De plus, les vidéos ont été rangées et archivées en vue des prétraitements.

Prétraitements de la base de données

Avant d'analyser les données et des métadonnées, certains prétraitements se sont montrés nécessaires. Le plus important a été l'extraction des transcriptions, ensuite traitées pour obtenir un corpus de contenu harmonisé.

La transcription des vidéos a été obtenue via la fonctionnalité « YouTube Transcript API » (Lawson 2015; Baudet and Point 2017; Zeni, Miorandi, and De Pellegrini 2013; Bachubhay et al. 2021; Alrashed et al. 2020; Paredes-Valverde et al. 2012). À partir de l'identifiant unique de chaque vidéo, cette fonctionnalité a permis d'extraire les transcriptions des vidéos ayant un sous-titrage.

L'extraction des transcriptions a mis en évidence une série de limites de la collecte : une partie des transcriptions étaient en langues différentes du français. De plus, la ponctuation était absente et tous les textes étaient en minuscule. Et finalement, plusieurs mots générés automatiquement, ainsi que la présence de symboles et émoticônes introduisaient une source de bruit dans l'analyse. En conséquence, les textes ont dû être standardisés en fonction de ces différents points.

Les textes non français ont été traduits à l'aide de la bibliothèque python Translate (Derfoufi 2019; Liu 2020). Toutefois, la traduction automatique n'a pas pu gérer les caractères spéciaux. De plus, dans notre configuration d'utilisation, la bibliothèque limitait la traduction à 1000 signes (Kaleb 2022), et la plupart des transcriptions étaient des textes bruts n'ayant pas de délimiteurs. Il a donc été nécessaire d'affiner le prétraitement en effectuant une traduction ligne par ligne.

Une fois le texte transcrit, traduit et homogène, il est nécessaire de le normaliser. L'étape de normalisation permet une efficacité du texte dans la recherche d'informations. Pour cela, des algorithmes de traitement de langage naturel (NLP) sont appliqués. NLP est une branche de la science des données permettant aux machines de comprendre, manipuler, traduire ou générer le langage naturel, c'est à dire compréhensible par les humains tel qu'il est parlé et/ou écrit. Le NLP se positionne ainsi à l'intersection entre l'informatique, l'apprentissage automatique (*machine learning*) et la linguistique (Cambria and White 2014; Sag et al. 2002).

L'harmonisation et la standardisation des transcriptions a été réalisée à l'aide de deux bibliothèques python : SpaCy, dédiée au traitement de grands volumes de textes (Al Omran and Treude 2017; Srinivasa-Desikan 2018; JUGRAN et al. 2021; Altinok 2021; Vasiliev 2020) et NLTK, permettant la création d'interfaces avec plus de 50 ressources lexicales (e.g. WordNet) et des bibliothèques de classification du texte, ainsi que la tokenisation, l'analyse syntaxique et le raisonnement sémantique (Wang 2021; Hardeniya 2015; Millstein 2020; Yogish, Manjunath, and Hegadi 2019; Farkiya et al. 2015). Les différentes manipulations des textes correspondent aux opérations classiques dans le traitement automatique du langage naturel. Ces opérations portent sur le nettoyage et la normalisation afin de réduire la taille du vocabulaire et, donc, de diminuer la dimension de l'espace d'entrée dans les modèles d'apprentissage automatique.

Le nettoyage du corpus des transcriptions comporte la suppression d'éléments inutiles et de mots vides (*stopwords* en anglais). Les éléments inutiles sont les onomatopées produites par la transcription automatique (e.g. ehhe, ouhhh), ainsi que les émoticônes et d'autres symboles indésirables. Les mots vides sont des mots des expressions intercalaires régulières qui ont un pouvoir discriminant assez faible, tels que : et, ou, donc, la, les. En plus des mots vides du langage courant français, nous avons supprimé les mots vides spécifiques aux vidéos YouTube, tels que : bonjour, épisode, notification, abonnez, salut, etc. Ce nettoyage a permis de réduire la dimensionnalité du corpus et donc de focaliser le vocabulaire sur les mots discriminants pour le sujet d'étude. Le corpus nettoyé a été ensuite divisé en entités discrètes (*tokens* en anglais) par le découpage en mots individuels. À ce niveau nous avons supprimé la ponctuation (i.e. tokens qui sont des signes de ponctuation).

En utilisant la bibliothèque NLTK, nous avons ensuite passé tout le texte en minuscules, car la modélisation y est sensible, et supprimé espaces multiples et retours à la ligne car inutiles à la modélisation. Finalement, le corpus ainsi prétraité a été lemmatisé : en utilisant un dictionnaire et en tenant compte du contexte dans la phrase, chaque mot (i.e., token) a été reconduit à la racine, c'est-à-dire à sa forme neutre canonique. Le résultat a été converti en fichier « pickle » pour rendre le programme exécutable sur python.

Modélisation des sujets

La modélisation des sujets (*topic modeling* en anglais) porte sur l'utilisation d'un modèle probabiliste afin d'identifier les thèmes qui peuvent décrire et résumer le contenu d'un texte opportunément prétraité. Il s'agit d'une méthode de classification non supervisée de document. Cette modélisation est considérée comme un type spécifique de *clustering* (regroupement) qui permet de détecter les sujets abordés dans un corpus de documents, assigner les sujets détectés à ces différents documents (Fedushko 2016; Li and Lei 2021; Nikolaenko et al. 2021). La modélisation des sujets fournit des méthodes pour organiser, comprendre, rechercher et résumer automatiquement un ensemble de documents parlant de plusieurs thèmes (Brookes and McEnery 2019).

Tableau 14. Comparison des trois bibliothèques les plus fréquentes pour une modélisation de sujet thématique (Fedushko 2016; Bhat et al. 2020; Alsumait et al. 2010; Xie et al. 2020; Egger and Yu 2022)

	LDA	Top2vec	BerTopic
Définition	Bibliothèque qui utilise des a priori Dirichlet pour les distributions document-sujet et mot-sujet, se prêtant à une meilleure généralisation.	Algorithme de recherche sémantique. Il détecte automatiquement les sujets présents dans le texte et génère des vecteurs de sujet, de document et de mots intégrés Elle exploite l'incorporation sémantique conjointe de documents et des mots pour trouver des vecteurs thématiques. Pas besoin de lemmatisation, le nombre de sujets est trouvé automatiquement.	Bibliothèque qui utilise des transformateurs et TF-IDF (Term Frequency-Inverse) (Document Frequency) basé sur des classes pour créer des clusters denses
Avantages	La plus populaire et la plus efficace		Elle interprète et visualise facilement les sujets générés. Flexible avec plusieurs langues
Inconvénients	Besoin du nombre de sujets à connaître. Ignore l'ordre et la sémantique des mots	Ne contient pas de manière de visualisation graphique	Beaucoup de documents classés aberrants

Des trois bibliothèques utilisées plus fréquemment pour la modélisation des sujets (Tableau 14), nous avons exclu LDA car il nécessite de fournir à l'avance le nombre de sujets. Il aura aussi fallu réaliser plusieurs itérations pour en régler les hyperparamètres permettant de créer des thèmes significatifs. Par conséquent, seule les bibliothèques top2vec et BerTopic ont été comparées pour modéliser le corpus des transcriptions.

3. Top2vec

L'algorithme part du principe que l'existence de nombreux documents sémantiquement similaires est révélatrice d'un sujet sous-jacent. La première étape consiste à créer un ensemble de vecteurs de documents et de mots. Une fois les documents et les mots intégrés dans un espace vectoriel, l'objectif de l'algorithme est de trouver des groupes de documents denses, puis d'identifier les mots qui ont rassemblé ces documents. Chaque zone dense est un sujet et les mots qui ont attiré les documents dans la zone dense sont les mots du sujet. Une fois le modèle Top2Vec entraîné, nous avons obtenu le nombre de sujets de notre corpus et exploité ses différentes fonctionnalités. Le modèle, une fois entraîné, détecte automatiquement les sujets présents dans l'ensemble de corpus (2 dans notre cas) et génère un vecteur pour chaque sujet, les documents qui le définissent ainsi que les mots intégrés qui le caractérisent avec leurs scores respectifs. Les 50 premiers mots et les scores de similarité sont renvoyés, par ordre de similarité sémantique avec le sujet.

4. BerTopic

Intégration des documents (*embedded documents* en anglais). Nous commençons par créer des incorporations de documents à partir d'un ensemble de documents en utilisant des transformateurs de phrases. Ces modèles sont pré-entraînés pour de nombreuses langues et sont parfaits pour créer des incorporations de documents ou de phrases.

Regrouper les documents. Nous réduisons la dimensionnalité des incorporations que nous avons générés via la bibliothèque UMAP. Ensuite, nous utilisons la bibliothèque de clustering basée sur la densité (HDBSCAN) pour créer nos clusters et identifier les aberrations.

Créer la représentation du sujet. Nous utilisons la bibliothèque TF-IDF pour savoir le contenu de chaque cluster généré. La bibliothèque TF-IDF permet de trouver des mots intéressants par groupe de documents plutôt que par chaque document. En appliquant le TF-IDF sur l'ensemble de documents, nous comparons l'importance des mots entre les documents. Ainsi, tous les documents d'une même catégorie sont traités comme un seul document sur lequel TF-IDF est ensuite appliqué. Les résultats sont des scores des poids pour les mots au sein d'un cluster. Plus les mots sont significatifs dans un cluster, plus ils sont représentatifs de ce sujet. Chaque cluster est converti en un seul document au lieu d'un ensemble de documents.

Cohérence de la pertinence marginale maximale. Avec les représentations TF-IDF, nous avons un ensemble de mots qui décrivent une collection de documents. Techniquement, cela ne signifie pas que cette collection de mots décrit un sujet cohérent. En pratique, nous verrons que de nombreux mots décrivent un sujet similaire, mais que certains mots seront, d'une certaine

manière, trop adaptés aux documents. Pour améliorer la cohérence des mots, la pertinence marginale maximale a été utilisée pour trouver les mots les plus cohérents sans avoir trop de chevauchement entre les mots eux-mêmes. Cela permet d'éliminer les mots qui ne contribuent pas à au sujet.

5. Regroupement par mot-clé

À partir de ces modèles il a été possible d'identifier une liste des agroéquipements les plus traités par les vidéos YouTube. Cependant, d'autres machines agricoles ne sont pas considérées comme mots significatifs pour le modèle. Par conséquent, il n'a pas été possible de les regrouper. Pour remédier à ce problème, nous avons classé les documents des mots non traités selon le principe suivant : un document qui contient plus d'occurrences d'un mot clé est un document significatif et qui parle sûrement de cette machine agricole. C'est à travers la méthode "search" de la bibliothèque "regexp" que les documents les plus pertinents du corpus des transcriptions ont été extraits, et la pertinence ici est définie par la fréquence d'apparition du terme en question.

6. Résultats

Les résultats présentés dans cette section sont donc le résultat d'un outil exploratoire. L'analyse de ces résultats permettra donc aussi de valider la méthode.

Collecte des données et description du corpus

Au total, 311 liens et par conséquent autant de vidéos couvrant la période 2005-2022 sont obtenus (Tableau 15). Les pratiques les plus traitées par les vidéos sont la récolte (N = 139) et le « travail du sol » (N =93). On note également que la dernière année (2021 jusqu'à août 2022) présente le nombre le plus important des vidéos publiées sur la période couverte.

Tableau 15. Résultat du scraping des liens. Nombre brute de vidéos par année

	2005- 2011	2011- 2013	2013- 2015	2015- 2017	2017	2018	2019	2020	2021- 2022	Total
Travail du sol	1	2	3	2	2	6	1	16	60	93
Semis	0	1	0	0	1	9	6	7	24	48
Désherbage	0	0	1	4	0	0	0	1	2	8
Récolte	0	1	0	2	4	5	4	24	96	139
Ensilage	0	0	0	0	0	5	4	1	13	23

Total 1 4 4 8 10 25 15 49 195 311

La suppression des redondances mène à 234 liens YouTube uniques. 10 liens YouTube russes ont été bloqués à cause de la guerre en Ukraine. Les liens YouTube disponibles sont donc 224. Ces liens ont été archivés dans un fichier de type bloc-notes (.txt). Les métadonnées associées concernant plusieurs descripteurs ont été archivés dans un fichier .csv.

L'analyse des métadonnées a fait émerger un inconvénient du data API de YouTube qui restitue des liens hors domaine. Un filtrage des liens a donc été effectué où seules les vidéos ayant un mot du dictionnaire [cf Tableau 13 pour les mots-clés] dans le titre ou la description ont été gardés. Après filtrage, une liste de 176 liens a été obtenue. Il est constaté que la méthode extrait plus de contenu que nécessaire nécessitant plusieurs tris.

Ces vidéos sont réparties entre 68 chaînes YouTube. Pour chaque chaîne nous avons documenté : nom de la chaîne, nombre d'abonnés, nombre de vues, identifiant unique, nombre total de vidéos, identifiant de la playlist (Figure 11).

	Channel_name	Subscribers	Views	channel_id	Total_videos	playlist_id
0	PowerBoost	58600	23765057	UCXur-8uR91-dEiafZevXwGQ	1519	UUUxur-8uR91-dEiafZevXwGQ
1	Jilles Boer	12600	2865421	UCZdAJQWihLkAx0VZ2mMaFg	148	UUZdAJQWihLkAx0VZ2mMaFg
2	Biomanie	3650	519208	UCW39-vjpoz7-RuJDaiZSE8A	32	UUW39-vjpoz7-RuJDaiZSE8A
3	Stauffer Garage	1290000	194099048	UC8f1N1Cg_5Ex0aWBuZeYGg	219	UU8f1N1Cg_5Ex0aWBuZeYGg
4	FieldView	3400	14451945	UCegW3qx77Yrg-nKH-VUMFA	295	UUegW3qx77Yrg-nKH-VUMFA
...
15	Ricardos Gaming	12500	4615121	UCYTr93ZqkpdYDh_GTe39bdA	1569	UUYTr93ZqkpdYDh_GTe39bdA

Figure 11. Tableau des informations des chaînes

Prétraitement des données

À la suite du processus de traduction des transcriptions, nous remarquons que la majorité des vidéos disposait d'une transcription en français et que la totalité des vidéos issues du filtrage a pu être traitée. Au total, nous pouvons construire un corpus de 176 transcriptions des vidéos (Tableau 16).

Tableau 16. Résultats de la traduction des transcriptions (N = 176).

Vidéo avec transcription	Nombre de liens
En français	133
< 10000 caractères et traduite en français	18
>10000 caractères	23

Les résultats du prétraitement de transcription ont engendré des textes nettoyés, prétraités, lemmatisés, prêts à l’exploration et à la modélisation. Ces résultats ont été archivés dans des fichiers du type bloc-notes.

Modélisation des données

Nous allons passer en revue les principaux composants de Top2Vec et BerTopic et les étapes nécessaires pour créer des modèles thématiques solides.

Première application : Top2vec

L’entraînement du modèle se fait avec la fonction suivante :

```
model = Top2Vec (document= corpus, speed="learn", workers=8)
```

Les résultats montrent que le lexique utilisé par les agri-youtubeurs est composé de verbes d’action qui reflètent le terme bricolage.

Exemple d’utilisation de Top2Vec : Si on prend à titre d’exemple le mot ‘semoir’, on cherche les sujets les plus similaires à ce mot via un score pouvant aller de 0 (le plus similaire) à 1 (le moins similaire). Il est possible alors de générer un nuage de mots (Figure 12). Le nuage de mot les plus similaire au semoir dans topic 1) en relation avec le mot choisi qui est ‘semoir’ dans ce cas.



Figure 12. Le nuage de mot les plus similaire au semoir dans topic 1

Les documents ayant un score supérieur à 0.5 (seuil de choix) ont été classés dans la thématique ‘agroéquipement’. Les machines agricoles traitées et reconnues par le modèle sont : charrue, herse, moissonneuse-batteuse, semoir, presse et tracteur. Il est possible de constater que la plupart des vidéos illustrent effectivement ces agroéquipements.

Deuxième application : BerTopic

Ici, nous explorons les fonctionnalités les plus fréquentes du modèle BerTopic pour créer des catégories à partir du corpus de données. Pour pouvoir entraîner le modèle BerTopic, une activation du GPU, et une installation de la bibliothèque BerTopic sont obligatoires.

Extraction des sujets. Après avoir ajusté le modèle, il est possible d’examiner les résultats. Nous regardons d’abord les sujets les plus fréquents car ils représentent mieux le corpus de

mots. Le sujet le plus fréquent (sujet 0) regroupe 62 documents, dont les mots les plus représentatifs indiquent un thème agricole en lien avec la ferme et le semis (Figure 13).

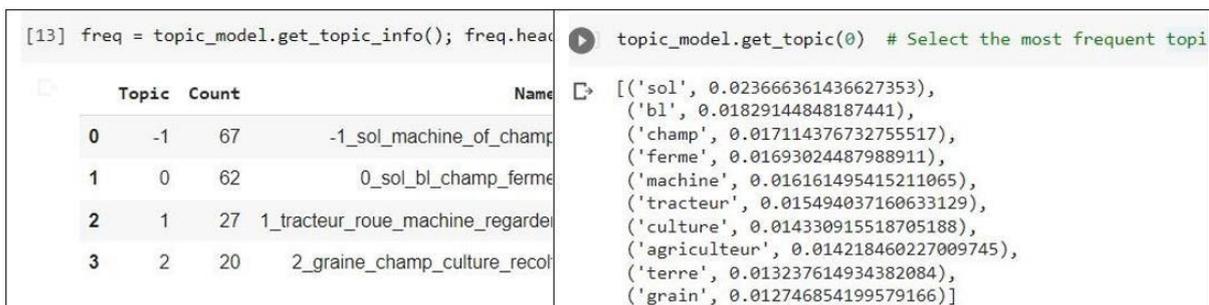


Figure 13. Exemple de résultat modèle issu de BerTopic : à gauche, liste des sujets ; à droite, mots représentatifs du sujet le plus fréquent (topic 0) au moins fréquent (topic 3). Le topic -1 fait référence à toutes les valeurs aberrantes qui doivent être ignoré

Plusieurs options de visualisation sont disponibles dans BerTopic, notamment la visualisation des termes des sujets, des probabilités des matrices de similarité. Par exemple, il est possible de visualiser les termes pertinents pour chaque sujet en créant des diagrammes à barres à partir des scores c-TF-IDF pour chaque représentation de sujet. Ces scores permettent d'indiquer la signification de chaque sujet et de comparer les représentations des sujets entre elles (Figure 13).



Figure 14. Scores enregistrés pour les mots les plus significatifs des thèmes

La visualisation des probabilités des sujets sert à définir la distribution des sujets dans le corpus de données : le deuxième sujet est le plus probabiliste avec une distribution de 0.4. Une matrice de similarité permet de calculer la corrélation entre les différents sujets. (Figure 14).

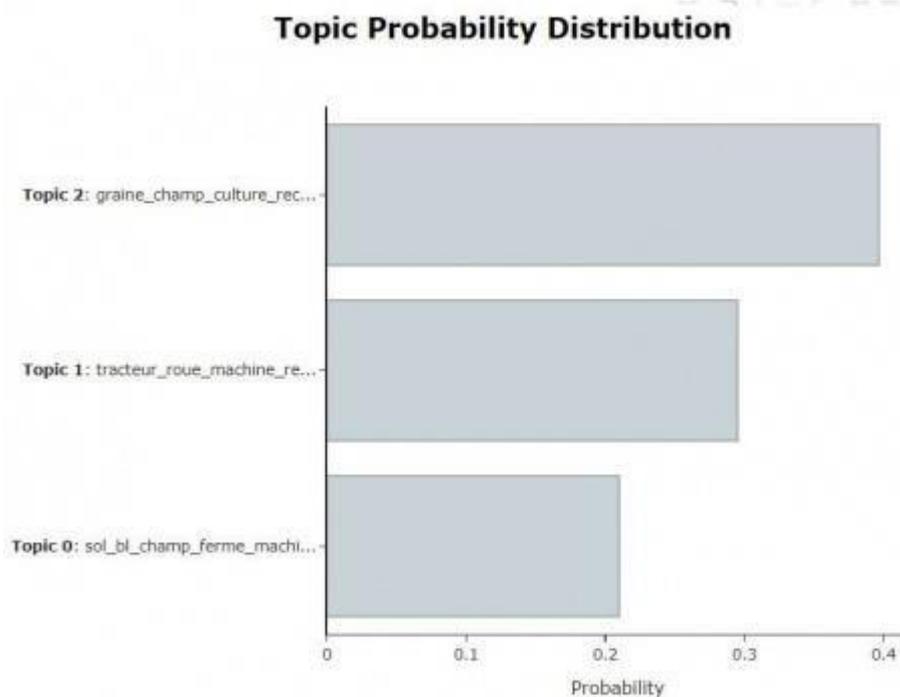


Figure 15. Analyse du classement des sujets par BerTopic. En haut, distributions des documents. En bas, matrice de similarité entre les sujets; les sujets qui ont de fortes ressemblances sont: les sujets 1 et 0 avec un score de 0.95

Après avoir créé le modèle thématique, nous avons remarqué qu'il y a deux sujets qui sont presque semblables (sujet 0 et sujet 2). Il est possible de les considérer comme un seul. BERTopic permet de réduire le nombre de sujets. Le premier sujet étant aberrant, nous sommes passés de 3 sujets à 2 sujets. Le premier sujet (sujet 0, Figure 15) parle de tout ce qui est en rapport avec le sol et les cultures. Le deuxième sujet (sujet 1, Figure 15) aborde directement les thèmes de machinisme agricole et d'agroéquipements.

Structuration des résultats

La démarche porte principalement sur l'identification des documents les plus pertinents en relation avec les machines agricoles en vue d'extraire les bricolages de ces derniers. Les bricolages sont exposés dans les vidéos YouTube par les agri-youtubers ou les youtubeurs d'une manière très explicite. Voici quelques cas de figures par lesquelles ils expriment les bricolages :

L'agriculteur parle de son agroéquipement, explique son fonctionnement en donnant indirectement des indicateurs d'une bonne exploitation de l'ensemble de composants de cet équipement.

Les constructeurs des machines détaillent les nouveautés et l'utilité en rapport avec un besoin spécifique.

Un agriculteur partage son expérience en exerçant sur son champ une pratique (récolte ou semis, ou désherbage...) sur une culture.

Un agriculteur rencontre un problème durant la récolte et essaye de les résoudre par le moins de dégâts en exposant les causes, les conséquences et les différentes alternatives pour ne pas les réaffronter.

Un agriculteur déploie deux ou plusieurs agroéquipements pour atteindre un objectif ou satisfaire un besoin.

Un agriculteur et son fils parlent de l'exploitation familiale, ainsi que de leur semoir trip-till (cultivation en bandes) unique qu'ils ont fabriqué eux-mêmes.

À ce stade, des groupes qui classent chaque agroéquipement avec le top 5 des documents les plus pertinents ont été construits. Un obstacle important est le manque d'une base de données standard permettant d'entraîner les modèles et extraire ensuite les bricolages explicites de chaque machine agricole de manière automatique. Cette étape est donc réalisée manuellement. Cela donne un ensemble de données structuré de trois colonnes : bricolage, agroéquipement et besoins.

7. Discussions

Concernant la démarche analytique, plusieurs constats sont possibles tant sur les innovations et limites de la démarche proposée que sur les résultats trouvés.

7.1. Innovations et limites de la démarche

La collecte des transcriptions est faite à partir d'une source d'information inexplorée dans les processus de construction des corpus textuels dans les tâches de fouille de textes, laquelle est YouTube. Cette source d'information s'est avérée riche en contenu (les vidéos YouTube) pour décrire les expériences des agriculteurs autour des bricolages des agroéquipements, bien que davantage pertinente pour l'apprentissage visuel.

Le tableau des pratiques agricoles utilisé pour faire l'extraction de vidéos peut ne pas être exhaustif. En effet, les pratiques agricoles et les agroéquipements pris en compte sont les pratiques et les agroéquipements les plus communs et les plus basiques. Il est possible que les agriculteurs les plus bricoleurs ne s'exposent pas sur YouTube ou sur des canaux spécifiques. Pour améliorer la collecte de données, il peut être très utile d'analyser de plus près le point d'entrée dit "playlist".

Les limites dérivent de la multiplicité de termes technique et éléments de langage employés dans les vidéos, que la traduction automatique n'arrive pas à rendre correctement quand s'agit de langage informel ou de langage familier. De plus, les hésitations à l'oral typique des vidéos improvisées dégradent la compréhensibilité des mots, souvent coupés, manquants ou répétés. Enfin, l'extraction de transcription de vidéos implique l'incomplétude des descriptions, remplacées par des termes démonstratifs et des indications de lieux appauvrissant le traitement automatique des contenus. Sur le côté analytique, le traitement automatique fait perdre ou ne rend pas compte de la division en phrases. Les mots peuvent donc perdre le contexte à cause d'une réorganisation aléatoire des phrases.

Concernant les outils analytiques choisis, il faut considérer que la fonctionnalité "search" de l'API YouTube renvoie un ensemble des résultats de recherche qui correspondent aux critères définis pour identifier les ressources vidéo, les chaînes et bien d'autres informations. Malgré son efficacité, cette méthode présente des restrictions : la contrainte de quotas limite les résultats extraits. Par défaut, les projets qui activent l'API de données YouTube dispose seulement d'un quota de 10 000 unités par jour, dont chaque méthode API a une unité de quota. La fonctionnalité search.list est donc très chronophage.

Il n'a pas été possible d'analyser le contenu des vidéos et des discours des agriculteurs sur la base des sous-titres et des textes de transcription en raison de l'utilisation du démonstratif dans les différents discours (ex. « Je fais ça » « Je change ceci » ...). L'agriculteur ne nomme pas le bricolage, il le montre. Afin de pouvoir analyser ce type de données, il serait opportun d'utiliser des algorithmes de segmentation d'image poussés comme 'Segment anything' et de machines d'apprentissage multimodaux.

Enfin, pour ce qui concerne les méthodes pour la modélisation thématique des sujets, BerTopic et Top2vec sont deux modèles stochastiques : les sujets peuvent ainsi différer d'une exécution à l'autre.

En conclusion, la méthodologie appliquée dans notre étude a été modulée et a évolué au fur et à mesure de l'avancée du processus de recherche : nous avons géré, une par une, les contraintes émergentes relatives à l'outil d'extraction de données (YouTube) et à l'analyse de la base de données construites. Cette approche du bricolage, ici par l'usage de technologies, a permis de respecter la complexité des processus de construction des résultats, notre méthode est donc elle-même, du bricolage (Denzin and Lincoln 2008). Denzin et Lincoln (2008) suggèrent que la combinaison de multiples pratiques méthodologiques, de matériaux empiriques, dans une même étude, ce qui relève du bricolage, doit être comprise comme une stratégie qui ajoute de

l'ampleur, de l'efficacité, de la complexité, de la richesse et de la profondeur à l'étude, ce en quoi ils confirment la créativité liée au bricolage.

7.2. Portée et limites de l'échantillon de vidéos

Les métadonnées descriptives ne permettent pas de faire des analyses en *Big Data* car l'échantillon est petit. Elles permettent néanmoins d'avoir les tendances sur les vidéos publiées. Nous constatons à ce propos que les publieurs de vidéos ne sont pas uniquement des agri-youtubers. Nous trouvons des constructeurs d'équipements, des instituts de recherche et des journalistes qui publient des vidéos sur le bricolage en agroéquipements, alors que cela ne donne pas lieu à des articles construits, car ce sont des vidéos commerciales.

L'augmentation du nombre de publications sur ce sujet par YouTube durant les années 2020, 2021 et 2022 est également constatée. Cela peut être associé à différentes raisons : une tendance générale du nombre de vidéos publiées chaque année, une plus grande utilisation des réseaux sociaux par les agriculteurs et un intérêt croissant ces trois dernières années pour le bricolage des agroéquipements. Si nous supposons que les agriculteurs de cet échantillon manifestent un plus grand intérêt à bricoler leurs agroéquipements, nous pourrions en déduire que leurs agroéquipements ne sont pas bien adaptés à leurs besoins. Les tendances à l'augmentation des bricolages de l'agroéquipement peuvent également être un indicateur de la tendance à la non-adaptation du parc matériel avec les besoins des agriculteurs lesquels seraient en train de changer avec la nécessité d'agir pour la transition vers l'agroécologie.

Différentes questions se posent : Quelles sont donc les besoins qui poussent les agriculteurs à bricoler leurs agroéquipements ? Les raisons peuvent être économiques, agronomiques, environnementales, en lien avec le dérèglement climatique, ou tous ces éléments réunis. Savoir quels agroéquipements est bricolés et pourquoi ils le sont, pourrait répondre à ces questions.

7.3. Intérêts et limites des sujets modélisés

Après analyse des métadonnées descriptives, la modélisation des données textuelles via le modèle BerTopic a permis d'extraire les deux sujets les plus significatifs dans le corpus de mots des transcriptions. « Sol, champs » est le sujet le plus significatif dans les vidéos publiées. Le sol et le champ sont donc fréquemment mentionnés quand il est question de bricolage en agroéquipement.

Le sujet « sol, champs » fréquemment abordé par les agriculteurs, pourrait expliquer les problématiques liées à la santé du sol et du champ et sa préservation (par la préservation de sa biodiversité, de la couche arable du sol, du taux de matière organique) contre les potentielles agressions (érosion, labour profond, appauvrissement en matière organique et en biodiversité). Il est possible de conclure que pour cet échantillon de vidéos YouTube, que le sujet « sol, champ » suscite des bricolages d'agroéquipements, cela pourrait indiquer que les agroéquipements concernés ne sont pas suffisamment adaptés.

Pour ce qui est des agroéquipements bricolés, nous constatons que les agroéquipements qui ont suscité le plus de bricolages sont le semoir et la moissonneuse batteuse, touchant les pratiques agricoles les plus cruciales, de manière générale, et plus spécifiquement dans l'adaptation vers la transition agroécologique.

Pour aller plus loin, il y a trois types de solutions. La première serait de voir et écouter en totalité les 176 vidéos. On sait qu'elles sont triées et montreront des données intéressantes de bricolages montrés et non nommés. La deuxième, nous l'avons noté en 4.1, serait d'utiliser des algorithmes de segmentation d'image poussés comme 'Segment anything' et de machines d'apprentissage multimodaux afin de traiter les images des vidéos et non pas seulement les textes. Ce serait utile pour des programmes ultérieurs de traques aux innovations. La troisième est de réaliser des entretiens semi-directifs d'agriculteurs triés sur le fait qu'ils bricolent pour savoir de quoi il s'agit exactement.

7.4. Perspectives générales sur le bricolage

Parallèlement à Lévi-Strauss et à l'intérêt anthropologique qu'il porte au concept du bricolage, le généticien Jacob, remet en question l'analogie faite et validée par la littérature antérieure entre le processus d'évolution des espèces par sélection naturelle (Darwin and Darwin 1964) et les méthodes d'ingénierie telles que la planification, le design du modèle avant sa fabrication et l'importance de l'exactitude dans l'exécution (Bendall 1983) . Jacob (1961) associe le processus de l'évolution des espèces au bricolage. Expliqué par Racine (2014), Jacob « soutenait que les effets cumulatifs de l'histoire sur l'évolution de la vie, mis en évidence par les données moléculaires, fournissaient une autre explication des modèles décrivant l'histoire de la vie sur terre. » Repenser le processus de l'évolution par la sélection naturelle selon le concept de bricolage a permis d'approfondir les recherches en biologie de l'évolution et du développement sur la régulation génétique, les événements de duplication de gènes et le programme génétique du développement embryonnaire (1961). En introduisant le concept de

bricolage au public scientifique, Jacob s'appuie sur des arguments de biologie moléculaire et de l'évolution (Laubichler 2006). Le bricolage de Jacob serait donc défini comme étant « des abstractions conceptuelles qui permettent l'analyse théorique d'un large éventail de phénomènes qui sont unis par un processus sous-jacent commun (le bricolage) ou le réarrangement et la recombinaison opportunistes d'éléments existants. ». Par ailleurs, Jacob soutient que les travaux de recherche en biologie vont rencontrer de nombreuses imperfections dans l'histoire de l'évolution ainsi que « des similarités sous-jacentes dans les structures moléculaires des génomes malgré l'influence de la sélection génétique ». Nous constatons ici une convergence entre deux pensées issues de champs disciplinaires différents (anthropologie et biologie) : le concept de bricolage est nécessaire pour comprendre différents processus évolutifs.

Créer un nouveau concept n'est pas facile ; il pourrait paraître souhaitable de le définir sans tautologie ou sans utiliser des concepts indéfinissables ou inconcevables. Selon Francis Kaplan, « La seule preuve qu'on puisse donner que la tâche est possible, c'est de la réaliser. Or, certains concepts sont indéfinissables comme la conscience, la vie, l'espace et le temps. [...] On ne peut analyser qu'avec des concepts ; on ne peut analyser des concepts qu'avec des concepts qui en permettent l'analyse et il n'existe pas de concepts capables d'analyser des concepts fondamentaux – c'est même ce qui définit ceux-ci. [...] Ce qui est vrai de l'évolution est aussi vrai de l'esprit. Lui aussi procède par bricolage ; il se sert d'un concept destiné à un usage pour un usage différent. [...] La compréhension de la vie relève donc du bricolage de l'esprit. Certes comme tout bricolage, ce bricolage est peu satisfaisant sur le plan intellectuel ; mais comme tout bricolage aussi, il est efficace, comme le montrent les succès de la biologie » (Kaplan 1994, p 238-259).

Francis Kaplan ira plus loin dix ans plus tard, en étudiant les concepts bricolés (Kaplan 2004, p 81-181). En quelque sorte le bricolage de l'esprit qui nous permet de concevoir le bricolage, de manière générale, est un concept fondamental. « En fait, on bricole des concepts comme le bricoleur bricole des outils dont il ne comprend pas le fonctionnement, mais qui fonctionnent. [...] Il est, par conséquent, tout à fait légitime de dire que la force d'attraction est un concept bricolé, parce que non concevable, mais efficace ». [...] Les concepts bricolés n'ont pour rôle que de nous faire comprendre. Sans doute leur explication est incohérente, donc insuffisante ; elle n'en est pas moins réelle [...] et il n'est pas contraire à l'essence d'un concept bricolé efficace de pouvoir être remplacé par un autre concept bricolé plus efficace (Kaplan 2004 p 98). Ainsi, en physique, le concept de champ remplacera celui d'attraction.

De nombreux concepts fondamentaux, y compris en science, sont de l'ordre du bricolage de l'esprit. Il est relativement facile de lire de la philosophie, mais il est plus difficile de

philosopher ; relativement facile d'apprendre les acquis des sciences et plus difficile d'élargir le champ des connaissances scientifiques. De même il est relativement facile d'observer et d'analyser comment une personne escalade une paroi, mais il est plus difficile d'escalader soi-même ; il est, finalement, relativement facile d'analyser le fonctionnement du bricolage technique, mais il est plus difficile de réaliser un bricolage technique. Il en ressort que le concept de bricolage est un concept fondamental. Qu'il s'agisse de technique, d'ingénierie, de science ou de philosophie, le bricolage est une sorte de nécessité pour leur permettre de progresser. Dans ces trois domaines, le bricolage est au cœur de la créativité et de l'inventivité des humains.

8. Conclusions

Cette recherche méthodologique sur le bricolage en tant qu'approche qualitative (Hammersley 2004) montre qu'il est possible mesurer une potentielle inadéquation des agroéquipements par rapport au parc matériel actuel dans le cadre d'un changement d'approche fondamentale : dans le cas des agroéquipements, le bricolage des agriculteurs est un exemple concret et très actuel de créativité et d'inventivité humaine. En étant le plus efficace possible, tant dans la façon de faire que dans l'objectif, l'agriculteur use de son ingéniosité, de sa technique et des outils disponibles pour adapter son agroéquipement à ses besoins (agronomiques, financiers etc.). Bricoler l'agroéquipement exprime un besoin de l'adapter, d'améliorer ou de le faire gagner en efficacité, néanmoins d'autres besoins peuvent ressortir suite à ce bricolage. Il sera intéressant de vérifier comment est-ce que les bricolages des agriculteurs permettront cette adaptation et ce gain en efficacité. Des entretiens ciblés semi-directifs devraient y être répondre.

Chapitre 7 : Les agriculteurs de conservation des sols bricolent leurs agroéquipements pour les adapter à leurs besoins spécifiques

1. Introduction

Nous avons initié notre démarche méthodologique de la thèse par une analyse axée sur les acteurs intermédiaires, définissant ainsi le cadre de notre recherche. Conceptuellement, cette approche a permis de recontextualiser l'agroécologie au sein d'un panorama plus vaste, celui de l'agriculture durable. Nos échanges avec les concessionnaires ont révélé une tendance marquée vers une orientation commerciale lorsqu'il s'agit de discuter des agroéquipements et de leur disponibilité. Par ailleurs, les interactions avec les conseillers agricoles de la région Hauts-de-France ont éclairé les premières notions relatives au bricolage. Ces dialogues ont également mis en lumière les préoccupations des agriculteurs concernant le changement climatique. En approfondissant nos conversations avec des informateurs clés, nous avons identifié des lacunes notables en matière d'agroéquipements adaptés à l'agriculture de conservation des sols. Parallèlement, une étude exploratoire sur le bricolage des agriculteurs sur les réseaux sociaux a également orienté notre attention vers l'agriculture de conservation des sols, soulignant ainsi les besoins spécifiques dans ce domaine.

Ce dernier chapitre est un chapitre conclusif de nos différentes études de la thèse et est consacré à l'étude de l'adaptation des agroéquipements aux pratiques agricoles durables, associée aux pratiques de conservation du sol dans un contexte de changement climatique vécu par les agriculteurs. Pour ce faire, nous avons recherché, via nos différentes études (chapitres 3, 4 & 5), des pistes d'agroéquipements inadaptés, et nous sommes partis du principe que le besoin d'amélioration traduit de fait une inadaptation. Des agriculteurs qui bricolent, trouvent des solutions concrètes à leurs problèmes. Ils adaptent donc leurs agroéquipements à leurs pratiques durables.

Les agriculteurs, en tant que faiseurs du fait technique, sont au cœur de la transition vers des systèmes de culture plus durables. Malgré l'abondance des matériels disponibles, certains agriculteurs n'hésitent pas à améliorer leurs outils par le bricolage, montrant par là leur aptitude à innover.

Nous avons vu que l'agriculture de conservation des sols (ACS) cherche et offre des solutions pour concilier productivité agricole et préservation de l'environnement. Cependant, la perception, la connaissance et la prise de décision des agriculteurs dépendent largement de l'adoption de ces pratiques novatrices et réciproquement. Le bricolage d'agroéquipements par des agriculteurs de l'ACS, qui peut être orienté pour résoudre des problèmes techniques liés à

l'ACS, est un exemple de leur capacité à s'adapter et à innover dans des systèmes agricoles en évolution.

La dynamique complexe entre l'agriculteur, ses pratiques de conservation des sols et son ingéniosité dans l'adaptation d'agroéquipements est examinée dans cette recherche. Elle vise à saisir, à partir de douze questions, **les motivations ou actions, les freins ou les opportunités, les solutions recherchées, les relations sociales** qui sous-tendent les choix de bricolage d'agroéquipements dans le contexte spécifique de l'ACS en se penchant sur le rapport de l'agriculteur avec son système de culture. De plus, elle vise à clarifier la façon dont ces acteurs majeurs anticipent et s'adaptent au changement climatique au travers des agroéquipements.

Ce chapitre vise donc à synthétiser nos observations terrain des bricolages des agriculteurs et à proposer des voies de développement pour des agroéquipements qui non seulement répondent aux besoins actuels des agriculteurs, mais anticipent également les défis de l'agriculture durable. Dans la section ci-après nous décrivons en détail les méthodes utilisées pour la sélection des participants, la conception de l'entretien, la collecte de données, l'enregistrement et la transcription automatique.

2. Hypothèse & objectifs

2.1. Hypothèse

Les légumineuses sont utilisées en conservation des sols (Lutz, Pagiola, and Reiche 1994; Séguy and Bouzinac 2001) soit en couvert végétal soit en culture de printemps (Séguy and Bouzinac 2001).

Il pourrait exister des pistes de modifications et adaptations des agroéquipements, par le bricolage, chez les agriculteurs en conservation des sols dans le cadre des pratiques impliquant des légumineuses.

Les agriculteurs sont plus enclins à communiquer et discuter leurs pratiques agricoles durables quand la clé d'entrée de la discussion est le changement climatique (chapitre 4).

2.2. Objectifs

Comprendre par quels moyens et comment est-ce que les agriculteurs en conservation des sols gèrent : les spécificités agronomiques régionales et de l'exploitation, le dérèglement climatique, les aléas économiques et sociaux....

Dans la même logique, comprendre comment est-ce que les agriculteurs en conservation des sols adaptent l'agroéquipements à ces facteurs.

3. Matériel et méthodes

3.1. Représentativité de l'échantillon

3.1.1. Représentativité de l'ACS en France

Il est difficile de quantifier les exploitations agricoles dites durables en France. Selon le site du ministère de l'agriculture, c'est la certification HVE (Haute Valeur Environnementale) (2022) qui permet de les définir et ainsi de les quantifier. Les certifications HVE atteignent le nombre de 36225 exploitations en 2022, tous types d'agriculture confondus

La certification HVE a été créée, en France, en 2012 par l'État à la suite du Grenelle de l'environnement. C'est, selon le ministère de l'Agriculture, une garantie que les pratiques agricoles d'une exploitation « préservent l'écosystème naturel et réduisent au minimum la pression sur l'environnement (sol, eau, biodiversité...) ». Cette réponse institutionnelle répond à la nécessité de promouvoir une agriculture et des produits agricoles plus respectueux de l'environnement. Bien que la HVE constitue une avancée importante en matière de durabilité, elle présente des limites quant à l'évaluation précise des pratiques agroécologiques au sein des exploitations agricoles.

La HVE vise une agriculture respectueuse de l'environnement en définissant des objectifs à atteindre en termes de stratégie phytosanitaire, de gestion de la fertilisation, de préservation de la biodiversité ou encore de gestion des ressources dont l'eau. Elle se base sur des obligations de résultats, et non sur des obligations de moyens, ce qui semble une bonne chose. C'est conforme à des objectifs qualitatifs ou quantitatifs évaluables. En conséquence, des indicateurs sont mis en place et concernent la réduction de l'usage des intrants, la préservation de la biodiversité, et la gestion raisonnée de l'irrigation. Il convient dans ce cas d'obtenir des mesures qui soient bien calibrées, reproductibles et répétables ; elles sont validées par des audits.

Or cette certification repose sur des critères administratifs et ne met pas suffisamment l'accent sur l'observation des pratiques agricoles elles-mêmes dont le but est d'atteindre ces résultats. Les audits sont annuels et ne sont pas un accompagnement dans les pratiques concrètes.

Il serait intéressant, pour juger ou quantifier les exploitations agricoles, de s'intéresser à des approches agricoles plus spécifiques et détaillées, en accompagnant les agriculteurs dans la

mise en œuvre des moyens utilisés et des pratiques adoptées, en les associant aux évaluations de résultats, afin de mieux appréhender la réalité agroécologique sur le terrain.

Nous avons vu que l'ACS, selon la FAO (2023), se base sur trois principes fondamentaux : la perturbation mécanique minimale du sol, la couverture organique permanente du sol et la diversification des espèces et se distingue par son caractère non institutionnalisé, offrant ainsi un cadre d'étude privilégié pour explorer les pratiques durables au sein des exploitations. En effet, contrairement aux approches institutionnalisées, l'agriculture de conservation des sols repose sur le principe d'amélioration constante selon une approche systémique reposant sur le non-labour et la couverture permanente du sol par des mélanges d'espèces adaptés au sol. Elle favorise la préservation de la structure et de la santé des sols ; la réduction de l'érosion est validée par la qualité des écoulements lors des pluies (eau transparente) ; la biodiversité du sol est vérifiée par le comptage des vers et des carabes etc. La baisse des intrants (engrais azotés, produits phytosanitaires) est suivie chaque année par l'agriculteur. Ce type d'agriculture, dans le sens où elle s'adapte sans cesse aux conditions du moment, peut être qualifiée de durable, mais devient difficilement encadrable par des normes strictes, chartes ou cahiers des charges ou des régulations institutionnelles et laisse aux agriculteurs une plus grande liberté pour expérimenter et adapter leurs pratiques en fonction des particularités locales et des besoins spécifiques de leurs exploitations, souvent dans des contextes d'échanges entre agriculteurs. On voit qu'ici les verbes "innover", "expérimenter", "s'adapter", "bricoler" sont autant de termes pour exposer une posture spécifique, celle qui se concentre sur la solution à un problème. Nous y reviendrons lors de la focalisation sur "le fait technique". Cette absence d'institutionnalisation offre l'opportunité d'observer et d'analyser de manière approfondie les stratégies mises en place par les agriculteurs engagés dans des démarches agroécologiques. En étudiant l'ACS, il devient possible de saisir la diversité des pratiques durables, de comprendre les motivations des agriculteurs qui la pratiquent et d'identifier les difficultés auxquelles ils font face dans leur transition vers des systèmes agricoles toujours plus durables.

3.1.2. Les associations d'agriculteurs en ASC, en France.

En France, selon le "think tank" Agridéas (2020), 4% de la population agricole serait en agriculture de conservation des sols (incluant les techniques culturales simplifiées (TCS) et la minimisation du travail du sol) en 2018; le nombre d'agriculteurs en conservation des sols serait donc d'environ 17940. Il s'agit donc déjà d'une division par deux par rapport nombre

d'agriculteurs certifiés HVE en 2022 selon le ministère de l'agriculture. Mais la définition d'AgriDées est certainement large car elle inclut les techniques culturales simplifiées définies par Justes & Richard (2017). Historiquement, deux associations regroupaient les agriculteurs en ACS, l'APAD (<https://www.apad.asso.fr/>) et le réseau BASE (<https://asso-base.fr/>). Parallèlement, L'Atelier Paysan (<https://www.latelierpaysan.org/>), coopérative (SCIC SA) accompagne les agriculteurs et agricultrices dans la conception et la fabrication de machines et de bâtiments adaptés à une "agroécologie paysanne". Son but est de retrouver collectivement une souveraineté technique, une autonomie par la réappropriation des savoirs et des savoir-faire.

La différence entre les trois est essentiellement dans les choix d'organisation et de partenariat et dans les tendances politiques. Sur la base des données présentées sur le site web officiel de l'APAD, l'association compte environ 1000 adhérents. Le réseau BASE en revendique 1200. Il est difficile de savoir combien d'agriculteurs adhèrent ou sont actifs à L'Atelier Paysan, mais estimer le nombre à 1000 ou 2000 n'est pas déraisonnable. Mais certains agriculteurs sont dans deux ou trois réseaux. Par ailleurs le mouvement "Pour une agriculture du vivant" (PADV, <https://agriculturedivivant.org>) plus récent, cherche à faire coopérer tous les acteurs de l'écosystème agricole et alimentaire, dans la transformation vers un modèle résilient et créateur de valeur grâce à l'agroécologie, et plus précisément l'ACS, mais ne compte guère plus de 200 agriculteurs à ce jour dont un nombre inconnu fait partie d'une des autres associations. On peut aussi ajouter des agriculteurs (plusieurs centaines) qui ont préféré travailler avec leur chambre d'agriculture ou se fédérer dans des GIEE, ou même certains qui gardent leur indépendance (exploitations de grande taille). Tout confondu le nombre des agriculteurs en ACS serait probablement de l'ordre de 5000.

3.2. Description de l'échantillon

Les agriculteurs que nous avons interviewés, sont adhérents de l'APAD, association (loi 1901) d'agriculteurs en agriculture de conservation des sols, ou du GIEE Carbone 'N'Caux. Nous décrivons ces deux groupements ci-après. Les critères d'inclusion étaient les suivants : être un agriculteur pratiquant l'agriculture de conservation des sols et avoir des compétences/pratiques en bricolage d'agroéquipements. Nous les avons choisis essentiellement à partir de relations historiques et parce que structurellement c'était un moyen d'accès en confiance expliqué plus en détail dans le chapitre 2. D'autres agriculteurs, par exemple du réseau BASE ou de l'Atelier Paysan ont préféré ne pas répondre à la demande d'entretiens uniquement parce que la thèse avait lieu dans le cadre de la chaire AMNT, c'est à dire en supposant que les industriels

pourraient en faire un usage négatif à leur égard. De fait, nous verrons, par l'analyse des réponses au questionnaire, qu'il y a avec l'ACS une connotation politique de fait puisqu'elle implique le retour du pouvoir aux agriculteurs.

- L'APAD représenterait ainsi, à partir des estimations d'AgriDées moins de 6% de la population d'agriculteurs en conservation des sols, mais plutôt 20% dans le cadre de notre estimation ci-dessus. Les adhérents de l'APAD sont des promoteurs actifs de l'ACS, comme les adhérents du réseau BASE ou de l'Atelier Paysan et pourrait représenter 20% des "vrais" agriculteurs en ACS. On peut s'attendre à ce qu'ils soient en quelque sorte dans le noyau le plus exigeant en termes de pratiques et le plus mobilisé en termes de communication, indépendamment de toute orientation politique. Les participants adhérents de l'APAD ont été sélectionnés à partir d'une liste de contacts communiqués par le bureau national de l'association. Là encore, il s'agit d'agriculteurs sélectionnés en fonction de leur niveau d'implication dans la pratique de l'agriculture de conservation des sols, de leur expérience dans le bricolage et la modification des agroéquipements et aussi de leurs capacités d'échanges, de dialogue et de communication. Ils ne sont donc pas nécessairement statistiquement représentatifs des agriculteurs en ACS en termes de positionnement politique ou en capacité de communication mais bien représentatifs, sur le plan de l'ACS elle-même, de ceux qui sont les plus impliqués. C'est en quelque sorte une forme d'élite technique, même si une partie de cette élite n'a pas voulu répondre pour les raisons citées ci-dessus.

- GIEE Carbone 'N'Caux

La GIEE Carbone 'N'Caux est un groupement d'agriculteurs ayant pour objectifs la préservation des qualités des sols via les pratiques de conservation des sols et l'atteinte d'un bilan carbone positif comme solutions de la lutte contre le réchauffement climatique.

Les participants adhérents du GIEE Carbone 'N'Caux ont été sélectionnés à partir d'une liste de contacts communiqués par nos collègues de l'équipe de recherche AGHYLE, UniLaSalle Rouen en coordination avec leur partenaire Cerfrance sur la base des mêmes critères. Ils ont donc là aussi une caractéristique d'élite impliquée et communicante.

3.3. Distribution de l'échantillon

Dans cette étude, nous avons interviewé un échantillon de 30 agriculteurs qui pratiquent l'agriculture de conservation des sols et qui bricolent leurs agroéquipements. L'échantillon se

répartit en 22 agriculteurs de l'association APAD et 8 agriculteurs du GIEE Carbone 'N'Caux. Les agriculteurs interviewés sont répartis dans différentes régions agricoles françaises à dominante grandes cultures. (Figure 16).



Figure 16. Distribution géographique des agriculteurs interviewés.

3.4. Le guide d'entretien

Étant donnée la préparation décrite ci-dessus, les 30 agriculteurs ont tous répondu aux appels téléphoniques pour définir une date d'entretien que ce soit en présentiel ou en visioconférence. Aucune relance n'a été nécessaire. Tous les entretiens, d'environ une heure et demie, ont été enregistrés avec l'accord des participants.

Les douze questions sont chacune suffisamment larges pour qu'il y ait des recoupements, ce qui a permis des analyses plus difficiles, mais représentant bien la complexité du sujet.

L'entretien a été structuré en 12 questions semi-directives sur deux parties principales : 1) la première partie concerne les pratiques de conservation des sols dans laquelle nous voulions comprendre la faisabilité de ses pratiques ainsi que les motivations des agriculteurs à pratiquer cette agriculture. Nous voulions également étudier leur capacité d'adaptation face aux aléas ; 2) la seconde partie est concentrée sur le bricolage des agroéquipements dans laquelle nous

études notamment la capacité des agriculteurs à concevoir, construire et réparer des équipements agricoles. Cette partie avait pour objectif de mesurer l'écart, par le bricolage, des agroéquipements existants avec les besoins des agriculteurs en agroéquipements.

Indépendamment de l'ordre dans lequel les questions sont posées, le questionnaire (annexe3) se présente en quatre thématiques différentes qui tournent autour de l'agriculteur et de ses choix :

- Ce que fait l'agriculteur
- Ce qui freine l'agriculteur
- Ce que l'agriculteur propose comme solutions
- L'agriculteur et son entourage (ses relations sociales)

Il a été primordial, avant d'étudier les bricolages des agriculteurs, de les connaître et de comprendre leurs rapports avec leurs exploitations, pratiques et systèmes de culture mais aussi le rapport de ces activités et engagements avec la recherche de durabilité et l'adaptation au changement climatique.

Nous décrivons ci-après (Tableau 17) les 12 questions posées de manière semi-directive selon l'objectif de la question et l'hypothèse sous-jacente correspondant à chaque question.

Tableau 17. Questions posées aux agriculteurs, leurs objectifs et les hypothèses correspondantes

Code	Objectif	Hypothèse
Q1	Comprendre le degré d'implication de l'agriculteur dans la conception de son système de culture.	Les agriculteurs en ACS, sont plus enclins à concevoir eux-mêmes leurs systèmes de culture pour maximiser les bénéfices environnementaux et agronomiques.
Q2	Identifier les différentes utilisations des légumineuses dans les systèmes de culture en conservation des sols.	Les agriculteurs cherchent à maximiser les bénéfices des légumineuses en les intégrant de manière polyvalente, comme des couverts végétaux ou pour la

		production, selon leurs besoins spécifiques.
Q3	Identifier les équipements et outils spécifiques utilisés pour gérer les légumineuses en tant que couvert végétal.	Il n'existe pas d'outils spécifiques pour les légumineuses. Part des résultats des chapitres 4 et chapitre 5.
Q4	Explorer les défis pratiques rencontrés par les agriculteurs dans la mise en œuvre des pratiques en ACS et des légumineuses en couvert végétal.	Les freins identifiés sont des points clés pour lesquels des améliorations ou des adaptations d'agroéquipements pourraient être nécessaires.
Q5	Comprendre la perception des agriculteurs sur les changements climatiques et comment ils ajustent leurs pratiques et leur conception des systèmes de culture en conséquence.	Les agriculteurs en conservation des sols, sensibles aux enjeux environnementaux, sont plus enclins à adapter leurs systèmes de culture pour faire face aux impacts du changement climatique.
Q6	Explorer la flexibilité des agriculteurs en conservation des sols dans l'adaptation de leurs systèmes aux aléas ou imprévus.	Les agriculteurs en ACS sont plus enclins à intégrer des ajustements pour répondre aux défis imprévus, ce qui peut influencer leur choix d'agroéquipements.
Q7	Identifier les équipements préférentiels utilisés par les agriculteurs en conservation des sols.	Les agriculteurs en ACS optent pour des agroéquipements spécifiques qui favorisent les pratiques durables.

Q8	<p>Explorer la capacité d'innovation des agriculteurs en conservation des sols face aux défis non résolus par les agroéquipements existants.</p>	<p>Ces agriculteurs sont plus enclins à développer des solutions alternatives ou à adapter des outils existants.</p>
Q9	<p>Comprendre le bricolage et les adaptations réalisés par les agriculteurs.</p>	<p>Les agriculteurs en conservation des sols, en raison de leurs pratiques spécifiques, sont plus enclins à effectuer des bricolages pour répondre à leurs besoins particuliers.</p>
Q10	<p>Recueillir des exemples concrets d'adaptations réalisées par les agriculteurs depuis qu'ils pratiquent l'agriculture de conservation des sols.</p>	<p>Ces adaptations sont étroitement liées aux changements climatiques et aux pratiques durables.</p>
Q11	<p>Explorer le réseau d'échanges des agriculteurs en conservation des sols.</p>	<p>Les agriculteurs échangent des informations sur les agroéquipements adaptés à leurs pratiques, formant ainsi une communauté d'appren-tissage.</p>
Q12	<p>Comprendre le moment et les motivations derrière le passage à l'agriculture de conservation des sols.</p>	<p>Les agriculteurs sont motivés par des considérations environnementales, agronomiques ou économiques, influençant ainsi leurs choix d'agroéquipements.</p>

3.5. Déploiement de l'entretien

Le premier contact avec les agriculteurs s'est effectué par un appel téléphonique durant lequel nous avons présenté le sujet et l'objectif de l'entretien. L'intérêt de l'agriculteur étant validé, nous avons confirmé le rendez-vous pour l'entretien. Les participants ont été informés de la nature de l'étude et ont donné leur consentement éclairé avant l'entretien puis leur accord pour enregistrer la réunion.

Les entretiens ont été réalisés via Zoom ou en présentiel sur l'exploitation agricole en fonction de plusieurs critères : date de disponibilité, possibilité de déplacement, etc. Zoom est un logiciel de vidéoconférence en ligne, permettant l'interaction en temps réel entre le chercheur et les participants. Chaque entretien a duré environ une heure et a été enregistré à l'aide de la fonction d'enregistrement de Zoom. Pour des raisons d'homogénéité dans l'analyse, à distance ou en présentiel, les entretiens se sont déroulés de la même manière, à savoir, une discussion sous forme de questions/réponse. Les entretiens en présentiel ont également été enregistrés sur smartphone.

3.6. Analyse des données

3.6.1. Transcription des données issues des entretiens :

Les enregistrements audios des entretiens dans des fichiers de type “.wav” ont été transcrits automatiquement à l'aide de la bibliothèque Python "SpeechRecognition". L'algorithme génère un texte qui a été stocké sous forme de fichiers .txt.

Dans un premier temps, les transcriptions ont été vérifiées pour assurer leur exactitude. Dans un deuxième temps, les transcriptions ont été nettoyées de toutes les interventions de l'interviewer.

Au final nous avons deux types de fichiers analysables :

- 1/ Les fichiers individuels de transcriptions propres
- 2/ Le tableau des réponses qui contient le discours des agriculteurs répondants en fonction des questions numérotées (Q1...Q12). (Figure 17)

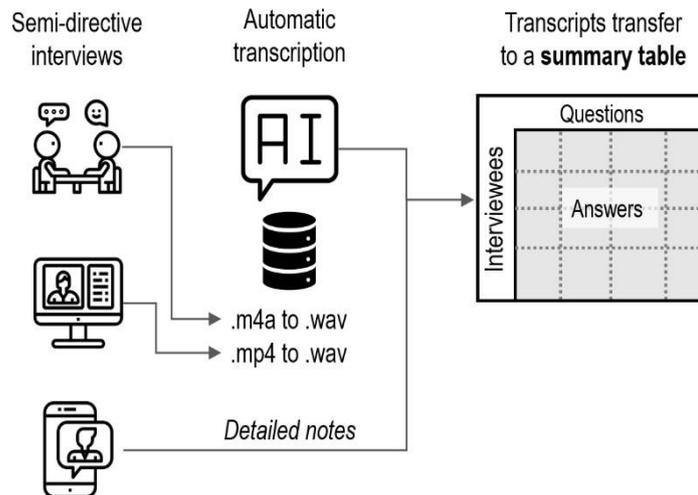


Figure 17. Transcription et analyse des données d'entretiens.

3.6.2. Analyse des données

Dans le cadre de l'analyse qualitative des données issues d'entretiens semi-directifs, l'objectif est d'identifier et d'interpréter des thématiques émergentes de manière systématique. Braun et Clarke (2006) décrivent l'analyse thématique comme une méthode permettant de discerner et d'examiner des motifs significatifs (thèmes) au sein de données qualitatives. Cette technique s'adapte bien aux entretiens semi-directifs, qui combinent la structure et la flexibilité, permettant ainsi une expression ouverte tout en maintenant le focus sur des sujets prédéfinis. Oranga et al citant Flick (2023) mettent en évidence le rôle crucial de l'interprétation dans cette démarche, où le chercheur identifie activement des thèmes pertinents et leur contexte.

Nous avons utilisé une approche qualitative pour identifier les thèmes émergents et les relations entre les différents concepts discutés par les agriculteurs.

Nous analysons les données d'entretiens de la même manière que pour les entretiens des conseillers (chapitre 4 paragraphe 3. Constitution, localisation et représentativité de l'échantillon).

4. Résultats et analyse

Dans cette section, nous présentons les résultats des 30 entretiens d'agriculteurs en conservation des sols. Les douze questions du guide d'entretien (Annexe.1) sont regroupées en cinq thèmes.

4.1. Agriculteurs interviewés

L'échantillon de notre étude comprend 27 hommes et 3 femmes, 27 céréaliers et 3 polyculture-éleveurs. Les participants cultivent entre 70 et 500 hectares, reflétant une large gamme de surface d'exploitation. En ce qui concerne les pratiques agricoles, tous les participants sont engagés dans la culture de légumineuses en tant que culture de printemps et en tant que couvert végétal dans le cadre des pratiques de conservation des sols.

Cette homogénéité dans la présence de la culture de légumineuses a été délibérément recherchée pour permettre une comparaison, la moins biaisée possible, des bricolages d'agroéquipements au sein de notre échantillon.

4.2. Résultats descriptifs

Dans cette section nous exposons les données descriptives des enquêtes effectuées.

Dans le tableau 18 (ci-dessous) sont présentées les réponses d'un ensemble de 30 participants à une série de questions (Q0 à Q12). Chaque question a été abordée par un nombre variable de répondants, avec certaines questions enregistrant des abstentions ou des réponses de non-concernés. Les questions Q0, Q1, Q6, et Q7 ont toutes obtenu des réponses de la part de l'ensemble des 30 participants, sans aucune abstention. Pour les questions Q2 et Q3, combinées pour l'analyse, 24 participants ont répondu, tandis que 6 se sont abstenus ou se sont déclarés non-concernés. La question Q5 a vu une participation de 29 répondants, avec seulement 1 abstention. Pour la question Q4, 27 personnes ont répondu et 3 se sont abstenues. Les questions Q8, Q10, et Q11 ont toutes enregistré 26, 26, et 25 réponses respectivement, avec 4, 4, et 5 abstentions. La question Q9 a eu 27 réponses et 3 abstentions. Enfin, la question Q12 a eu le taux de réponse le plus bas avec 21 répondants et 9 abstentions. Ce tableau indique donc une participation variée des répondants aux différentes questions, avec certaines questions suscitant plus d'intérêt ou de pertinence pour les participants que d'autres.

Tableau 18. Nombre de répondants/non répondants en fonction des questions posées. Ce tableau résume la base quantitative du corpus de mots final analysé exprimée par le nombre de répondants.

	Nombre de répondants	Abstentions/non-concernés
Q0	30	0
Q1	30	0

Q6	30	0
Q2+3	24	6
Q5	29	1
Q4	27	3
Q7	30	0
Q8	26	4
Q9	27	3
Q10	26	4
Q11	25	5
Q12	21	9

Le tableau 19 (ci-dessous) synthétise les thèmes émergents et sous-thèmes identifiés à partir des réponses des agriculteurs aux questions (référéncées dans l'Annexe 3). Les thèmes principaux se concentrent sur le système de culture et la marge d'adaptation face aux aléas climatiques, l'impact du changement climatique sur l'agriculture et l'adoption de l'agriculture de conservation des sols (ACS), les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre de l'ACS, le matériel utilisé par les agriculteurs pour la conservation des sols, et les adaptations ou bricolages réalisés par les agriculteurs dans ce contexte.

Tableau 19. Thématiques émergentes de l'analyse des réponses individuelles des agriculteurs qui seront développées ci-après. Pour chaque thématique et sous-thématique déduite, nous précisons les questions du guide d'entretien qui ont permis l'analyse.

Thème émergent	Sous-thème	Questions concernées
Système de culture et marge d'adaptation face aux aléas	Système de culture en agriculture de conservation des sols	Q1, Q2
	Marge d'adaptation en réfléchissant le système de culture face aux aléas	Q6
	Le changement climatique raconté par les agriculteurs	Q5;

Agriculteur, changement climatique et agriculture de conservation des sols	L'agriculture de conservation des sols, potentielle solution face au changement climatique	Q5; Q10; Q12
	Les inconvénients agronomiques	Q4
Les difficultés et inconvénients en ACS rencontrés par les agriculteurs interviewés	Les inconvénients mécaniques et techniques	Q4
	Les inconvénients politiques, économiques et financiers	Q4
	Les inconvénients socio-cognitifs	Q4
Le parc matériel d'un agriculteur en conservation des sols	Vue d'ensemble sur les équipements les plus fréquents	Q7
	Les agroéquipements pour les légumineuses	Q3, Q7
	Les raisons qui poussent les agriculteurs à bricoler	Q8, Q11
Les bricolages des agriculteurs en Agriculture de conservation des sols	Les démarches réflexives autour du bricolage	Q8, Q11
	Exemples de bricolages d'agroéquipements	Q9

4.3. Système de culture et marge d'adaptation face aux aléas

Dans cette section, sur la base des réponses des interviewés, nous présentons les thèmes émergents sur la conception du système de culture et sur la marge d'adaptation que se donnent les agriculteurs en réfléchissant à leurs systèmes de culture.

4.3.1. Système de culture en agriculture de conservation des sols

Les agriculteurs en agriculture de conservation des sols interviewés adoptent des approches différentes en ce qui concerne le système de culture. Même si certaines rotations sont planifiées précocement, elles sont généralement plus flexibles et adaptatives en fonction des conditions environnementales, du marché et d'autres facteurs spécifiques à l'exploitation.

Dans les faits, nous constatons d'après les réponses des agriculteurs, qu'il n'y a pas de rotation, même si elles sont planifiées à l'origine, car chaque agriculteur adapte ses rotations en fonction de nombreux facteurs (les conditions climatiques, les opportunités économiques et les caractéristiques spécifiques des cultures et de l'exploitation). L'esprit de planification et de réflexion est conservé, mais l'adaptation est incessante.

Il ressort la notion de cultures opportunistes, où une culture est semée avec l'intention d'être utilisée comme couverture mais peut être récoltée si les conditions sont favorables. Les légumineuses et les céréales sont les cultures communes dans beaucoup de rotations de l'échantillon étudié.

Les agriculteurs ont recours à des stratégies d'adaptation, comme le remplacement de cultures qui ne sont pas bien développées par d'autres plus résistantes et appropriées.

4.3.2. Marge d'adaptation en réfléchissant le système de culture face aux aléas

Les résultats dégagent trois idées clés :

- La flexibilité et l'adaptabilité dans la gestion d'une exploitation agricole :

L'éventualité toujours présente d'un échec des cultures (e.g., semis non levé), de conditions météorologiques défavorables ou des problèmes de matériel déterminent pour les agriculteurs la nécessité de concevoir des alternatives tactiques dans le déploiement d'un système de culture. Un agriculteur peut donc préférer adapter l'itinéraire cultural de la parcelle en fonction des circonstances.

La capacité à s'adapter rapidement à des conditions changeantes et imprévisibles est cruciale dans ce système agricole. Cela implique une certaine marge d'adaptation, une préparation et une anticipation, notamment en termes de quantités de semences à avoir en stock.

L'investissement dans des équipements appropriés, tels que des broyeurs, des rouleaux ou des distributeurs de paille, est crucial pour gérer efficacement les cultures et les problèmes potentiels d'adventices et de nuisibles.

- La capacité de prendre des décisions rapides

L'agriculteur est prêt à changer de culture à la dernière minute si les conditions, par exemple la météo, ne sont pas favorables pour le semis initialement prévu.

L'importance de la prise de décision éclairée et de l'adaptabilité, comme par exemple, choisir de reporter le semis dans l'attente de conditions météorologiques plus favorables, ou même de changer complètement de culture si nécessaire.

- L'opportunisme en agriculture face à l'incertitude

L'opportunisme permet aux agriculteurs d'adapter leurs plans et de tirer parti des situations imprévues pour minimiser les pertes et potentiellement rebondir. Ce peut être par exemple en changeant de culture ou en valorisant différemment ce qui était initialement prévu.

L'opportunisme est un moyen de faire face à ses échecs, de minimiser les pertes et parfois même de rééquilibrer la situation initialement prévue.

Un agriculteur dit : « *C'est donc une compétence précieuse dans un domaine complexe et incertain comme l'agriculture, où les plans initiaux peuvent souvent être contrariés par des facteurs imprévisibles* »

4.4. Agriculteur, changement climatique et agriculture de conservation des sols

4.4.1. Le changement climatique raconté par les agriculteurs et lien avec l'ACS

Tous les répondants s'accordent à confirmer les effets du changement climatique à des degrés d'intensité différents :

- Les saisons semblent s'installer plus longtemps, avec des périodes prolongées de sécheresse ou de pluie. Cela conduit à des périodes de chaleurs plus intenses et des fenêtres d'intervention agricole plus courtes. C'est un défi majeur pour les agriculteurs.
- Les saisons de plus en plus sèches rendent plus difficile l'ensemencement des cultures, en particulier le colza, car les graines ont du mal à germer dans un sol sec.
- Les changements drastiques dans les forêts locales, avec des arbres mourant en raison de la sécheresse.
- Le changement dans la variabilité et la durée des épisodes météorologiques leur paraît lié du changement climatique.

Dans les réponses concernant la question du changement climatique, nous notons une incertitude vis-à-vis du futur.

Bien que les agriculteurs soient conscients de ces défis, il n'est pas clair s'ils aient entamé des réflexions approfondies sur la manière de réorganiser leurs pratiques pour s'adapter à ces nouvelles réalités. Les dires des agriculteurs concernant le changement climatique semblent, a priori, déconnectés de leurs motivations pour pratiquer l'ACS.

En effet, il apparaît que les motivations principales pour changer leurs pratiques sont d'abord économiques. Le désir de réduire les coûts, d'améliorer les conditions de travail ou d'augmenter les revenus est souvent prioritaire sur les préoccupations environnementales et climatiques, les intérêts environnementaux viennent en second lieu. C'est comme si les agriculteurs ne voulaient pas exposer que leurs choix sont fondés sur des "principes" agroécologiques ou environnementaux, par refus de principes "idéologiques" (Lucas, 2021).

Les pratiques de conservation des sols, tel que présentés par notre échantillon, offrent des opportunités significatives d'améliorer la rentabilité à long terme des exploitations agricoles, bien que les avantages économiques puissent ne pas être immédiats, ce qui permet aux

agriculteurs de montrer une forme de pragmatisme même s'ils sont lucides sur les effets du changement climatique dans le moyen terme.

4.4.2. L'agriculture de conservation des sols, potentielle solution face au changement climatique

Les agriculteurs interviewés considèrent que les pratiques de l'agriculture de conservation des sols permettent de faire face au changement climatique. Nos répondants identifient quatre raisons principales :

- L'adaptation à des conditions climatiques exige une plus grande technicité et une disponibilité accrue pour intervenir exactement au moment nécessaire, que ce soit pour la semence ou pour les traitements.
- Pour contrer ces effets, les répondants estiment que le retour à une couverture végétale plus étendue est essentiel, car l'évapotranspiration des plantes contribue à la précipitation et peut aider à atténuer les impacts du changement climatique.
- Le semis direct a été adopté pour préserver la qualité du sol et atténuer les problèmes d'érosion, qui sont très présents dans leur région en raison des terres fragiles et des pentes et potentiellement accentués par les extrêmes climatiques.
- Plusieurs agriculteurs constatent que le semis direct aide à conserver l'eau dans le sol, ce qui est crucial en raison des variations climatiques, notamment des automnes plus humides et des printemps plus secs.

Les répondants croient atténuer les effets du changement climatique grâce à l'agriculture de conservation des sols. Les agriculteurs qui pratiquent l'agriculture de conservation des sols reconnaissent que leur approche initialement adoptée pour réduire les coûts et augmenter l'efficacité, a des avantages environnementaux qu'ils ont reconnu par la suite.

En ce qui concerne l'élevage, un agriculteur suit une approche flexible, en ajustant le nombre d'animaux qu'il élève en fonction de la quantité d'herbe disponible, ce qui lui a permis de maintenir ses animaux nourris avec de l'herbe fraîche même pendant les périodes de sécheresse.

4.5. Difficultés et inconvénients en ACS rencontrés par les agriculteurs interviewés

Dans l'ensemble, les agriculteurs interviewés sont très positifs sur leurs choix en ACS. Mais ils conservent une grande acuité, un esprit critique sur leurs expériences et sont capables d'expliquer de manière très libre les problèmes qu'ils rencontrent ou ont rencontrés. Parfois, ce

sont des problèmes ou des difficultés de “débutants”, mais ils s’en souviennent. Parfois ce sont plutôt des regrets (comme celui d’être peu soutenus) mais cela ne les empêche pas d’avancer. Le terme “inconvenient” comprend ces différentes notions.

Les agriculteurs ont été questionnées sur les freins ou problématiques rencontrées dans le métier d’agriculteur. Cette question est restée large dans la manière de la poser, permettant aux agriculteurs de s’exprimer le plus librement possible et permettant de repositionner les difficultés en lien avec les agroéquipements dans les problèmes rencontrés de manière générale. De plus, la description des difficultés permet de confirmer les solutions et opportunités proposés en aval dans les réponses en ce qui concerne le guide d’entretien et dans les résultats en ce qui concerne notre étude.

Il est possible de catégoriser les difficultés exposées dans les réponses des agriculteurs en problématiques agronomiques, techniques, mécaniques.

4.5.1. Les difficultés agronomiques

Dans ce paragraphe sont regroupés les difficultés spécifiques, émergentes en ACS, extraites des réponses des agriculteurs :

- La gestion des ravageurs (limaces et des mulots), qui sont devenus des problèmes en raison du non-travail du sol. Pour y remédier un agriculteur explore différentes solutions écologiques, comme l'utilisation de la paille, l'encouragement de la prédation naturelle, la mise en place de poteaux dans les champs, la plantation de haies et l'installation de bandes fleuries. Ces stratégies visent à favoriser le retour des auxiliaires et à minimiser l'utilisation d'insecticides.
- Le maintien d’un équilibre entre les légumineuses et l'enherbement dans un couvert permanent dans un contexte de semis direct. *L'agriculteur doit contrôler les mauvaises herbes tout en conservant les légumineuses bénéfiques dans le système, ce qui s'avère complexe en raison de la nécessité d'utiliser des produits chimiques pour le contrôle des mauvaises herbes.* Par ailleurs, il est difficile d'éliminer efficacement les légumineuses en fin de rotation avant de planter du maïs. *Un agriculteur indique qu'il est encore en train d'expérimenter et d'apprendre à propos de ces défis, et qu'il n'a pas encore rencontré tous les problèmes possibles. Il met l'accent sur l'importance d'avoir une bonne implantation de légumineuses avec son colza et de les maintenir pendant les deux années de paille qui suivent, tout en visant à ce qu'elles aient disparu avant de planter du maïs.*
- La sensibilité des légumineuses aux maladies et le manque de solutions concrètes pour leur désherbage.

- Des problèmes de récolte des légumineuses, notamment le fait que les cultures peuvent s'affaisser, ce qui peut endommager les machines.
- La nécessité d'adapter l'assolement pour faciliter l'implantation de la culture suivante. *Un exemple donné est celui de la culture du colza après le pois, ce qui permet d'éliminer les résidus au sol et présente d'autres avantages, mais l'agriculteur peut perdre alors l'opportunité de cultiver du blé qui est normalement prévu dans la rotation.*

Nous constatons ici, que dans les réponses des agriculteurs concernant les difficultés agronomiques, les légumineuses 'sortent du lot'.

4.5.2. Les difficultés en lien avec les agroéquipements

Les difficultés mécaniques ressortent naturellement dans les réponses des agriculteurs. En effet, les difficultés mécaniques sont intrinsèquement liées aux difficultés agronomiques. L'agroéquipement, outil médiateur de l'agriculteur pour exécuter une pratique, n'est pas toujours adapté pour gérer ces difficultés agronomiques.

- Le désherbage est la pratique ayant le plus de difficultés liées aux équipements, dont la réussite dépend grandement des compétences de l'agriculteur.
- Le choix de cultures associées peut être conditionné par les conditions de récolte. C'est le cas de la luzerne, qui perd en feuillage suite à l'utilisation de moissonneuse batteuse classique.
- L'utilisation d'un même outil pour toutes les conditions n'est pas toujours possible et que cela peut poser des problèmes, notamment pour le semis dans le couvert végétal.
- Des problèmes spécifiques aux légumineuses, comme le manque d'options pour le désherbage et l'absence de recherches pour améliorer la culture de ces plantes. Enfin, la récolte de certaines cultures, comme les lentilles, est laborieuse et le manque d'efforts en matière de génétique et de mécanisation pour cette culture est pointé du doigt.
- Les agriculteurs peuvent manquer d'outils pour contrôler efficacement des couvertures pérennes, telles que les légumineuses associées, qu'ils soient chimiques ou mécaniques. Les plantes pérennes, comme le trèfle et la luzerne, peuvent être difficiles à établir, mais une fois qu'elles sont bien implantées, elles peuvent devenir envahissantes et nécessitent une régulation pour ne pas entraver les autres cultures.
- L'intégration des légumineuses est une pratique relativement nouvelle et il peut donc y avoir un manque d'information et de conseils techniques fiables disponibles pour les agriculteurs.

Nous constatons ici l'émergence des légumineuses et de leur gestion dans les freins agronomiques et mécaniques des agriculteurs.

Bien que notre échantillon ait été choisi pour son innovation autant sur les pratiques agricoles adoptées que pour l'adaptation des équipements par le bricolage, les approches intégrées et adaptatives ne semblent pas suffire pour remédier aux problèmes d'installation des légumineuses, cultures très fragiles malgré les services agro-systémiques qu'elles peuvent procurer.

4.5.3. Les blocages politiques, économiques et de filière

- Les difficultés à générer des revenus suffisants pour réinvestir et innover, tout en naviguant dans un contexte sociétal et réglementaire complexe. *Un agriculteur veut moderniser sa ferme, par exemple en améliorant son stockage. Cependant, il doit aussi prendre en compte les défis réglementaires, comme la gestion des zones non traitées (ZNT) le long d'une rivière.*
- Le besoin d'un soutien, sous forme d'aide financière ou d'une juste rémunération, en raison de l'impact initial sur les rendements. *Un agriculteur souligne l'importance de ne pas entreprendre cette transition seul. En outre, il exprime sa frustration face à l'augmentation des prix du matériel agricole, qui correspond presque à la hausse des subventions offertes dans le cadre de plans de relance, suggérant que les constructeurs profitent de ces aides plutôt que les agriculteurs eux-mêmes.*
- De même pour les investissements en agroéquipements, les défis économiques rencontrés pour financer l'achat de nouveaux équipements. *Un agriculteur mentionne les coûts élevés et comment il a pu obtenir une subvention, malgré le fait d'être un agriculteur double actif (qui travaille à la fois sur son exploitation et dans un autre emploi).*
- Débouchés pour les légumineuses : Les agriculteurs peuvent hésiter à cultiver des légumineuses, en particulier les variétés moins communes, si elles ont du mal à les valoriser ou à trouver un marché pour leurs produits. Les agriculteurs soulignent la faible rentabilité des légumineuses en France, même avec l'aide financière du gouvernement. Ils soulignent également des problèmes réglementaires, tels que l'obligation d'avoir une "surface d'intérêt écologique" qui exclut certaines légumineuses.

4.5.4. Les problèmes socio-cognitifs identifiés par les répondants

Sur le plan social, les agriculteurs en ACS se sentent perçus comme de "mauvais élèves" par leurs collègues ayant des méthodes plus conventionnelles parce qu'ils s'éloignent des schémas

de production traditionnels impliquant le travail du sol et le labour. Des agriculteurs interviewés expriment le désir d'adopter des pratiques moins consommatrices en intrants, comme l'agriculture biologique, mais se heurtent à des défis techniques s'ils veulent garder les pratiques de conservation des sols.

Les agriculteurs interviewés ressentent également beaucoup de pression de leur voisinage non agricole concernant les épandages du glyphosate.

Enfin, les agriculteurs peuvent être réticents à adopter de nouvelles pratiques ou à diversifier leurs cultures, en particulier si leurs prédécesseurs ont toujours cultivé les mêmes cultures. Cette résistance au changement peut être due à des habitudes, à un manque de connaissances ou à une peur de l'inconnu. La transition vers les pratiques de conservation des sols semble donc nécessiter un effort de dépassement de soi et dépassement des traditions agricoles et des pratiques agricoles traditionnelles héritées.

4.6. Le parc matériel d'un agriculteur en conservation des sols

Nous nous intéressons dans cette sous-section au parc matériel type des agriculteurs en conservation de sol de notre échantillon. Tous les participants ont répondu à la question.

4.6.1. Vue d'ensemble sur les équipements les plus fréquents

Le premier constat par rapport à cette question fut la récurrence de la notion de simplicité dans le parc matériel.

Cinq participants à l'enquête ont précisé n'avoir qu'un semoir dans leur parc matériel. Ce semoir est multifonctionnel dans les cinq cas. Il permet le semis direct, le semis en couvert végétal et la destruction de couverts végétaux au même temps que le semis.

Dans un autre cas, un agriculteur explique l'importance de se détacher de la dimension matérialiste de l'agroéquipement. Dans son cas, il ne possède aucun agroéquipement et procède à la location des agroéquipements nécessaires.

Dans les 24 autres réponses, en extrayant les agroéquipements communs, nous avons pu conclure les outils utilisés :

- Les tracteurs : en moyenne 2.
- Les semoirs :
Semoir de semis direct à dents et à disques, Semoir monograine
- Les outils de travail du sol :
Strip-till, Vibroculteur, Viroflex
- Les rouleaux :
Rouleau léger, Rouleau Crosskill, Rouleau de légèreté moyenne

- Un pulvérisateur
- Une remorque
- Un moissonneuse batteuse
- Autres équipements :

Automoteur, Déchaumeur, Cultivateur, Broyeur.

Dans ses 24 réponses, bien que l'échantillon d'agriculteurs soient en agriculture de conservation des sols, nous constatons un débat sur la présence de la charrue dans le parc matériel. Bien que 8 agriculteurs aient spontanément exprimé s'être débarrassé de leurs charrues en les revendant, 6 autres agriculteurs disent garder la leur en cas d'imprévu (année difficile, changement de la réglementation, changement des lois sur les produits chimiques).

4.6.2. Les agroéquipements concernant les légumineuses

Les résultats de notre étude mettent en lumière l'utilisation prédominante de deux outils majeurs dans le contexte des légumineuses, à savoir le semoir et la moissonneuse batteuse. Ces outils jouent un rôle essentiel dans le cycle de culture des légumineuses, participant activement au processus de semis et de récolte. Cependant, des défis ont été identifiés au cours de l'étude, notamment des problèmes liés au tri des semences, des difficultés rencontrées lors du semis à la volée et des pertes de feuilles constatées dans le cas spécifique de la luzerne.

4.7. Les bricolages des agriculteurs en agriculture de conservation des sols

4.7.1. Les raisons qui poussent au bricolage

Ici, nous nous intéressons aux motivations de l'agriculteur pour effectuer des bricolages sur son agroéquipement. Tous les participants à l'enquête ont répondu à la question. Sur la base des réponses de notre échantillon d'agriculteurs, nous constatons l'existence de deux échelles de réflexion sur les raisons qui poussent l'agriculteur à bricoler :

4.7.2. Les raisons agronomiques en lien avec l'agroéquipement actuel et les attentes de l'agriculteur vis-à-vis de son agroéquipement

Ces raisons sont relatives à l'insatisfaction de l'agriculteur vis-vis de son semoir actuel. L'agriculteur cherche l'optimisation et l'efficacité du semoir dans la gestion des tailles des graines et leur distribution mais aussi dans la gestion des résidus de couvert végétaux pendant le semis. L'agriculteur cherche également la robustesse de l'élément de semis (disque ou dent) pour semer dans toutes les conditions. Différents exemples illustrent ceci : des problèmes avec l'utilisation de son semoir, notamment à cause de la taille inappropriée des roues. Cela a affecté

la performance de l'équipement et a entraîné des pertes significatives lors de la première année d'utilisation. Il a également eu des problèmes avec la tête de répartition du semoir qui était mal placée. Un autre agriculteur constate des problèmes avec la soufflerie du semoir, qui était alimentée par l'hydraulique du tracteur. À chaque fois qu'il levait les éléments semoirs, cela réduisait le débit hydraulique et la soufflerie perdait de sa puissance. Il pense que la soufflerie aurait dû être entraînée par la prise de force pour éviter ce problème.

Un autre agriculteur, face aux difficultés rencontrées avec le système à disques dans certaines conditions, notamment lorsqu'il faisait très sec, aurait décidé de concevoir un semoir à dents à partir d'un vieux châssis de déchaumeur. Il aurait alors sollicité l'aide d'un ami ayant déjà réalisé un semoir similaire pour obtenir des conseils, tout en achetant uniquement les éléments principaux de semis, tels que la dent et la distribution.

4.7.3. Les raisons économiques et commerciales

- Les raisons commerciales : La solution innovante recherchée n'existe pas sur le marché malgré les recherches en France et à l'étranger. Dans ce cas le bricolage est la seule solution.

Dans un cas de figure spécifique, l'agriculteur propose à son concessionnaire de faire une modification spécifique mais fait face à refus. Il décide donc de le bricoler tout seul.

- Les raisons économiques : La solution innovante recherchée existe sur le marché mais n'est pas dans le budget de l'agriculteur. Exemple : Un agriculteur constate que son semoir Sky coûtait 9 000 € par an en unités, avec des frais d'entretien de 3 000 €, ce qui est très cher. Il a donc décidé de concevoir son propre équipement. Cela lui permet de réduire les coûts d'entretien à environ 600 à 1 000 € par an.

4.8. Les démarches réflexives avant le bricolage

Dans cette sous-section, nous nous intéressons à la réflexion de l'agriculteur autour du bricolage mais aussi à ses sources et à ses méthodes.

Il a été constaté que les démarches réflexives tournent autour de quatre idées récurrentes. Sur la base des réponses des entretiens à la question, nous listons les démarches réflexives :

- En examinant les réalisations d'autres personnes dans le domaine.
- En s'inspirant des réseaux sociaux YouTube, Twitter et les blogs et forums en lien réservés aux agriculteurs (exemple : Agricoool) (chapitre 6).
- En parcourant la littérature grise (sites web et articles de presse), notamment les sections dédiées aux agroéquipements.

- Les échanges entre agriculteurs, retour d'expériences et partage d'idées.

Sur la base de ces informations, un plan est élaboré individuellement ou en équipe. Les accessoires et pièces de rechange sont achetées et des travaux de soudure ont été effectués.

4.9. Exemples de bricolages d'agroéquipements

La totalité des bricolages effectués par les interviewés de cette étude concernent le semoir. Une analyse textuelle a permis d'extraire et de lister ces bricolages. Nous parlons de l'agriculteur ici et non des agriculteurs, pour exposer à chaque fois un bricolage différent :

B(01) Le bricolage du semoir s'est fait en plusieurs étapes. D'abord, l'agriculteur est passé d'un semoir à sabot à un semoir à disques lui permettant de semer dans les résidus de culture. Bien que les semis se sont améliorés, de nouvelles difficultés ont émergé comme les pierres qui interfèrent avec le semoir. Il a donc ajouté un contre-disque qui a amélioré la régularité des semis. L'agriculteur a été mis au défi de semer des tournesols dans un couvert d'avoine brésilienne. Après des essais et des erreurs, il a trouvé un réglage qui lui a permis de semer efficacement sans que le semoir ne se bloque. Puis, l'agriculteur a réalisé que les deux roues de jauge sur le semoir jouaient un rôle crucial dans le débouillage du contre-disque. En faisant en sorte que les roues touchent le sol en permanence, il a pu améliorer l'efficacité du semoir. Enfin, il a réalisé que l'utilisation d'un disque lisse améliorerait la capacité du semoir à couper le végétal, réduisant ainsi les risques de bourrage.

B(02) Une dent supplémentaire a été ajoutée pour ouvrir le sillon, ainsi qu'une roue de stabilisation à chaque dent afin d'améliorer la précision du semis. Le semoir a été équipé de deux trémie à l'avant pour accueillir les grosses graines. Afin d'équilibrer les charges, une trémie a été installée à l'arrière est dédiée aux petites graines. Une cuve a été intégrée pour la distribution des liquides et permet de fertiliser de manière localisée au moment du semis. Bien que le bricolage initial ait duré 3 à 4 mois, la mise en point du système et l'opérationnalisation ont nécessité plusieurs années d'expérimentation. L'agriculteur a pour objectif de passer à 6 mètres de large à l'étape successive.



Figure 18. Exemple de bricolage, photo prise par l'agriculteur avec accord de diffusion

B(03) Des disques ouvreurs ondulés ont été installés afin de trancher le sol et qui permettent la diminution de la profondeur de semis. De plus, l'utilisation de chaînes simples a été introduite pour répartir la terre uniquement sur la ligne de semis, évitant ainsi un excès de matière autour.

B(04) Le semoir a été conçu comme un outil traîné, ce qui signifie qu'il est attaché à une tâche utilisée pour atteler une remorque agricole, et non au relevage du tracteur. Le semoir est autoporté et équipé de roues, permettant de soulever l'ensemble du semoir à l'aide de ces roues. Cela permet d'avoir un bâti plus long, ce qui a permis d'installer deux trémies identiques récupérées d'autres équipements similaires. Entre ces deux trémies, une cuve de fertilisation liquide a été ajoutée.

B(05) Les modifications apportées au semoir à maïs ; l'agriculteur a ajouté une dent à l'avant pour bien dégager le sillon, mais il envisage d'effectuer d'autres modifications, comme l'ajout d'un élément circulaire à l'avant.



Figure 19. Exemple de bricolage. Photo prise par l'agriculteur avec accord de diffusion

B(06)Bricolage en cours : L'agriculteur est en train de concevoir un semoir à dents à partir d'un ancien châssis de déchaumeurs. Les dents utilisées proviendraient d'un déchaumeur, et leur pointe aurait été adaptée pour être compatible avec le dispositif. Des roues de hauteur de jauge auraient également été ajoutées. Il aurait monté des dents avec des points fins, conformément aux recommandations en auto-construction, et aurait installé des têtes de distribution. Une trémie a été installée à l'avant du tracteur.

B(07) Pour un semoir à dents : la transformation d'un chisel préexistant en un semoir à dents. Pour cela, des verrains et des dents fines ont été ajoutées pour perturber au minimum le sol. Ensuite, des chaînes de dragage auraient été ajoutées pour optimiser l'efficacité du semoir. Enfin, un rouleau a été installé à l'arrière, démontable facilement à utiliser en fonction des conditions spécifiques du sol à un moment donné.

B(08) Pour un semoir à maïs, un disque gaufré a été installé ainsi qu'un soc de 2 cm de large pour travailler le sol de manière très superficielle. Pour améliorer l'efficacité de la fermeture du sol, la roue d'origine a été remplacée par une roue spécifique connue pour sa performance dans la fermeture du sillon. Ensuite, des roues plumbeuses ont été ajoutées avec le rouleau pour optimiser la pression sur le sol après le semis.

B(09) La modification de l'élément de semis et de la pression de semis afin de permettre le passage des graines de manière uniforme.

B(10) L'ajout d'une descente spécifique au-dessus du sillon pour que la graine soit déposée par la roulette rapidement mais sans être dans le fond du sillon.

B(11) Le bricolage a été fait sur plusieurs étapes et sur plusieurs années en fonction des observations et constatations de l'agriculteur : il a d'abord compris qu'il devait utiliser deux roues pour débarrasser la paille qui s'accumulait en fin de journée puis il a ajouté 4 disques lisses pour couper les débris végétaux réduisant ainsi le bourrage. Puis, il a ajouté des disques à l'avant du semoir pour chasser les résidus et les pierres. Il a ensuite donc ajouté des doubles disques qui écartent légèrement la terre pour que la graine tombe puis a utilisé la roue pour appuyer. Il cherche actuellement à reproduire le processus d'affinement de la terre autour de la graine afin de favoriser la germination.

B(12) Dans le but d'introduire plus de légumineuses dans sa rotation, l'agriculteur a ajouté une trémie à son semoir à dents. Il a également créé un système pour capter et diriger le flux d'air de la turbine. Pour cela, il a fabriqué certaines pièces grâce à son imprimante 3D.

B(13) L'objectif de ce bricolage (B13) est le semis dans n'importe quelle condition y compris en sol couvert de résidus ; le semoir bricolé est conçu pour enterrer une graine sans être gêné par les débris de paille. Il est important de noter que le défaut des semoirs,

disponibles sur le marché, concerne la tendance à enterrer la paille avec la graine, ce qui peut empêcher la germination. L'agriculteur a également rendu la dent résistante aux chocs et l'usure.

B(14) L'agriculteur a divisé la trémie d'origine en deux puis a déplacé les tuyaux pour avoir la possibilité de semer sur une rangée de disques avec les deux trémies. Ensuite, il a ajouté une 3^{ème} trémie au semoir pour semer des petites graines comme le colza ou le trèfle blanc ou pour incorporer des granulés anti-limaces dans la ligne de semis.

B(15) L'agriculteur a ajouté un système de pulvérisation à son semoir. Ce système comprend une cuve de 1200 litres et une pompe qui injecte du liquide sur la ligne de semis pour chaque élément. Cela lui permet de semer et d'apporter de l'engrais en même temps. La dernière étape est d'ajouter un système pour injecter des granulés dans la ligne de semis, bien qu'il ait finalement décidé que le système de pulvérisation liquide offrait une plus grande polyvalence.

B(16) Ce bricolage concerne des accessoires qui ont été ajoutés au semoir cinq ou six ans auparavant, comme des chasse-débris ou des roulettes plus plongeantes, et qui se sont révélés être superflus. Dans une approche de simplification, ces accessoires ont été retirés pour revenir à un équipement plus simple.

B(17) Pour pallier un problème avec la tête de répartition du semoir qui était mal placée, un agriculteur a utilisé des ficelles pour assurer une descente gravitaire constante.

Nous procédons à un premier classement puis analyse de ces bricolages en fonction de leur complexité et de leur objectif principal :

1) Simplification est amélioration de l'efficacité :

- B16 : Suppression d'accessoires superflus
- B17 : Utilisation de ficelles pour améliorer la descente gravitaire

Ces bricolages reflètent une approche minimaliste, où l'objectif est de réduire la complexité et de se concentrer sur l'essentiel. Cela peut indiquer une préférence pour des systèmes plus intuitifs et moins encombrés, ce qui peut améliorer l'efficacité opérationnelle et réduire les coûts de maintenance.

2) Amélioration de la précision et adaptation aux conditions

- B01, B02, B03, B04, B05, B08, B09, B10, B11, B13 : Modifications pour améliorer la précision du semis et adapter l'équipement aux différentes conditions de sol et de culture

Cette catégorie montre une ingéniosité dans l'adaptation des équipements aux défis spécifiques des conditions de culture. Cela inclut des ajustements pour améliorer la précision du semis, gérer les débris, et adapter les machines aux différentes textures du sol. Ces adaptations sont cruciales pour augmenter les rendements tout en minimisant l'impact sur l'environnement.

3) Intégration de technologies et d'équipements supplémentaires

- B06,B07,B12,B14,B15 : Ajout de nouveaux équipements ou technologies, comme des trémies supplémentaires, des systèmes d'air, et l'utilisation d'imprimantes 3D

Ces exemples démontrent une volonté d'innover et d'intégrer des technologies nouvelles ou non conventionnelles. L'utilisation d'imprimantes 3D, par exemple, suggère une ouverture aux solutions de fabrication numérique. L'ajout de systèmes de pulvérisation ou de trémies supplémentaires montre une approche holistique, cherchant à optimiser plusieurs aspects de la culture simultanément.

Pour le deuxième axe de classement et d'analyse, les bricolages sont classés en fonction des niveaux de bricolage sur le semoir :

1) Au niveau du semoir (optimisation) :

- B(02) Ajout d'une dent supplémentaire et d'une roue de stabilisation, ainsi que deux trémies pour les grosses graines et une cuve pour la fertilisation
- B(04) : Conception d'un semoir traîné avec deux trémies et une cuve de fertilisation liquide
- B(07) : Transformation d'un chisel en semoir à dents avec l'ajout de chaînes de dragage et d'un rouleau arrière démontable
- B(12) : Ajout d'une trémie pour les légumineuses et création d'un système de captage de flux d'air avec des pièces imprimées en 3D
- B(14) : Division de la trémie d'origine et ajout d'une 3ème trémie pour semer des petites graines ou des granulés
- B(15) : Intégration d'un système de pulvérisation avec une cuve et une pompe pour une application simultanée d'engrais

Les bricolages au niveau du semoir démontrent une approche systémique où les modifications visent à améliorer l'ensemble de la machinerie agricole pour une meilleure gestion des cultures. Cela inclut l'intégration de multiples fonctionnalités pour réaliser divers actes agronomiques en un seul passage, réduisant ainsi le temps et les coûts opérationnels.

2) Au niveau de l'élément de semis (efficacité) :

- B(01) : Plusieurs étapes de réglage, notamment l'ajout d'un contre-disque et l'ajustement des roues de jauge
- B(03) : Installation de disques ouvreurs ondulés et utilisation de chaînes simples pour la répartition de la terre
- B(05) : Ajout d'une dent à l'avant du semoir à maïs et envisagement d'autres modifications pour améliorer la préparation du sillon
- B(06) : Conception d'un semoir à dents à partir d'un châssis de déchaumeur, avec modifications des dents et ajout de roues de jauge
- B(08) : Installation d'un disque gaufré et d'un soc étroit, ainsi que remplacement de la roue d'origine pour une meilleure fermeture du sillon
- B(09) : Modification de l'élément de semis et de la pression pour un passage uniforme des graines
- B(10) : Ajout d'une descente spécifique pour une meilleure dépose des graines
- B(11) : Plusieurs étapes d'amélioration, y compris l'ajout de disques lisses et de doubles disques pour écartement de la terre
- B(13) : Conception d'un semoir pour un enfouissement efficace des graines sans interférence de débris de paille
- B(16) & B(17) précédemment mentionnés.

Les modifications au niveau de l'élément de semis révèlent une focalisation sur la précision et la qualité du semis, avec des ajustements finement calibrés pour assurer une distribution homogène des semences et une stabilité accrue dans diverses conditions de terrain. Cela indique une recherche d'efficacité et de réduction de la variabilité dans le processus de semis.

5. Discussions

5.1. Les limites de l'étude

Il convient de noter que l'échantillon de participants choisi pour cette étude ne comprend pas de membres des coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA). Cette décision découle de la logique sous-jacente, qui consiste à sélectionner des individus qui effectuent des activités agricoles de manière individuelle pour des besoins personnels. Nous soulignons ici que les CUMA sont des entités où les agriculteurs partagent du matériel agricole pour des besoins collectifs, ce qui diffère de la nature de l'échantillon choisi. Cette démarche s'inspire de la

logique des industries visant à étudier l'élément le plus commun possible, dans notre cas les agriculteurs élitistes.

Un autre aspect à considérer est le profil des agriculteurs de l'échantillon. Le nombre d'agriculteurs a été soumis à un tri successif non pas le but d'obtenir un échantillon représentatif de la population agricole mais plutôt dans l'optique de constituer un échantillon élitiste sur la base de nos critères de choix. Cela signifie que l'échantillon ne représente pas la totalité de la population agricole mais plutôt ceux qui sont adeptes du bricolage et de la gestion autonome de leurs équipements agricoles.

Une limitation majeure réside dans le nombre élevé de questions posées aux participants. Pendant les entretiens, il a été nécessaire de combiner plusieurs questions à plusieurs reprises, car certaines questions se sont avérées redondantes. Cette redondance a compliqué considérablement l'analyse des données, rendant le processus analytique complexe et exigeant.

5.2. Systèmes de culture et marge d'adaptation

Dans la littérature scientifique, les termes " opportuniste ", " flexibilité " et " prise de décision rapide " en agriculture, en particulier dans le contexte de l'agriculture de conservation, sont souvent discutés de manière interconnectée, bien que chacun ait des nuances spécifiques.

L'opportunisme agricole peut être perçu comme la capacité à saisir les opportunités qui se présentent, que ce soit en termes de conditions de marché, de météo ou de nouvelles pratiques agricoles (Zantsi, Mulanda, and Hlakanyane 2021; Ali et al. 2021). La flexibilité, quant à elle, renvoie à la capacité d'ajuster rapidement les pratiques agricoles en réponse à l'évolution des conditions économiques, environnementales ou sociales (Sutherland et al. 2016). La rapidité de la prise de décision est liée à la capacité des agriculteurs à réagir rapidement à des informations nouvelles ou inattendues en adaptant leurs stratégies de gestion (Marshall et al., 2018).

Plusieurs études ont examiné ces concepts dans le contexte de l'agriculture de conservation, soulignant la nécessité pour les agriculteurs d'être opportunistes, flexibles et capables de prendre des décisions rapides pour maximiser les avantages de ces pratiques tout en minimisant les risques.

Ainsi, bien que ces termes puissent être distincts dans certaines discussions, ils se chevauchent souvent dans la littérature scientifique lorsqu'il s'agit d'analyser le comportement et les stratégies des agriculteurs dans le contexte de l'agriculture de conservation.

- Flexibilité et adaptabilité dans la gestion d'une exploitation agricole :

Ainsi qu'il a été montré dans les résultats de l'enquête, dans la gestion d'une exploitation agricole en ACS, la flexibilité et l'adaptabilité semblent être des réflexes importants. La flexibilité se réfère à la capacité de s'ajuster rapidement aux variations imprévues et aux événements inattendus, tandis que l'adaptabilité fait référence à la capacité de s'adapter aux conditions changeantes sur le long terme. (Darnhofer, Gibbon, and Dedieu 2012) ont montré que la flexibilité et l'adaptabilité sont essentielles pour améliorer la résilience des exploitations agricoles face aux aléas économiques, climatiques et sociaux. Les agriculteurs qui adoptent des stratégies flexibles, telles que la diversification des cultures et l'intégration de systèmes agroforestiers, sont mieux préparés à faire face aux pressions du marché et aux aléas climatiques. De plus, la mise en place de pratiques agricoles durables, basées sur les principes de l'agroécologie, favorise l'adaptabilité en préservant la biodiversité et en renforçant la régénération des sols, ce qui contribue à une production agricole plus adaptable (FAO 2018). Selon Van Zonneveld et al (2020), la diversification des systèmes agricoles est une stratégie clé pour s'adapter au changement climatique. Cette diversification implique de comprendre les objectifs des agriculteurs, d'utiliser des approches participatives pour la mise en œuvre, et de valoriser le rôle des organisations agricoles et des connaissances locales dans l'adaptation aux conditions climatiques changeantes. Aryal et al (2021) confirment que les stratégies d'adaptation varient significativement en fonction des contextes agricoles locaux. Les facteurs tels que le genre, l'accès aux finances et aux marchés influencent le choix des stratégies d'adaptation flexibles et contextualisés pour faire face efficacement aux défis actuels du changement climatique dans le contexte agricole.

| - L'opportunisme

Terme plutôt associé à dans les articles scientifiques relatifs à l'entrepreneuriat en agriculture, l'opportunisme en agriculture définit la tendance des agriculteurs à saisir des opportunités économiques, technologiques ou environnementales qui se présentent (Zantsi, Mulanda, and Hlakanyane 2021; Ali et al. 2021).

Cela inclut l'adaptation des pratiques agricoles, la diversification des cultures en fonction des conditions de marché et l'adoption de nouvelles technologies. Les agriculteurs opportunistes seraient souvent disposés à prendre des risques calculés et à s'adapter rapidement aux conditions changeantes afin d'optimiser les productions et les revenus (Kefi, Rizzo, and Dubois 2022). Bien que l'échantillon auditionné considère l'opportunisme comme une réponse

proactive aux changements, celui-ci peut être étudié d'un point de vue critique en rapport avec des conséquences sociales, économiques et environnementales potentielles.

Par ailleurs, les résultats obtenus de nos entretiens avec les agriculteurs pratiquant l'ACS révèlent des tendances intéressantes qui pourraient s'appliquer à l'ensemble du secteur agricole. Bien que nos observations soient spécifiquement axées sur l'ACS, les stratégies adoptées par ces agriculteurs en matière de systèmes de culture semblent refléter une approche plus générale, applicable à divers contextes agricoles. Notre étude indique qu'il n'existe pas de modèle fixe de rotation des cultures, même parmi ceux qui avaient initialement établi des plans de rotation. Chaque agriculteur adapte ses rotations en réponse à une multitude de facteurs, tels que les conditions climatiques, les opportunités économiques et les caractéristiques uniques de leurs cultures et de leur exploitation. Bien que l'esprit de planification et de réflexion reste une constante, l'adaptation est un processus continu et dynamique. Ces constatations suggèrent que les approches flexibles et adaptatives observées dans l'ACS pourraient être représentatives des stratégies utilisées par les agriculteurs en général.

5.3. Agriculteurs, changement climatique et agriculture de conservation des sols

5.3.1. Les difficultés /freins en ACS

Interroger les agriculteurs sur les difficultés rencontrés dans la mise en œuvre des pratiques d'agriculture de conservation des sols (ACS) est essentielle pour une compréhension approfondie des enjeux et pour envisager des solutions adaptées. Les agriculteurs sont confrontés à diverses difficultés tels que des contraintes financières, des préoccupations liées à la transition des pratiques agricoles traditionnelles, ou encore des questionnements sur la rentabilité à court terme.

En les identifiant, il devient possible d'étudier les solutions envisagées par les agriculteurs interviewés. Les recherches de Pagliarino *et al.* (2020) soulignent que la participation active des agriculteurs dans le processus de recherche et de développement est cruciale pour concevoir des solutions efficaces et durables. En comprenant les préoccupations et les difficultés réelles auxquelles sont confrontés les agriculteurs, il est possible de développer des approches qui intègrent leurs perspectives, favorisant ainsi une adoption plus généralisée des pratiques d'ACS et une transition agricole plus réussie vers des systèmes plus durables.

5.3.2. Les effets du changement climatique et l'ACS

Les agriculteurs, en France comme ailleurs sont de plus en plus confrontés aux impacts du changement climatiques, ce qui influence considérablement leurs stratégies agricoles. L'occurrence accrue de périodes avec des températures plus élevées que la moyenne climatique, d'épisodes de sécheresse et d'événements pluvieux intenses engendrent des conséquences directes sur la gestion des sols (Hassani, Azapagic, and Shokri 2021; Wang et al. 2014).

Des phénomènes tels que l'augmentation des températures estivales et la modification des régimes pluviaux ont été observés en France, entraînant des ajustements dans les pratiques de conservation des sols (Hamidov et al. 2018). Notre échantillon d'agriculteurs confirme la littérature en étant amené à adapter leurs méthodes, par exemple, en ajustant le calendrier des cultures de couverture ou en optant pour des couverts végétaux face aux stress hydriques (Aich, Dey, and Roy 2022; Chen, Zhong, and Sun 2022; Agathokleous et al. 2023; Castellano and Moroney 2018).

5.3.3. Les incertitudes des agriculteurs interviewés face au futur du changement climatique

Bien que pas initialement prévus comme un axe important d'analyse au début de l'enquête, les incertitudes voire inquiétudes des agriculteurs sont remontées de manière claire et presque spontanée et la littérature riche à ce sujet, confirme les réponses de nos interviewés.

Les incertitudes liées aux changements climatiques suscitent une préoccupation croissante parmi les agriculteurs en France et dans le monde. Selon les travaux de (Rezaei et al. 2023; Kamali et al. 2022; Fierros-González and López-Feldman 2021), les agriculteurs sont confrontés à des défis considérables liés à l'incertitude quant à l'évolution des conditions climatiques. Les projections climatiques indiquent des tendances à long terme, mais la variabilité interannuelle et les événements climatiques extrêmes créent une incertitude accrue quant aux conditions météorologiques futures.

Cette incertitude climatique influence les prises de décision des agriculteurs, comme documenté dans les recherches de Findlater (2019) et Yazdanpanah (2023), qui ont mis en évidence le rôle central de l'incertitude climatique dans la planification des cultures et la sélection des pratiques agricoles. L'augmentation des risques liés aux phénomènes météorologiques imprévisibles peut engendrer des répercussions économiques et environnementales significatives pour les exploitations agricoles (Newman and Noy 2023).

Ainsi, les agriculteurs en France, en anticipant les incertitudes climatiques, sont confrontés à des dilemmes complexes dans la prise de décision, cherchant à équilibrer la productivité

actuelle avec la résilience face à l'évolution climatique à long terme. Cette tension entre la nécessité d'assurer la stabilité de la production actuelle et la préparation aux incertitudes futures est au cœur des préoccupations des agriculteurs, et tout particulièrement ceux qui travaillent en ACS, dans le contexte du changement climatique.

5.3.4. Résilience de l'ACS au changement climatique

L'agriculture de conservation des sols, émerge comme une stratégie autant par l'échantillon interviewé que par la bibliographie, pour atténuer les effets du changement climatique ou s'y adapter dans le contexte agricole. Les recherches de Chahal (2020) soulignent que l'ACS, en mettant l'accent sur la réduction du travail du sol, la couverture végétale permanente et la rotation des cultures, contribue à la séquestration accrue du carbone dans le sol, favorisant ainsi la transition vers une durabilité des systèmes agricoles face aux changements climatiques.

L'ACS offre également des avantages en matière de conservation de l'eau, de préservation de la biodiversité du sol et de réduction de l'érosion (Brempong et al. 2023). En minimisant la perturbation du sol, cette approche favorise la structure du sol et améliore la capacité du sol à stocker l'eau, jouant ainsi un rôle crucial dans la gestion des risques liés aux événements climatiques extrêmes tels que les périodes de sécheresse ou d'excès hydriques (Newman and Noy 2023).

Par conséquent, l'adoption de l'ACS peut être considérée comme une stratégie multidimensionnelle pour aider les agriculteurs à faire face aux impacts du changement climatique.

La littérature scientifique aborde le sujet du changement climatique et son impact sur le comportement des agriculteurs d'un point de vue 'pratiques agricoles'. En effet, le changement climatique peut influencer les pratiques agricoles et la perception de la profession d'agriculteur de différentes manières :

- Adaptation des pratiques agricoles :

Les agriculteurs sont confrontés à des conditions météorologiques de plus en plus variables et imprévisibles en raison du changement climatique. Cela peut les amener à adapter leurs pratiques agricoles, notamment en modifiant les calendriers de semis et de récolte, en choisissant des variétés plus résistantes aux conditions changeantes ou en adoptant des techniques agricoles plus durables (Hamidov 2018, Aich 2022 ; Boufous 2023).

- Changements dans la gestion des risques :

L'incertitude climatique accroît les risques associés à l'agriculture, tels que les phénomènes météorologiques extrêmes. Les agriculteurs peuvent modifier leurs stratégies de gestion des risques, par exemple en diversifiant leurs cultures, en investissant dans des infrastructures

résilientes ou en souscrivant une assurance agricole (Hellin 2021, World Bank 2015 ; Schattman 2016).

- Impact sur la perception de la profession d'agriculteur :

L'incertitude climatique peut également influencer la perception qu'ont les agriculteurs de leur profession. Face aux défis posés par le changement climatique, certains agriculteurs peuvent ressentir un stress accru et remettre en question la viabilité à long terme de leur activité (Fierros-Gonzalez 2021, Shattman 2016).

5.4. Difficultés et inconvénients vécus par notre échantillon d'agriculteurs

5.4.1. Agronomiques et mécaniques

La littérature scientifique semble s'accorder avec les dires des agriculteurs. En effet, plusieurs difficultés agronomiques liées à la gestion des légumineuses dans les systèmes agricoles ont été identifiées :

Incompatibilité avec certaines cultures :

La rotation des cultures est une pratique courante pour maintenir le sol sain et réduire la pression des ravageurs. Cependant, en raison de la compétition pour les nutriments, certaines légumineuses peuvent présenter des incompatibilités avec d'autres cultures (Uzoh et al. 2019).

Des difficultés liées à la gestion des maladies et des ravageurs :

Certains types de légumineuses peuvent être vulnérables à certains ravageurs ou maladies du sol. Les agriculteurs peuvent rencontrer des difficultés à gérer ces aspects, ce qui peut avoir un impact sur la rentabilité et la viabilité des cultures de légumineuses (Kaur et al. 2023).

Les exigences concernant le sol et le climat sont les suivantes :

Les légumineuses ont besoin de sols et de climats spécifiques. Certains types peuvent nécessiter un sol bien drainé, tandis que d'autres peuvent fixer l'azote plus efficacement dans des conditions particulières. Les agriculteurs doivent adapter ces cultures à leurs conditions locales (Zhao et al. 2021; Kebede 2021; Irisarri et al. 2021).

Problèmes liés à la rotation culturelle :

Des facteurs tels que la disponibilité des cultures suivantes, les besoins de rotation et la compétition avec d'autres cultures pour l'espace et les ressources peuvent entraver l'intégration réussie des légumineuses dans les rotations culturelles (Costa et al. 2021).

Disponibilité des variétés adaptées :

Hormis le soja, la disponibilité de variétés de légumineuses adaptées et efficaces peut être un obstacle important. Les variétés adaptées aux conditions locales nécessitent des recherches et des programmes de sélection (Akpo et al. 2021; Rubiales et al. 2021).

Dans une logique déductive et en partant des difficultés des agriculteurs de manière générale, nous nous concentrons sur les difficultés mécaniques. Les difficultés mécaniques peuvent représenter un défi important pour les agriculteurs en ACS. Ces freins sont liés aux contraintes matérielles, technologiques et logistiques. L'accès aux équipements appropriés peut s'avérer difficile ce qui peut limiter leur capacité à effectuer des opérations spécifiques tel que le semis direct.

Si la solution mécanique existe, les investissements pour acquérir de nouvelles machines agricoles pourraient être prohibitifs en raison des risques financiers et de la durabilité à long terme de ces investissements (Liu 2021; Carlisle et al. 2019). Différentes approches sont possibles pour faciliter l'accès à l'équipement comme des partenariats public-privé ou des mécanismes de financement (ex : PSE paiement service environnementaux) ou des institutions financières collaborent avec des ONG ou des organismes de recherche pour fournir des prêts et des subventions en efforts de transition vers la durabilité des agriculteurs, notamment en ACS. Ces subventions et aides représentent une solution partielle aux obstacles et manquements des solutions mécaniques dans le marché des agroéquipements actuel.

Le bricolage joue donc un rôle crucial dans la mise en place des pratiques en ACS quand la solution mécanique n'existe pas ou quand les ressources financières pour acquérir de nouveaux équipements sont limitées.

Le bricolage des agroéquipements offre aux agriculteurs une flexibilité et une autonomie accrues pour expérimenter et adapter les techniques de conservation des sols en fonction de leurs conditions locales spécifiques. Cela permet de s'engager dans l'ACS sans dépendre uniquement de la disponibilité de technologies coûteuses ou de modèles d'agroéquipements standardisés. Le bricolage des agroéquipements facilite l'adoption de l'agriculture de conservation des sols dans des contextes où les ressources financières et mécaniques peuvent être limitées, tout en favorisant une gestion plus durable des terres agricoles.

En reprenant la notion du fait technique en agronomie (Gras 1989), nous constatons ici, que la focalisation de l'agriculteur sur la technicité et la modification de la technique permet de résoudre des problèmes considérés comme agronomique.

Autrement dit, dans une posture où l'agriculteur ne bricole pas, l'agroéquipement est inflexible et rigide. C'est aux pratiques agricoles de s'adapter. L'agriculteur en bricolant, mène l'agroéquipement à s'adapter aux exigences agronomiques (Figure 20).

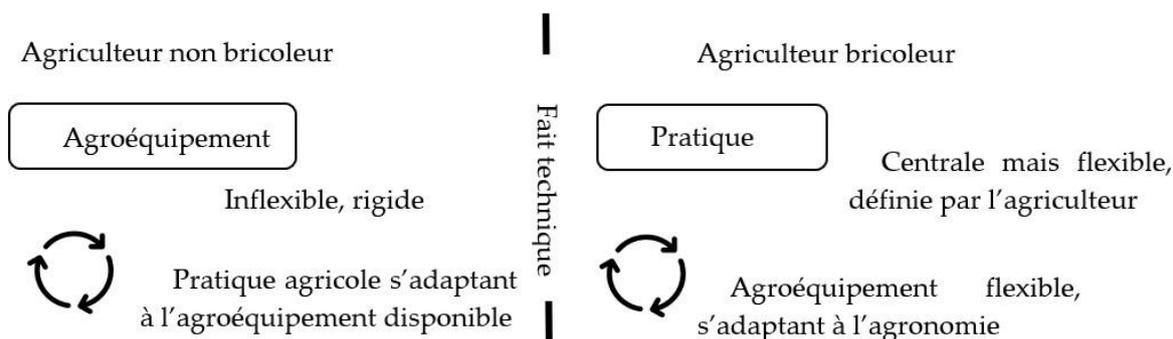


Figure 20. Le bricolage recentre la pratique agricole

5.4.2. Politiques, économiques et de filière

La littérature scientifique semble confirmer les difficultés identifiées par nos répondants sont cohérent avec ceux identifiés dans la littérature, tantôt sur un plan économique et politique, tantôt en lien avec les pratiques d'ACS, soit en général, soit spécifiquement référées aux cultures de légumineuses.

Les politiques agricoles et les programmes de subventions peuvent jouer un rôle dans l'atténuation de ce blocage, mais elles peuvent sous-dimensionner les allocations financières suffisantes pour encourager l'adoption de pratiques d'ACS. Notamment, les subventions et incitations fiscales peuvent ne pas refléter les bénéfices à long terme de ces pratiques en termes de conservation des sols et de durabilité (Ngoma et al. 2021), ou ne pas être alignées sur les objectifs de conservation des sols (Gaudino et al. 2018).

La demande pour des rendements immédiats comparable à ceux des pratiques conventionnelles peuvent dissuader les agriculteurs d'adopter des méthodes d'ACS qui peuvent nécessiter une période d'adaptation avant de montrer des résultats tangibles (Boufous, Hudson, and Carpio 2023).

Il existe un manque de soutien politique en faveur de l'agriculture de conservation des sols. Les politiques agricoles et environnementales peuvent ne pas offrir suffisamment d'incitations financières pour encourager les agriculteurs à adopter ces pratiques. Les subventions agricoles peuvent être davantage axées sur la productivité à court terme, ou sur le choix idéologique du bio, plutôt que sur la durabilité à long terme. Cela pourrait donc dissuader les agriculteurs de consacrer des ressources et des efforts à l'adoption de pratiques de conservation des sols.

La complexité et la fragmentation des politiques agricoles et environnementales, qui produisent des "double aveugle", ou injonctions contradictoires, peuvent constituer un frein. Les

agriculteurs peuvent être confrontés à des réglementations contradictoires ou à des exigences administratives lourdes. Des politiques incohérentes ou des silos bureaucratiques peuvent compliquer la coordination des efforts de conversion ou décourager les agriculteurs à s’y engager.

Des pressions politiques exercés par les lobbystes environnementaux peuvent influencer les décisions politiques liées à l’agriculture de conservation des sols notamment par rapport aux pressions d’interdiction de la molécule glyphosate, syndrome des contradictions sociotechniques. En effet, une agriculture de conservation des sols est très difficilement envisageable à ce jour sans herbicide à des moments cruciaux, ce qui ne veut pas dire que cela ne soit possible à moyen terme. Les agriculteurs en conservation des sols font des efforts considérables pour limiter leurs usages conscients des enjeux environnementaux et sociaux. Le glyphosate est une molécule victime d’un engouement médiatique, lui-même issu d’une contradiction de fond, qui relève de l’idéologie (interdire plutôt que d’aider à s’en passer).

Il est important de souligner que les politiques ne sont pas statiques et qu’il existe des initiatives visant à soutenir l’agriculture de conservation des sols.

Une vision approfondie de l’ensemble des acteurs de la filière et plus spécifiquement les agriculteurs sont essentiels pour un meilleur développement de l’agriculture de conservation des sols.

5.4.3. Les freins socio-cognitifs

Les freins sociaux-cognitifs peuvent constituer un obstacle à l’adoption de l’agriculture de conservation des sols par les agriculteurs. Ces freins sont liés aux attitudes, aux croyances, aux connaissances et aux normes sociales préexistantes qui peuvent influencer le comportement des agriculteurs et leur bien-être vis-à-vis de leur métier.

Des agriculteurs peuvent hésiter à adopter ses pratiques en raison de la peur de l’inconnu et de l’incertitude quant à l’efficacité de ces méthodes par rapport aux pratiques incluant une multitude d’agroéquipements.

Les croyances culturelles profondément ancrées peuvent également entraver le passage vers de nouvelles approches agricoles intégratives

De plus, les agriculteurs peuvent rencontrer des pressions sociales provenant de leur communauté agricole ou de leurs familles (Jabbour et al. 2014), qui peuvent être réticents au changement et à l’innovation ou à leurs voisins et consommateurs n’acceptant pas l’utilisation du glyphosate même si elle est contingente

Ces freins listés peuvent donner l’impression que les agriculteurs sont réticents au changement, or les agriculteurs échantillonnés représentent l’exemple inverse. Ces freins socio-cognitifs sont

ressentis mais n'empêche pas la continuation des pratiques en ACS. Ils sont soutenus par des preuves tangibles et des avantages économiques sur leur chiffre d'affaires. Ainsi, il est essentiel de reconnaître la diversité des motivations et contraintes des agriculteurs pour élaborer des stratégies agricoles durables et efficaces.

5.5. Le parc matériel de l'échantillon interviewé

Dans notre étude, nous avons observé une tendance parmi les agriculteurs à prôner un détachement vis-à-vis du matériel et du matérialisme, préférant minimiser l'utilisation d'agroéquipements. Cette philosophie, qui favorise une approche moins dépendante de la technologie, est en réalité associée à un esprit entrepreneurial. L'article de Qian, Lu, Gao et Lu (2022) fournit un éclairage sur ce phénomène, en soulignant que le choix de minimiser la dépendance aux machines agricoles n'est pas seulement une question de simplicité, mais peut également être interprété comme une stratégie entrepreneuriale. Dans ce contexte, l'entrepreneuriat se manifeste par la capacité à naviguer efficacement dans le milieu agricole.

5.6. Bricolage en agriculture de conservation des sols

5.6.1. Les méthodes des agriculteurs avant bricolage

Les démarches réflexives adoptées par les agriculteurs, telles que la recherche bibliographique, l'examen des réalisations d'autres personnes, la consultation des réseaux sociaux et la littérature grise, sont en accord avec des pratiques bien documentées dans la littérature sur l'innovation agricole et le bricolage. Les travaux de Hermans et al. (2017) et de White et al (2023) ont souligné l'importance de la collaboration entre pairs et du partage d'informations via des réseaux en ligne pour stimuler l'innovation agricole.

Les agriculteurs qui s'engagent dans des démarches actives de lecture, de recherche et de documentation démontrent une volonté croissante d'innover et d'améliorer leurs pratiques agricoles.

La recherche bibliographique approfondie menée par les agriculteurs reflète une démarche proactive similaire à celle soulignée dans les travaux de McFadden et al. (2021), qui ont montré que les agriculteurs recherchent activement des informations sur les nouvelles pratiques et technologies pour rester compétitifs.

L'utilisation des réseaux sociaux, tels que YouTube et Twitter, ainsi que la consultation de blogs et de forums spécialisés, sont des manifestations concrètes de la manière dont les agriculteurs s'engagent dans des communautés virtuelles pour échanger des idées et partager des expériences (Kefi et al. 2023).

Ces comportements révèlent une évolution significative vers une agriculture plus connectée, où l'agriculteur n'est plus un acteur isolé, mais plutôt un membre actif d'un réseau mondial d'information agricole. Ces actions démontrent également une prise de conscience croissante de l'importance de l'apprentissage continu pour rester à la pointe des évolutions du secteur agricole.

Cependant, il est important de noter que la démarche réflexive ne garantit pas nécessairement la qualité ou la sécurité des agroéquipements bricolés. En effet, les risques associés au bricolage, soulignant la nécessité d'une évaluation rigoureuse des conceptions personnalisées pour garantir la sécurité et la fonctionnalité des équipements.

5.6.2. Simplification du parc matériel

La simplification du parc matériel fait référence à la réduction du nombre d'agroéquipements et à l'adaptation des éléments restants pour répondre aux besoins spécifiques des pratiques de conservation des sols.

La simplification du parc matériel semble permettre aux agriculteurs de réduire les coûts opérationnels associés à l'entretien et à l'achat d'équipements non nécessaires à l'agriculteur. En se concentrant sur le minimum d'agroéquipements, dans le cas de notre échantillon d'agriculteurs, le semoir polyvalent et adapté à leurs pratiques spécifiques, les agriculteurs peuvent optimiser l'utilisation des ressources financières disponibles.

La simplification du parc matériel permet également la facilitation de la gestion opérationnelle et la mise en œuvre des pratiques en ACS. Autrement dit, utiliser des équipements adaptés et standardisés pour leurs pratiques permet aux agriculteurs de mieux maîtriser les techniques de conservation et de minimiser les erreurs opérationnelles.

La notion de simplification du parc matériel croise également la notion du bricolage car elle est souvent résultante d'une stratégie d'adaptation. Les agriculteurs font alors preuve d'ingéniosité en bricolant les agroéquipements existants pour répondre à leurs besoins spécifiques.

La simplification du parc matériel associée au bricolage peut être considérée comme une approche pragmatique s'alignant avec le contexte agricole environnemental local et permet aux agriculteurs de développer des solutions viables.

Néanmoins, cette approche remonte de nouveaux défis aux agriculteurs. La simplification du parc matériel pourrait entraîner la réduction de la polyvalence des équipements utilisés limitant ainsi la flexibilité des agriculteurs dans la gestion du parcellaire et augmentant la dépendance aux seuls équipements présents dans l'exploitation. Elle peut entraîner également une augmentation de la charge de travail et des contraintes de temps. Aussi, l'utilisation de quelques équipements adaptés pour des pratiques spécifiques peut nécessiter des ajustements fréquents

et l'importance d'être multitâche. Ici, la résilience acquise dans une exploitation agricole en conservation des sols pourrait équilibrer d'un côté le manque de flexibilité en cas de manquement de matériel et d'un autre côté le potentiel charge de travail supplémentaire par la simplification des pratiques agricoles également.

Afin, la simplification du parc matériel, sans bricolage associé, peut vulnérabiliser l'agriculteur en cas de panne ou de dysfonctionnement de leurs équipements puisqu'il aura moins d'options de secours ainsi une défaillance pourrait avoir un impact plus significatif sur la production.

5.6.3. Le bricolage au service de la durabilité d'un point de vue environnement, économie, sociale

- Aspect environnemental

Le bricolage des agroéquipements en agriculture de conservation des sols peut avoir un impact positif d'un point de vue environnemental.

L'adaptation des agroéquipements existants peut permettre aux agriculteurs de mettre en œuvre les pratiques d'ACS sans avoir besoin d'acheter de nouveaux équipements. Ici, l'exemple assez récurrent dans notre échantillon d'agriculteurs est l'insistance sur la simplicité du semoir bricolé. Cela réduit la consommation des ressources (énergie, eau, métaux, carbone) qui seraient nécessaires à la fabrication de nouveaux agroéquipements. Le bricolage favorise également le recyclage en achetant des outils de seconde main et en recyclant des matériaux déjà existants à la ferme.

Néanmoins, des adaptations inadéquates ou mal exécutées peuvent entraîner une inefficacité opérationnelle et des pertes de rendement, ce qui pourrait conduire à une augmentation de l'utilisation des intrants ou à des pratiques compensatoires moins durables. C'est en quelque sorte le prix à payer pour l'apprentissage du bricolage.

Sur le plan technique, l'ACS simplifie les agroéquipements en comptant sur la technicisation du sol vivant, qui devient un allié dans cette mutation.

-Aspect économique

Du point de vue économique, le bricolage des agroéquipements peut offrir des avantages financiers aux agriculteurs en réduisant les coûts d'acquisition d'agroéquipements neufs. En adaptant les équipements existants, les agriculteurs peuvent économiser sur les dépenses initiales et sur les charges d'entretien.

Cependant, les modifications mal réalisées peuvent entraîner des coûts de réparation ou de maintenance supplémentaires, ce qui pourrait annuler les économies initiales. De plus, certaines adaptations peuvent ne pas être optimales en termes de performance et de durabilité, ce qui pourrait réduire la rentabilité à long terme. Ici, il est nécessaire de relever l'importance de la maîtrise du bricolage par l'agriculteur. Elle demande un certain temps et l'acceptation d'une logique d'"essais et erreurs"

-Aspect social

Sur le plan social, le bricolage des agroéquipements peut encourager l'innovation et la créativité chez les agriculteurs. En adaptant les équipements à leurs besoins spécifiques, les agriculteurs peuvent développer des solutions sur mesure pour leurs exploitations, renforçant ainsi leur autonomie et leur connaissance pratique.

Néanmoins, dans notre échantillon interviewé, certains agriculteurs pourraient avoir du mal à trouver les connaissances et les compétences nécessaires pour réaliser des adaptations efficaces et sécuritaires. Ainsi, les agriculteurs non-bricoleurs peuvent considérer qu'ils ont un manque de compétence.

Dans certains cas, bien que rares, un partage limité des connaissances et des expériences de bricolage entre les agriculteurs pourrait entraver la diffusion de bonnes pratiques et la généralisation de l'adoption de l'agriculture de conservation des sols. Cela signifie bien que le bricolage demande un accroissement des interactions entre les agriculteurs innovants sans avoir peur d'une coopération dans l'ambiance collective de la compétition de chacun contre tous.

5.6.4. Le bricolage permet l'apprentissage

L'apprentissage par le bricolage est une approche pédagogique innovante qui favorise l'acquisition de connaissances à travers l'expérimentation pratique et la créativité. Resnick et Rosenbaum (2013) soulignent l'importance du "tinkerability", la capacité à 'bidouiller' et expérimenter, dans le processus éducatif. Les makerspaces, des environnements dédiés au bricolage, sont identifiés comme des lieux d'apprentissage puissants (Peppler, Halverson, and Kafai 2016) . Bevan et al. (2014) démontrent les bénéfices de l'apprentissage par le tinkering dans le contexte des projets conjoints de recherche et de pratique. Kafai, Peppler et Chapman (2009) analysent le rôle du bricolage dans les communautés de jeunes, soulignant la manière dont il favorise la créativité et la construction des connaissances. Ainsi, ces références convergent vers la conclusion que le bricolage n'est pas seulement une activité artisanale, mais aussi un moyen puissant d'apprendre par la pratique, l'expérimentation et la créativité.

Plusieurs des bricolages d'agroéquipements listés dans la partie résultats se sont faits en plusieurs étapes et sur une période de temps relativement longue en fonction des agriculteurs. Le bricolage des agroéquipements semble être étroitement lié à la notion d'apprentissage, en particulier dans le contexte de l'agriculture de conservation des sols.

D'un côté, l'apprentissage peut être défini comme le processus par lequel les agriculteurs acquièrent de nouvelles connaissances, compétences et expériences pratiques liées à la mise en œuvre de pratiques agricoles telles que les techniques de conservation des sols étant une agriculture non institutionnalisée.

D'un autre côté, le bricolage des agroéquipements offre aux agriculteurs une opportunité d'apprentissage par la pratique et l'expérimentation. En adaptant ou en modifiant leurs équipements pour répondre aux exigences spécifiques de l'agriculture de conservation des sols, les agriculteurs se lancent dans un processus d'exploration par l'expérimentation. Ils peuvent apprendre en essayant différentes configurations d'agroéquipements, en évaluant les résultats obtenus et en ajustant leurs approches en fonction des leçons tirées de leurs expériences. Ainsi, l'apprentissage est renforcé par la nécessité de résoudre des problèmes pratiques liés à l'adaptation des agroéquipements. Les agriculteurs doivent acquérir des compétences techniques pour réaliser les modifications nécessaires et relever les défis liés à l'ajustement des équipements. Ce processus d'apprentissage peut être stimulant et motivant pour les agriculteurs, car il leur permet d'accroître leur expertise et leur confiance dans leur capacité à relever des défis techniques.

Bien que cette idée ne soit pas réellement approfondie dans les enquêtes réalisées, nous constatons que le bricolage ne se fait pas de manière strictement individuelle mais demande des interactions sociales. Ainsi, l'apprentissage dans le contexte du bricolage des agroéquipements n'est pas seulement individuel, mais peut aussi être social. Les agriculteurs peuvent partager leurs connaissances et leurs expériences avec d'autres membres de leur communauté agricole, favorisant ainsi un apprentissage collectif. Les échanges de savoir-faire et de bonnes pratiques peuvent accélérer l'adoption de l'agriculture de conservation des sols dans une région donnée et renforcer la diffusion des connaissances.

L'apprentissage est ici une notion centrale dans la réflexion autour du bricolage en particulier et de la disponibilité de l'agroéquipement en général car apprentissage et bricolage sur les deux faces d'un même phénomène qui consiste à modifier un équipement plutôt que d'investir dans un nouvel équipement.

5.7. Le semoir bricolé

L'analyse des bricolages d'agriculteurs basée sur la complexité des modifications apportées permet de dégager une compréhension nuancée de l'innovation pratique au sein des exploitations agricoles. En se penchant sur les modifications, de celles considérées comme mineures et simples à celles qui sont plus complexes et systémiques, on peut observer un spectre d'innovation qui reflète à la fois les besoins immédiats et les visions à long terme des agriculteurs. En se penchant sur le niveau de complexité, on prose de distinguer deux niveaux :

- 1) Les modifications mineures associé à la simplicité (Alain Berthoz, 2009) : Améliorations qui requièrent des ajustements limités ou l'ajout de composants simples pour résoudre des problèmes spécifiques.

Ces interventions témoignent d'une approche réactive, où les agriculteurs répondent de manière pragmatique aux obstacles immédiats. Les modifications simples peuvent souvent être mises en œuvre rapidement et à moindre coût, tout en ayant un impact positif sur l'efficacité et la précision des semis. Cependant, bien que ces ajustements puissent sembler modestes, ils peuvent engendrer des améliorations significatives dans la qualité et la performance des opérations agricoles

- 2) Les modifications majeures (complexité) : Innovations qui impliquent une refonte substantielle ou l'intégration de systèmes multiples pour atteindre une amélioration significative des performances ou de la fonctionnalité. Les bricolages complexes sont souvent le résultat d'une réflexion approfondie et d'une planification stratégique. Ils peuvent inclure la rénovation complète de l'équipement existant ou le développement de nouvelles fonctionnalités pour répondre à des défis plus larges et systémiques. Ces innovations nécessitent généralement et de temps pour être développées, mais elles peuvent transformer de manière plus substantielle la façon dont les opérations agricoles sont conduites.

La diversité et l'étendue des bricolages réalisés par les agriculteurs révèlent une tendance vers l'autonomie et l'autosuffisance dans la gestion des équipements agricoles. Les ajustements simples et complexes ne sont pas mutuellement exclusifs mais font plutôt partie d'un continuum d'innovation. Les agriculteurs, mettent en œuvre des solutions adaptées à leurs contextes opérationnels spécifiques, démontrant une compréhension intime de leurs systèmes de culture et une capacité à innover de manière incrémentale ou transformationnelle.

Ces constats mettent en lumière le potentiel d'innovation inhérent à la pratique agricole elle-même. Ils suggèrent que le soutien à l'innovation en agriculture ne devrait pas seulement se concentrer sur la diffusion de technologies de pointe, mais aussi sur la reconnaissance et l'encouragement des compétences d'innovation existantes chez les agriculteurs. Les bricolages, simples ou complexes, constituent des expressions cruciales de l'ingéniosité agricole qui méritent une attention soutenue et une valorisation dans la recherche agronomique et le développement de matériel.

Pour le deuxième axe d'analyse, nous mettons en lumière l'aspect systémique des bricolages agricoles, révélant ainsi plusieurs points clés concernant l'innovation des agroéquipements au niveau de l'exploitation agricole. Le semoir est l'agroéquipement le plus concerné par le bricolage dans notre échantillon d'agriculteurs en ACS pour différentes raisons qui relèvent toutes du fait indéniable que la maîtrise de l'agriculture commence avec un semis pertinent dans un milieu adéquat. Tout le reste en découle.

Les bricolages au niveau du semoir indiquent une tendance vers une agriculture intégrée, où le matériel est conçu pour exécuter plusieurs fonctions simultanément. Cette intégration fonctionnelle est propice à la réduction des passages dans les champs, économisant ainsi du temps et des ressources, et contribuant potentiellement à une empreinte écologique moindre. Ces adaptations suggèrent une volonté d'accroître l'efficacité opérationnelle tout en répondant aux exigences de pratiques agricoles durables.

Au niveau de l'élément de semis, les modifications reflètent une quête de précision et d'efficacité. L'ajustement des composants individuels pour améliorer la distribution des semences et assurer une meilleure interaction avec le sol démontre une attention méticuleuse aux détails qui peuvent avoir un impact significatif sur la germination et la vigueur des cultures. Cela souligne l'importance de la précision dans la mécanisation agricole, en particulier dans le contexte de l'agriculture de conservation des sols.

D'abord l'importance et la polyvalence du semoir puisque c'est un agroéquipement essentiel pour le semis de cultures. Il peut être adapté pour différentes techniques de conservation des sols (semis direct, semis sous couvert végétal). Simple de structure, il est facilement compréhensible et par conséquent modifiable. Ainsi, les agriculteurs peuvent facilement ajuster la profondeur et la densité de semis en fonction des pratiques spécifiques de conservation des sols.

Puis, il y a le coût car le semoir reste un agroéquipement relativement abordable en comparaison à d'autres agroéquipements. Il est également très accessible du fait de la nécessité de l'acte de semis.

En lien avec la notion d'apprentissage, le bricolage du semoir peut se faire de manière progressive en commençant par des modifications simples et en ajustant au fur et à mesure en fonction des besoins et des résultats obtenus. Cela permet aux agriculteurs d'expérimenter et de s'adapter graduellement aux nouvelles pratiques de conservation des sols sans devoir tout changer d'un coup.

5.8. La modularité de l'agroéquipement

Les bricolages effectués par les agriculteurs en conservation des sols semblent avoir pour finalité de répondre à leurs besoins spécifiques. C'est ici que ressort la notion de modularité de l'agroéquipement. La modularité se réfère à la capacité d'un équipement agricole à être facilement adapté ou modifié pour répondre à différents besoins ou conditions spécifiques sans nécessiter de changements majeurs ou de remplacements coûteux.

Dans un contexte d'une agriculture où les pratiques peuvent varier en fonction des types de sols, du climat, des cultures et des objectifs spécifiques des agriculteurs, la modularité des agroéquipements est essentielle voire même essentielle. Les agriculteurs peuvent avoir des besoins spécifiques pour différentes techniques de conservation, telles que le semis direct, le travail minimum du sol ou la couverture permanente des sols. Un équipement modulaire permettrait aux agriculteurs de réaliser des ajustements relativement simples pour passer d'une technique à une autre en fonction de leurs exigences spécifiques.

La modularité recroise la notion de polyvalence et offre aux agriculteurs une plus grande souplesse et une meilleure adaptation à leur contexte agricole local. Cela permet d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles et de réduire les coûts d'acquisition de nouveaux équipements. Elle croise également la notion d'apprentissage et permet une approche plus évolutive, où les agriculteurs peuvent commencer par des modifications simples et ensuite évoluer progressivement vers des configurations plus avancées à mesure qu'ils acquièrent de l'expérience et des connaissances.

Dans cette même logique, il est possible d'imaginer le semoir comme étant un agroéquipement modulaire et polyvalent, ayant des éléments de préparation du semis, le semis lui-même, le travail de surface post semis (dents, disques, chaînes, rouleaux, trémies...) facilement montable et démontable en fonction des besoins de l'agriculteur et des réglages variables et flexibles

(densité de semis, inter rang...). Ce semoir sera également léger, en comparaison du coût énergétique du labour et du travail de préparation du sol post-labour, réduisant ainsi la consommation énergétique et l'investissement en puissance.

Bien que déjà existant dans le domaine de la viticulture pour le semis d'inter rang (exemple : semoir pour couvert végétal d'inter rang de la vigne, Kiwi Agronomy), il semble plus rare en grandes cultures. Cela peut être expliqué par les barrières de communication entre les constructeurs d'agroéquipements et les agriculteurs en grandes cultures en raison de différences de langage, de culture professionnelle et de connaissances techniques. Les fabricants d'agroéquipements peuvent utiliser un jargon technique complexe qui peut être difficile à comprendre pour les agriculteurs, tandis que les agriculteurs peuvent avoir du mal à exprimer clairement leurs besoins et leurs préférences en matière d'agroéquipements.

Les intermédiaires telle que les concessionnaires peuvent creuser cet écart dans la communication puisque les agriculteurs interagissent davantage avec les revendeurs d'agroéquipements plutôt qu'avec les fabricants eux-mêmes. Cela peut créer un écart de communication entre les deux parties et limiter les opportunités de discussion directe.

Aussi, ces deux partis prenants peuvent avoir des priorités différentes bien qu'étant dans le même secteur. Les agroéquipementiers peuvent se concentrer sur la rentabilité, la technologie et la concurrence sur le marché, tandis que les agriculteurs peuvent prioriser la performance, la durabilité, la simplicité d'utilisation et le coût. Ces priorités différentes peuvent rendre difficile la recherche de solutions qui répondent parfaitement aux besoins des agriculteurs tout en étant économiquement viables pour les fabricants.

En ce qui concerne le coût, les agriculteurs peuvent être confrontés à des contraintes budgétaires et hésiter à investir dans de nouveaux agroéquipements, tandis que les agroéquipementiers peuvent être réticents à développer de nouveaux produits qui ne rencontrent pas une demande suffisante.

5.9. Modularité de l'agroéquipement et agriculture durable

La modularité de l'agroéquipement peut faciliter la transition vers la durabilité car si la transition vers la durabilité vise à mettre en œuvre des pratiques agricoles durables et à réduire l'empreinte environnementale de ces pratiques, la modularité des agroéquipements permet aux agriculteurs d'adopter et de s'adapter aux différentes approches agroécologiques de manière pragmatique. Ainsi, le lien entre la transition agroécologique et la modularité des agroéquipements est étroitement lié à la capacité d'adapter les pratiques agricoles de manière

souple, en respectant les spécificités agro-pédo-climatiques locales dans un contexte agroécologique.

Flexibilité des pratiques : La transition vers la durabilité nécessite la diversification des pratiques agricoles. Un agroéquipement modulaire permettrait aux agriculteurs de s'adapter facilement à différentes pratiques en ajustant leur équipement pour répondre à des besoins spécifiques.

Expérimentation et adaptation : Une transition durable efficace nécessite des expérimentations permettant l'apprentissage continu des agriculteurs innovants qui s'engagent dans de nouvelles pratiques. Un agroéquipement modulaire est un outil flexible pour les essais et les ajustements facilitant l'adaptation progressive en fonction des observations et des résultats d'expérimentations.

Evolution vers la durabilité : La modularité des agroéquipements pourrait permettre aux agriculteurs de commencer par des pratiques durables basiques et de progresser vers des approches plus avancées au fur et à mesure qu'ils acquièrent de l'expérience et des compétences facilitant ainsi la transition vers des systèmes agricoles plus durables.

6. Conclusion

Notre recherche a débuté par une hypothèse initiale selon laquelle la culture des légumineuses pourrait nécessiter un agroéquipement spécifique, dans le but de proposer un cadre d'analyser s'appuyant sur des agroéquipements pour les légumineuses, facilitant ainsi leur réintroduction, dans le cadre de la transition agroécologique plus tard nommée transition vers la durabilité. Les données recueillies au fil de nos études ont démenti cette présupposition de départ. Il s'avère que les légumineuses ne requièrent pas d'agroéquipements spécifiques. Nous constatons également, que les légumineuses sont systématiquement intégrées dans les systèmes de culture en agriculture de conservation des sols. Une bibliographie solide, nous a permis de confirmer l'agriculture de conservation des sols comme étant une agriculture durable, écologique et productrice, répondant parfaitement aux enjeux de la transition vers la durabilité mais qui semble être concernée par des difficultés sur les agroéquipements.

Nous avons donc choisi de centrer notre exploration sur la perspective de l'agriculteur pratiquant l'ACS dans la réalité du terrain qu'est celle du changement climatique. Cette approche nous a permis de saisir la réalité de ces systèmes agricoles, révélant que, malgré leur durabilité et leur conformité aux principes d'une transition durable, l'ACS est confrontée à des obstacles qui vont au-delà de la simple question des agroéquipements. Notre étude révèle ainsi

que l'adoption de l'ACS implique de surmonter des défis multidimensionnels. Les agriculteurs en tant qu'agents de la transition, se retrouvent à bricoler non seulement pour adapter leurs agroéquipements mais aussi pour ajuster leurs pratiques de gestion à un contexte en constante évolution. C'est même cette capacité à s'adapter et à innover qui définit l'agriculture de conservation des sols comme un modèle exigeant, nécessitant un engagement continu à la recherche de solutions intégrées pour une agriculture véritablement durable.

Notre étude reste néanmoins consacrée aux agroéquipements. Notre analyse des bricolages des agriculteurs a dévoilé une dimension significative de l'innovation et à la technicité au sein des exploitations agricoles. Les bricolages apportés aux semoirs reflètent une diversité d'approches adoptées par l'agriculteur pour répondre aux défis de la production agricole durable. Ces bricolages, allant de simples ajustements à de complexes modifications, témoignent de la capacité des agriculteurs à optimiser leurs équipements face à des contraintes climatiques, environnementales, économiques ou techniques.

Nous avons observé que, loin d'être de simples réponses ad hoc, ces bricolages sont le résultat d'une réflexion stratégique et d'une connaissance approfondie des conditions de travail spécifiques. Les agriculteurs, en ACS dans notre cas, jouent un rôle d'innovateurs mais aussi d'ingénieurs et d'entrepreneurs ce qui contribue à l'évolution des pratiques agricoles. Ils parviennent à équilibrer les impératifs de production avec les principes de durabilité, en mettant en œuvre des solutions fonctionnelles et adaptatives.

L'analyse globale des bricolages révèle que les agriculteurs ne sont pas seulement des exécutants de pratiques agricoles mais aussi des concepteurs et innovateurs dans leur propre droit. Ils s'engagent dans un processus itératif d'amélioration continue, souvent par essais et erreurs, pour adapter leurs outils aux réalités changeantes de leurs exploitations. Cette capacité d'adaptation est essentielle pour la résilience et la durabilité des systèmes agricoles

Les résultats démontrent que le bricolage des agroéquipements est une composante fondamentale de l'innovation en agriculture, avec une tendance vers l'autonomie et l'autosuffisance dans la gestion des équipements agricole. Les agriculteurs, en tant qu'acteurs clés de l'innovation, jouent un rôle déterminant dans le développement d'outils qui sont à la fois efficaces et adaptés aux exigences spécifiques de leurs cultures et environnements. Ces bricolages peuvent être des manifestations d'un processus d'innovation enraciné dans la pratique et le savoir-faire agricole, et méritent une reconnaissance plus systématique dans la recherche et le développement de nouvelles technologies agricoles.

Nous posons ensuite une posture de l'agriculteur bricoleur. En effet, nous proposons une dichotomie entre deux archétypes dans le monde agricole : l'agriculteur non bricoleur, dont les pratiques sont contraintes par la rigidité des agroéquipements existants (expliquée dans le chapitre 1), et l'agriculteur bricoleur, qui place la pratique agricole au centre de son système, guidant ainsi la conception et l'adaptation de ses agroéquipements, remettant l'agronomie au centre du métier d'agriculteur. Cette distinction souligne le contraste entre une approche traditionnelle, dans laquelle les outils dictent les méthodes et une approche nouvelle, où l'innovation naît de la nécessité d'adapter et de s'adapter. L'agriculteur bricoleur adopte donc une posture proactive face au fait technique. La pratique agricole n'est pas seulement centrale mais aussi dynamique et flexible, façonnée par l'agriculteur en réponse aux défis et opportunités spécifiques de ses conditions propres. Les agroéquipements par conséquent, ne sont pas des entités figées mais des systèmes évolutifs, continuellement modifiés pour mieux s'aligner avec les principes de l'agronomie et les objectifs de durabilité.

Conclusion générale et Perspectives

La problématique centrale de la thèse ainsi que les hypothèses principales et sous-hypothèses articulent un cadre de recherche axé sur l'évolution et l'adaptation des agroéquipements dans le contexte de transition vers la durabilité. L'analyse des résultats obtenus à travers les entretiens des agriculteurs permet de confronter ces hypothèses à la réalité du terrain.

Analyse des hypothèses principales

- Adaptation aux exigences durables : Les résultats démontrent effectivement que les agroéquipements actuels ne sont pas entièrement adaptés aux exigences de la durabilité, du fait de leur rigidité. Les bricolages réalisés par les agriculteurs reflètent un besoin d'adaptation en continu pour faciliter l'adoption de pratiques agricoles durables.
- Approche transdisciplinaire : L'étude souligne la nécessité d'une approche transdisciplinaire pour la conception d'un cadre d'analyse adaptatif. Les connaissances non seulement agronomiques mais aussi techniques et les retours d'expérience des agriculteurs sont essentiels pour guider la conception et l'optimisation des agroéquipements.
- Le rôle clé des agriculteurs : Les modifications apportées par les agriculteurs confirment leur rôle central dans l'acceptation et l'efficacité des agroéquipements. Leur engagement actif, leur innovation et la mobilisation de leurs compétences techniques jouent un rôle essentiel dans l'élaboration de solutions véritablement adaptées aux besoins de l'agriculture durable.

Analyse des sous-hypothèses

- Adaptation à la diversification des pratiques : Les pratiques durables, notamment la diversification des cultures et des techniques agricoles, requièrent des agroéquipements flexibles et modulables. Les résultats montrent que les agriculteurs adaptent leurs agroéquipements pour répondre à cette diversité, confirmant la première sous-hypothèse.
- Mesure des inadaptations par les bricolages : les bricolages mis en évidence dans ce chapitre servent d'indicateurs tangibles des inadaptations des agroéquipements face aux pratiques durables, apparentées dans cette thèse aux pratiques de conservation des sols. Les modifications et ajustements réalisés par les agriculteurs sont des

mesures concrètes de cette inadaptation mais relèvent au même temps de leur ingéniosité pour aligner les outils avec les pratiques durables.

Pour conclure, la synthèse des résultats obtenus dans ce chapitre corrobore les hypothèses énoncées, mettant en lumière la dynamique complexe et évolutive de l'adaptation des agroéquipements à une agriculture en pleine transition. Ces résultats invitent à une réflexion plus approfondie sur la manière dont les agroéquipements peuvent être redéfinis et améliorés pour accompagner plus efficacement les agriculteurs dans la transition durable. En effet, la transition observée vers l'agriculture de conservation des sols suggère une trajectoire où la technique et l'expertise agricole doivent converger dans une synergie optimale. Il apparaît clair que les agroéquipements doivent évoluer pour s'aligner avec les objectifs de durabilité, nécessitant une implication plus poussée d'agriculteurs dont les pratiques sont représentatives de l'agriculture durable. Cette implication se manifeste ici par les bricolages des agroéquipements, éléments révélateurs des besoins et des connaissances des agriculteurs.

Pour finir, la conception d'un cadre d'analyse pour l'adaptation des agroéquipements à la transition durable nécessite une approche systémique qui intègre divers facteurs influençant la durabilité en agriculture. Nous proposons donc, une méthodologie à destination des parties prenantes concernées (agriculteurs, agronomes, scientifiques, constructeurs d'agroéquipements...etc.,) pour guider cette adaptation, à l'échelle des exploitations agricoles et incluant les agriculteurs :

1) Evaluation des besoins durables :

- Analyse du contexte : comprendre le contexte agronomique, économique et sociale des exploitations agricoles concernées.
- Identification des objectifs de durabilité, tel que la santé des sols, la biodiversité...etc., avec les agriculteurs.

2) Inventaire et diagnostic des agroéquipements actuels :

- Inventaire des agroéquipements : recenser les agroéquipements utilisés et leur fonction.
- Diagnostic de performance : Evaluer l'efficacité et l'impact environnemental des agroéquipements actuels.

3) Participation des agriculteurs et parties prenantes :

- Collecter des données participatives : organiser des ateliers avec les agriculteurs pour recueillir des données sur les bricolages et les modifications innovantes.

- 4) Analyse des bricolages :
 - Etudes de cas : Documenter les cas de bricolages réussis comme des études de cas approfondies.
 - Analyse des bricolages : Examiner les modifications faites par les agriculteurs pour identifier des solutions potentielles à intégrer.
- 5) Développement des principes de conception d'agroéquipements
 - Principes durables : Elaborer des principes basés sur la flexibilité, la multifonctionnalité et la durabilité.
 - Conception modulaire : Privilégier des agroéquipements modulaires qui permettent des ajustements et des extensions selon les besoins.
- 6) Création d'un processus d'innovation continue
 - Retours d'expérience des agriculteurs : mettre en place un système de retour d'information pour permettre une amélioration continue des agroéquipements.
 - Collaboration interdisciplinaire : favoriser la collaboration non seulement avec les agriculteurs mais aussi avec les agronomes pour une innovation intégrée.

Cette proposition de cadre d'analyse, vise à ce que ce dernier soit réceptif aux changements rapides tant pour les agroéquipements que pour les pratiques agricoles tout en favorisant une participation de tous les acteurs impliqués dans l'agriculture durable.

Cadre épistémologique :

En référence à la critique du jugement de Kant, notre positionnement est bien celui que Kant avait noté pour ce qui concernait les sciences et techniques du vivant et les processus de connaissances. Nous nous sommes fondés sur un jugement réfléchissant (à l'opposé du jugement déterminant), en nous confrontant à des situations réelles pour lesquelles les lois existantes ne peuvent pas suffire à juger correctement. Plus précisément, les intentions des agriculteurs font partie de l'ensemble du tableau. Nous cherchons alors à élargir la réflexion conceptuelle pour intégrer la complexité de la situation et des expérimentations qui en résultent. Nous fondons l'analyse du fait technique, et en conséquence du bricolage, sur ce qui se confronte au réel. C'est une posture scientifique réaliste.

Perspectives :

Le fait technique en agronomie et la technicité des agriculteurs sont au cœur de cette recherche. À partir d'une question qui relève de la politique agricole associant la recherche d'autonomie protéique dans la production agricole et la nécessité de répondre aux besoins de production tout en protégeant l'environnement, nous avons procédé à une succession de zooms pour saisir le fait technique au plus près de sa spécificité c'est-à-dire au sein d'une exploitation agricole et l'ingénieur au plus près de ses choix techniques traduits par son ingéniosité.

Que nous a appris cette recherche, quelle production de connaissances en résulte-t-il ?

D'abord que le monde industriel de l'agroéquipement est face à de nombreuses contraintes, et même à des contradictions, qui lui mettent en quelque sorte des œillères face aux besoins d'évolution des usages des agroéquipements. Les acteurs de cette industrie comprennent que des changements importants sont nécessaires, ils disposent d'outils puissants de conception, mais ils doivent aussi faire avec les contraintes de leurs marchés construits sur des volumes importants de matériels. Ils cherchent à s'adapter à des demandes spécifiques par des lignes de productions de plus en plus sophistiquées, automatisées et robotisées. Ils ont bien des contacts avec des agriculteurs privilégiés mais ne peuvent entrer dans des logiques de production de niche adaptées à des demandes trop spécifiques.

Un industriel orienté sur les marchés mondiaux et organisé pour y répondre ne peut s'intéresser aux besoins trop locaux, sauf à permettre, à la marge, des modifications par les agriculteurs. Entre leurs propres contraintes financières et celles des agriculteurs, leurs marges de manœuvre sont faibles. Deux problématiques apparaissent : comment une industrie lourde peut-elle être aussi une industrie différenciée au plus proche des besoins d'agriculteurs, qui sont aussi dans une logique d'industrie lourde à haut niveau d'investissement avec une valeur ajoutée faible de leur production. La production agricole, dont le but est de nourrir la population doit en majorité (en ce qui concerne les surfaces), s'orienter vers les productions de masse (grandes cultures : céréalières, oléo-protéagineuses, betteraves, pommes de terre...).

Ensuite est venue une réelle surprise : nous avons d'abord constaté que les concessionnaires de matériel agricole, c'est-à-dire ceux qui fournissent le matériel aux agriculteurs, étaient bien éloignés du sujet même de la transformation agricole dans une visée d'autonomie protéique, de culture de légumineuses ou d'orientation prenant en compte les questions environnementales et le changement climatique. De fait, ils ne se sont pas du tout montrés moteurs d'une transformation agricole mais préoccupés surtout par la vente de leurs produits apparemment adaptés aux besoins puisque la demande reste présente. Les aides fiscales conduisant souvent les agriculteurs au surinvestissement, le marché de remplacement est toujours présent, et la

perception d'un changement important venu des exigences sociétales, des questions environnementales, de la baisse de la biodiversité ou du changement climatique, est quasi absente de leurs préoccupations quotidiennes. Les conseillers agricoles sont beaucoup plus proches du terrain est des agriculteurs. Avec les conseillers, nous nous rendons compte que la réelle préoccupation des agriculteurs est plus en rapport avec le changement climatique et avec ses effets de plus en plus vécus par les agriculteurs qu'avec la transition agroécologique, terme à connotation politique en France. Le questionnement des conseillers agricoles dévoile que ceux-ci, surtout orientés vers les problématiques agronomiques n'ont pas de connaissances sur les agroéquipements et peuvent difficilement émettre des recommandations vers les équipementiers qu'ils connaissent mal. S'ils ne mettent pas directement « la main à la pâte », ils peuvent néanmoins, par leurs conseils ou leurs analyses agronomiques apporter aux agriculteurs des éléments propices à « *l'Euréka* » de l'inventeur/bricoleur.

Nous avons donc orienté notre enquête vers les informateurs clés qui se sont montrés généralement très lucides sur les besoins de transformation mais en même temps un peu désabusés sur les moyens de faire face aux changements nécessaires qui exigent que les personnes concernées, c'est-à-dire les agriculteurs, « se prennent en main » et soient accompagnés dans ce sens. C'est à ce niveau qu'est apparu la nécessité du bricolage par les agriculteurs de matériels non adaptés aux conditions précises de leurs utilisation. Face à une industrie lourde peu capable de production hautement différenciée, le problème d'adaptation du matériel par le bricolage apparaît nécessaire, mais cela demande des agriculteurs de haut niveau, capables de résoudre seuls un problème technique immédiat, c'est-à-dire de devenir innovants, ingénieux. C'est du lieu de cet acte technique orienté solution qu'ils deviennent capables d'argumenter sur la modularité des équipements et sur leur simplification.

Les interactions entre ces agriculteurs prennent un sens nouveau, il s'agit qu'advienne le changement d'échelle de cette pratique pour que décolle globalement un nouveau mode de connaissance dans la relation aux processus naturels. Et la question devient : ces agriculteurs sont-ils suffisamment nombreux ?

Du point de vue des agriculteurs sur les agroéquipements et leur évolution pour qu'ils restent au plus près des besoins des agriculteurs, est apparue l'intérêt d'une construction modulaire et modulable de ceux-ci, cette modularité allant de pair avec leur simplification. C'est un message fort à l'adresse des équipementiers. Il devient urgent que les agroéquipements soient conçus pour pouvoir être bricolés et non conçu comme des « boîtes noires » dans lesquelles il devient difficile d'entrer, plus encore quand il est question de sophistication, automatisation, robotisation. Ces agroéquipements sont généralement peu prévus pour cela. Seuls les semoirs

peuvent être « facilement » modifiables, ‘bricolables’, à condition que les agriculteurs dévoilent des capacités innovatrices.

C’est ainsi que nous avons été amenés à étudier l’agriculture de conservation des sols dont les agriculteurs se montrent en effet réellement innovants et concentrés sur le fait technique.

Même si notre échantillonnage d’agriculteurs est ciblé et montre des agriculteurs préoccupés à trouver des solutions allant toujours dans cette direction de l’adaptation à leurs conditions agropédoclimatiques, dans le cadre d’une volonté de non travail du sol et d’une couverture permanente du sol, cela montre une direction technique et environnementale fondamentale. La technicité des agriculteurs dévoile une nouvelle conception de la nature et de la technique. Il ne s’agit plus de se rendre « comme maître et possesseur de la nature », selon la formule de Descartes, en référence à une agriculture intensive qui uniformise les modes de production, mais de partir de pratiques culturelles qui respectent des opérations de la nature en modifiant le rapport que les agriculteurs ont aux techniques agricoles. Il s’agit ici, de fait, d’une agriculture de précision. Les agriculteurs prennent en compte la très forte hétérogénéité du vivant et considèrent le sol et ce qu’il porte comme un ensemble vivant.

Bien que dans notre échantillon, le semoir apparaît être l’élément le plus concerné par les modifications et bricolages des agriculteurs questionnés, en raison de la centralité de l’acte de semis et de la nécessité de sa réussite, on peut imaginer qu’à la fin d’un cycle de culture tout ce qui concerne la moisson pourra être aussi concerné par cette évolution, à condition que les équipements correspondants puissent être eux aussi modulaires et simplifiables, ce qui ne semble pas le cas général. L’individualisation du rapport entre l’agriculteur et son exploitation ne s’oppose pas à la « technicisation » de l’agriculture. Nous savons par ailleurs³ que la prise en compte du caractère singulier de chaque animal et la technicisation de l’élevage, ne s’opposent pas non plus.

Nous pouvons citer ici des parties du texte d’une conférence de Gilbert Simondon, en juin 1959, sur « *Aspect psychologique du machinisme agricole* »⁴ : « [...] Le rural se trouve ainsi, à propos de l’aspect psychologique de sa relation aux objets techniques, assez volontiers ridiculisé comme homme qui a peur des machines, et ridiculisé encore comme homme qui achète inconsidérément n’importe quelle machine ultramoderne, au mépris des saints usages bien établis par l’expérience. [...] S’il apparaît deux aspects contradictoires du machinisme agricole,

³ Cf : Xavier Guchet, *La nouvelle agriculture : une transformation de la conception de la nature ?*, in Dubois M. J. F. & Sauvée L. (dir.), 2016, *Évolution agrotechnique contemporaine*, Université de Belfort-Montbéliard, 127-144, et dans le même livre, Dubois M. J. F. & Sauvée L., *Sens des évolutions agrotechniques contemporaines à la lumière des interactions systémiques : vers l’invention d’une nouvelle culture technique agricole*, 173-207.

⁴ Gilbert Simondon (1959), in *Sur la technique*, 2014, Paris, PUF, 255-268.

c'est probablement parce qu'il existe deux besoins opposés que l'accès aux machines (telles que les offre le marché et telles que les conditions d'exploitations d'exploitation permettent de les employer) ne peut rendre compatibles. Cette ambivalence [...] aurait alors sa vraie cause [...] dans un mal ajustement des objets techniques produits par l'industrie aux conditions humaines du travail en milieu rural. Il [...] s'agit [...] de réformer ces objets techniques pour qu'ils correspondent directement aux besoins, donc d'instituer une corrélation de réciprocité actuelle entre *Agriculture et Industrie*. [...] Il semble bien n'y ait pas, chez les ruraux que nous avons rencontrés, une défiance envers l'équipement technique, ni une croyance naïve au pouvoir merveilleux des machines. »

Gilbert Simondon note le « sentiment global d'insécurité dans la condition rurale », une insécurité des revenus, des conditions de travail, du climat ; une insécurité que nous avons également ressentie dans notre échantillon d'agriculteurs. Il plaide pour un changement structurel des machines : « Ce n'est pas la recherche vaine de prestige, mais le caractère de *machine ouverte et concrète* indéfiniment utilisable qui fait le succès du tracteur en milieu agricole ». Il conclut par la nécessité d'inventer des machines et des outils adaptés de manière ouverte à des emplois multiformes, au-delà des stéréotypes mentaux d'opération agricoles telles que « moisson », « battage », « labour ». En supprimant le labour et en se concentrant sur le semis direct, les agriculteurs en ACS ont inventé ou découvert un lieu technique précis d'ouverture ; c'est la raison simple pour laquelle, en ce lieu, le bricolage a pu s'épanouir.

Ce que nous avons trouvé, c'est la possibilité d'une agriculture qui renforce les savoirs et savoir-faire de l'agriculteur. Elle exige de leur part la possession de nouveaux savoirs – savoirs scientifiques des sols et de leur fonctionnement, savoirs des logiques du vivant y compris aux échelles qui correspondent à la vie des sols, des interactions entre les plantes, les bactéries et champignons, et les différentes faunes des sols. C'est peut-être une limite qui ressort par effet de contraste. Bricoler les semoirs est une chose, comprendre comment les sols réagissent à leurs bricolages en est une autre. Mais ce que montre cette recherche c'est que les agriculteurs sont de plus en plus connectés ; l'agriculteur n'est plus un acteur isolé, mais plutôt un membre actif d'un réseau mondial d'information agricole. Elle montre une prise de conscience croissante de l'importance de l'apprentissage continu pour rester à la pointe des évolutions du secteur agricole. Et on ne voit pas pourquoi cela ne concernerait que le bricolage sur les semoirs.

Pour ce qui concerne la relation au champ, pour reprendre l'analyse de Simondon, Le terrain agricole est, de fait, considéré par les agriculteurs de l'ACS comme *objet technique concret et non abstrait*, ce qui va de pair avec une transformation du rapport de l'agriculteur aux techniques qui doivent devenir ouvertes et modifiables.

Les agriculteurs que nous avons questionnés se montrent ainsi en accord, implicitement, avec le changement philosophique concernant la relation entre nature et culture qui traverse la société actuelle⁵. Nous traduisons ici cette relation dans les termes de nature et technique. Il se donne à voir un changement des représentations de la nature et, indissociablement, de la technique. Il s'agit d'abandonner une agriculture ultra-technicisée, *abstraite* dans le langage de Simondon, et de considérer les sols comme des organisations *concrètes*, complexes, intégrées et fruits d'une nature dont l'homme a beaucoup à apprendre. Comment mettre en place des systèmes agrobiologiques intégrés fondés sur l'interconnexion des éléments qui les composent ? Le bricolage du matériel n'est pas celui de la nature, mais une démarche fondée sur l'imitation de la nature. Au-delà d'une analogie entre technique et nature, c'est une *rencontre par concrétisation technique*. Aller vers une plus grande imitation de la nature dans l'agriculture, c'est *concrétiser* la technique agricole. Obéir à la nature, l'a précisé Bacon, est une condition pour l'utiliser⁶.

Pour terminer, ce qui ressort des entretiens, c'est que la focalisation des médias, et parfois de certains chercheurs, sur l'usage du glyphosate, est un faux problème. En effet cet herbicide total est en quelque sorte considéré par notre échantillon d'agriculteurs comme une roue de secours dans les cas où la *concrétisation* d'un champ cultivé n'est pas encore totalement acquise. Ce que demandent les agriculteurs de l'ACS, c'est de leur donner le temps de l'innovation et de l'apprentissage pour résoudre les problèmes et non d'imposer un modèle a priori indépendamment des conditions techniques de réalisation. Une ACS « biologique » est possible, mais cela demande une grande technicité et des agroéquipements adéquats.

⁵ P. Charbonnier, 2015, La fin d'un grand partage – Nature et société de Durkheim à Descola, Paris, CNRS éditions

⁶ « On ne triomphe de la nature qu'en lui obéissant » in BACON, 2010, *Novum Organum*, Paris, PUF, coll. Épiméthée, 2010.

ANNEXES

Annexe 1

PREMIERE ETAPE : constitution d'une base de données

- Constitution d'une liste non exhaustive, mais la plus complète possible et représentative des acteurs de la filière agricole dans la région HdF
- Constitution d'une base de données pour la cartographie des concessionnaires de la région HdF

Notre méthodologie vise à établir une base de travail solide lors de la première étape. En recueillant des données pertinentes et actuelles sur les concessionnaires agricoles opérant dans la région des Hauts-de-France (HDF), nous disposerons d'une liste de base de ces concessionnaires, c base de données fiable pour la suite de l'étude.

Critères de recherche :

Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé des données gouvernementales ouvertes. Les informations sont issues de la plateforme Sirene.fr, qui est géré par l'INSEE. Sirene.fr fournit des informations économiques et juridiques aux entreprises et institutions françaises.

Nos critères de recherche ont été élaborés afin de cibler spécifiquement les concessionnaires agricoles situés dans la région des Hauts-de-France. Les critères comprennent :

Qui : Les concessionnaires agricoles

Où : région des Hauts-de-France

Quand : Les dernières données disponibles

Traitement des données

Nous avons utilisé l'outil de création de fichiers sur le site Sirene.fr, qui peut être trouvé dans la rubrique "Constituer une liste". L'extraction a eu lieu le 16 novembre 2020.

Les critères de cette extraction sont les suivants :

L'état administratif des établissements ne concerne que les établissements qui sont actifs.

Tous les établissements d'une entreprise sont considérés comme un établissement.

Situé dans les Hauts-de-France.

Les codes NAF de 46 à 46.61Z correspondent au "Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motocycles", en mettant l'accent sur le "Commerce de gros (commerce interentreprises) de matériel agricole".

Outils et sources :

Le générateur de fichiers est accessible sur Sirene.fr.

Microsoft Excel pour le traitement de données préliminaires

Données finales

Les données qui ont été extraites ont été stockées dans un fichier texte CSV appelé "Extraction_SIRENE_NAF-46.61Z_HDF.csv". Il s'agit d'une liste des entreprises et institutions qui ont occupé le poste de concessionnaire agricole dans la région des Hauts-de-France. Les champs détaillés, tels que l'identifiant de l'entreprise, son nom, son adresse, son code postal et son code commune, accompagnent chaque entrée dans le fichier CSV.

DEUXIEME ETAPE : Actualisation des données

La liste de base des concessionnaires agricoles qui a été créée lors de l'étape 1 est actualisée et validée lors de l'étape 2 de notre méthodologie. Étant donné que les données précédemment extraites peuvent être partiellement obsolètes, il est essentiel de s'assurer que ces informations sont authentiques et exhaustives.

Objectif

L'objectif principal de cette étape est de fournir une mise à jour à la liste des concessionnaires agricoles dans la région des Hauts-de-France et de confirmer la précision des informations. Cela nous aidera à maintenir notre base de travail à jour et à refléter la réalité du terrain.

Données disponibles

Ici, nous avons besoin des éléments suivants :

- Le fichier texte "Extraction_SIRENE_NAF-46.61Z_HDF.csv" qui a été créé lors de l'étape précédente.
- Des listes de revendeurs actuels de chaque tracteuriste sont disponibles sur les sites Web des fabricants de tracteurs.
- Les actualités commerciales sur Internet.

Traitement des données

Plusieurs méthodes et outils ont été utilisés pour actualiser et valider la liste des concessionnaires :

Vérifier l'existence et la pertinence :

Comparer la liste des concessionnaires actuels aux informations fournies par chaque marque de tracteurs sur leurs sites Web respectifs.

Recherche manuelle des établissements restants sur Internet à l'aide d'une variété de sources.

Acquérir des informations : Consulter les sites Web ou les pages Facebook des établissements pour déterminer si leur activité correspond à celle du commerce de matériel agricole.

Identifier des événements notables, comme une liquidation judiciaire ou une fermeture d'entreprise, en utilisant des plateformes d'information légale, juridique et financière des entreprises telles que societe.com.

Ajouter une marque : Chaque concessionnaire doit avoir une colonne "marque" dans son tableau Excel. Lorsque cette information était disponible, elle a été recherchée et ajoutée.

Ajouter de nouveaux concessionnaires : Au cours du processus de vérification, de nouveaux concessionnaires ont été identifiés.

Utilisation des outils

Les outils suivants ont été utilisés pour accomplir ces tâches :

Microsoft Excel pour gérer les données.

Un navigateur Web destiné à la recherche et à la validation en ligne.

Données finales

Les informations issues constituent une liste actuelle et complète des entreprises et institutions opérant comme concessionnaire agricole dans la région des Hauts-de-France. Un tableur appelé "Concessionnaires_Agricoles_2020_HDF" contient ces données. Ce tableur contient des informations actualisées sur chaque concessionnaire, y compris le nom, l'adresse, le code postal et, le cas échéant, la marque de tracteur qu'ils distribuent

TOISIEME ETAPE : Localisation des concessionnaires

L'étape 3 de notre méthodologie vise à améliorer la précision et la stabilité des données d'adresse de chaque concessionnaire trouvé dans notre liste. Il est nécessaire d'ajouter des informations de localisation plus précises et stables dans le temps car les adresses du tableur peuvent être incomplètes ou erronées.

Objectif :

L'objectif principal de cette étape est de trouver chaque concessionnaire sur notre liste. Cela nous permettra d'enrichir notre base de données en fournissant des informations de localisation actualisées et fiables.

Données disponibles

Le tableur "Concessionnaires_Agricoles_2020_HDF" contient des informations sur chaque concessionnaire, y compris le nom, l'adresse, le code postal et, si nécessaire, la marque de tracteurs qu'ils distribuent.

Traitement des données :

Pour y parvenir, nous avons effectué les tâches suivantes :

Recherche manuelle précise de la localisation :

Afin d'obtenir des coordonnées GPS précises, nous avons utilisé l'adresse fournie pour chaque concessionnaire.

Pour obtenir des informations de localisation précises, nous avons recherché l'adresse sur des services de cartographie en ligne tels que Google Maps et Géoportail.

QUATRIEME ETAPE : Confirmation via des images satellitaires et des services de navigation virtuelle.

Pour nous assurer que les données sont à jour et que les concessionnaires sont toujours en activité, nous avons utilisé des images satellites récentes pour confirmer la présence de chaque concessionnaire.

La saisie des coordonnées GPS a été effectuée.

Les coordonnées GPS de chaque concessionnaire a été saisies dans le tableur "Concessionnaires_Agricoles_2020_HDF", ce qui a amélioré la précision de leur localisation.

Outils utilisés

Pour accomplir cette étape, les ressources et services suivants ont été utilisés :

Services de cartographie en ligne comme Google Maps et Géoportail.

Microsoft Excel pour gérer les données.

Données finales

Le tableur "Concessionnaires_Agricoles_2020_HDF" est mis à jour dans les données de sortie. Nous avons désormais des coordonnées GPS précises pour chaque entrée de concessionnaire, ce qui améliore la qualité des données de localisation dans notre base de travail. Pour les phases ultérieures de notre recherche, telles que l'analyse spatiale et la cartographie, ces informations de localisation actualisées et fiables seront essentielles.

Exportation des données

En utilisant un format de fichier ouvert et interopérable, l'étape 4 de notre méthodologie vise à améliorer la communication entre différents logiciels. L'objectif principal est de créer un fichier dans un format qui permet le partage et l'analyse des données.

Objectif :

L'objectif principal de cette étape est de produire un fichier qui contient uniquement les données brutes nécessaires pour notre recherche et qui est ouvert et interopérable.

CINQUIEME ETAPE : Données disponibles

Le tableau "Concessionnaires_Agricoles_2020_HDF" contient des informations sur chaque concessionnaire, y compris le nom, l'adresse, les coordonnées GPS et, si nécessaire, la marque de tracteur qu'ils distribuent.

Traitement des données

Pour y parvenir, nous avons effectué les tâches suivantes :

Exporter le tableau dans un fichier CSV. Pour exporter le tableau sous format CSV (Comma-Separated Values), nous avons utilisé Microsoft Excel. De nombreux logiciels prennent en charge ce format et facilitent l'interopérabilité des données.

Nous avons pris soin de ne garder que les informations nécessaires à notre recherche, telles que le nom du concessionnaire, son adresse, ses coordonnées GPS et la marque de tracteurs qu'il propose.

Outils utilisés

Pour cette étape, Microsoft Excel est l'outil principal utilisé, nous permettant d'exporter le tableau dans le format CSV souhaité.

Données finales

La sortie est un fichier texte CSV appelé "Donnees_carte.csv". Ce fichier ne contient que les données brutes nécessaires à notre recherche, ce qui le rend prêt à être utilisé dans différents logiciels et outils d'analyse, ce qui facilite les étapes ultérieures de notre étude, telles que la création de cartes et l'analyse spatiale.

SIXIEME ETAPE : Création de la carte des concessionnaires

La création d'une carte à partir des données que nous avons collectées et préparées dans le fichier "Donnees_carte.csv" est l'étape 5 de notre méthodologie. L'objectif de cette étape est de mettre en évidence géographiquement la localisation des concessionnaires agricoles dans la région des Hauts-de-France.

Objectif

L'objectif principal de cette étape est de créer une carte illustrant la répartition géographique des concessionnaires agricoles dans la région des Hauts-de-France. Cette carte sera un outil visuel clé pour notre recherche.

Données disponibles

Les données pour cette étape sont dans le fichier texte "Donnees_carte.csv". Les concessionnaires agricoles, y compris leurs coordonnées géographiques (latitude et longitude), ainsi que d'autres détails pertinents, sont incluses dans ce fichier.

Traitement des données

Pour cette étape, les données doivent être traitées selon les étapes suivantes :

Charger le fichier CSV :

Le fichier CSV "Donnees_carte.csv" a été importé dans le logiciel ArcGIS Online. ArcGIS Online est une plateforme cartographique en ligne qui permet la création, la visualisation et la diffusion de cartes interactives.

Créer la carte :

Nous avons établi une carte positionnant chaque concessionnaire sur la carte de la région des Hauts-de-France en utilisant les coordonnées GPS fournies dans le fichier CSV.

Utilisation des outils

Pour cette étape, l'outil principal utilisé est ArcGIS Online, une plateforme de cartographie en ligne qui offre des fonctionnalités avancées pour créer et publier des cartes interactives.

Données finales

La conclusion de cette étape est une carte interactive qui montre la répartition géographique des concessionnaires agricoles dans la région des Hauts-de-France. L'emplacement des concessionnaires sera affiché sur cette carte, ce qui facilitera l'analyse spatiale de notre étude.

Annexe 2

Questionnaire de recensement des AE disponibles pour la culture des légumineuses sur le territoire des HDF

Introduction

Présentation de l'enquête et ses objectifs

Incitation à remplir le questionnaire et instructions de retour

Le contenu du questionnaire

Parties, questions et formats de réponses

Catalogue des AE liés au SdC avec légumineuses

Liste (pour semis, désherbage méca, système de protection, récolte, broyage)

Marque/modèle

Type d'opération culturale

Largeur(s) (en m ou en rangs), adaptabilité de l'inter-rangs

Liste de cultures possibles

En avez-vous vendu ? Si oui, quelle largeur ?

Liste des options : Nécessite du RTK ? coupure de sections, modulation, ISOBUS...

Disponible sur parc ? Sur Cde ? Non dispo suite à la remontée des agris ?

Localisation des bases

CA sur 3 ans (10K€ effectifs)

Effectifs

Global

Equipe commerciale

Techniciens de maintenance

Sollicité sur des démos ou paramétrages légumineuses ?

Sur 2021 y-a-t'il des actions de prévues ?

Modalités de traitements des réponses

Centré type d'équipement

Travail complémentaire pour SdC par la suite

Pré-traitement et nettoyage des données : formalisation et harmonisation des réponses

Comptage des options

Noter nom du répondant + service

+ rajouter qui a rempli le questionnaire, date, heure ... (+ notes de frais)

Mentions légales (RGPD)⁷

« Les informations recueillies vous concernant font l'objet d'un traitement destiné à :
(coordonnées du responsable de traitement) pour la finalité suivante :....

Les destinataires de ces données sont :

La durée de conservation des données est de

Vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification, de portabilité, d'effacement de celles-ci ou
une limitation du traitement.

Vous pouvez vous opposer au traitement des données vous concernant et disposez du droit de
retirer votre consentement à tout moment en vous adressant à ...

⁷ Pour en savoir plus : <https://www.cnil.fr/fr/rgpd-de-quoi-parle-t-on>

Annexe 3

1. Guide d'entretien : Traque aux adaptations des agriculteurs face au changement climatique.

1. Hypothèse

Les légumineuses sont utilisées en conservation des sols (Lutz, Pagiola, and Reiche 1994; Séguy and Bouzinac 2001) soit en couvert végétal soit en culture de printemps (Séguy and Bouzinac 2001).

Il pourrait exister des pistes de modifications et adaptations des agroéquipements chez les agriculteurs en conservation des sols dans le cadre des pratiques impliquant des légumineuses.

2. Objectif

Comprendre où et comment est-ce que les légumineuses sont utilisés dans les systèmes de culture en conservation des sols et comprendre les éventuels freins par rapport à leur installation.

Comprendre par quels moyens (sources d'apprentissage) et comment (méthodes) est-ce que les agriculteurs en conservation des sols gèrent : les spécificités agronomiques régionales et de l'exploitation, le dérèglement climatique, les aléas économiques et sociaux....

Dans la même logique, comprendre comment est-ce que les agriculteurs en conservation des sols adaptent l'agroéquipements à ces facteurs.

3. Cibles

Agriculteurs en conservation des sols, adhérents de l'APAD

Animateurs de réseaux APAD

Conseillers adeptes des pratiques de conservation des sols.

4. Entretiens

4.1. Questions ouvertes

Ce que fait l'agriculteur

QO1 : Concevez-vous votre système de culture ? Comment ? Combien de temps cela vous prends ? Quels sont les supports/outils sur lesquels vous appuyez ?

QO2 : Usage des légumineuses : comment utilisez-vous les légumineuses (en couvert végétal, production) ?

QO3 : Quels sont les outils associés aux légumineuses (en couvert végétal) ?

Ce qui freine l'agriculteur

QO4 : Identifiez-vous des problèmes/freins [semis, désherbage, récolte...] en lien avec les pratiques de conservation des sols en général et pour les légumineuses (en couvert végétal) en particulier ? Comment ?

QO5 : Pour vous, quels sont les effets du changement climatique (sur la durée) ? Quels sont les impacts de ce CC sur vos pratiques ? Comment adaptez-vous votre SC ?

Ce que l'agriculteur propose comme solutions

QO6 : Une fois votre système de culture conçu, vous accordez-vous une marge d'adaptation et de modification de cette conception en fonction des aléas (climatiques, financiers...) ? Comment adaptez-vous votre système de cultures à ces aléas ?

QO7 : Qu'utilisez-vous essentiellement en termes d'agroéquipements ?

QO8 : Comment trouvez-vous une solution si l'outil recherché semble ne pas exister ?

QO9 : Quels bricolages faites-vous ? Comment (montre-moi/ dessin photo) ? Quelles solutions concrètes ?

QO10 : Depuis que vous faites de l'ACS, pouvez-vous donner des exemples d'adaptation ?

L'agriculteur et son entourage

QO 11: Avec qui échangez-vous ? échangez-vous autour de l'agroéquipement ?

QO12 Quand est-ce que vous êtes passé en ACS ? Pourquoi avez-vous décidé de faire de la conservation des sols ?

5. Approche d'analyse

Les entretiens seront enregistrés et transcrits automatiquement puis vérifiés manuellement. Les réponses seront ensuite codées avec approche déductive afin d'identifier les thèmes émergents autour des pratiques autour des légumineuses et de l'adaptation des agroéquipements. Concrètement et partant du fait que l'agriculteur source d'innovations (Dolinska and d'Aquino 2016; Robert Chambers 1989) et source de connaissances (Šūmane et al. 2018), nous analyserons les adaptations des agroéquipements aux pratiques des agriculteurs en conservation des sols en nous appuyons sur l'approche de la traque à l'innovation.

Bibliographie

6Wresearch

2023 France Farm Equipment Market (2022-2028) | Trends, Outlook & Forecast.
<https://www.6wresearch.com>, accessed December 21, 2023.

Abdalla, M., B. Osborne, G. Lanigan, et al.

2013 Conservation Tillage Systems: A Review of Its Consequences for Greenhouse Gas Emissions. *Soil Use and Management* 29(2): 199–209.

Adoumié, Vincent, Christian Daudel, Jean-Michel Escarras, and Emmanuelle Delahaye

2013 Géographie de l'Europe. Hachette Éducation.

Agathokleous, Evgenios, Michael Frei, Oliver M. Knopf, et al.

2023 Adapting Crop Production to Climate Change and Air Pollution at Different Scales. *Nature Food* 4(10). Nature Publishing Group: 854–865.

Aggarwal, Nisha, Swati Agrawal, and Ashish Sureka

2014 Mining YouTube Metadata for Detecting Privacy Invading Harassment and Misdemeanor Videos. *In* 2014 Twelfth Annual International Conference on Privacy, Security and Trust Pp. 84–93.

Agriculture Equipment Market Size & Share, Forecast Report 2032

2023 Global Market Insights Inc. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/agriculture-equipment-market>, accessed December 21, 2023.

Agridées - 240 - Agtech

2020. Paris: Aghridées.

Ahmad, Fiaz, Aftab Khaliq, Baijing Qiu, et al.

2021 Advancements of Spraying Technology in Agriculture. *In* Technology in Agriculture. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/77112>, accessed December 21, 2023.

Ahmad, Nadim, and Richard Seymour

2008 Defining Entrepreneurial Activity: Definitions Supporting Frameworks for Data Collection. *SSRN Electronic Journal*. <http://www.ssrn.com/abstract=1090372>, accessed March 20, 2022.

Aich, Amitava, Dipayan Dey, and Arindam Roy

2022 Climate Change Resilient Agricultural Practices: A Learning Experience from Indigenous

Communities over India. *PLOS Sustainability and Transformation* 1(7). Public Library of Science: e0000022.

Akpo, Essegbemon, Chris O. Ojiewo, Issoufou Kapran, et al., eds.

2021 Enhancing Smallholder Farmers' Access to Seed of Improved Legume Varieties Through Multi-Stakeholder Platforms: Learning from the TLIII Project Experiences in Sub-Saharan Africa and South Asia. Singapore: Springer Singapore. <http://link.springer.com/10.1007/978-981-15-8014-7>, accessed December 15, 2023.

Akrich, Madeleine, Michel Callon, and Bruno Latour

2006 *Sociologie de la traduction: textes fondateurs*. Presses des MINES.

Al Omran, Fouad Nasser A, and Christoph Treude

2017 Choosing an NLP Library for Analyzing Software Documentation: A Systematic Literature Review and a Series of Experiments. *In* 2017 IEEE/ACM 14th International Conference on Mining Software Repositories (MSR) Pp. 187–197.

Ali, K.A.M., W. Zong, L. Yang, and H.M.A. El-Ghany

2021 Effect of Moisture Content on Sunflower Seed Physical and Mechanical Properties. *International Journal of Engineering Research in Africa* 57. Scopus, Trans Tech Publications Ltd: 169–179.

Alley, Richard, Terje Berntsen, Nathaniel L Bindoff, et al.

2007 IPCC. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policy Makers*. 4. Geneva, Switzerland: IPCC. <http://www.ipcc.ch>.

Alrashed, Tarfah, Jumana Almahmoud, Amy X. Zhang, and David R. Karger

2020 ScrAPIr: Making Web Data APIs Accessible to End Users. *In* Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Pp. 1–12. CHI '20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376691>, accessed November 9, 2022.

Altair

2018 Agricultural Machinery Design – How Bulk Material Simulation Can Accelerate the Design Process and Improve Machine Performance. Default. <https://altair.com/newsroom/articles/Agricultural-Machinery-Design-How-Bulk-Material-Simulation-Can-Accelerate-the-Design-Process-and-Improve-Machine-Performance>, accessed December 21, 2023.

Altieri, Miguel A.

1989 Agroecology: A New Research and Development Paradigm for World Agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 27(1–4). International Symposium on Agricultural Ecology and Environment: 37–46.

2002 Agroecology: The Science of Natural Resource Management for Poor Farmers in Marginal Environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93(1): 1–24.

Altinok, Duygu

2021 *Mastering SpaCy: An End-to-End Practical Guide to Implementing NLP Applications Using the Python Ecosystem*. Packt Publishing Ltd.

Anderson, Colin R., and Chris Maughan

2021 “The Innovation Imperative”: The Struggle Over Agroecology in the International Food Policy Arena. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.619185>, accessed December 21, 2023.

Angelo Menezes, Maria de Nazaré, Vincent de Reynal, and Emmanuel Wambergue, eds.

1989 RECHERCHE-DEVELOPPEMENT EN AMAZONIE: FORMALISATION DU SAVOIR DES AGRICULTEURS.

Archer, Geoffrey R, Ted Baker, and Rene Mauer

2009 Towards an Alternative Theory of Entrepreneurial Success: Integrating Bricolage, Effectuation and Improvisation. *Frontiers of Entrepreneurship Research* 29(6): 16.

Arksey, Hilary, and Peter Knight

1999 *Interviewing for Social Scientists*. 1 Oliver’s Yard, 55 City Road, London England EC1Y 1SP United Kingdom: SAGE Publications, Ltd. <https://methods.sagepub.com/book/interviewing-for-social-scientists>, accessed December 26, 2023.

Arrighi, Aude, Amandine Durpoix, and Fabienne Barataud

2014 Analyse de territoires à enjeux eau avec les acteurs grâce à un nouvel outil.

<https://hal.inrae.fr/hal-02793008>, accessed January 6, 2021.

Aryal, Jeetendra Prakash, Tek Bahadur Sapkota, Dil Bahadur Rahut, Paswel Marenya, and Clare M. Stirling

2021 Climate Risks and Adaptation Strategies of Farmers in East Africa and South Asia. *Scientific Reports* 11(1). Nature Publishing Group: 10489.

AXEMA

2022 Rapport économique 2022. Rapport économique. AXEMA - Union de l’Industrie de l’Agroéquipement. <https://www.axema.fr/ressources-documentaires/economie/rapport-economique-axema-2022-0>, accessed July 21, 2022.

Ayerdi Gotor, Alicia, and Elisa Marraccini

2022 Innovative Pulses for Western European Temperate Regions: A Review. *Agronomy* 12(1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 170.

Bachubhay, Akhil, Danny Chhour, Heji Deng, and Trung Tran

2021 YouTube Video Analysis. Virginia Tech. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/103255>, accessed November 9, 2022.

Banerjee, S., and R.M. Punekar

2020 A Sustainability-Oriented Design Approach for Agricultural Machinery and Its Associated Service Ecosystem Development. *Journal of Cleaner Production* 264. Scopus: 121642.

Baudet, Cédric, and Sébastien Point, eds.

2017 Des données aux métadonnées de la société numérique : vers un codage 2.0. *In Faire face à la complexité dans un monde numérisé* P. 16. Paris, France: Association Information et Management (AIM). <https://univ-lyon3.hal.science/hal-01519562>.

Bawden, Richard

1991 Towards Action Research Systems. *In Action Research for Change and Development*. Ortrun Zuber-Skerritt-Centre for the advancement of learning and teaching. P. 25. Griffith University, Brisbane: AVEBURY.

1995 I as in Academy: Learning to Be Systemic. *Systems Research* 12(3): 229–238.

Bellon, Stéphane, and Guillaume Ollivier

2018 Institutionalizing Agroecology in France: Social Circulation Changes the Meaning of an Idea. *Sustainability* 10(5): 1380.

Bendall, D. S.

1983 *Evolution From Molecules to Men*. CUP Archive.

Bénière, Justin, and Pierre Paturel

2022 La fabrication de matériel agricole. Rapport conjoncturel, 22MAC08. Xerfi. https://www.xerfiknowledge.com/presentationetude7000/La-fabrication-de-materiel-agricole_22MAC08, accessed July 21, 2022.

Bentley, Jeffery W., Paul Van Mele, Nafissath Fousseni Barres, Florent Okry, and Jonas Wanvoeke

2019 Smallholders Download and Share Videos from the Internet to Learn about Sustainable Agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*. World, Taylor & Francis. <https://www-tandfonline-com.inc.bib.cnrs.fr/doi/abs/10.1080/14735903.2019.1567246>, accessed September 1, 2022.

Berthet, Elsa T. A., Cécile Barnaud, Nathalie Girard, Julie Labatut, and Guillaume Martin

2016 How to Foster Agroecological Innovations? A Comparison of Participatory Design Methods. *Journal of Environmental Planning and Management* 59(2). Routledge: 280–301.

Bevan, Bronwyn, Mike Petrich, and Karen Wilkinson

2014 Tinkering Is Serious Play. *Educational Leadership* 72: 28–33.

Blanchet, Alain, and Anne Gotman

1992 *L'enquête et Ses Méthodes : L'entretien*. Paris, France: Nathan.

http://www.unige.ch/fapse/life/archives/livres/alpha/B/Blanchet_Gotman_1992_A.html, accessed February 2, 2022.

Bogner, Alexander, Beate Littig, and Wolfgang Menz

2009 Introduction: Expert Interviews — An Introduction to a New Methodological Debate. *In* *Interviewing Experts*. Alexander Bogner, Beate Littig, and Wolfgang Menz, eds. Pp. 1–13. London: Palgrave Macmillan UK. http://link.springer.com/10.1057/9780230244276_1, accessed May 12, 2022.

Bonaudo, Thierry, Amaury Burlamaqui Bendahan, Rodolphe Sabatier, et al.

2014 Agroecological Principles for the Redesign of Integrated Crop–Livestock Systems. *European Journal of Agronomy* 57. *Integrated Crop-Livestock*: 43–51.

Bordeau, Pascal

2022 Broyeur inter-rangs Strip-Cut pour concilier une céréale avec un couvert. *Entraid' : le média des cuma et du matériel agricole*.

<https://web.archive.org/web/20220221101828/https://www.entraid.com/articles/broyeur-inter-rangs-strip-cut-unilasalle>, accessed August 30, 2022.

Boufous, Sawssan, Darren Hudson, and Carlos Carpio

2023 Farmers' Willingness to Adopt Sustainable Agricultural Practices: A Meta-Analysis. *PLOS Sustainability and Transformation* 2(1). Public Library of Science: e0000037.

Bournigal, Jean-Marc

2014 Définir Ensemble Le Futur Du Secteur Des Agroéquipements. *Rapport de la mission agroéquipements, Irstea*. <http://agriculture.gouv.fr/ministere/definir-ensemble-le-futur-du-secteur-des-agroequipements>, accessed May 16, 2017.

Braun, Virginia, and Victoria Clarke

2006 Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3: 77–101.

Brempong, Mavis Badu, Patricia Amankwaa-Yeboah, Stephen Yeboah, et al.

2023 Soil and Water Conservation Measures to Adapt Cropping Systems to Climate Change Facilitated Water Stresses in Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.1091665>, accessed December 15, 2023.

Brevik, Eric

2013 The Potential Impact of Climate Change on Soil Properties and Processes and Corresponding Influence on Food Security. *Agriculture* 3(3): 398–417.

Brookes, Gavin, and Tony McEnery

2019 The Utility of Topic Modelling for Discourse Studies: A Critical Evaluation. *Discourse Studies* 21(1). SAGE Publications: 3–21.

Brunier, Sylvain, and Samuel Pinaud

2022 Au rythme du capital. L'industrialisation du renouvellement des machines agricoles. *Revue française de sociologie* 63(3–4). Paris: Presses de Sciences Po: 527–554.

Bui, Sibylle

2015 Pour une approche territoriale des transitions écologiques. Analyse de la transition vers l'agroécologie dans la Biovallée (1970-2015). Phdthesis, AgroParisTech. <https://theses.hal.science/tel-02116016>, accessed December 25, 2023.

Buller, Henry

2009 The Lively Process of Interdisciplinarity. *Area* 41(4): 395–403.

Byé, Pascal, and Maria Fonte

1993 Towards Science-Based Techniques in Agriculture. *Agriculture and Human Values* 10(2): 16–25.

Cai, S., Y. Luo, and Q. Li

2021 State of the Art of Lightweight Technology in Agricultural Machinery and Its Development Trend. *Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Mechanical Engineering* 57(17). Scopus, Chinese Mechanical Engineering Society: 35–52.

Cambria, Erik, and Bebo White

2014 Jumping NLP Curves: A Review of Natural Language Processing Research [Review Article]. *IEEE Computational Intelligence Magazine* 9(2): 48–57.

Carlisle, Liz, Maywa Montenegro de Wit, Marcia S. DeLonge, et al.

2019 Securing the Future of US Agriculture: The Case for Investing in New Entry Sustainable Farmers. Anne R. Kapuscinski and Ernesto Méndez, eds. *Elementa: Science of the Anthropocene* 7: 17.

Carlsson, Bo

1984 The Development and Use of Machine Tools in Historical Perspective. *Journal of Economic Behavior & Organization* 5(1). A Special Issue on The Dynamics of Market Economies in Commemoration of the Birth of Joseph A. Schumpeter in 1883: 91–114.

Caroux, Delphine, Michel J. F. Dubois, and Loïc Sauvée, eds.

2018 Evolution agrotechnique contemporaine II Transformations de l'agromachinisme: fonction, puissance, information invention. Ingénieur au XXI^e siècle. Université de technologie de Belfort-Montbéliard. <https://www.furet.com/livres/evolution-agrotechnique-contemporaine-delphine-caroux-9791091901307.html>, accessed June 28, 2021.

Casey, Sarah, Gail Crimmins, Laura Rodriguez Castro, and Penny Holliday

2022 "We Would Be Dead in the Water without Our Social Media!": Women Using Entrepreneurial Bricolage to Mitigate Drought Impacts in Rural Australia. *Community Development* 53(2). Routledge: 196–213.

Castellano, Rebecca L. Som, and Jillian Moroney

2018 Farming Adaptations in the Face of Climate Change. *Renewable Agriculture and Food Systems* 33(3). Cambridge University Press: 206–211.

CEMA

2019 AgriTech 2030 CEMA's Plan for Europe's Agricultural Machinery Industry. CEMA aisbl - European Agricultural Machinery.

Cerf, Marianne, Lucie Dupré, Jacques Lasseur, et al.

2021 L'innovation en agronomie, quelle mise en perspective? 6.

Chahal, Inderjot, Richard J. Vyn, Danielle Mayers, and Laura L. Van Eerd

2020 Cumulative Impact of Cover Crops on Soil Carbon Sequestration and Profitability in a Temperate Humid Climate. *Scientific Reports* 10(1). Nature Publishing Group: 13381.

Chaire AMNT

2022 Qui sommes-nous ? Chaire Agro-machinisme et Nouvelles Technologies. <https://web.archive.org/web/20220308115018/https://chaire-agromachinisme-nouvelles-technologies.unilasalle.fr/qui-sommes-nous/>, accessed September 7, 2022.

Chantre, E., and A. Cardona

2014 Trajectories of French Field Crop Farmers Moving Toward Sustainable Farming Practices: Change, Learning, and Links with the Advisory Services. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 38(5): 573–602.

Chen, Jiao, Funing Zhong, and Dingqiang Sun

2022 Lessons from Farmers' Adaptive Practices to Climate Change in China: A Systematic Literature Review. *Environmental Science and Pollution Research International* 29(54): 81183–81197.

Choudhary, Mahipal, Prakash Chand Ghasal, Sandeep Kumar, et al.

2016 Conservation Agriculture and Climate Change: An Overview. *In Conservation Agriculture: An Approach to Combat Climate Change in Indian Himalaya*. Jaideep Kumar Bisht, Vijay Singh

Meena, Pankaj Kumar Mishra, and Arunava Pattanayak, eds. Pp. 1–37. Singapore: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-10-2558-7_1, accessed July 21, 2022.

Claval, Paul

1988 European Rural Societies and Landscapes, and the Challenge of Urbanization and Industrialization in the Nineteenth and Twentieth Centuries. *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography* 70(1). [Swedish Society for Anthropology and Geography, Wiley]: 27–38.

Cochet, Hubert, and Olivier Ducourtieux

2018 Spécialisation régionale et avantages comparatifs: Le contre-exemple de Montmorillon, Vienne (1930-1970). *Histoire & Sociétés Rurales* 50(2): 159.

Cohen, Allegra A. Beal, Jasmeet Judge, Rachata Muneeppeerakul, Anand Rangarajan, and Zhengfei Guan

2020 A Model of Crop Diversification under Labor Shocks. *PLOS ONE* 15(3). Public Library of Science: e0229774.

Cohen, Louis, Lawrence Manion, and Keith Morrison

2002 *Research Methods in Education*: 106.

Condor, Roland

2020 Entrepreneurship in Agriculture: A Literature Review. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business* 40(4). Inderscience Publishers: 516–562.

Corbetta, Piergiorgio

2003 *Social Research: Theory, Methods and Techniques*. SAGE.

Costa, Marcela P., Moritz Reckling, Dave Chadwick, et al.

2021 Legume-Modified Rotations Deliver Nutrition With Lower Environmental Impact. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.656005>, accessed December 15, 2023.

CUMA

2022 Faire Ensemble Pour Révolutionner l'agriculture. *Le Livre Blanc Des Cuma*. Livre blanc. <https://web.archive.org/web/20220217113526/https://www.entraid.com/articles/15-propositions-pour-revolutionner-agriculture-livre-blanc-cuma>, CUMA Cooperatives d'utilisation de matériel agricole. <https://www.entraid.com/articles/15-propositions-pour-revolutionner-agriculture-livre-blanc-cuma>, accessed February 17, 2022.

Darnhofer, Ika, David Gibbon, and Benoit Dedieu

2012 Farming Systems Research: An Approach to Inquiry. *In Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Ika Darnhofer, David Gibbon, and Benoît Dedieu, eds. Pp. 3–31.

Dordrecht: Springer Netherlands. http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-4503-2_1, accessed May 12, 2022.

Darwin, Professor Charles, and Charles Darwin

1964 *On the Origin of Species: A Facsimile of the First Edition*. Harvard University Press.

Dehut, Clémence, and Thierry Pouch

2021 Politique commerciale de l'UE et clauses miroirs, ambition ou mirage ? *Paysans & société* 389(5): 5–13.

Denzin, Norman K., and Yvonna S. Lincoln

2008 Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. *In Strategies of Qualitative Inquiry*, 3rd Ed Pp. 1–43. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.

Derfoufi, Younes

2019 Programmation En Langage Python. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02126596>, accessed November 9, 2022.

Derpsch, Rolf, Theodor Friedrich, Amir Kassam, and Li Hongwen

2010 Current Status of Adoption of No-Till Farming in the World and Some of Its Main Benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 3.

Descola, Philippe

2013 *Beyond Nature and Culture*. University of Chicago Press.

Ditzler, L., and C. Driessen

2022 Automating Agroecology: How to Design a Farming Robot Without a Monocultural Mindset? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 35(1). Scopus: 2.

Dolinska, Aleksandra, and Patrick d'Aquino

2016 Farmers as Agents in Innovation Systems. *Empowering Farmers for Innovation through Communities of Practice*. *Agricultural Systems* 142: 122–130.

Dryancour, Dr Gilles

2016 *The Agricultural Machinery Market & Industry in Europe*. Position paper. CEMA, European Agricultural Machinery Association. <http://www.cema-agri.org/publication/new-study-agricultural-machinery-market-industry-europe>, accessed February 16, 2017.

Dubois, Michel J. F.

2019 La dynamique instituante des agricultures. *Nouvelle revue de psychosociologie* N°28(2): 97–110.

Dubois, Michel J. F., Guillaume Lavier, and Hanitra Randrianasolo

2017 Opérationnalisation d'une Agriculture Durable. Quels Rôles Pour Les Coopératives ? Une Approche Transdisciplinaire. Cahiers COSTECH 1: en ligne.

Duc, Gérard, Catherine Mignolet, Benoit Carrouée, and Christian Huyghe

2010 Importance économique passée et présente des légumineuses: Rôle historique dans les assolements et facteurs d'évolution: 25.

Dupas, Marie-Cécile

2020 Analyse en réseaux complexes des flux physiques internationaux de produits agricoles - Structures et évolutions de la topologie des réseaux commerciaux agroalimentaires de 1986 à 2016. Paris.

Duquennoy, P.

2018 Une récolte à la moissonneuse-lieuse ! AmiGoVille. <https://amigoville.org/une-recolte-a-la-moissonneuse-lieuse/>, accessed December 25, 2023.

EBSCOhost | 16939310 | FIABILITÉ ET VALIDITÉ DES ENQUÊTES QUALITATIVES. UN ÉTAT DE L'ART EN MARKETING.

2005.

<https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=00353051&AN=16939310&h=UIMY%2bcYuivzwPlhww%2fBoCNswQyj9eUVuz75cgKu8Ijufo9IWjqf%2fdsA88EJcO9xg6qjSRb7ARU86hmZOR7F8sw%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d00353051%26AN%3d16939310>, accessed December 25, 2023.

Eisenack

2013 Climate Change and Simulation/Gaming - Klaus Eisenack, Diana Reckien, 2013. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1046878113490568>, accessed December 25, 2023.

Evrard, Pras, and Roux

2003 Market - Fondements et Méthodes Des Recherches En Marketing - Yves... - Librairie Eyrolles. <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/market-9782100527960/>, accessed December 25, 2023.

FAAN, Mary De Chesnay, PhD, RN, PMHCNS-BC

2014 Nursing Research Using Data Analysis: Qualitative Designs and Methods in Nursing. Springer Publishing Company.

FAO

2018 Les 10 éléments de l'agroécologie: Guider la transition vers des systèmes alimentaires et agricoles durables. Rome, Italy: FAO. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/I9037FR>, accessed September 4, 2022.

2023a L'agriculture de Conservation | Organisation Des Nations Unies Pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/fr/>, accessed December 25, 2023.

2023b Machinery Supply Chain | Sustainable Agricultural Mechanization | Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/strategies/machinery-supply-chain/en/>, accessed December 21, 2023.

FAOSTAT

2020. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QI>, accessed June 28, 2021.

Farkiya, Alabhya, Prashant Saini, Shubham Sinha, and Sharmishta Desai
2015 Natural Language Processing Using NLTK and WordNet 6: 6.

Farooq, Muhammad, and Kadambot H. M. Siddique
2014 Conservation Agriculture. Springer.

Fedushko, Solomia

2016 Proceedings of the Sixth International Conference on Computer Science, Engineering and Information Technology (CCSEIT 2016), Vienna, Austria, May 21~22, 2016.

Fess, Tiffany L., James B. Kotcon, and Vagner A. Benedito

2011 Crop Breeding for Low Input Agriculture: A Sustainable Response to Feed a Growing World Population. *Sustainability* 3(10): 1742–1772.

Fiener, Peter, Gerard Govers, and Kristof Van Oost

2008 Evaluation of a Dynamic Multi-Class Sediment Transport Model in a Catchment under Soil-Conservation Agriculture. *Earth Surface Processes and Landforms* 33(11): 1639–1660.

Fierros-González, Isael, and Alejandro López-Feldman

2021 Farmers' Perception of Climate Change: A Review of the Literature for Latin America. *Frontiers in Environmental Science* 9. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.672399>, accessed December 15, 2023.

Findlater, Kieran M., Terre Satterfield, and Milind Kandlikar

2019 Farmers' Risk-Based Decision Making Under Pervasive Uncertainty: Cognitive Thresholds and Hazy Hedging. *Risk Analysis: An Official Publication of the Society for Risk Analysis* 39(8): 1755–1770.

France Relance

2021. <https://agriculture.gouv.fr/france-relande-le-plan-proteines-vegetales-accelere-son-deploiement-avec-26-nouveaux-projets-sur>, accessed March 18, 2022.

Friedrich, Theodor, Rolf Derpsch, and Amir Kassam

2012 Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field Actions Science Reports. The Journal of Field Actions*(Special Issue 6). <https://journals.openedition.org/factsreports/1941>, accessed July 20, 2022.

Gaillard, Florian

2009 Le Machinisme et Les Fourrages: Efficacité, Qualité et Sécurité. *Fourrages*(200): 499–509.

Gaitán-Cremaschi, Daniel, Laurens Klerkx, Jessica Duncan, et al.

2018 Characterizing Diversity of Food Systems in View of Sustainability Transitions. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 39(1): 1.

Gardner, William, and Charles W. Lidz

2006 Research Sponsorship, Financial Relationships, and the Process of Research in Pharmaceutical Clinical Trials. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics: JERHRE* 1(2): 11–18.

Garg

2019 How Is Collaborative Manufacturing Transforming Agriculture? - Thought Leadership. <https://blogs.sw.siemens.com/thought-leadership/2019/02/18/how-is-collaborative-manufacturing-transforming-agriculture/>, accessed December 25, 2023.

Gaudin, Amélie C.M., Ken Janovicek, Ralph C. Martin, and William Deen

2014 Approaches to Optimizing Nitrogen Fertilization in a Winter Wheat–Red Clover (*Trifolium Pratense* L.) Relay Cropping System. *Field Crops Research* 155: 192–201.

Gaudino, Stefano, Pytrik Reidsma, Argyris Kanellopoulos, Dario Sacco, and Martin K. Van Ittersum

2018 Integrated Assessment of the EU's Greening Reform and Feed Self-Sufficiency Scenarios on Dairy Farms in Piemonte, Italy. *Agriculture* 8(9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 137.

Gilland, Bernard

2002 World Population and Food Supply: Can Food Production Keep Pace with Population Growth in the Next Half-Century? *Food Policy* 27(1): 47–63.

Giller, Ken E., Jens A. Andersson, Marc Corbeels, et al.

2015 Beyond Conservation Agriculture. *Frontiers in Plant Science* 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00870>, accessed July 20, 2022.

Glez-Peña, Daniel, Anália Lourenço, Hugo López-Fernández, Miguel Reboiro-Jato, and Florentino Fdez-Riverola

2014 Web Scraping Technologies in an API World. *Briefings in Bioinformatics* 15(5): 788–797.

Gliessman, Stephen R., Eric Engles, and Robin Krieger

1998 *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Chelsea, MI: CRC Press.

- Global Conference on Sustainable Agricultural Mechanization
2023. <https://www.fao.org/events/detail/global-conference-on-sustainable-agricultural-mechanization/en>, accessed December 25, 2023.
- Goedde, Lutz, Joshua Katz, Alexandre Menard, and Julien Revellat
2020 Agriculture's Connected Future: How Technology Can Yield New Growth.
- Goodman, Leo A.
1961 Snowball Sampling. *The Annals of Mathematical Statistics* 32(1). Institute of Mathematical Statistics: 148–170.
- Goulet, Frédéric, Frank Pervanchon, Cédric Conteau, and Marianne Cerf
2008 Les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture. *In* *Systèmes de culture innovants et durables* Pp. 53–69. Transversales. Dijon cedex: Educagri éditions.
<https://www.cairn.info/systemes-de-culture-innovants-et-durables--9782844446855-p-53.htm>, accessed July 19, 2022.
- Gras, Raymond, Marc Benoît, Deffontaines, Jean-Pierre, et al.
1989 Le fait technique en agronomie. *Activité agricole, concepts et méthodes d'étude*. l'Harmattan. Paris: l'Harmattan. https://www.editions-harmattan.fr/livre-le_fait_technique_en_agronomie-9782738401267-6043.html, accessed October 7, 2020.
- Griffon, Michel
2006 Nourrir la planète. Odile Jacob.
- Guillou, Marion, Hervé Guyomard, Christian Huyghe, and Jean-Louis Peyraud
2013 Vers des agricultures doublement performantes pour concilier compétitivité et respect de l'environnement. Proposition pour le Ministre. *agreenium*. <https://agriculture.gouv.fr/remise-du-rapport-sur-lagro-ecologie-par-marion-guillou-stephane-le-foll>, accessed November 12, 2021.
- Hamidov, Ahmad, Katharina Helming, Gianni Bellocchi, et al.
2018 Impacts of Climate Change Adaptation Options on Soil Functions: A Review of European Case-Studies. *Land Degradation & Development* 29(8): 2378–2389.
- Hammersley, Martyn
2004 Teaching Qualitative Methodology: Craft, Profession or Bricolage. *In* . Clive Seale, Giampietro Gobo, Jay F. Gubrium, and David Silverman, eds. Pp. 549–560. Thousand Oaks: Sage.
<http://www.sagepub.co.uk/booksProdDesc.nav?prodId=Book224935>, accessed February 1, 2023.
- Hanks, J., and S. W. Martin
2007 Economic Analysis of Cotton Conservation Tillage Practices in the Mississippi Delta. *Journal*

of Cotton Science. <http://www.cotton.org/journal/2007-11/2/upload/jcs11-75.pdf>, accessed July 21, 2022.

Harchaoui, Par Souhil

2019 Modélisation des transitions en agriculture : énergie, azote, et capacité nourricière de la France dans la longue durée (1882-2016) et prémices pour une généralisation à l'échelle mondiale. Phdthesis, Université de Paris Diderot. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02940384>.

Harchaoui, Souhil

2020 La Transition énergétique de l'agriculture française durant le XXeme siècle _ analyses et conséquences, April 9.

Harchaoui, Souhil, and Petros Chatzimpiros

2018 Can Agriculture Balance Its Energy Consumption and Continue to Produce Food? A Framework for Assessing Energy Neutrality Applied to French Agriculture. *Sustainability* 10(12): 4624.

Hardeniya, Nitin

2015 *NLTK Essentials: Build Cool NLP and Machine Learning Applications Using NLTK and Other Python Libraries*. Packt Open Source. Birmingham: Packt Publ.

Harff, Yvette, and Hugues Lamarche

1998 Le travail en agriculture : nouvelles demandes, nouveaux enjeux. *Économie rurale* 244(1): 3–11.

Hassani, Amirhossein, Adisa Azapagic, and Nima Shokri

2021 Global Predictions of Primary Soil Salinization under Changing Climate in the 21st Century. *Nature Communications* 12(1). Nature Publishing Group: 6663.

Hatton, Elizabeth

1989 Lévi-Strauss's Bricolage and Theorizing Teachers' Work. *Anthropology & Education Quarterly* 20(2): 74–96.

Hena, Sehresh, Luan Jingdong, Abdul Rehman, and Ouxiang Zhang

2019 A Comparative Analysis of Agricultural Development and Modernization between China and Pakistan. *International Journal of Advanced and Applied Sciences* 6(4). IASE: 81–94.

Hermans, Frans, Murat Sartas, Boudy van Schagen, Piet van Asten, and Marc Schut

2017 Social Network Analysis of Multi-Stakeholder Platforms in Agricultural Research for Development: Opportunities and Constraints for Innovation and Scaling. *PLOS ONE* 12(2). Public Library of Science: e0169634.

Higgs, Roger L., Arthur E. Peterson, and William H. Paulson
1990 Crop Rotations Sustainable and Profitable. *Journal of Soil and Water Conservation* 45(1): 68–70.

Hobbs, Peter R, Ken Sayre, and Raj Gupta
2008 The Role of Conservation Agriculture in Sustainable Agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363(1491): 543–555.

Honey, Margaret, and David E. Kanter
2013 *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators*. Routledge.

Hufnagel, Johannes, Moritz Reckling, and Frank Ewert
2020 Diverse Approaches to Crop Diversification in Agricultural Research. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 40(2): 14.

imbert, petit, and siben
2016 Plateaux techniques pour agroéquipements - Etat des lieux et voies d'organisation en réseau: 117.

Irisarri, Pilar, Juan Imperial, Fernando A. Lattanzi, et al.
2021 Editorial: Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification. *Frontiers in Agronomy* 3.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2021.796717>, accessed December 15, 2023.

Jabbour, Randa, Eric Gallandt, Sarah Zwickle, Robyn Wilson, and Doug Doohan
2014 Organic Farmer Knowledge and Perceptions Are Associated with On-Farm Weed Seedbank Densities in Northern New England. *Weed Science* 62: 338–349.

Jacob, François, and Jacques Monod
1961 On the Regulation of Gene Activity. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 26. Cold Spring Harbor Laboratory Press: 193–211.

James Field, Alexander
1985 On the Unimportance of Machinery. *Explorations in Economic History* 22(4): 378–401.

Johnson, Jane M.-F., Alan J. Franzluebbbers, Sharon Lachnicht Weyers, and Donald C. Reicosky
2007 Agricultural Opportunities to Mitigate Greenhouse Gas Emissions. *Environmental Pollution* 150(1): 107–124.

JUGRAN, SWARANJALI, ASHISH KUMAR, BHUPENDRA SINGH TYAGI, and VIVEK ANAND
2021 Extractive Automatic Text Summarization Using SpaCy in Python & NLP. *In 2021*

International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE) Pp. 582–585.

Jun Lee, Sang, and Keng Siau

2001 A Review of Data Mining Techniques. *Industrial Management & Data Systems* 101(1). MCB UP Ltd: 41–46.

Justes, E., and G. Richard

2017 Contexte, concepts et définition des cultures intermédiaires multi-services *Innovations Agronomiques* 62, 1-15. INRA. <https://hal.inrae.fr/ARINRAE-INNOVAGRO/hal-01770348>, accessed December 26, 2023.

Kafai, Yasmin, Kylie Pepler, and Robbin Chapman

2009 The Computer Clubhouse: Constructionism and Creativity in Youth Communities. *Technology, Education--Connections*.

Kaleb, Jordan

2022 How to Do Language Translation in Python. DEV Community. <https://web.archive.org/web/20220202195427/https://dev.to/kalebu/how-to-do-language-translation-in-python-1ic6>, accessed November 9, 2022.

Kamali, Bahareh, Ignacio J. Lorite, Heidi A. Webber, et al.

2022 Uncertainty in Climate Change Impact Studies for Irrigated Maize Cropping Systems in Southern Spain. *Scientific Reports* 12(1). Nature Publishing Group: 4049.

Karthikeyan, T, Sekaran Karthik, D Ranjith, V Vinoth Kumar, and J. M Balajee

2019 Personalized Content Extraction and Text Classification Using Effective Web Scraping Techniques. *International Journal of Web Portals (IJWP)* 11(2). IGI Global: 41–52.

Kassam, A., R. Derpsch, and T. Friedrich

2014 Global Achievements in Soil and Water Conservation: The Case of Conservation Agriculture. *International Soil and Water Conservation Research* 2(1): 5–13.

Kaur, Sukhjiwan, Maria Celeste Gonçalves-Vidigal, Jennifer Davidson, Kirankumar S. Mysore, and Abhay K. Pandey

2023 Editorial: Disease and Pest Resistance in Legume Crops. *Frontiers in Plant Science* 14. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1166387>, accessed December 15, 2023.

Kebede, Erana

2021 Contribution, Utilization, and Improvement of Legumes-Driven Biological Nitrogen Fixation in Agricultural Systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.767998>, accessed December 15, 2023.

Keen, Alex, Nigel Hall, Peeyush Soni, et al.

2013 A Review of the Tractive Performance of Wheeled Tractors and Soil Management in Lowland Intensive Rice Production. *Journal of Terramechanics* 50(1). Best Papers from the 50th Anniversary ISTVS Conference: 45–62.

Kefi, Souha, Davide Rizzo, and Michel J. F. Dubois

2022 Does the Availability of Specific Agri-Equipment Influence Cropping System Design? A Case Study of Pulses. *Agronomy* 12(9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 2237.

Kefi, Souha, Davide Rizzo, Jean-Baptiste Havet, Clément Postic, and Michel Dubois

2021 Mapping Available Agricultural Equipment to Enable Farmers' and Manufacturers' Interactions for an Agroecological Transition. The Case of Legume Crops in Hauts-de-France Region. *In* *Landscape 2021 - Diversity for Sustainable and Resilient Agriculture*. Berlin, Germany. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03274872>, accessed March 15, 2022.

Kefi, Souha, Oumayma Sboui, Michel J. F. Dubois, and Davide Rizzo

2023 Le Bricolage, Au Cœur Des Transitions Agricoles Vers La Durabilité Des Agroéquipements : Les Points Critiques d'une Fouille de Données de Vidéos YouTube. *Cahiers COSTECH*: 31 pp.

Keller, Thomas, Maria Sandin, Tino Colombi, Rainer Horn, and Dani Or

2019 Historical Increase in Agricultural Machinery Weights Enhanced Soil Stress Levels and Adversely Affected Soil Functioning. *Soil and Tillage Research* 194: 104293.

Khder, Moaiad

2021 Web Scraping or Web Crawling: State of Art, Techniques, Approaches and Application. *International Journal of Advances in Soft Computing and Its Applications* 13(3): 145–168.

Kienzle, Josef, ed.

2013 Mechanization for Rural Development: A Review of Patterns and Progress from around the World. *Integrated Crop Management*, 20. Rome: Plant Production and Protection Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Kincheloe, Joe L.

2011 Describing the Bricolage. *In* *Key Works in Critical Pedagogy*. Kecia Hayes, Shirley R. Steinberg, and Kenneth Tobin, eds. Pp. 177–189. *Bold Visions in Educational Research*. Rotterdam: SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-397-6_15, accessed February 1, 2023.

Klasen, Stephan, Katrin M. Meyer, Claudia Dislich, et al.

2016 Economic and Ecological Trade-Offs of Agricultural Specialization at Different Spatial Scales. *Ecological Economics* 122: 111–120.

Klerkx, Laurens, Barbara van Mierlo, and Cees Leeuwis

2012 Evolution of Systems Approaches to Agricultural Innovation: Concepts, Analysis and Interventions. *In Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Ika Darnhofer, David Gibbon, and Benoît Dedieu, eds. Pp. 457–483. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20, accessed December 25, 2023.

Knight, Frank H.

1942 Profit and Entrepreneurial Functions. *The Journal of Economic History* 2(S1): 126–132.

Koohafkan, Parviz, Miguel A. Altieri, and Eric Holt Gimenez

2012 Green Agriculture: Foundations for Biodiverse, Resilient and Productive Agricultural Systems. *International Journal of Agricultural Sustainability* 10(1): 61–75.

Kumar, Krishna

1989 A.I.D. PROGRAM DESIGN AND EVALUATION METHODOLOGY REPORT NO. 13: 40.

La langue française

2022 Définition de bricoler. *Dictionnaire français*.

<https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/bricoler>, accessed February 9, 2023.

Lang, S., J.-M. Christ, and A. Bornert

2011 L'évolution Technologique Du Matériel de Récolte Au Service de La Qualité Du Fourrage Prairial Conservé. *Fourrages*(206): 143–151.

Lardon, Sylvie, Elisa Marraccini, Rosalia Filippini, et al.

2016 Prospective participative pour la zone urbaine de Pise (Italie) : l'eau et l'alimentation comme enjeux de développement territorial. *Cahiers de géographie du Québec* 60(170): 265.

Larkin, Franklin J., and Stuart Wood

1975 Past and Future of Construction Equipment — Part I. *Journal of the Construction Division* 101(2). American Society of Civil Engineers: 309–315.

Lassaletta, Luis, Gilles Billen, Bruna Grizzetti, Juliette Anglade, and Josette Garnier

2014 50 Year Trends in Nitrogen Use Efficiency of World Cropping Systems: The Relationship between Yield and Nitrogen Input to Cropland. *Environmental Research Letters* 9(10): 105011.

Laubichler, Manfred D.

2006 Tinkering: A Conceptual and Historical Evaluation. *In Tinkering: The Microevolution of Development* Pp. 20–34. John Wiley & Sons, Ltd.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470319390.ch2>, accessed November 15, 2022.

Lautre, Yonne

N.d. Accroître l'indépendance en protéines végétales de la France - [Yonne Lautre].
<https://yonnelautre.fr/spip.php?article8000>, accessed July 22, 2022.

Lawson, Richard
2015 Web Scraping with Python. Packt Publishing Ltd.

Lemaire, G, M Benoit, and Françoise Vertès
N.d. Rechercher de nouvelles organisations à l'échelle d'un territoire pour concilier autonomie protéique et préservation de l'environnement: 17.

Lépée, P.
2011 De la fauche au stockage : évaluer le coût d'une chaîne de récolte de l'herbe. *Fourrages* 206: 137–141.

Lévi-Strauss, Claude
1962 La pensée sauvage. *Agora*, 2. Paris: Presses Pocket.

Li, Xin, and Lei Lei
2021 A Bibliometric Analysis of Topic Modelling Studies (2000–2017). *Journal of Information Science* 47(2). SAGE Publications Ltd: 161–175.

Liu, Hui
2020 A Study on the Reader Reception of English Translations of The Analects-Data Analysis with Python. *In* 2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE) Pp. 2381–2387.

Liu, Y.
2021 An Empirical Research on Contribution of Agricultural Mechanization to Ecological Protection and Restoration in Rural of China. *In* IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. Zhao J. and Zhang J., eds. Scopus, IOP Publishing Ltd. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106645666&doi=10.1088%2f1755-1315%2f742%2f1%2f012023&partnerID=40&md5=5234af01e04df3be86ce01e61b3cdb3e>, accessed March 10, 2021.

Lokot, Michelle
2021 Whose Voices? Whose Knowledge? A Feminist Analysis of the Value of Key Informant Interviews. *International Journal of Qualitative Methods* 20: 1609406920948775.

Luloff, A.E., Dana Hoag, Deanna Osmond, et al.
2012 Key Informant Survey to Understand What Farmers, Agency Personnel, and Stakeholders Think: National Institutes of Food and Agriculture--Conservation Effects Assessment Project. *In* Pp. 12–35.

Lutz, Ernst, Stefano Pagiola, and Carlos Reiche

1994 The Costs and Benefits of Soil Conservation: The Farmers' Viewpoint. *The World Bank Research Observer* 9(2): 273–295.

Machenaud, G, P Klein, F Terrien, and E Pasco

2014 Agroéquipement et Triple Performance. Freins et Leviers Pour La Transition Agroécologique. [Http://Agriculture.Gouv.Fr/Ministere/Agroequipements-et-Triple-Performance-Freins-et-Leviers-Pour-La-Transition-Agroecologique](http://Agriculture.Gouv.Fr/Ministere/Agroequipements-et-Triple-Performance-Freins-et-Leviers-Pour-La-Transition-Agroecologique). ABSO Conseil.

Magrini, Marie-Benoît, Marc Anton, Célia Cholez, et al.

2017 Transition vers des systèmes agricole et agroalimentaire durables : quelle place et qualification pour les légumineuses à graines ? *Revue Française de Socio-Économie* 18(1): 53.

Magrini, Marie-Benoît, Pierre Triboulet, and Laurent Bedoussac

2013 Pratiques agricoles innovantes et logistique des coopératives agricoles. Une étude ex-ante sur l'acceptabilité de cultures associées blé dur-légumineuses. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*(338): 25–45.

Makowski, David, Marie Morfin, Marion Casagrande, Aude Barbottin, and Lorène Prost

2009 Selection and Combination of Models for Cropping System Design. *In Farming Systems Design 2009 : An International Symposium on Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems* Pp. 175–176. *Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems*. Monterey, California, United States. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01173209>, accessed May 12, 2022.

Marathe, Sunil Marathe, and Kavita P. Shirsat

2015 Approaches for Mining YouTube Videos Metadata in Cyber Bullying Detection. *International Journal of Engineering Research & Technology* 4(05): 680–684.

Markets, Research and

2023 Global Agriculture Equipment Market Report 2023: Sector to Reach \$253.59 Billion by 2030 at a 5% CAGR. *GlobeNewswire News Room*. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2023/06/08/2684496/28124/en/Global-Agriculture-Equipment-Market-Report-2023-Sector-to-Reach-253-59-Billion-by-2030-at-a-5-CAGR.html>, accessed December 21, 2023.

Marshall, Mn

1996 The Key Informant Technique. *Family Practice* 13(1): 92–97.

Martin, Guillaume, Roger Martin-Clouaire, and Michel Duru

2013 Farming System Design to Feed the Changing World. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 33(1): 131–149.

Maurel, Veronique Bellon, and Christian Huyghe

2017 Putting Agricultural Equipment and Digital Technologies at the Cutting Edge of Agroecology. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* 24(3): 1–7.

McFadden, J.R.

2021 International Trade and Standards Harmonization: The Case of Tractors and the OECD Tractor Codes. *American Journal of Agricultural Economics*. Scopus, John Wiley and Sons Inc. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85120625967&doi=10.1111%2fajae.12277&partnerID=40&md5=8b9f9c09f327b65b54d479fa73c1bba4>.

McFarland, Kathryn

2018 The Global Agricultural Equipment Industry. Market Analysis - 2018-2020 Trends - Corporate Strategies. Market analysis, 8XMAC02. Xerfi.

McKenna, Stacey A., Patricia G. Iwasaki, Tracey Stewart, and Deborah S. Main

2011 Key Informants and Community Members in Community-Based Participatory Research: One Is Not like the Other. *Progress in Community Health Partnerships: Research, Education, and Action* 5(4): 387–397.

Mehta, Kunal, Maya Salvi, Rumil Dand, Vineet Makharia, and Prachi Natu

2020 A Comparative Study of Various Approaches to Adaptive Web Scraping. *In ICDSMLA 2019*. Amit Kumar, Marcin Paprzycki, and Vinit Kumar Gunjan, eds. Pp. 1245–1256. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Singapore: Springer.

Mélice, Anne

2009 Un concept lévi-straussien déconstruit : le « bricolage ». *Les Temps Modernes* 656(5). Paris: Gallimard: 83–98.

Menard, Claude

2012 IV. Structures organisationnelles : une dynamique complexe. *In* Pp. 80–107. *Repères*. Paris: La Découverte. <https://www.cairn.info/l-economie-des-organisations--9782707174765-p-80.htm>, accessed December 25, 2023.

Meyer, Morgan, and Alekos Pantazis

2018 Making, Adapting, Sharing: Fabricating Open-Source Agricultural Tools. *Blog. Resilience*. <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-01832417>, accessed November 1, 2019.

Mignolet, Catherine

2020 Changement d'usage des terres par l'agriculture en France depuis les années 1970: une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures: 3.

Millstein, Frank

2020 Natural Language Processing With Python: Natural Language Processing Using NLTK. Frank Millstein.

Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire

2020 Lancement de la stratégie nationale en faveur du développement des protéines végétales. <https://agriculture.gouv.fr/lancement-de-la-strategie-nationale-en-faveur-du-developpement-des-proteines-vegetales>, accessed June 28, 2021.

Miserque, O., S. Tissot, and O. Oestges

1997 Coût Des Techniques de Récolte Des Fourrages En Belgique. *Fourrages*(149): 81–93.

Mkomwa, Saidi, Pascal Kaumbutho, and P. Makungu

2015 Farm Machinery for Conservation Agriculture. *Conservation Agriculture*: 109–131.

Mokyr, Joel

1997 The Political Economy of Technological Change: Resistance and Innovation in Economic History.

Montgomery, David R.

2007 Soil Erosion and Agricultural Sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(33): 13268–13272.

Morel, Kevin, Eva Revoyron, Magali San Cristobal, and Philippe V. Baret

2020 Innovating within or Outside Dominant Food Systems? Different Challenges for Contrasting Crop Diversification Strategies in Europe. Til Feike, ed. *PLoS One* 15(3): e0229910.

Morgan, R. P. C.

2009 Soil Erosion and Conservation. John Wiley & Sons.

Muhammad, Andrew, James L. Seale, Birgit Meade, and Anita Regmi

2011 International Evidence on Food Consumption Patterns: An Update Using 2005 International Comparison Program Data. *SSRN Electronic Journal*. <http://www.ssrn.com/abstract=2114337>, accessed April 29, 2022.

Müller, Pierre

1984 Le technocrate et le paysan: essai sur la politique française de modernisation de l'agriculture de 1945 à nos jours. Editions de l'Atelier.

M'zoughi, Meriem

2021 Bricolage médical. Savoirs et pratiques des oncologues cambodgiens. *Moussons. Recherche en sciences humaines sur l'Asie du Sud-Est*(38). Presses Universitaires de Provence: 137–165.

Newman, Rebecca, and Ilan Noy

2023 The Global Costs of Extreme Weather That Are Attributable to Climate Change. *Nature Communications* 14(1). Nature Publishing Group: 6103.

Ngoma, Hambulo, Arild Angelsen, Thomas S. Jayne, and Antony Chapoto

2021 Understanding Adoption and Impacts of Conservation Agriculture in Eastern and Southern Africa: A Review. *Frontiers in Agronomy* 3.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2021.671690>, accessed December 15, 2023.

Nikolaenko, S., M. Bondar, O. Bulgakova, V. Vasileva, and K. Vartukapteinis

2021 Studying Requirements for Substantial List of Professional Knowledge for Students of Agricultural Engineering Specialities. *In Eng. Rural Dev.* Pp. 1519–1525. Scopus, Latvia University of Life Sciences and Technologies. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85112829410&doi=10.22616%2fERDev.2021.20.TF326&partnerID=40&md5=d00c922e61f4c6f0841d2b928a65f7b7>, accessed May 26, 2021.

Norberg, Arthur L.

1990 High-Technology Calculation in the Early 20th Century: Punched Card Machinery in Business and Government. *Technology and Culture* 31(4). [The Johns Hopkins University Press, Society for the History of Technology]: 753–779.

Odin, Florence, and Christian Thuderoz

2010 Des mondes bricolés: arts et sciences à l'épreuve de la notion de bricolage. PPUR Presses polytechniques.

Oranga, Josephine, and Audrey Matere

2023 Qualitative Research: Essence, Types and Advantages. *OALib* 10(12): 1–9.

Osman, Abdullahi Sidow

2019 Data Mining Techniques: Review. *International Journal of Data Science Research* 2(1): 1–5.

Pagliarino, Elena, Francesca Orlando, Valentina Vaglia, Secondo Rolfo, and Stefano Bocchi

2020 Participatory Research for Sustainable Agriculture: The Case of the Italian Agroecological Rice Network. *European Journal of Futures Research* 8(1): 7.

Paredes-Valverde, Mario Andrés, Giner Alor-Hernández, Alejandro Rodríguez-González, and Gandhi Hernández-Chan

2012 Developing Social Networks Mashups: An Overview of REST-Based APIs. *Procedia Technology* 3. The 2012 Iberoamerican Conference on Electronics Engineering and Computer Science: 205–213.

Patil, Atish, and Mutum Lamnganbi

2018 Impact of Climate Change on Soil Health: A Review. *International Journal of Chemical Studies* 6(3): 2399–2404.

Peppler, Kylie, Erica Halverson, and Yasmin B. Kafai

2016 *Makeology: Makerspaces as Learning Environments* (Volume 1). Routledge.

Poméon, Thomas, Ève Fouilleux, Sylvaine Lemeilleur, and Allison Marie Loconto

2020 Chapitre 10 - L'agriculture biologique en France, entre projet critique et conventionnalisation. *In Transformations agricoles et agroalimentaires : Entre écologie et capitalisme*. Gilles Allaire and Benoit Daviron, eds. Pp. 181–198. Synthèses. Versailles: Éditions Quæ. <http://books.openedition.org/quæ/21767>, accessed March 18, 2022.

Pouliquen, Alain

1980 L'industrialisation de l'agriculture de la R.D.A. : nouveaux développements des contradictions et nouvelles solutions organisationnelles. *Revue d'études comparatives Est-Ouest* 11(1): 53–74.

Powlson, David S., Clare M. Stirling, M. L. Jat, et al.

2014 Limited Potential of No-till Agriculture for Climate Change Mitigation. *Nature Climate Change* 4(8): 678–683.

Prost

2019 *La Recherche Agronomique Au Prisme de La Conception - TEL - Thèses En Ligne*. <https://theses.hal.science/tel-02789602>, accessed December 25, 2023.

Pujari, Arun K.

2001 *Data Mining Techniques*. Universities Press.

Qian, Long, Hua Lu, Qiang Gao, and Hualiang Lu

2022 Household-Owned Farm Machinery vs. Outsourced Machinery Services: The Impact of Agricultural Mechanization on the Land Leasing Behavior of Relatively Large-Scale Farmers in China. *Land Use Policy* 115: 106008.

Racine, Valerie

2014 "Evolution and Tinkering" (1977), by Francois Jacob. <https://hpsrepository.asu.edu/handle/10776/8227>, accessed November 15, 2022.

Rangaswamy, Shanta, Shubham Ghosh, Srishti Jha, and Soodamani Ramalingam

2016 Metadata Extraction and Classification of YouTube Videos Using Sentiment Analysis. *In 2016 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)* Pp. 1–2.

Rasmussen, Anne

1996 Critique du progrès, « crise de la science » : débats et représentations du tournant du siècle. Mil neuf cent. Revue d'histoire intellectuelle (Cahiers Georges Sorel) 14(1): 89–113.

Rasmussen, Laura Vang, Brendan Coolsaet, Adrian Martin, et al.
2018 Social-Ecological Outcomes of Agricultural Intensification. *Nature Sustainability* 1(6): 275–282.

Rénier, Louis

2022 « Pourquoi je protège mon blé ». La communauté des agri-youtubeurs et ses publications sur les pesticides. *Études rurales* 209(1). Paris: Éditions de l'EHESS: 106–127.

Rénier, Louis, Aurélie Cardona, Frédéric Goulet, and Guillaume Ollivier

2022 La proximité à distance. *Rezeaux* 231(1): 225–257.

Rezaei, Ehsan Eyshi, Heidi Webber, Senthold Asseng, et al.

2023 Climate Change Impacts on Crop Yields. *Nature Reviews Earth & Environment* 4(12). Nature Publishing Group: 831–846.

Rieutort, Laurent, Julie Ryschawy, Auréline Doreau, and Caroline Guinot

2014 Atlas de l'élevage herbivore en France: Filières innovantes, territoires vivants. Collection Atlas-monde. Éd. Autrement.

https://www.researchgate.net/publication/289202429_Atlas_de_l'elevage_herbivore_en_Franc_Filieres_innovantes_territoires_vivants#fullTextFileContent, accessed June 28, 2021.

Rizzo, Davide, Alexis Bach, and Anne Combaud

2021 Distribution of Precision Agriculture Technologies: A First Survey of French Dealerships. *In* The Conference of Innovations and Solutions for Efficient and Sustainable Agriculture Pp. 235–244. Nantes, France: APS Axema Promotion & Services. <https://zenodo.org/record/5602074>, accessed November 22, 2021.

Rizzo, Davide, Michel Dubois, and Anne Combaud

2018 Innovation Des Agroéquipements : Au Carrefour Entre Agriculteurs, Industriels et Formation. *In* Agriculture Durable : Une Opportunité Pour l'innovation Des Machines et Des Systèmes P. poster. Beauvais, FRA. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03154185>, accessed March 15, 2022.

Rizzo, Davide, Fatma Fourati, Lucian Ceapraz, et al.

2018 Identifying the Stakeholders' Interactions within an Agricultural Innovation System towards Sustainability. *In* System Innovation towards Sustainable Agriculture 3. Riga, Latvia: SISA Community or practice. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03581558>.

Robert Chambers

1989 Farmer First: Farmer Innovation and Agricultural Research. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/pad.4230100412>, accessed July 4, 2022.

Rogers, Matt

2015 Contextualizing Theories and Practices of Bricolage Research. *The Qualitative Report*. <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol17/iss48/3/>, accessed March 15, 2022.

Rosa, L., M.C. Rulli, S. Ali, et al.

2021 Energy Implications of the 21st Century Agrarian Transition. *Nature Communications* 12(1). Scopus, Nature Research. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85104551501&doi=10.1038%2fs41467-021-22581-7&partnerID=40&md5=388be25e402bd0ce83880e09b20251dc>.

Rosenberg, Beth, Charles Levenstein, and John Wooding

1998 Down on the Farm: The Agricultural Extension Service as a Model for Manufacturing? *NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy* 8(3). SAGE Publications Inc: 365–380.

Rosenberg, Nathan

1970 Economic Development and the Transfer of Technology: Some Historical Perspectives. *Technology and Culture* 11(4). [The Johns Hopkins University Press, Society for the History of Technology]: 550–575.

Rouillé, Benoît, Jean Devun, and Philippe Brunschwig

2014 L'autonomie alimentaire des élevages bovins français. *OCL* 21(4): D404.

Rubiales, Diego, Paolo Annicchiarico, Maria Carlota Vaz Patto, and Bernadette Julier

2021 Legume Breeding for the Agroecological Transition of Global Agri-Food Systems: A European Perspective. *Frontiers in Plant Science* 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.782574>, accessed December 15, 2023.

Sag, Ivan A., Timothy Baldwin, Francis Bond, Ann Copestake, and Dan Flickinger

2002 Multiword Expressions: A Pain in the Neck for NLP. *In Computational Linguistics and Intelligent Text Processing*. Alexander Gelbukh, ed. Pp. 1–15. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer.

Salembier, Chloe, and Jean Marc J. M. Meynard

2013 Evaluation de systèmes de culture innovants conçus par des agriculteurs : un exemple dans la Pampa Argentine. *Innovations Agronomiques* 31: 27.

Salembier, Chloé, Blanche Segrestin, Nicolas Sinoir, et al.

2020 Design of Equipment for Agroecology: Coupled Innovation Processes Led by Farmer-Designers. *Agricultural Systems* 183: 102856.

Salembier, Chloé, Blanche Segrestin, Benoît Weil, et al.

2021 A Theoretical Framework for Tracking Farmers' Innovations to Support Farming System Design. *Agronomy for Sustainable Development* 41(5): 61.

Savage, Michael J., Joe T. Ritchie, William L. Bland, and William A. Dugas
1996 Lower Limit of Soil Water Availability. *Agronomy Journal* 88(4): 644–651.

Saxton, K. E., and J. E. Morrison
2003 Farm Machines for Large-Scale Conservation Agriculture. *In Conservation Agriculture: Environment, Farmers Experiences, Innovations, Socio-Economy, Policy*. Luis García-Torres, José Benites, Armando Martínez-Vilela, and Antonio Holgado-Cabrera, eds. Pp. 255–262. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1143-2_31, accessed July 21, 2022.

Schneider, Anne, and Christian Huyghe
2015 Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. éditions Quae. <https://www.quae-open.com/produit/77/9782759223367/les-legumineuses-pour-des-systemes-agricoles-et-alimentaires-durables>, accessed June 23, 2021.

Schum, Timothy R., Robert L. Krippendorf, and Kathy A. Biernat
2003 Simple Feedback Notes Enhance Specificity of Feedback to Learners. *Ambulatory Pediatrics* 3(1): 9–11.

Sébillotte, Michel
1974 Agronomie et agriculture : essai d'analyse des tâches de l'agronome: 23.

Séguy, Lucien, and Serge Bouzinac
2001 Direct Seeding on Plant Cover : Sustainable Cultivation of Our Planet's Soils. Conference_item. *Conservation Agriculture, a Worldwide Challenge : Ist World Congress on Conservation Agriculture*. <https://agritrop.cirad.fr/513146/>, accessed May 12, 2022.

Senyard, Julienne, Ted Baker, and Per Davidsson
2009 Entrepreneurial Bricolage: Towards Systematic Empirical Testing. *Frontiers of Entrepreneurship Research* 29(5): 16.

Sharrock, Wes W.
1974 On Owning Knowledge. *In Ethnomethodology: Selected Readings*. Penguin.

Sigaut, François
1989 La Naissance Du Machinisme Agricole Moderne. *Anthropologie et Sociétés* 13(2): 79–102.

Singh, Jagdish, Amit Salaria, and Amit Kaul
2014 IMPACT OF SOIL COMPACTION ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND ROOT GROWTH: A REVIEW.

http://www.researchgate.net/profile/Jagdish_Singh3/publication/276253675_Impact_of_soil_compaction_on_soil_physical_properties_and_root_growth_A_review/links/5553232b08aeaaff3bf0147d.pdf, accessed January 14, 2016.

Singrodia, Vidhi, Anirban Mitra, and Subrata Paul

2019 A Review on Web Scrapping and Its Applications. *In* 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI) Pp. 1–6.

Six, J, H Bossuyt, S Degryze, and K Denef

2004 A History of Research on the Link between (Micro)Aggregates, Soil Biota, and Soil Organic Matter Dynamics. *Soil and Tillage Research* 79(1). *Advances in Soil Structure Research*: 7–31.

Soltwedel, Rüdiger, Christiane Krieger-Boden, and Europäische Kommission, eds.

2007 The Impact of European Integration and Enlargement on Regional Structural Change and Cohesion ; EURECO ; Final Report ; Project HPSE ; CT-2002-00118 Funded under the Key Action “Improving the Socio-Economic Knowledge Base” of FP5. issued in December 2005. EUR, 22370. Luxembourg: Office for Official Publ. of the Europ. Communities.

Soumare, Abdoulaye, Abdala G. Diedhiou, Moses Thuita, et al.

2020 Exploiting Biological Nitrogen Fixation: A Route Towards a Sustainable Agriculture. *Plants* 9(8): 1011.

Srinivasa-Desikan, Bhargav

2018 Natural Language Processing and Computational Linguistics: A Practical Guide to Text Analysis with Python, Gensim, SpaCy, and Keras. Packt Publishing Ltd.

Steinfeld, Henning, Pierre Gerber, T. Wassenaar, et al.

2006 Livestock’s Long Shadow. FAO of the UN. <https://www.fao.org/3/a0701e/a0701e00.htm>, accessed December 6, 2023.

Stinchfield, Bryan T., Reed E. Nelson, and Matthew S. Wood

2013 Learning from Levi–Strauss’ Legacy: Art, Craft, Engineering, Bricolage, and Brokerage in Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice* 37(4). SAGE Publications Inc: 889–921.

Stoate, C., A. Báldi, P. Beja, et al.

2009 Ecological Impacts of Early 21st Century Agricultural Change in Europe – A Review. *Journal of Environmental Management* 91(1): 22–46.

Šūmane, Sandra, Ilona Kunda, Karlheinz Knickel, et al.

2018 Local and Farmers’ Knowledge Matters! How Integrating Informal and Formal Knowledge Enhances Sustainable and Resilient Agriculture. *Journal of Rural Studies* 59: 232–241.

Sutherland, William, Phoebe Barnard, Steven Broad, et al.

2016 A 2017 Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation and Biological Diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 32.

Tanveer, Mohsin, Shakeel Ahmad Anjum, Saddam Hussain, Artemi Cerdà, and Umair Ashraf

2017 Relay Cropping as a Sustainable Approach: Problems and Opportunities for Sustainable Crop Production. *Environmental Science and Pollution Research International* 24(8): 6973–6988.

Thierfelder, Christian, and Patrick C. Wall

2009 Effects of Conservation Agriculture Techniques on Infiltration and Soil Water Content in Zambia and Zimbabwe. *Soil and Tillage Research* 105(2): 217–227.

Tout savoir sur la Haute Valeur Environnementale (HVE)

2022 Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/tout-savoir-sur-la-haute-valeur-environnementale-hve>, accessed December 26, 2023.

Touzard, Jean-Marc

2017 Innover face au changement climatique. *Innovations* 54(3). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur: 5–13.

Traitler, Helmut, Michel Dubois, Keith Heikes, Vincent Petiard, and David Zilberman

2017 Innovation in Plant Breeding for Sustainable Supply of High-Quality Plant Raw Materials for Food Industry. *In Megatrends in Food and Agriculture: Technology, Water Use and Nutrition* Pp. 53–86. London, New York.: Wiley.

Tremblay, Marc-Adélar

1957 The Key Informant Technique: A Nonethnographic Application. *American Anthropologist* 59(4): 688–701.

Trenberth, Ke

2011 Changes in Precipitation with Climate Change. *Climate Change Research. Climate Research* 47(1): 123–138.

Tress, G., B. Tress, and G. Fry

2003 Knowledge Creation and Reflection in Integrative and Participatory Projects. *In From Tacit to Explicit Knowledge in Integrative and Participatory Research*. Bärbel Tress, Gunther Tress, and M.H.I. Bloemmen, eds. Pp. 14–24. DELTA, 3. Wageningen (NLD): WUR-Alterra.

Trouvé, Alain

2020 La lecture, entre bricolage et déconstruction: autour de "La Potière jalouse" (Lévi-Strauss). Éditions et Presses universitaires de Reims. <https://hal.univ-reims.fr/hal-02967387>, accessed November 15, 2022.

Uijtewaal, A., S. Chapuis, G. Crocq, and P. Lépée

2016 Advances in methods for harvesting and storing forage legumes. *Fourrages* 2016(No.227). Association Française pour la Production Fourragère, I.N.R.A.: 157–166.

Uzoh, Ifeyinwa Monica, Charles Arizechukwu Igwe, Chinyere Blessing Okebalama, and Olubukola Olularanti Babalola

2019 Legume-Maize Rotation Effect on Maize Productivity and Soil Fertility Parameters under Selected Agronomic Practices in a Sandy Loam Soil. *Scientific Reports* 9(1). Nature Publishing Group: 8539.

Vall, Eric, Eduardo Chia, Mélanie Blanchard, et al.

2016 La co-conception en partenariat de systèmes agricoles innovants. *Cahiers Agricultures* 25(1): 7 P.

Van der Voort, Marcel, Wijnand Sukkel, and Clémentine Antier

2021 Guidelines for Machinery Requirements Enabling Crop Diversification at the Different Levels of Supply Chain (1.0). Deliverable, 5.4. WP5. DiverIMPACTS.
<https://www.zenodo.org/record/5566744>, accessed August 30, 2022.

Vanloqueren, Gaëtan, and Philippe V. Baret

2009 How Agricultural Research Systems Shape a Technological Regime That Develops Genetic Engineering but Locks out Agroecological Innovations. *Research Policy* 38(6). Elsevier: 971–983.

Vasiliev, Yuli

2020 Natural Language Processing with Python and SpaCy: A Practical Introduction. No Starch Press.

Velazquez-Miranda, Elsa, Gerardo Silva-Navarro, and Juan Bory-Reyes

2017 On the Design Methodologies for Agricultural Machines in Mexico. *In* 2017 14th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE) Pp. 1–6. Mexico City: IEEE. <http://ieeexplore.ieee.org/document/8108901/>, accessed July 21, 2022.

Vernette, Eric, and Jean-Luc Giannelloni

2009 Vers Une Nouvelle Compréhension de l'influence Des Leaders d'opinion En Marketing.

Vertès, F

2015 Légumineuses et prairies temporaires : des fournitures d'azote pour les rotations: 14.

Vincent-Jones, Peter

2000 Contractual Governance: Institutional and Organizational Analysis. *Oxford Journal of Legal Studies* 20(3). Oxford University Press: 317–351.

Voisin, Anne-Sophie, Jacques Guéguen, Christian Huyghe, et al.
2013 Les légumineuses dans l'Europe du XXI^e siècle: Quelle place dans les systèmes agricoles et alimentaires actuels et futurs? Quels nouveaux défis pour la recherche? 31.

Wang, F.

2021 Thoughts on Building an Intelligent Integrated Management System of Agricultural Environment. *In* J. Phys. Conf. Ser. Scopus, IOP Publishing Ltd.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85104635987&doi=10.1088%2f1742-6596%2f1852%2f3%2f032047&partnerID=40&md5=934ac647931cedd8ceb52acb7b750812>, accessed December 27, 2020.

Wang, Guocheng, Tingting Li, Wen Zhang, and Yongqiang Yu

2014 Impacts of Agricultural Management and Climate Change on Future Soil Organic Carbon Dynamics in North China Plain. *PLOS ONE* 9(4). Public Library of Science: e94827.

Wezel, A., S. Bellon, T. Doré, et al.

2009 Agroecology as a Science, a Movement and a Practice. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 29(4): 503–515.

Wezel, Alexander, Marion Casagrande, Florian Celette, et al.

2014 Agroecological Practices for Sustainable Agriculture. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 34(1): 1–20.

Wezel, Alexander, Gizachew Soboksa, Shelby McClelland, Florian Delespesse, and Apolline Boissau

2015 The Blurred Boundaries of Ecological, Sustainable, and Agroecological Intensification: A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 35(4): 1283–1295.

White, Alissa, Joshua W. Faulkner, Meredith T. Niles, David Conner, and V. Ernesto Mendez

2023 The Role of Farmer Networks in Supporting Adaptive Capacity: Opening the Door for Innovation and Transformation in the Northeastern United States. *Elementa: Science of the Anthropocene* 11(1): 00039.

Wyatt, Ian D.

2006 Occupational Changes during the 20th Century. *Monthly Labor Review* 129: 35.

Yazdanpanah, Masoud, Tahereh Zobeidi, Laura A. Warner, et al.

2023 Shaping Farmers' Beliefs, Risk Perception and Adaptation Response through Construct Level Theory in the Southwest Iran. *Scientific Reports* 13(1). Nature Publishing Group: 5811.

Yogish, Deepa, T. N. Manjunath, and Ravindra S. Hegadi

2019 Review on Natural Language Processing Trends and Techniques Using NLTK. *In* Recent

Trends in Image Processing and Pattern Recognition. K. C. Santosh and Ravindra S. Hegadi, eds. Pp. 589–606. Communications in Computer and Information Science. Singapore: Springer.

Yuan, Shupe, Syed Hussain, Kayla Hales, and Shelia Cotten
2015 What Do They Like? Communication Preferences and Patterns of Older Adults in the U.S.: The Role of Technology. *Educational Gerontology* 42: 151002110532002.

Zaki, Mohammed J., and Limsoon Wong
2004 Data Mining Techniques. *In* Selected Topics in Post-Genome Knowledge Discovery Pp. 125–163. Lecture Notes Series, Institute for Mathematical Sciences, National University of Singapore, Volume 3. CO-PUBLISHED WITH SINGAPORE UNIVERSITY PRESS.
https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789812794840_0004, accessed November 8, 2022.

Zantsi, Siphe, Stephen Mulanda, and Lunathi Hlakanyane
2021 Small-Scale Agriculture, Land Reform, and Government Support in South Africa: Identifying Moral Hazard, Opportunistic Behaviour, and Adverse Selection. *International Journal of African Renaissance Studies - Multi-, Inter- and Transdisciplinarity* 16(2). Routledge: 119–144.

Zeni, Mattia, Daniele Miorandi, and Francesco De Pellegrini
2013 YOUStatAnalyzer: A Tool for Analysing the Dynamics of YouTube Content Popularity. *In* Proceedings of the 7th International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools Pp. 286–289. ValueTools '13. Brussels, BEL: ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering). <https://doi.org/10.4108/icst.valuetools.2013.254391>, accessed November 9, 2022.

Zhang, Anthony
2017[2014] Speech Recognition. Python. https://github.com/Uberi/speech_recognition#readme, accessed March 20, 2022.

Zhao, Bo
2017 Web Scraping. *In* Encyclopedia of Big Data. C Schintler and C McNeely, eds. Pp. 1–3. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32001-4_483-1.

Zhao, H., Y. Huang, Z. Liu, W. Liu, and Z. Zheng
2021 Applications of Discrete Element Method in the Research of Agricultural Machinery: A Review. *Agriculture (Switzerland)* 11(5). Scopus, MDPI AG.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106583851&doi=10.3390%2fagriculture11050425&partnerID=40&md5=280f43682f5de43ac01972ef1a6936d6>.

van Zonneveld, Maarten, Marie-Soleil Turmel, and Jon Hellin
2020 Decision-Making to Diversify Farm Systems for Climate Change Adaptation. *Frontiers in*

Sustainable Food Systems 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.00032>, accessed December 14, 2023.

Financements

Les activités de Souha Kefi, ainsi que les stages de Oumayma Sboui et Ryma Benayache, et les projets réalisés avec les étudiants ont bénéficié du financement de la Chaire Agro-Machinisme et Nouvelles Technologies, portée par UniLaSalle avec le soutien du mécénat de la Fondation d'Entreprise Michelin, d'AGCO Massey-Ferguson, du Groupe Kuhn, de la Région Hauts-de-France et des fonds européens de développement régional (FEDER). La thèse de Souha Kefi est co-financée par une allocation recherche de la région Hauts-de-France pour les années 2020-2023.