HAL open science

Les échanges temporaires de parcelles entre exploitations : motivations agricoles et intérêt environnemental

Yannick Dongmo Zangue

To cite this version:

Yannick Dongmo Zangue. Les échanges temporaires de parcelles entre exploitations : motivations agricoles et intérêt environnemental. Sciences agricoles. Université Paris-Saclay, 2023. Français. NNT : 2023UPASB008 . tel-04103206

HAL Id: tel-04103206

https://pastel.hal.science/tel-04103206

Submitted on 23 May 2023

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.

Les échanges temporaires de parcelles entre exploitations : motivations agricoles et intérêt environnemental

Temporary plots exchanges between farms: agricultural motivations and environmental interests

Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

École doctorale n°581 : Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement et Santé (ABIES)
Spécialité de doctorat : Sciences Agronomiques
Graduate School : Biosphera. Référent : AgroParisTech

Thèse préparée dans l'UMR **SAD-APT** (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech), sous la direction de **Philippe MARTIN**, Professeur
et la co-direction de **Romain MELOT**, Directeur de Recherche

Thèse soutenue à Paris-Saclay, le 07 Février 2023, par

Yannick DONGMO ZANGUE

Composition du Jury

Membres du jury avec voix délibérative

Chantal LOYCE Professeur, AgroParisTech (Université Paris-Saclay)	Présidente
Stéphane DE TOURDONNET Professeur, l'Institut Agro Montpellier	Rapporteur & Examinateur
Marta DEBOLINI Chargée de Recherche (HDR), INRAE (centre PACA)	Rapporteur & Examinatrice
Pierre GASSELIN Ingénieur de Recherche, INRAE (centre Occitanie-Montpellier)	Examinateur
Delphine BURGER-LEENHARDT Directrice de Recherche, INRAE (centre Occitanie-Montpellier)	Examinatrice

THESE DE DOCTORAT

NNT : 2023UPASB008

ÉCOLE DOCTORALE
Agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé (ABIES)

université PARIS-SACLAY

Titre : Les échanges temporaires de parcelles entre exploitations : motivations agricoles et intérêt environnemental

Mots clés : Pratiques foncières agricoles, Succession de cultures, Echanges temporaires de parcelles, Bases de données spatialisées, Enquêtes, Agronomie des territoires.

Résumé : Ces dernières années en France, le levier foncier consistant à acquérir des terres ou alors à encadrer les droits d'usage pour assurer la restauration et la préservation de l'eau potable a fortement été mis en avant. Bien qu'efficace, ce levier est aussi coûteux et long à mettre en place. Cette thèse explore les voies d'amélioration du levier foncier en s'intéressant aux possibilités qu'offrent les échanges temporaires de parcelles entre exploitations pour réduire la pression environnementale de l'activité agricole. Les pratiques d'échanges de parcelles entre exploitations renvoient à une diversité de logiques d'action qui se traduisent par des changements temporaires de droits d'usages sur le foncier. Au prisme de l'agronomie des territoires et de la sociologie du droit foncier, la thèse s'attelle à comprendre les motivations agricoles des échanges temporaires de parcelles. Elle évalue aussi les impacts environnementaux et économiques de cette pratique et discute des conditions de sa mobilisation comme levier d'action environnemental.

Ce travail a été mené sur l'aire d'alimentation de captage d'Escrebieux située dans le nord de la France. Les données du Registre Parcellaire Graphique (RPG 2015-2019) ont permis d'identifier et de caractériser les situations des échanges temporaires de parcelles entre exploitations. Les données issues d'enquêtes en exploitation ont aidé à comprendre les motivations agricoles. La combinaison de ces deux sources d'information couplé aux données nationales issues des enquêtes pratiques culturales (AGRESTE) ont permis d'évaluer les impacts environnementaux et économiques.

Les résultats tendent à montrer que les échanges temporaires de parcelles relèvent d'une stratégie d'allocation des cultures aux parcelles conduisant à une plus grande diversité des successions culturales sur les parcelles des exploitations qui y ont recours, en comparaison des exploitations qui n'en font pas. Ils montrent aussi que lorsque les échanges temporaires de parcelles se font de manière occasionnelle, ils contribuent à réduire la pression phytosanitaire (notamment herbicide) et à améliorer les performances économiques d'une certaine catégorie d'exploitations qui y ont recours. Enfin, cette analyse montre que la mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental dépend fortement des caractéristiques agricoles du territoire concerné et des perspectives d'évolution agricole envisagées.

Les connaissances produites dans cette thèse, notamment sur les motivations agricoles des échanges temporaires de parcelles et les conséquences environnementales et économiques induites par ces échanges, contribuent à enrichir le champ des possibilités d'action foncière pour les gestionnaires des aires d'alimentation de captage dans leur activité de préservation et de protection de la ressource en eau.

Title: Temporary plots exchanges between farms: agricultural motivations and environmental interests

Keywords: Farmland management practices, Crop succession, Temporary plots exchange, Spatial databases, Surveys, Landscape agronomy

Abstract: In recent years in France, the land lever for environmental management consisting of acquiring land or regulating usage rights to ensure the restoration and preservation of drinking water has been strongly emphasised. Although effective, this lever is also costly and time consuming to implement. This thesis explores ways to improve the land lever by looking at the possibilities offered by temporary plots exchanges between farms to reduce the environmental pressure of agricultural activity. The practice of exchanging plots between farms refers to a diversity of action logics that result in temporary changes in land use rights. Through the perspective of Landscape agronomy and the sociology of land law, the thesis attempts to understand the agricultural motivations of temporary plots exchanges. It also assesses the environmental and economic impacts of this practice and discusses the conditions for its mobilisation as a lever for environmental management.

This work was carried out in the Escrebieux catchment area in northern France. Data from the French Land Parcel Identification System also called Registre Parcellaire Graphique in french (2015-2019) were used to identify and caracterise the situations of temporary plot exchanges; while data from on-farm surveys helped to understand thier agricultural motivations. And the combinaition of these two sources of information, coupled with national data from crop surveys (AGRESTE), made it possible to assess thier environmental and economic consequences.

The results tend to show that temporary plot exchanges are part of a strategy for allocating crops to plots, leading to a greater diversity of crop successions on the plots of farms that use them, compared to farms that do not. They also show that when temporary plot exchanges are done occasionally, they contribute to reducing phytosanitary pressure (especially herbicide) and to improving the economic performance of a certain category of farms that use them. Finally, this analysis shows that the mobilisation of temporary plot exchanges as a lever for environmental action depends strongly on the agricultural characteristics of the territory concerned and the prospects for agricultural development envisaged.

The knowledge produced in this thesis, in particular on the agricultural motivations of the temporary exchanges of plots and the environmental and economic consequences induced by these exchanges, contributes to enrich the field of the possibilities of land action for the authorities in charge of managing drinking water catchment areas in their activity of preservation and protection of the water resource.

REMERCIEMENTS

Au moment où j'achève la rédaction de ce manuscrit, je souhaite adresser ma gratitude à l'endroit des personnes sans qui cette thèse n'aurait jamais abouti. Elle est en effet le fruit d'un travail collectif que j'ai eu l'honneur d'animer. Chacun à sa manière à apporter sa pierre à la matérialisation de ce projet.

Ma reconnaissance va en premier lieu à l'endroit de **Philippe Martin** et **Romain Melot**, mes deux directeurs de thèse. Philippe et Romain sont ceux par qui tout a commencé. Ils ont cru en moi dès notre première rencontre à l'occasion de l'entretien d'embauche. Le courant est passé entre nous et j'ai été très vite adopté comme un collègue et ensuite comme un proche. D'abord par Romain qui m'a proposé de me loger chez ses parents pendant que je préparais ma candidature pour la bourse doctorale (Un grand merci à tes parents pour leur accueil). Et ensuite Philippe qui m'a hébergé à son tour à mon arrivée en région parisienne. Philippe a poussé le bouchon de l'hospitalité encore plus loin en hébergeant mon épouse venue me rejoindre en France pendant ma thèse. Je lui dois la venue au monde de ma dernière fille dans de bonnes conditions ! Beaucoup d'émotions m'envahissent lorsque je repense à toute cette humanité que ta famille m'a manifestée (je pense à Lucie, Solène, Elise, Claire et Etienne). Sur le plan scientifique, j'ai été gâté : rigueur dans l'analyse, diversité d'approche, problématisation d'une thématique de recherche, organisation des résultats en vue de leur valorisation, etc. J'ai tout appris à vos côtés. Il y a aussi eu des moments d'incompréhension, je pense par exemple aux nombreuses réunions que nous avions eu lors de la prise en main du logiciel RPG Explorer ou encore lorsque je devais m'approprier ma problématique de thèse. Ces moments ont aussi été des instants de formation ! Pour finir, je souhaite dire à Philippe qu'il peut être rassuré parce que je m'approprie sa rigueur. Mes enfants disent de moi que je suis rigoureux, ce qui est bien la preuve de cette appropriation.

Ma reconnaissance va en second lieu à l'endroit des membres de mon Comité de suivi de thèse pour leur bienveillance. Nos échanges durant les réunions du COPIL ont

toujours été constructifs et chaleureux. Vos contributions ont grandement nourri mon travail. Merci encore d'avoir accepté de suivre cette thèse.

J'adresse ma profonde reconnaissance aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Je remercie aussi les membres de l'UMR SADAPT avec qui j'ai étroitement collaboré. Une mention spéciale à Brigitte Rémy et Cathia Lucchi, qui ont été mes co-enquêtrices sur le terrain. Venues principalement pour m'épauler lors de mes déplacements (eh oui je n'avais pas de permis au moment des enquêtes ; une sacrée galère !), elles ont largement dépassé leur mission en s'impliquant entièrement dans la conduite des entretiens. J'ai encore en souvenir les échanges sur les stratégies foncières des agriculteurs, ou plus anecdotique la localisation du siège de l'exploitation à enquêter. Un merci particulier à Alain Havet le « monsieur social » du laboratoire pour sa sagesse et sa disponibilité (je n'oublie pas ce coup de pousse avec la voiture lors de mon déménagement). Merci aussi à Aude Barbottin, François Coléno, Chloé Salembier et Mourrad Hannachi pour les moments d'échanges. Un grand merci à Jean Marc Meynard pour sa disponibilité lors des échanges. J'ai beaucoup apprécié sa pédagogie à l'occasion des échanges que nous avions eus. Je n'oublie pas Marco Corrozi et Francesco Accatino pour l'initiation à la modélisation. J'ai apprécié chaque seconde passée en votre compagnie. Vous avez fait de l'ignorant que j'étais un débutant en modélisation. Enfin un grand merci à tous mes collègues doctorants et non permanents de l'unité. Je pense en particulier à Elodie YAN, ma voisine de bureau qui a aussi été mon informaticienne attitrée notamment pour tout ce qui était traitement de données sur R. A vous tous je vous adresse un grand merci.

Un merci particulier à Rémy Ballot: j'ai été honoré de te côtoyer. Tu as toujours été disponible lorsque je te sollicitais. J'ai beaucoup apprécié la profondeur de tes analyses et surtout l'efficacité de tes solutions. Je reste admiratif de ta modestie malgré la richesse de tes connaissances. Bravo !

Un grand merci à toutes les personnes qui ont participé aux entretiens et aux enquêtes. Je pense en particulier aux agriculteurs de l'aire de captage d'Escrebieux, aux différents animateurs des AAC qui ont été nombreux à répondre favorablement à mon invitation, et aux élus (chambre d'agriculture) avec qui j'ai échangé. Malgré leur emploi de temps chargé, ils ont daigné me consacrer un peu de leur temps pour m'accueillir. Discuter avec vous a été constructif pour moi.

Sur un plan personnel, je remercie enfin ma famille et en particulier mon épouse Kevine Karine Wanko DEMYO qui a su me soutenir durant les épreuves de la thèse : insomnies, crise d'angoisse, perte de confiance en soi, etc. Elle a tout encaissé et a toujours trouvé le bon mot pour me consoler. Cette thèse est aussi la sienne et c'est pleinement mérité ! Un grand merci à mes enfants qui ont accepté de se priver de plusieurs moments de jeu avec leur papa pour me donner le temps d'avancer dans mes travaux. Je vous promets d'être plus présent et de beaucoup plus jouer avec vous. Je remercie mes mamans : Anne Marie TEFAK ESSONO et Catherine Atefack CHOUNA DONGMO qui ont cru en moi et m'ont soutenu dans ma « folle » aventure de thèse. Cette thèse est le fruit de votre amour et vos prières. Je prie le seigneur de continuer de vous maintenir en santé pour profiter encore plusieurs années de votre chaleur. Une pensée particulière à ma petite sœur, Marie Joëlle VOUFACK NGUEPI qui a tant rêvé de ce grand moment. Chère petite sœur je souhaite à travers ces quelques mots de dire merci et te signifier ma reconnaissance pour ton soutien. Un merci particulier à Ferdinand NANFACK et Leonel KITIO, mes amis de toujours pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements. Un grand merci à tous mes frères et sœurs que je ne peux malheureusement pas tous citer ici. Je remercie aussi ma belle-famille ma belle-mère Marie NJOMGANG, son époux, et mes beaux-frères pour leur soutien et leurs encouragements. Je n'oublie pas mon oncle chéri papa TSAMO Jean pour sous soutien et ses encouragements. Cette page de ma vie s'achève…. Elle laisse la place à une nouvelle page qui je l'espère sera encore plus exaltante.

Table des matières

REMERCIEMENTS 1
INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE 11
1. Réduire les pollutions agricoles 12
1.1. Des aires d'alimentation de captage (AAC) sous pression agricole et des actions proposées qui ont leurs limites… 12
1.2. La nécessité d'explorer une diversité de leviers d'action pour réduire les pollutions agricoles 14
2. Formaliser une démarche d'analyse des échanges temporaires de parcelles dans une perspective environnementale 17
2.1. La nécessité d'articuler plusieurs niveaux d'analyse et d'action 17
2.2. La question de l'approche méthodologique et de l'accès aux données 20
3. Problématique de la thèse 22
4. Approche conceptuelle de la thèse 24
5. Démarche de recherche 26
PARTIE 1 30
DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DES PRATIQUES FONCIERES AGRICOLES 30
Chapitre 1: Diversity of farmland management practices (FMPs) and their nexus to environment: A review 31
Abstract 32
1. Introduction 33
2. Conceptual framework 35
2.1. What is an FMP? 35
2.2. What are the determinants of FMPs? 37
3. Material and methods 37
3.1. Collection of secondary data and reviewed publications 37
3.2. Data analysis 39
4. RESULTS AND DISCUSSION 41
4.3. There are possible environmental consequences of FMPs but in-depth studies are needed 56
5. Conclusion 61
6. Limits of this study 61
CHAPITRE 2 : MOBILISER LES OUTILS FONCIERS POUR REDUIRE L'IMPACT DES ACTIVITES AGRICOLES SUR LA QUALITE DE L'EAU : LES ENSEIGNEMENTS D'UNE ENQUÊTE NATIONALE EN FRANCE SUR LES AIRES D'ALIMENTATION DE CAPTAGE 64
Résumé 65
1. Introduction 66
2. Synthèse du cadre institutionnel de la gestion foncière pour améliorer la qualité de l'eau des AAC en France 70
2.1. Outils de maîtrise foncière publique 70
2.3. La gouvernance des outils fonciers dans les aires de captage en France 76
3. Méthodologie 79
3.1. Zone d'étude 79

3.2. Recueil de données 80
3.3. Traitement de données 83
4. Résultats 87
4.1. Profil des AAC de l'enquête 87
4.2. Synthèse des instruments fonciers plébiscités par les animateurs territoriaux en charge des AAC 88
4.3. Résultats de l'Analyse en Composante Multiple (ACM) 92
5. Discussions 98
5.1. Gestion foncière des AAC : des obstacles à sa mobilisation. 98
5.2. Les échanges fonciers temporaires : un levier d'action possible mais encore inexploré 100
PARTIE2 : COMPRENDRE LES MOTIVATIONS AGRICOLES DES ÉCHANGES TEMPORAIRES DE PARCELLES 106
Chapitre 3 : Choix du site d'étude 107
1. Identification des exploitations potentiellement concernées par les échanges temporaires de parcelles: mobilisation des données du RPG à l'échelle de la France entière. 108
1.1. Les données du registre parcellaire graphique (RPG) comme données d'entrée 108
1.2. Identification des exploitations concernées par les échanges temporaires de parcelles 109
1.3. Application de la méthode sur des cultures considérées à forte valeur ajoutée . 110
2. Identification du site de l'AAC d'Escrebieux 112
3. Justification du choix de l'AAC d'Escrebieux comme site d'Etude 114
3.1. Caractéristiques agricoles du territoire d'Escrebieux 116
3.2. Historique des échanges de parcelles sur le territoire de l'AAC d'Escrebieux 118
3.3. Le poids des enjeux environnementaux 118
CHAPITRE 4: TEMPORARY PLOT EXCHANGES AS COORDINATED STRATEGY BETWEEN FARMERS FOR ALLOCATION OF CROPS: LESSONS LEARNED FROM A CATCHMENT AREA IN FRANCE 120
1. Introduction 122
2. Analytical Framework 124
3. Materials and Methods 125
3.1. Study area 125
3.2. French Land Parcel Identification System 126
3.3. Methods: A combined analysis of LPIS data and farmer surveys 126
4. Results 131
4.1. Dynamics of plot exchanges in the Escrebieux site 131
4.2. Socio-technical reasons of inter-farm temporary plot exchanges 134
4.3. Classification of farms according to the frequency of need for temporary plot exchanges 138
4.4. Beyond the socio-technical reasons, the landscape characteristics for effective temporary plot exchanges between farms 141
5. Discussion 144

5.1. New methodology to address the dynamics of farm cropping plans over short periods 144
5.2. Temporary plot exchanges as a coordinating approach to allocation of crops between different farmers 145
5.3. Beyond the exchange: A land control strategy? 148
5.4. Modelling perspectives to estimate the environmental benefit of temporary plot exchanges 149
6. Conclusion 150
Synthèse partie 2 152
PARTIE 3 : EVALUATION DES ÉCHANGES PARCELLAIRES TEMPORAIRES 153
CHAPITRE 5 : EVALUATION DES PERFORMANCES ENVRONNEMENTALES ET ECONOMIQUES DES ECHANGES TEMPORAIRES DE PARCELLES SUR L'AAC D'ESCREBIEUX 154
1. INTRODUCTION 154
2. MATERIELS ET METHODES 156
2.1. Données utilisées pour l'évaluation 156
2.2. Le site d'étude 156
2.3. Présentation de la démarche méthodologique mise en place pour évaluer les performances environnementales et économiques des échanges temporaires de parcelles 157
2.4. Démarche préalable à l'évaluation des échanges temporaires de parcelles : Caractérisation des exploitations selon la spécialisation et l'intensité des échanges 165
3. RESULTATS ET DISCUSSIONS 177
3.1. Performances environnementales des échanges temporaires de parcelles 177
3.2. Performances économiques des échanges temporaires de parcelles entre exploitations 183
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 186
Synthèse Partie 3 188
PARTIE 4 189
Chapitre 6 : Perspectives de mobilisation des échanges temporaires de parcelles à finalité environnementale 190
1. Introduction 190
2. Le choix de l'AAC de Limésy comme cas d'étude 192
2.1. L'AAC de Limésy: Un territoire agricole diversifiée et tournée vers le lin 192
3. Résultats de l'évaluation environnementale et économique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur l'AAC de Limésy 196
3.1. Caractérisation des exploitations selon l'intensité des échanges et la spécialisation des exploitations sur l'AAC de LIMESY 196
3.2. Performances environnementales des échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur l'AAC de Limésy 197
3.3. Performances économiques des échanges temporaires de parcelles sur l'AAC de Limésy 201

4. Conclusion : Enseignements tirés du cas d'étude de l'AAC de Limésy pour la mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental 203
DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION DE LA THESE 204
1. Retour sur le déroulé de la thèse et les principaux résultats 204
2. Apports de la thèse 210
2.1. Apports pour la communauté scientifique 210
2.1.1. Apports méthodologiques 210
2.1.2. Apports conceptuels 212
2.2. Apport pour l'action 212
3. Limites de la thèse 213
3.1. Liées aux données mobilisées 213
3.2. Liées au contexte de déroulement de la thèse 214
4. Perspectives de ce travail : vers la modélisation des échanges temporaires de parcelles ? 214
GLOSSAIRE 216
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 218
LISTE DES FIGURES 236
PUBLICATIONS ET ENCADREMENT 238
ANNEXES 239
Annexe 1: Characterisation of the farms in the Escrebieux catchment area according to their crop specialisation and the presence or absence of boomerang plots 239
Annexe2: Guide d'entretien semi-directif utilisé lors des enquêtes en exploitations 244
Texte introductif 244
Annexe 3 : Classement des exploitations de l'AAC d'Escrebieux selon la méthode de l'orientation technico- économique (OTEX) 250
Annexe 4 : Illustration des dynamiques des échanges temporaires de parcelles et reconstitution des « cluster » d'échanges sur l'AAC d'Escrebieux. 261
Annexe5 : Définition et Cadre réglementaire d'une aire d'alimentation de Captage (AAC) 262
Annexe 6 : Estimation de la variation de l'IFT en fonction de la séquence de culture à partir des données « enquêtes pratiques culturales grandes cultures et prairie 2017 » produites par l'AGRESTE (par Rémy Ballot, UMR AGRONOMIE) 263
Annexe7 : Guide d'entretien enquêtes auprès des acteurs agricoles (animateurs AAC, responsable chambre d'agriculture) 269
Annexe8 : Extraction des shapes des exploitations à partir des données du RPG 273
Annexe 9 : synthèse traitement des enquêtes effectuées auprès des agriculteurs de l'AAC d'Escrebieux pour connaitre les motivations agricoles et sociales des échanges temporaires de parcelles. Source : DONGMO Yannick 276
Annexe 9 : synthèse traitement des enquêtes effectuées auprès des agriculteurs de l'AAC d'Escrebieux pour connaitre les motivations agricoles et sociales des échanges temporaires de parcelles. Source : DONGMO Yannick 276

Annexe 9 : synthèse traitement des enquêtes effectuées auprès des agriculteurs de l'AAC d'Escrebieux pour connaitre les motivations agricoles et sociales des échanges temporaires de parcelles. Source : DONGMO Yannick 276
Annexe 9 : synthèse traitement des enquêtes effectuées auprès des agriculteurs de l'AAC d'Escrebieux pour connaitre les motivations agricoles et sociales des échanges temporaires de parcelles. Source : DONGMO Yannick 276
Annexe10 : Identification des parcelles Boomerangs avec RPG Explorer. Extrait document de formation à l'utilisation de RPG Explorer 2020..... 293

INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE

1. Réduire les pollutions agricoles

1.1. Des aires d'alimentation de captage (AAC) sous pression agricole et des actions proposées qui ont leurs limites…

Les pressions agricoles sur l'environnement et la santé humaine sont aujourd'hui au cœur des préoccupations scientifiques et sociétales en Europe. Le Millennium Ecosystem Assessment, réalisé sous l'égide des Nations unies en 2005, a reconnu l'agriculture intensive comme l'une des principales responsables des pollutions (nitrates, phosphates, produits phytosanitaires, matières en suspension, etc.) qui impactent de nombreux processus écologiques (maintien de la biodiversité, cycle des substances nutritives, circulation de l'eau souterraine, etc.) (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Ces pollutions sont en grande partie liées au ruissellement et au lessivage d'éléments nutritifs et phytopharmaceutiques lors de leur utilisation et de leur élimination (Billen et al. 2013; Cabidoche and Lesueur-Jannoyer 2011).

Ces enjeux sont particulièrement saillants dans les aires d'alimentation de captage d'eau potable (AAC), espaces qui font l'objet de prescriptions règlementaires spécifiques pour la santé humaine, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. En effet, dans les AAC, certaines substances phytopharmaceutiques et azotées se retrouvent dans l'eau brute, captée et destinée à la consommation humaine (BÉNÉZIT et al. 2014). Ces substances proviennent de l'activité agricole et notamment de l'agriculture intensive, caractérisée par une spécialisation (Papy and Baudry 2005; Joannon et al. 2006) et une simplification des pratiques culturales. Ce modèle agricole induit une forte dépendance aux engrais minéraux et aux produits phytosanitaires dans la conduite des cultures. Le corollaire est l'augmentation des concentrations en nitrates et en pesticides, que l'on retrouve dans les masses d'eau souterraines et de surface (Gratecap 2014).

Aujourd'hui, la restauration et la préservation de la qualité de l'eau dans les aires d'alimentation de captage d'eau potable reste un enjeu de santé publique majeur. En

France, cette problématique a été érigée au rang de priorité pour les politiques publiques, à la fois au niveau européen par la directive-cadre sur l'eau[1], et au niveau national par les lois dites Grenelle 1 et 2[2] . Au niveau européen, la directive-cadre énonce que les Etats membres sont tenus d'atteindre un « bon état des eaux » sur le plan qualitatif et quantitatif (DCE, 2000/60/CE 2000). L'un des principaux objectifs de cette directive est l'atteinte et/ou le maintien d'un bon état chimique des masses d'eau, superficielles et souterraines.

Dans le droit français, ces objectifs de qualité ont été transcrits au travers d'indicateurs évalués par comparaison à un état de référence. Celui-ci est de 50 mg/l maximum pour la teneur en nitrates de l'eau potable et de 0,10 µg/L maximum pour chaque substance phytopharmaceutique prise individuellement et 0,50 µg/L pour le total des substances mesurées (limites fixées par le code de la santé publique française). La poursuite de ces objectifs de qualité implique la mise en œuvre, par les autorités en charge de la production d'eau potable, d'actions permettant de prévenir les pollutions diffuses[3] et ponctuelles sur les captages les plus menacés.

En effet, la maîtrise de la qualité des eaux potables nécessite des actions préventives sur les parcelles agricoles qui sont situées au sein des bassins d'alimentation des nappes. Les actions mises en œuvre concernent généralement les changements de pratiques agricoles sur les parcelles à enjeu. Les agriculteurs sont incités à modifier leurs assolements, ainsi que leurs successions de cultures, en introduisant de nouvelles cultures dites « à bas intrants » et/ou en se convertissant à l'agriculture biologique (Archer 1994; Vincent and Fleury 2015). La mise en place d'aménagements de

[1]Directive n° 2000/60/CE du 23/10/00 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

[2] Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (dite loi Grenelle 1) ; Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (dite loi Grenelle 2).

[3] Par pollutions diffuses on entend une contamination des eaux par une substance indésirable dont l'origine n'est pas ponctuelle (comme le déversement accidentel d'hydrocarbures) mais issue d'une multitude de sources dispersées dans l'espace et dans le temps, difficilement identifiables voir https://aires-captages.fr/page/les-pollutions-diffuses

compensation (zone humides artificielles) (Carluer et al. 2017) peut aussi être préconisée.

Pour Zakeossian et Narcy (2012), ces actions partent du postulat que *« tout problème de pollution agricole peut être géré par une intervention sur les techniques agricoles (pratiques, itinéraires culturaux, rotations, aménagements parcellaires) sans remise en cause des systèmes agricoles ni de l'aménagement du territoire »*. Par conséquent, les actions entreprises peuvent se révéler insuffisantes pour impulser des changements de pratiques durables dans les exploitations. Ces limites amènent à une réflexion plus globale sur la manière de diversifier la gamme des leviers d'action disponibles (Ravier et al. 2015; Carluer et al. 2017).

1.2. La nécessité d'explorer une diversité de leviers d'action pour réduire les pollutions agricoles

L'une des raisons de l'inefficacité des actions de modification des pratiques culturales est l'échelle de mise en œuvre de ces actions : la parcelle ou le groupe de parcelles est souvent définie comme l'unité d'action, considérée comme une entité stable. Or, de nombreuses études d'agronomes et de géographes mettent en évidence le caractère dynamique du parcellaire des exploitations (c'est-à-dire l'ensemble des parcelles constituant l'exploitation). Des travaux ont notamment mis en évidence des phases successives de croissance, de réduction ou de reconfiguration (Barbottin et al.2018 ; Preux 2019). Cette dynamique peut modifier le système de culture (successions culturales et pratiques associées aux cultures) et affecter l'environnement (Steinmann and Dobers 2013).

En outre, les pratiques culturales des agriculteurs sont généralement pensées et organisées en fonction des caractéristiques spatio-temporelles spécifiques du parcellaire de l'exploitation (Soulard 2005; Alavoine-Mornas et Girard 2016 ; Teijeiro et al. 2020). En effet, les caractéristiques de terrain et l'organisation spatiale des parcelles déterminent la répartition des cultures dans l'espace (Maxime et al. 1995). En général,

la manière dont un agriculteur gère son parcellaire évolue en réponse aux contraintes qu'engendrent sa topologie c'est-à-dire la place relative des parcelles les unes par rapport aux autres, et en particulier par rapport au siège et autres bâtiments de l'exploitation, la taille et la forme relative de ces parcelles, ainsi que la structure des voies d'accès à ces parcelles (Voir Martin et al. 2006 pp 260).

Ainsi, dans une logique de réduction des distances entre les différentes parcelles, de maintien de l'assolement ou encore de rapprochement des parcelles par rapport au siège de l'exploitation, un agriculteur peut être enclin à effectuer des échanges définitifs de parcelles avec d'autres agriculteurs lorsque l'environnement y est favorable (Marie et Delahaye 2009; Gedefaw et al. 2019). De même, l'agrandissement de la surface de l'exploitation se fait en essayant d'agrandir les parcelles par acquisition de parcelles adjacentes et/ou par arasement des limites parcellaires internes (Doré et al. 2006 pp 261). Ces pratiques traduisent la relation fonctionnelle entre le parcellaire d'une exploitation et les faits techniques de l'exploitant (Morlon and Benoit 1990). Elles traduisent de plus la nécessité de prendre en compte la manière dont les agriculteurs acquièrent et gèrent leur portefeuille foncier lors de la réalisation de ces opérations techniques

Les outils réglementaires et contractuels relatifs à la propriété ou la jouissance des terres peuvent participer d'un « levier foncier » pour assurer une meilleure gestion de la qualité de l'eau et des milieux. La mobilisation de ce levier foncier a notamment fait l'objet de recherches récentes sur des terrains en France (Schmitt et al. 2018 ; Barataud et Hellec 2015).

On peut parler d'une relative diversification des outils fonciers disponibles, avec d'un côté : i) des outils déjà existants, comme la maîtrise de la propriété foncière (acquisition de foncier) qui permet de contraindre l'occupation du sol et/ou le mode de conduite ; et de l'autre ii) des nouveaux outils, liés à la restriction volontaire de droits de propriété

(comme les servitudes consenties par les propriétaires dans le cadre de l'obligation réelle environnementale[4]).

Sans doute le plus efficace pour réduire les pollutions agricoles, le levier foncier qu'est l'acquisition publique est cependant coûteux et long à mettre en place (Legras et al. 2016). Il suscite en outre une résistance souvent marquée au changement de la part de certains agriculteurs, s'il limite partiellement ou en totalité leur maîtrise des usages sur les parcelles concernées (Alavoine-Mornas et Girard 2016). Ces difficultés suggèrent d'explorer d'autres outils fonciers mobilisables à des fins environnementales dans les aires d'alimentation de captage.

Au regard des difficultés susmentionnées, une voie alternative peut être l'organisation des échanges temporaires de parcelles entre exploitations afin de réduire la pression environnementale sur le milieu. Les échanges temporaires de parcelles sont des transferts unilatéraux ou multilatéraux de la jouissance de parcelles entre exploitations, de manière temporaire et dans une optique de production. Ils renvoient à une diversité de logiques d'action qui se traduit par des changements de droits d'usage sur le foncier. Dans certaines conditions, ils peuvent réduire la pression environnementale sur le milieu en générant des successions de cultures plus longues avec une moindre pression d'ennemis des cultures. Ils constituent à cet effet un objet de recherche à investir. Ils posent cependant des problèmes de légalité, dans la mesure où ils relèvent souvent de pratiques informelles (alors que le droit français impose l'accord formel du bailleur dans le cas où les parcelles concernées ont été louées dans le cadre du statut du fermage).

Les échanges définitifs de parcelles (en jouissance ou en propriété) entre exploitations sont actuellement utilisés dans les programmes d'actions de reconquête de la qualité de l'eau. Organisés par les conseillers des chambres d'agriculture, ils permettent de localiser dans les zones sensibles les systèmes les moins impactants. Ce levier est très

[4]Dispositif établi par la loi n°2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages

efficace, mais aussi très long à mettre en place. La démarche de mise en œuvre peut durer de deux à trois années durant lesquelles plusieurs réunions sont organisées. La durée des négociations fragilise souvent les projets (Pauchard et al 2016). A cet égard, l'objet de cette thèse est d'explorer les possibilités qu'offrent les échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs pour réduire la pression environnementale de l'activité agricole au niveau des aires de captage d'eau potable.

2. Formaliser une démarche d'analyse des échanges temporaires de parcelles dans une perspective environnementale

2.1. La nécessité d'articuler plusieurs niveaux d'analyse et d'action

Les pollutions agricoles sont généralement le fait d'un ensemble de mécanismes comme le transfert de molécules, le cycle des éléments azote et phosphore, les coulées de boues, etc. Ils s'expriment à différents pas de temps et à des échelles spatiales qui coïncident rarement avec la parcelle ou le territoire d'exploitation (Benoît and Papy 2000). Le contrôle de ces mécanismes ou tout au moins la minimisation de leur impact sur le milieu pose la question du niveau spatial et temporel à prendre en compte. Les recherches agronomiques actuelles sur les problématiques de pollutions agricoles couvrent un large éventail de sujets à des niveaux spatiaux et temporels différentes (voir Figure 1: Représentation schématiques des échelles d'analyse couramment mobilisées par les agronomes.ci-dessous).

La parcelle est l'unité spatiale délimitée par la gestion homogène qu'en fait l'agriculteur (Milleville 1972). A ce niveau, on cherche à travailler sur les systèmes de culture, c'est-à-dire l'ensemble de la succession des cultures et des techniques qui lui sont associées (Sebillotte 1990). Il est possible de suivre les effets des dynamiques temporelles des successions de culture sur les états du milieu (Martin et al. 2004). En revanche, l'impasse est faite sur les interdépendances spatiales que la parcelle peut entretenir avec les parcelles voisines et qui forment un ensemble systémique (Papy and Baudry 2002). Or, ces interdépendances doivent pouvoir être décrites et intégrées dans la recherche de

solutions techniques visant à améliorer la situation environnementale de l'agriculture (Martin et al. 2006).

L'exploitation agricole est le premier niveau décisionnel où se construisent les systèmes de culture et leur organisation spatiale (Benoît and Papy 2000). Elle permet d'agir sur la composante spatiale de l'occupation des terres par les différentes cultures à un moment donné (Marty 1990). C'est aussi le « lieu où l'agriculteur décide chacune de ses pratiques dans le cadre de ses objectifs de production et des ressources disponibles, en tenant compte des effets observés des pratiques antérieures, et des effets supposés des pratiques ultérieures » (Meynard et al. 2001). L'échelle de l'exploitation permet ainsi d'agir au niveau où se décident les systèmes de culture (Lin 2011; Bürger et al. 2012; Munier-Jolain and Lechenet 2020) en s'appliquant à en comprendre les logiques. A cette échelle et grâce à la modélisation, il est possible d'estimer l'impact des décisions d'assolement des agriculteurs sur l'organisation spatiale des cultures au niveau du parcellaire de l'exploitation et par voie de conséquence sur l'environnement (Castellazzi et al. 2007 ; Schaller 2011 ; Ronfort et al. 2011). Toutefois, cette échelle ne permet pas d'appréhender les interdépendances qu'il peut y avoir entre les exploitations qui se partagent un même espace à un moment donné.

Un autre niveau d'analyse et d'action dépassant celui de l'exploitation est le territoire. Ce concept a fait l'objet de définitions à la fois dans le domaine des sciences biotechniques et des sciences sociales et renvoie d'une manière générale à un espace support d'actions relevant de niveaux de coordination variés. Dans une perspective agronomique, il correspond à un espace, de l'ordre de plusieurs centaines à quelques milliers d'hectares, qui est constitué d'un ensemble continu de parcelles appartenant à plusieurs exploitations (Leenhardt et al. 2010) et dont l'appropriation et la gestion sont évolutives (Papy and Torre 2002). C'est l'échelle à laquelle se déploient les processus biogéochimiques et écologiques (Baudry et al. 2000). Il permet de prendre en compte les relations spatiales et temporelles entre exploitations, ainsi que les marges de manœuvre des agriculteurs concernés (Lardon et al. 2012; ; Rizzo et al. 2012). On peut,

par exemple, suivre l'effet, sur le milieu, de l'organisation spatiale des parcellaires combinée avec les systèmes de culture (Tscharntke et al. 2005 ;Chopin et al. 2017).

La pression environnementale agricole touche des espaces souvent de grande dimension intersectant les parcellaires d'un nombre conséquent d'exploitations dont la gestion contribue à celle du paysage et des ressources naturelles associées (Benoît et al. 1999 ; Martin et al. 2006). Les parcellaires des exploitations évoluent dans le temps avec des variations locales de pression quand un espace passe d'une exploitation à l'autre (Barbottin et al.2018 ; Preux 2019). Un cas typique d'évolution du parcellaire d'exploitation est la reconfiguration du parcellaire, c'est-à-dire la situation dans laquelle le parcellaire d'une exploitation gagne et perd des parcelles entre l'année n et l'année n+1 (Barbottin et al.2018). Ces reconfigurations observables au niveau du parcellaire des exploitations peuvent résulter d'échanges de parcelles entre agriculteurs qui peuvent être permanents ou temporaires. Les échanges temporaires de parcelles sont souvent associés à la mise en place de cultures de rente avec un long délai de retour (Martin and Scheurer 2017).

Le caractère dynamique des échanges temporaires de parcelles invite à envisager trois niveaux d'analyse : (1) la parcelle, considérée comme la maille élémentaire d'analyse temporelle des systèmes de culture ; (2) l'exploitation agricole où sont prises les décisions d'organisation spatiale et temporelle des cultures et dont le parcellaire évolue dans le temps ; et enfin (3) le territoire qui intègre plusieurs ensembles d'exploitations en interactions. Cette articulation multi-échelles constitue en soi un enjeu méthodologique (Bouty 2015).

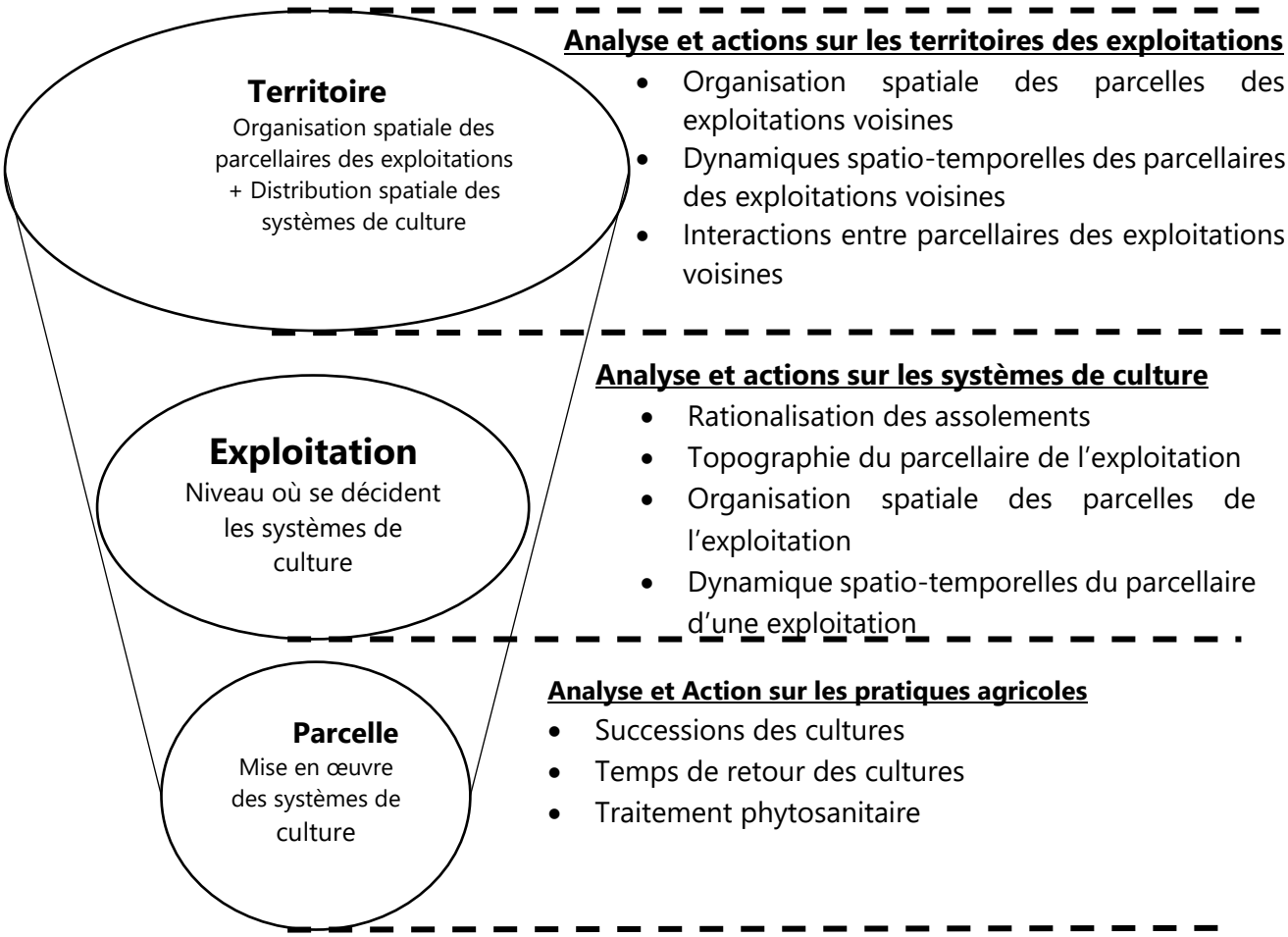


Figure 1: Représentation schématiques des échelles d'analyse couramment mobilisées par les agronomes.

2.2. La question de l'approche méthodologique et de l'accès aux données

L'articulation des trois niveaux : parcelle – exploitation – territoire pose la question de l'approche méthodologique, notamment l'accès aux données. Les travaux sur les évolutions spatiales et temporelles du parcellaire des exploitations mobilisent en effet différents types d'approches, dont les plus courantes sont : les enquêtes directes en exploitations agricoles, le traitement de bases de données (enquêtes statistiques, SIG, télédétection, etc.), ou encore la combinaison des deux.

Les enquêtes auprès d'agriculteurs permettent de recueillir des informations sur leurs logiques techniques grâce à l'analyse des pratiques. A travers les enquêtes, le chercheur à une connaissance fine de ce que fait l'agriculteur et peut proposer des solutions

techniques qui soient adaptées à la situation de l'agriculteur (Capillon and Manichon 1988). Cependant, les enquêtes s'adressent souvent à un échantillon d'exploitations dont la taille n'est pas toujours représentative dans la région considérée (Bouty 2015), ce qui ne permet pas de mener un travail exhaustif sur un territoire continu au-delà de quelques exploitations (Joannon et al. 2008).

L'exploitation des bases de données à l'instar du registre parcellaire graphique (il sera présenté en détail à la page 105), les statistiques agricoles, etc. permet généralement de recueillir des informations sur une population d'agriculteurs beaucoup plus importante et à différentes échelles, impossibles à obtenir par les enquêtes. Certaines bases de données sont actualisées régulièrement, ce qui autorise un suivi diachronique. Toutefois, ces bases de données ne permettent pas d'aborder toutes les thématiques, dans la mesure où certaines variables d'intérêt à l'instar des variables sociales (exemple : appartenance des agriculteurs à des réseaux) ne sont pas toujours accessibles.

Certains travaux de recherche en agronomie des territoires mobilisent conjointement enquêtes en exploitation et analyses de base de données pour rendre compte des liens entre les dynamiques spatio-temporelles des parcellaires des exploitations et l'organisation spatiale des systèmes de cultures à l'échelle du territoire (Schaller 2011; Bouty 2015; Barbottin et al. 2018; Scorsino and Debolini 2020). La combinaison des deux approches permet de tirer parti de l'avantage que procure chacune des approches prises séparément tout en surmontant leurs limites. Je mobilise les deux approches dans cette thèse pour questionner les échanges temporaires de parcelles dans une démarche environnementale.

3. Problématique de la thèse

Comme indiqué plus haut, les échanges définitifs actuellement utilisés dans les programmes d'actions de reconquête de la qualité de l'eau sont très contraints, car à la fois long à mettre en place et par définition peu flexibles. A cet égard, les échanges temporaires de parcelles peuvent être une solution qui permette d'atténuer ces contraintes eu égard à leur flexibilité. Cependant, on manque de recul critique et de vision d'ensemble quant à leur efficacité s'ils sont utilisés comme levier d'action. Or pour que les échanges temporaires de parcelles deviennent un levier d'action environnemental mobilisable au niveau des AAC, il est nécessaire que les gestionnaires en charge des questions environnementales aient connaissances des motivations agricoles de ces échanges, des stratégies mises en œuvre par les agriculteurs qui y ont recours, et des conséquences qui en découlent en termes par exemple de réduction des pressions phytosanitaires. C'est dans cette perspective que s'inscrit cette recherche.

L'idée de ma thèse est d'une part de **comprendre les motivations agricoles et sociales qui régissent la pratique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations, et d'autre part d'estimer son potentiel environnemental.** Il s'agit en effet de proposer des pistes de réflexion à destination des gestionnaires d'aires de captage pour les aider à répondre à la fois aux enjeux de protection de la ressource et de maintien de l'activité agricole sur leur territoire. La littérature fait état de nombreux travaux qui montrent que toute modification de parcellaire (échange de parcelles, agrandissement d'une exploitation aux dépens d'une autre,…) fait que des lots de parcelles peuvent changer de systèmes de culture et donc modifier localement la pression sur le milieu (Marie et al. 2009; Steinmann and Dobers 2013). Dans le cas des échanges permanents de parcelles entre exploitations, les conséquences peuvent être d'autant plus importantes qu'ils peuvent se traduire par un changement conséquent dans le système de culture, (Bouty 2015). A cet égard, les échanges temporaires de parcelles peuvent permettre une diversification des successions de culture dans un

cadre plus flexible, même si celui-ci ne garantit pas en lui-même une réduction de la pression agricole sur le milieu naturel.

Par conséquent, mon hypothèse est que sur des territoires où des exploitations spécialisées font face à des contraintes de localisation de certaines cultures, l'organisation d'échanges temporaires de parcelles peut offrir des opportunités de diversification, lesquelles peuvent être un levier possible (sans être une condition suffisante) pour une réduction de la pression agricole sur l'environnement. Ma problématique de thèse se définit de la façon suivante :

Dans quelles conditions les échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs permettent-ils d'améliorer la situation environnementale au niveau des AAC ?

La problématique de la thèse se décline en cinq sous-questions libellées de la manière suivante :

- Quel est l'état des connaissances de la recherche sur les impacts environnementaux des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs dans la littérature?
- Quelles est la place actuelle et potentielle des échanges temporaires de parcelles entre exploitations dans la gestion des AAC ?
- Quelles peuvent être les motivations agricoles et socio-économiques de ces échanges? Et comment sont-ils mis en œuvre ?
- Quelles valeurs environnementales et économiques génèrent-ils ?
- Quelles perspectives de mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental?

4. Approche conceptuelle de la thèse

Cette thèse se positionne dans le courant disciplinaire de l'agronomie des territoires (ou *landscape agronomy*) dont l'objet est l'étude des interactions entre l'organisation spatiale des systèmes de culture et les dynamiques environnementales et productives des territoires Moonen et al. 2010; Benoît et al. 2012; Rizzo et al. 2012). L'organisation spatiale des systèmes de culture renvoie aux interactions et interdépendances complexes qui existent entre les techniques culturales appliquées sur des parcelles différentes (Papy 2001). L'agronomie des territoires mobilise plusieurs sources de données (comme les données spatialisées) qui peuvent être associées aux données issues d'enquêtes de terrain [Marraccini 2010; Schaller 2011]) pour étudier les liens entre les activités agricoles et l'environnement à différentes échelles territoriales (Benoît et al. 2012; Lardon et al. 2012).

Le territoire étudié dans le cadre de cette recherche se situe à l'échelle des « espaces écologiques », c'est-à-dire l'échelle pertinente pour la prise prendre en compte d'un enjeu environnemental spécifique considéré (Martin 2009). Les aires d'alimentation de captage sont un exemple d'espace écologique pertinent de par les enjeux environnementaux forts dont ils sont porteurs. Je m'intéresse dans ma thèse aux territoires agricoles des AAC. J'étudie sur ces territoires la dynamique temporelle des parcelles de différentes exploitations (Bonin and Lardon 2002; Bouty 2015 ; Barbottin et al. 2018) en vue de formaliser les interdépendances entre les systèmes de culture et les marges de manœuvre des agriculteurs pour modifier leurs manières de produire ; Papy and Torre 2002).

L'agronomie des territoires est attentive à la réalité des pratiques en partant de cas d'études pour développer de nouveaux cadres théoriques dont on teste ensuite la valeur générique (Martin 2009). Elle s'appuie sur les savoirs des acteurs locaux (ici les agriculteurs) et interagit avec eux à des fins de gestion des territoires (Lardon et al. 2012). En appliquant ces approches à la thématique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations, je souhaite comprendre comment les agriculteurs

conçoivent leurs systèmes techniques sur un site donné en incluant les échanges temporaires de parcelles et comment cela se matérialise à l'échelle du territoire, avec l'intention de reproduire les principales caractéristiques des mécanismes de ces échanges pour une finalité environnementale.

Le cadre d'analyse de l'agronomie des territoires conduit aussi à solliciter d'autres disciplines (à l'instar des sciences sociales) qui peuvent aider à aborder certaines problématiques de recherche. Dans cette thèse, l'ambition de montrer l'intérêt des échanges temporaires de parcelles entre exploitations comme potentiel levier d'action environnemental au niveau des AAC nécessite de préciser en amont les déterminants de la mobilisation des outils fonciers et les marges de manœuvre des gestionnaires. Cela conduit à intégrer le cadre d'analyse de la sociologie du droit qui permet d'interroger les jeux d'acteurs foncier et le contexte de mise en œuvre des outils fonciers existants (Melot et al. 2018).

Cette thèse a été réalisée à l'UMR SADAPT (Unité Mixte de Recherche « Sciences pour l'Action et le Développement : Activités, Produits, Territoires »), et plus particulièrement au sein de l'équipe « CONCEPTS » (CONCilier Environnement et Productions dans les Territoires agricoles et les Supply Chains). Cette équipe est notamment composée d'agronomes des territoires ayant une expertise dans l'exploitation des bases de données et l'analyse (et la modélisation) des décisions techniques au niveau des exploitations agricoles. Elle a bénéficié des compétences scientifiques de l'équipe « PROXIMITES » en sociologie pour la compréhension des dynamiques foncières collectives et de l'UMR Agronomie pour l'évaluation environnementale des successions de cultures).

5. Démarche de recherche

Ma démarche de thèse s'adosse sur la démarche méthodologique appliquée en agronomie des territoires centrée sur l'exploration, la compréhension, l'évaluation et l'aide à l'action (Lardon et al. 2012). Elle emprunte à la sociologie la méthode de collecte de données par le biais des enquêtes semi-dirigées. Elle est construite de manière à permettre de répondre aux différentes questions énoncées dans la problématique.

Ce manuscrit de thèse s'organise en quatre parties qui correspondent aux différentes étapes de la démarche appliquée en agronomie des territoires. Chaque partie présente les résultats du travail effectué pour répondre aux questionnements de la thèse (voir figure 2 ci-dessous).

Partie1 : Diagnostic des pratiques foncières agricoles à but environnemental à l'international et en France au niveau des aires d'alimentation de captage (AAC)

Cette partie correspond à l'étape exploratoire de mon dispositif de recherche et traite de l'intérêt environnemental des échanges temporaires entre exploitations à l'échelle internationale et française. Elle compte deux chapitres.

Le chapitre 1 présente la synthèse du travail bibliographique effectué en vue de répondre à la question du positionnement des échanges temporaires de parcelles dans un contexte plus global des pratiques foncières. Les résultats de ce travail sont valorisés dans la revue « *Journal of Environmental Management* » depuis décembre 2021.

Le chapitre 2 est la déclinaison du questionnement porté au chapitre1 à l'échelle française, avec une entrée par les aires d'alimentation de captage. Il présente le travail d'enquête mené auprès des gestionnaires d'aires de captage. L'objectif était d'établir un état des lieux des actions foncières déployées dans la gestion des aires d'alimentation de captage et de connaître la place actuelle et potentielle des échanges de parcelles entre agriculteurs comme levier d'action environnemental.

Partie2 : compréhension des motivations agricoles des échanges temporaires de parcelles.

Cette partie donne un aperçu de la réalité factuelle des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs en mettant en évidence les motivations agricoles et socio-économiques des échanges de même que les modalités de leur mise en œuvre. Elle se compose des chapitres 3 et 4.

Le chapitre 3 présente la démarche mise en place pour choisir le site d'étude devant servir à la compréhension des motivations agricoles des échanges temporaires de parcelles.

Le Chapitre 4 décrit les mécanismes et les motivations agricoles et socioéconomiques des échanges temporaires de parcelles. Y sont détaillées : la démarche d'identification des exploitations concernées par les échanges temporaires de parcelles et les motivations individuelles et collectives qui régissent les modalités d'échanges formels ou informels réalisés entre exploitation.

Partie 3 : Évaluation des échanges parcellaires temporaires

Cette partie correspond au chapitre 5 du manuscrit. Il présente la méthode et les résultats de l'évaluation environnementale et économique des échanges temporaires de parcelles.

Partie 4 : Enseignements sur le potentiel environnemental des échanges temporaires de parcelles pour l'aide à l'action

Cette dernière partie correspond au chapitre 6 du manuscrit. **Elle interroge à travers une étude de cas les perspectives de mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental.**

Le manuscrit se termine par sur une section consacrée à la discussion et la conclusion générale de la thèse. Dans cette section, je reviens sur les apports de la thèse et les perspectives de recherches possibles qui pourraient s'appuyer sur ce travail.

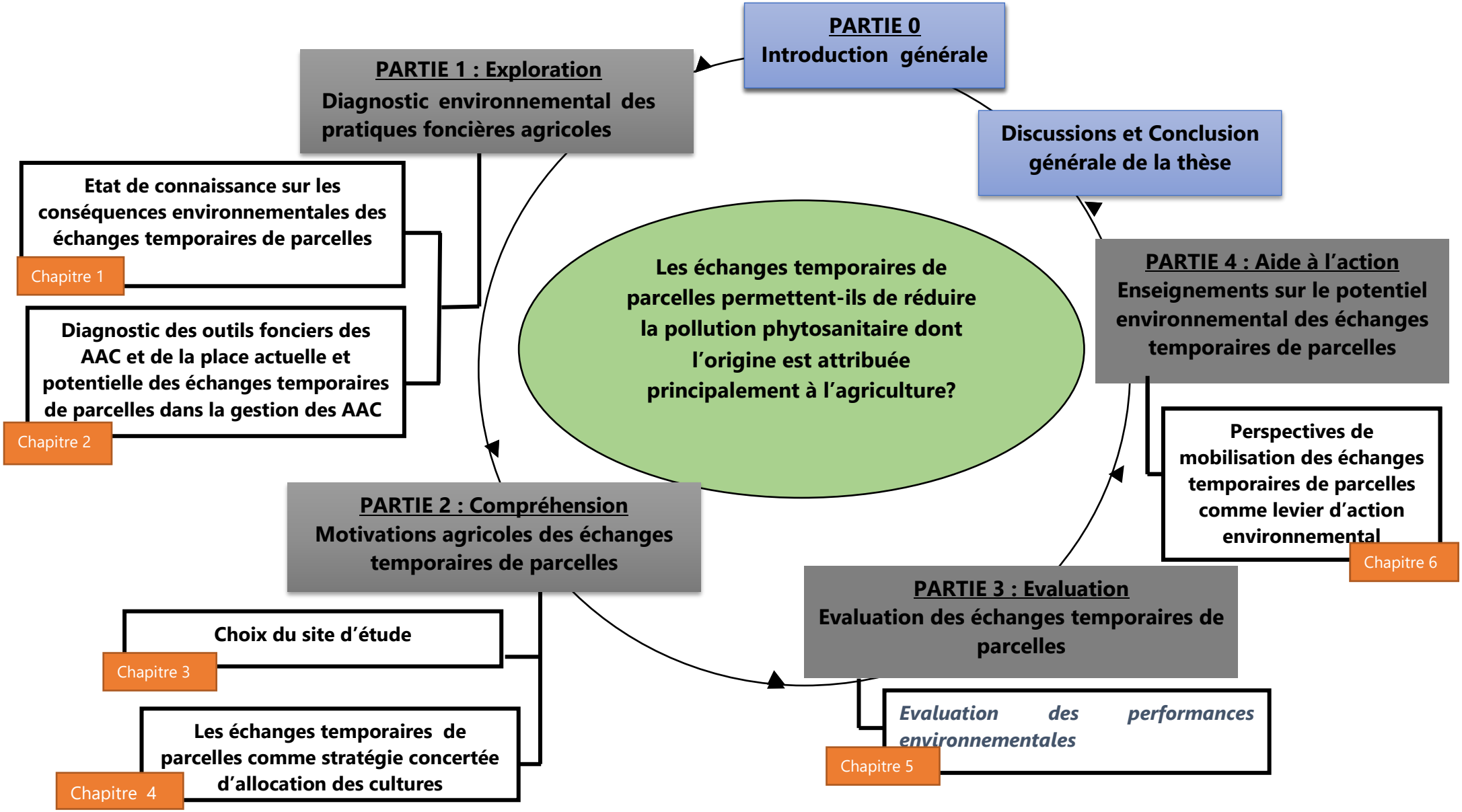


Figure 5: Présentation schématique de la démarche de la thèse. La thèse se décline en plusieurs parties constituant l'ossature de mon itinéraire de recherche. Chaque partie répond à différents questionnements de la thèse. La partie 1 permet de positionner la question de l'intérêt environnemental des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs à l'échelle internationale et française. Les activités sont l'analyse biblio et les enquêtes effectuées auprès des gestionnaires. La partie 2 donne à connaitre la réalité factuelle des échanges de parcelles entre agriculteurs et leurs motivations. Cette étape consiste à analyser les données du RPG et à effectuer les enquêtes auprès d'agriculteurs concernés par les échanges fonciers. La partie 3 permet d'estimer l'intérêt environnemental des échanges de parcelles et la partie 4 discute des possibilités de mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental au niveau des AAC.

PARTIE 1

DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DES PRATIQUES FONCIERES AGRICOLES

Cette première partie du manuscrit présente les travaux effectués pendant l'étape exploratoire de mon dispositif de recherche. Pour rappel, l'objectif de cette étape était double : i) réaliser une synthèse des connaissances scientifiques sur les aspects environnementaux des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs ; et ii) Établir un état des lieux de la place actuelle et potentielle des échanges de parcelles dans la gestion des aires d'alimentation de captage.

Deux séquences jalonnent cette étape: i) l'état de l'art des connaissances sur les liens entre les échanges temporaires de parcelles et l'environnement (chapitre 1), et ii) les enquêtes auprès des gestionnaires d'AAC pour cerner la place que prend actuellement le foncier dans la gestion des AAC (chapitre 2).

Chapitre 1: Diversity of farmland management practices (FMPs) and their nexus to environment: A review

Ce chapitre présente les résultats de l'état de l'art de la littérature scientifique internationale sur les liens entre les pratiques foncières des agriculteurs et l'environnement. Les pratiques foncières agricoles sont définies comme des actions fréquentes ou ponctuelles qui induisent des changements de droit d'usage ou de propriété du foncier. Sur la base de cette définition, les échanges temporaires de parcelles sont un exemple de pratique foncière agricole.

L'objectif visé par ce travail est de positionner les échanges de parcelles dans un contexte plus global. La question de recherche est celle de savoir si au niveau de la littérature internationale les pratiques foncières des agriculteurs dont font partie les échanges temporaires de parcelles sont traitées dans une perspective environnementale.

Ce travail a donné lieu à un article publié dans la revue *Journal of Environmental Management*. Je présente ci-dessous la version finale de l'article telle qu'elle a été transmise au journal pour publication. L'article est rédigé en anglais avec deux co-auteurs Romain Melot et Philippe Martin.

Journal of Environmental Management 302 (2022) 114059

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman

Diversity of farmland management practices (FMP) and their nexus to environment: A review

Yannick Dongmo Zangue [a,*], Romain Melot [b], Philippe Martin [c]

[a] AgroParisTech SADAPT - Université Paris Saclay, France
[b] INRAE SADAPT - Université Paris Saclay, France
[c] AgroParisTech SADAPT - Université Paris Saclay, France

Abstract

We examined the environmental impacts of farmland management practices (FMPs), considering FMPs as frequent or single actions that change both land use AND use rights (land and property relations). Based on a review of the international literature in both the social and life sciences and using an analytical framework of landscape agronomy, we explored the links between FMPs and changes in agricultural practices designed for the achievement of environmental goals. The Web of Science (WOS) and SCOPUS bibliographic databases were used to identify references on FMP types and their environmental effects based on the following search equations: 1- " Farmland tenure OR cropland tenure OR farm size and environment " and 2- "Farmland use rights OR farmland property rights AND environment OR pollution OR biodiversity." Ninety references were selected from these databases and read in depth. Google scholar enabled us to identify an additional 20 papers, using the snowball approach. From this analysis, we present a typology of FMPs based on the distinction between bottom-up strategies, which rely on local initiatives from farmers to improve the overall functioning of their farms, and top-down strategies, which originate from public bodies or private organizations. Our results also highlight the environmental impacts of FMPs considered in the literature: tenure arrangements, whether rental or exchange of land parcels, may alter crop succession and reduce phytosanitary pressure without changing cropping plans. Considering the direct agronomic implications of farmers' land dynamics, we conclude that the area of FMPs is a potential tool for reducing the environmental impacts of agricultural activities and protecting natural resources. This is the subject of ongoing research that seeks to explore a particular FMP in greater depth, along with temporary exchanges of plots between farmers as an agri-environmental tool to reduce agricultural impacts on environment.

Keywords: farmland Management practice; Environmental impact; Farmland use rights; Farmland property rights

1. Introduction

Preserving farmland and reducing the ecological footprint of agriculture is of global concern (Buskirk and Willi 2004; Silva et al. 2010; Foley et al. 2011; Alavoine-Mornas and Girard 2016). For example, the concern over degradation of agricultural soils led to the recent recognition of the importance of farmland management in the preservation of biodiversity (Binot and Karsenty 2007; Bertrand and Duvillard 2016). Another example is that European public policy has been gradually shifting toward reducing the agricultural pressure on ecosystems (Jepsen et al. 2015). Also, scenarios designed to preserve ecosystems focus on the protection of water resources and landscape management (Millennium Ecosystem Assessment in Leemans and Groot 2003).

Much of the academic research into environmentally sound agricultural practices that is done from an agronomic perspective focuses on the design of the cropping system (crop diversification, optimization of agricultural practices, extension of crop rotation, and others) or on the management of pasture Steinmann and Dobers 2013; Davis et al. 2012; Foley et al. 2011; Ribeiro et al. 2016). These studies are made at the scale of the agricultural plot or plot cluster, which are considered stable units. However, studies conducted from the perspective of landscape agronomy highlight the dynamics of permanent transformation of farm plots and farming landscapes; these dynamics result in successive phases of growth, reduction, or reconfiguration (Wästfelt and Zhang 2018; Barbottin et al. 2018; Preux 2019). Such dynamics can alter the cropping system and affect the environment (Steinmann and Dobers 2013b). Better understanding of these effects on the cropping system and environment would permit the identification of new tools to preserve the environment in agricultural systems. Any such tools must take into account how the farmers' property rights affect the link between agricultural production and environmental preservation (Beyene et al. 2006; Gueringer 2019).

In this study, we designate "farmland management practices" (FMPs) as farmers' decisions that are based both on the dimensions of farming design and management

of property rights (Sklenicka et al. 2015; Calo and Master 2016; Sklenicka 2016a). Indeed, upstream of technical concerns, farmers assess the resources at their disposal, particularly land resources, and develop diversified strategies relating to property rights (Holtslag-Broekhof et al. 2014). Depending on their investment capacity and opportunities to access land, they arbitrate between farm tenancy, ownership, (Boinon 2013), illegal land occupation (Lipscomb and Prabakaran 2020), or even plot exchanges (Lucas et al. 2015). Thus, FMPs differ from one farmer to another according to the constraints each farmer faces.

Agriculture must be deeply concerned with biodiversity conservation (Jepsen et al. 2015). It is, therefore, necessary to consider FMPs from an environmental perspective if one wishes to identify perspectives for a sustainable management of natural resources in farming (Bertrand and Duvillard 2016). We propose to identify the mechanisms by which farmers manage their farmland in relation to their land-use rights and how these mechanisms impact the environment.

Here, we have performed a literature review of FMPs and present an overview of diversity of the afore-mentioned mechanisms. We also discuss the links between FMPs and changes in agricultural practices that have been designed to meet environmental goals. We will address two questions**.** These are: **i) what are the main types of FMPs in the literature?** And **ii) How are the environmental consequences of FMPs considered in the literature about FMPs?** We hypothesized that the type of FMP will depend on whether it originated from farmers' choices or from public or private policies. These FMPs are likely to affect the environment.

We have adopted an interdisciplinary approach, interweaving agronomy and sociology to analyze the diversity of FMPs.

We have organized the document into six sections. In Section 2, we briefly review the concept of FMPs and explain our approach. In Section 3, we discuss the working methodology that we adopted. In Section 4, we propose a typology of FMPs and illustrate it with examples taken from the literature. In this section, we also discuss the

possible environmental consequences of FMPs. In section 5, we conclude by looking forward to new environmental research opportunities. Finally, we present some limitation of the study.

2. Conceptual framework

2.1. What is an FMP?

A precise definition for FMPs is useful. In this study, we consider an **FMP as an action or frequent actions that leads to changes in both land use and land-use rights.** These actions may be carried out by a farmer, a group of farmers, or public authorities. Farmers may act independently or collectively-the latter usually in the context of shared projects, and within the confines of the law. The actions may be at the scale of an individual farm or of a group of farms and are likely to impact the organization and implementation of technical systems.

The definition for FMP adopted above addresses the junction between property rights and actual land use from the point of view of the actors involved (Gueringer 2019). Through an action, a farmer seeks to ensure the nature, whether temporary or permanent, of agricultural uses on land (Le Roy 1991; Deaton et al. 2018) and implement his technical operations. The way in which the farmland portfolio is accessed and managed will therefore be a determining factor in carrying out technical operations (Beyene et al. 2006).

The concept of FMP developed here is distinguished from agricultural practices by the fact that it integrates both the social or even societal dimension and the agricultural dimension. The social dimension refers to the strategies that farmers put in place to secure the right to use or own the land they bring into production and the interactions that take place between the various actors involved with it. The agricultural dimension refers to the agricultural use of the land, which is often the implementation of agricultural techniques by the farmers.

Before production begins, farmers integrate their relationship with the land, particularly the sustainability of access to it. They consider the future of their plots in the short-, medium-, and long term and the measures to be taken to secure them. Depending on their investment capacity and the opportunities to access land (e.g. to acquire land that was taken over following disposals), they may arbitrate between different modalities such as leasing, acquisition, or taking stakes in companies (Boinon 2013; Sklenicka 2016a). This may give rise to extension strategies, but also to internal restructuring strategies that vary from one farm to another (Melot 2014). For instance, to reduce the distances between the different plots, maintain crop rotation, or bring the plots closer to the farm's headquarters, farmers may exchange plots with other farmers when the environment is favorable (Gedefaw et al. 2019). A similar example is the expansion of farm surfaces by acquiring adjacent plots and by leveling internal plot boundaries (Doré et al. 2006). The decision on the production mode, whether low input or intensive, can also be influenced by the farmer's land-tenure situation, that is, his degree of land-tenure insecurity (Sklenicka et al. 2015; Akram et al. 2019).

The insecurity of land tenure may be inherent in a land-lease contract when land tenure is precarious and is also a factor in the willingness of farmers to invest in conservation (Reid et al. 2000; Gao et al. 2012; Sklenicka 2016). For example, a farmer who is operating without land ownership and holds a precarious lease contract may not take measures to protect the soil, plant trees, or improve pastures because there may not be enough time to ensure a return on investment (Xu et al. 2014; Choumert and Phélinas 2015; Deaton et al. 2018). On the other hand, where the lease is long term and protected by law, the farmer may be willing to make production-related investments in the leased land (Wästfelt and Zhang 2018). Thus, a property system that favors land ownership by farmers should increase the farmer's incentive to invest in his farm due to a low risk of expropriation (Lipscomb and Prabakaran 2020). Land ownership is also involved in the choice of equipment and the organization of work through the dispersion and location of plots (Morardet 1995).

2.2. What are the determinants of FMPs?

As mentioned in Section 2.1, farmers acquire land use or ownership rights in different ways. Generally, FMPs are determined by the structure and functioning of the farm, which are subject to different constraints (Figure 5) that we considered as internal or external.

Internal constraints are imposed by the structure of the farmland, which includes plot size, land fragmentation, distance between plots, distance from the plots to the farm headquarters, accessibility, and the feasibility of crop management, which includes breaking the weed cycle, respecting return deadlines, and managing rotations. Such internal constraints can interfere with the implementation of the farmer's farming practices (Figure 5), resulting in a reorganization of the farm's territory through farmland management.

External constraints represent environmental constraints, such as climatic variations and soil quality, and socio-institutional constraints, such as public policies, land market, the land regulations imposed, and the social environment. These constraints may lead the farmer to improve the characteristics of his plots to meet his production requirements. Depending on his production goals, he may adopt practices that enable him to reduce the impact of these constraints on his production. The choice of a land-based tool will be based on the perceptions of the different land-use rights situations that arise.

3. Material and methods

3.1. Collection of secondary data and reviewed publications

We tested the hypothesis that the type of FMP depends on its origin: whether from farmers or from public or private policies. We performed a literature review following the guidelines formalized by Hagen-Zanker and Mallett (2013). Specifically, we asked what the options were for farmers to dispose of temporary- or permanent-use rights on farmland and the environmental consequences of these options.

We used Web of Science (WOS) and SCOPUS databases to identify articles relating to FMPs and the environment. We chose these databases as they contain a wide range of references in different disciplines, including agronomy, sociology, and ecology. We conducted two bibliographic searches at different time periods. The first bibliographic searches were carried out from November 20 to December 6, 2019, in SCOPUS and from December 7–13, 2019, in WOS.

Queries were performed in English using a series of keywords and combinations of keywords defined in advance. The following search equation: " *Farmland tenure OR cropland tenure OR farm size and environment* " was used to query the WOS and SCOPUS databases for items. With this first selection, we obtained 8,879 papers. We considered this a source of raw data and next refined it by manually screening each title and abstract. Papers that we selected met the following criteria: (1) the title of the paper had at least one of the keywords and (2) the abstract of the paper included keywords and discussion of "FMPs" or "farmland and environment." Papers that were in both databases, that is, duplicated, were identified and one duplicate was removed from the collection. No date restrictions were applied to searches. After applying the first criterion, 820 papers were selected, and after applying the second selection criterion, we obtained 75 papers from the two databases.

The second bibliographic searches were carried out from July 26–30, 2021, in SCOPUS and from August 10–15, 2021, in WOS. A new search equation: "*Farmland use rights OR farmland property rights AND environment OR pollution OR biodiversity*" was used to query the WOS and SCOPUS databases. We obtained a corpus of 624,951 papers. By applying the same approach as in the first search and after completing all the sorting steps, 15 papers were retained and added to the first 75 papers, yielding a final selection of 90 papers from the two databases.

In addition to WOS and SCOPUS, we drew on other sources for relevant papers. We used the snowball approach with Google scholar to identify an additional 20 papers. The snowball approach consists of reading a paper and searching its references for

other relevant publications (Hagen-Zanker and Mallett 2013). Personal knowledge, discussions with colleagues and experts in the field, and the reading of others' literature (reports and unpublished studies) allowed us to broaden our thinking and identify other relevant papers.

3.2. Data analysis

The selected papers were then subject to an in-depth reading and content analysis. We developed a thematic analysis grid based on the main elements emerging from a careful reading of the corpus of papers. Our goal was to classify FMPs according to their types, creating a typology. We identified the theme of each paper: FMPs based on farmers' initiatives (38 articles), FMPs related to the implementation of public policies (63 articles), and others (9 articles). These papers can be found in an Additional file. Figure 3 describes the various stages of the literature search and data analysis.

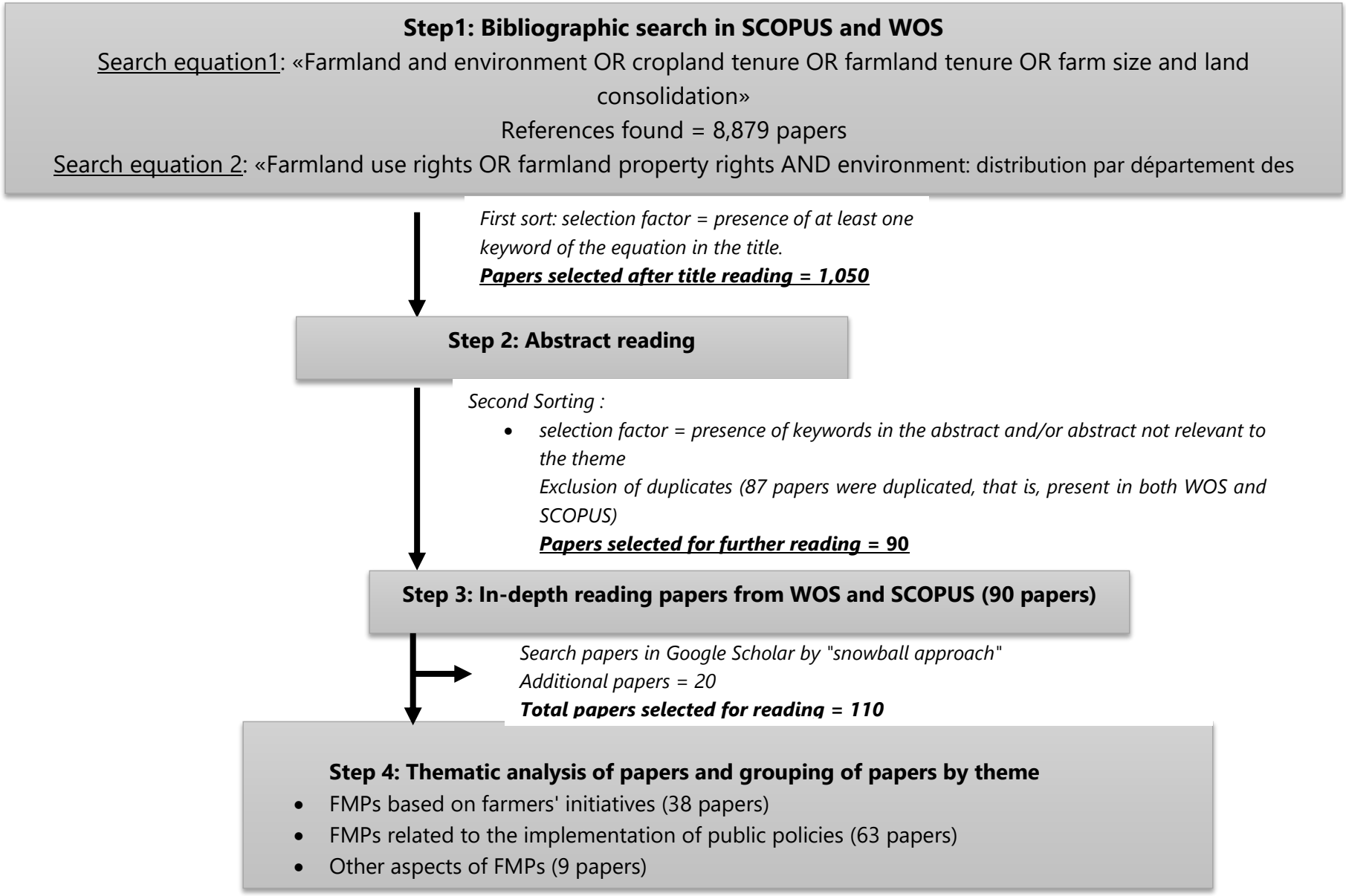


Figure 3: Chronological description of the literature review and analysis of the

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. Overview of the distribution of FMPs in the selected papers

The topics addressed in the 110 papers that we consulted and classified are presented in Table 1. Papers dealing with policy instruments that impact user rights through regulation were the most numerous, with 43 papers referenced, and the next most numerous were papers dealing with FMPs initiated by individual farmers, with 28 papers referenced. Environmental issues related to FMPs were addressed for three out of four categories of agricultural land practices. No papers dealing with environmental impacts of FMPs initiated by farmers collectively were included in the list of selected papers.

Table 1: Classification of the 110 papers consulted by FMP category and environmental issues addressed.

Topic covered in the paper	**No. papers in which environmental issues were addressed**		**Total papers per topic covered**
	NO	**Yes**	
Policies instruments that change the structure of the land tenure	13	7	20
Policy instruments that impact user rights through regulation	38	5	43
FMPs initiated by individual farmers	22	6	28
FMPs initiated by farmers collectively	10	0	10
Others	2	7	9
Total paper per environmental issues addressed	85	25	110

The papers we consulted originated from 40 different countries on all continents (Figure 4). Twenty-six papers were from China, the most from a single country. Twenty-two papers were from France, nine from the USA, five from Poland, and two each from the Czech Republic and Canada.

More than 75% of the papers were published less than 10 years ago, which may be evidence of growing interest in agri-environmental aspect of FMP.

Table 1:Distribution of reviewed articles by field of study and keys issues addressed

Field of study	Did not include environmental issues	Included environmental issues	Total articles
Geography	17	3	20
Economics	13	5	18
Sociology	9		9
Agro economy	6	1	7
interdisciplinary	6	1	7
Agronomy	5	5	10
Social sciences	5	1	6
Rural landscape management	3		3
Urban planning	3		3
Ecology		2	2
Environmental science	2	4	6
Political science	2	1	3
Socioeconomy	2		2
Landscape agronomy	1		1
Management sciences	1		1
Mathematics	1		1
Others	9	2	11
Total	85	25	110

The table2 above shows the main scientific disciplines to which the papers in the corpus of literature consulted are related. About 7 disciplines account for 75% of the articles dealing with the environmental aspects of FMPs and 60% of all the articles consulted. Biodiversity is the main environmental issue most often addressed. Geography, economics and sociology are the first three disciplines most representative of the corpus of literature consulted. The environmental science disciplines seem to be less interested in the environmental aspects of agricultural land tenure practices, with only four articles.

Tableau 2: Main data sources used in the different articles in the corpus of articles consulted.

Methodological features	**Total**	**Percentage**
General data bases analysis (Land register; Geographic Information System; socio economic data)	34	30.9
Interviews	15	13.6
Modelisation	13	11.8
Literature review	8	7.3
Field surveys	9	8.2
Policy analysis	6	5.5
Position paper	6	5.5
Case study	2	1.8
Data surveys	1	0.9
Archives. Field surveys	1	0.9
Landscape observation	1	0.9
Life cycle assessment	1	0.9
Mail survey	1	0.9
Media info and web data	1	0.9
Spatial analysis of landscape	1	0.9
Others	10	9.1
Total	110	100

Table 3 above details the main data sources used in the articles. Researches are mostly undertaking modelling of GIS data or general databases (land register or agricultural census). This highlights the need for more field data collection (interviews, surveys, on-site observations).

Figure 4: Geographical distribution of papers related to FMPs.

The overview of this literature review helped us to establish the typology of FMPs. Particularly, we distinguish here between bottom-up strategies, which originate from local initiatives from farmers, and top-down or implementation strategies, which originate from public bodies or private organizations. This FMP typology is presented in Section 4.2 below.

4.2. **Typology of FMPs**

In this section, we present a typology of FMPs. The type of FMP is defined based on whether it is (i) a bottom-up strategy based on local farmers' initiatives to improve the overall functioning of their farms or (ii) implementation of top-down strategies that are imposed by public bodies or private organizations. The first category of FMP is divided

into subcategories according to whether the action is collective or individual. Within each sub-category, we distinguished types that differ by the strategies used to tackle the constraints hindering the operation of the farm. The second category (top-down strategies) is also divided into subcategories according to the effects of the strategies on property and land-use rights.

4.2.1. *FMPs based on bottom-up strategies from local farmers' initiatives*

4.2.1.1. *FMPs initiated by individual farmers*

a) Purchase of land-use rights to improve the farming technical system or the land structure of the farm

In this situation, the farmer faces difficulties related to the internal functioning of his farm. He seeks to improve his production system or to improve the topology[5] of his farm through such strategies as enlargement, maintenance, or reduction.

According to several authors, when the farmer faces logistical constraints, he may be tempted to reconfigure his farmland holding[6] in space and time. He may re-arrange his parcels in one of several ways. He could enlarge them, by linking the parcels together to form large islands in a single block, by merging the parcels and removing their physical boundaries such as hedges, or by purchasing new plots that might become available from neighboring farmers. He could also reduce the number of parcels by selling some. Another option for re-arrangement of his parcels would be to agree with his neighbor to exchange or rent the parcels. Reconfiguring the farmland resolves a structural constraint, and the solution that is provided is generally long term or even definitive. In the literature, the practices of grouping parcels with parcels that are close to the farm's headquarters or of exchanging plots between farmers have been highlighted in Rwanda (Nilsson 2019), France (Francart et Pivot 1998 ; Marie et al., 2009; Saint-Cyr et al. 2019), and the Czech Republic (Janovska et al. 2017).

[5] For the farmer, the topology represents the relative position of the parcels in relation to each other and in particular in relation to the seat of the holding and other buildings of the holding, the relative size and shape of the parcels, as well as the structure of the access roads to his parcels.

[6] I consider "farmland holding" as all cultivated plots of land for which a farmer has the right of use or ownership.

When the farmer faces phytosanitary issues or must break the cycle of weeds, he may seek to temporarily move his crops to other land, leaving his land fallow to resolve the problem. He may rent land temporarily, perhaps with a yearly lease, or exchange parcels to avoid the overuse of certain crops in the same location, which becomes problematic due to lower efficiency of chemical inputs. Temporary rental of plots by farmers to meet agronomic constraints has been documented by Amblard and Colin (2009) in Romania; Lucas et al. (2015) and Marie et al.,(2009) in France, and Choumert and Phélinas (2015) in Argentina.

When the farmer's objective is to reduce operating overhead costs, he may choose to regroup his parcels if they are dispersed or rent land. The latter seems to be the most accessible option, although it does not always guarantee a high degree of security on the land (Ciaian et al. 2012). Also, the distance between dispersed plots and the tractor travel necessary to reach them may prohibit their acquisition (Preux 2019c).

b) Purchase of land-use and property rights to adapt to external constraints

The farmer seeks above all to minimize external risks, such variations in the climate that are likely to impact the operation of his farm. He uses the farmland as a lever or tool to adapt his production system to the external environment.

To cope with constraints due to climate, the farmer will seek to have plots of land in different environments to spread out production and minimize rainfall hazards. He will seek to acquire plots scattered over different zones to benefit from the variation in microclimates and soils within these zones, thereby reducing the constraints on crops. Some examples will serve to illustrate. Ethiopian farmers (Gedefaw et al. 2019) and French farmers in mountainous regions (Mottet et al. 2006) seek to own plots in both valleys and hills to take advantage of the ecological differences, to be able to allow for complementary production (e.g. crops and meadows for breeding). In the states of Oregon and Idaho, in the USA, Zhang al. (2018) suggest that climate change leads to larger and dispersed farms, which are more likely to address irregular crop yields.

When the external constraint is competition for land from urban pressure, the farmer may try to make his land more secure. In some cases, he may invent new relationships with the land. An example in Sweden is described by Wästfelt and Zhang (2018). In this example, the farmers developed novel land leases called "side leases," in which they rented the land annually and re-negotiated the lease yearly. Similarly in France, Jarrige and Napoleone (2003) note that large agricultural companies in péri-urban areas address urban pressure for their land by extending and moving their plots frequently through short-term leases.

c) Accessing rights to land use through conquest or clearing land

This discussion generally applies to young farmers who seek access to land or to increase the size of a farm. This is a situation of land insecurity, in which the potential farmer does not have title deeds to the land he attempts to acquire (Lipscomb and Prabakaran 2020). In response, he develops strategies that enable him to occupy land and assert his right to farm it. An example of access to land-use rights by young farmers is described in northern Cameroon by Dounias (1998). In this case, the strategy adopted was to plow vacant land and plant it with cotton.

4.2.1.2. *FMPs initiated by farmers collectively*

a) Sharing land-use rights between farmers

This situation exists when there is no change of land ownership but rather direct interactions between either farmers or social organizations with collective or community management.

In the case of direct interaction, rights are reciprocally shared: the farmer who owns land joins forces with a second person, who manages it. For instance, an owner might authorize a herder to graze animals on the owner's plots after harvest or during inter-cropping. In return, the animals will keep the plot clean and the herds will deposit enriching manure on the land (Poinsot and Faure 2000). The owner may also be required to produce fodder (in this case, alfalfa-type protein fodder) so that the herder

does not lack fodder, and in return, the herder is expected to regenerate the soil, specifically, controlling weeds, improving soil structure, and enhancing its fertility.

Situations also occur in which an owner grants the right to use land to another farmer under a verbal or written arrangement (Horst 2019). The delegation of use rights usually do not entail an intrinsic right of access to the land (Colin and Tarouth 2017) and are usually between farmers who know each other or who share the same social network (Clément et al. 2019; Keeley et al. 2019a). The owner may be remunerated with a share of the harvest (sharecropping) or by receiving a lump sum (tenant farming). He may also reserve the right to use certain parts, such as hedges or an irrigation network, in his own operations. We found this practice in the USA (Horst 2019; Keeley et al. 2019a), Canada (Magnan 2015; Rotz et al. 2019), and France (Poinsot and Faure 2000; Clément et al. 2019).

If we consider collective forms of land management, the community is the owner and ensures each member of the community the right to use the land. Rules are established to resolve conflicts. An example is a grazing reserve, called a “vain pasture” in France and "jiindo de pasto" in the semi-arid Nordeste region in the northern part of the Brazilian State of Bahia. This reserve is an open space for the collective use of natural resources that is used for communal grazing and is a resource for all members of the community, not only for fodder, but also for wood and gathering (Sabourin et al., 1995). Another example is the commonage in Ireland. A commonage is land held in common ownership on which two or more farmers have grazing rights (Van Rensburg et al. 2009). In West Africa, this mode of land management is present in complex ecosystems such as the Inner Niger Delta, where land is often alternately flooded and cleared. Different users share land-use rights, sometimes at different times (Binot and Karsenty 2007). When land management is community based as well as in China, the community that holds the property rights grants farmers temporary land-use rights (W. Hu 1997; Yang et al. 2020).

b) Pooling of land-use rights to meet a common goal

In this scenario, there is no change of ownership, but rather a mutual commitment of resources, such as land, supplies, or equipment, to meet a common goal. An example of a common goal might be to reduce fixed costs. How temporary the project is will determine the farmer's level of investment and his contribution of land-use rights. In a joint project of relatively short duration, investments will likely be limited to exchanges of materials, group purchases of supplies and their storage, or sale of crops. These will probably result in temporary pooling of land-use rights. If the joint project is of longer duration, the farmers may invest in the purchase of equipment, and in this case, the pooling of land-use rights may be more long term or permanent. In France, joint crop rotation results in plots of land being considered as a single unit, but the farms involved are not merged. As mentioned by Gabriel et al. (2019), this kind of cooperation can increase productivity because farmers can cultivate several contiguous plots of land in one block and save time and work. It is possible for them to set up farming areas where they can bring work sites closer together and significantly reduce mechanization costs (Gabriel et al. 2019).

c) Delegation of land-use rights to agricultural management companies

Farmers, whether landowners or tenants, may entrust the management of their farm to agricultural contractors. These service providers may control all or only part of the production process, allocating crops to plots and overseeing cultivation. When the service provider has a sufficiently large customer portfolio, he can set up an organization that enables him to manage all the farms he is responsible for in a homogeneous manner. Each farm ultimately represents only one element of a much larger farm, entirely managed by the contractor. Farm work companies are particularly appealing to farmers in certain situations, such as farmers nearing retirement or not wishing to renew equipment.

According to Nguyen and Purseigle (2012), the use of agricultural contractors is a consequence of families with a long history of farming who are unable to continue

farming themselves but are unwilling give up their farm. The increasing use of contractors is a contentious issue, as it may create barriers for the entry of interested parties into agriculture: contractors and young farmers hoping to start their farms may be in competition for land (Anzalone and Purseigle 2014). Management of farms by contractors has been described in the USA (Horst 2019; Keeley et al. 2019a), the Czech Republic (Sklenicka et al. 2014), Canada (Magnan 2015), Africa (Colin and Tarouth 2017), and France (Anzalone and Purseigle 2014).

4.2.2. FMPs based top-down strategies from public bodies or private organizations

This discussion relates to policies that are implemented by public bodies, including local authorities, public or semi-public agencies, or private agencies, such as non-governmental organizations. These policies may consist of voluntary or mandatory regulations on farming activities, and they may directly or indirectly impact land use and land-use rights.

There are many public policy instruments that affect land use. Gerber et al (2018) identified four types of instruments of land policy, categorized by the nature of their regulation and effects on property and land-use rights. These are:

i) Type 1: policies with no impact on the content of use or disposal rights,
ii) Type 2: policies with an impact on the scope and content of use or disposal rights,
iii) Type 3: re-definition of property rights with an impact on the scope and content of use or disposal rights, for example, tradable development rights, and
iv) Type 4: re-definition of the structure of the distribution of property titles.

According to this typology of policy instruments, Type 1 refers to voluntary regulations and incentives that are limited to changes in farming practices (Legras et al 2016). Instruments of this type include agri-environmental measures, tax schemes, and

common agricultural policy incentives. The implementation process of these instruments is well documented in the literature, particularly when economics are considered. Although these regulations may impact land values, they do not have a direct impact on property rights and, for that reason, we have not included papers that refer to this type of research here. Rather, we focused our survey on instruments of Type 2 and 3, which have an impact on use rights through regulation, and Type 4, which change the structure of the land-tenure system.

4.1.1.1. Policy instruments that impact user rights through regulation

These instruments consist of public policies implemented through Type 2 or 3 regulations [following the Gerber et al (2018) typology of land-use policy instruments]. Both sets of regulations affect property rights, and Type 3 regulations may have a major impact on property rights, even re-defining them.

Among these policy instruments, we concluded that land consolidation was the most documented in the literature we consulted. Many researchers consider land consolidation as a tool for simplifying landscape management ; Latruffe and Piet 2014; Luis OREA, et al., 2015; Nilsson 2019). It has been widely used in various contexts to reduce the fragmentation of land ownership (Luis OREA et al. 2015 ; Strek 2018) and to foster land exchanges as a tool for farm restructuring, especially when a large number of willing owners participate (Teijeiro et al. 2020; Gedefaw et al. 2019). In Poland and France, public policies promoting land consolidation have been implemented to expand farms and address the problems often associated with land fragmentation (small, irregularly shaped, or dispersed plots) (Gedefaw et al. 2019) and thus increase agricultural production). In China, too, the policy of land consolidation on fragmented land has been widely promoted by the government (Yang et al. 2019).

Policy instruments may combine regulation and acquisition tools to impose constraints on agricultural activities in vulnerable natural areas. In France, zoning imposed by the government serves to protect environmentally sensitive areas, and land use is restricted and controlled. In these areas, building and industrial activities are prohibited, and

farming activities are markedly constrained. Zoning regulations are sometimes combined with land acquisition by private estates to ensure the protection of the estate (Legras et al 2016).

In the USA, the "land-trust movement" is an example of a private initiative that affects land use, in this case, with an environmental objective. Land trusts acquire land to protect it and the local ecosystem (Parker 2004). In France, community land trusts acquire farmland to preserve its value for agricultural production in the long term and, in turn, lease them to farmers. Stipulations requiring organic and environmentally sound practices may be part of the contract (Léger-Bosch 2019).

Rather than an agency acquiring full ownership, it may attempt to conciliate farming activities and environmental protection by focusing on certain components in the bundle of rights held by the landowner (development of rights or right of use). For example, land trusts may acquire "conservation easements," which are contracts between a landowner and an easement holder that impose restrictions on all or certain plots held by the owner (Merenlender et al. 2004; Daniels 2020). In the US, programs for ecological conservation concentrate on the purchase of conservation easements. According to Stoms et al. (2009), these programs have enabled the US government and public sector to preserve approximately 730,000 ha of agricultural land. In France, agreements that are equivalents to conservation easements in common-law countries were introduced into national law in 2016. "Real Environmental Obligations" (REOs) are land-based tools that can be used in environmental preservation programs. They are contractual instruments that link permanent obligations to a property. They are intended to protect the environment and are binding into the future, and to future landowners. This contractual mechanism helps to maintain, conserve, manage, or restore biodiversity elements or ecological functions.

Conservation easements are often part of ecological compensation policies. Ecological compensation consists of securing land by means of sustainable acquisitions or agreements and restoring it through ecological actions, with the goal of increasing its

value (Etrillard and Pech 2015). This tool is still being tested in various countries, although it seems to be well developed in the USA.

Another policy instrument often used by different states is expropriation. This concerns the transfer of property rights of the original parcel from the landowner to a state (Gerber et al 2018). In France, as part of the process of restoring water catchments that are most threatened by diffuse pollution of agricultural origin, policies on property management allow local authorities to purchase agricultural land by expropriation or by mutual agreement. The original use of the land may change, and it will be used for agri-environmental purposes (Barataud et Hellec 2015 ;Lamoureux 2016).

4.1.1.2. Policies instruments that change the structure of the land tenure

These policy instruments are Type 4 in the Gerber et al (2018) typology. They can radically re-define the structure of the distribution of property titles and are usually part of major reforms. They may operate at different territorial scales.

Land reform can be a major public policy instrument with considerable impact on property rights. For example, in China, Hu (1997) considered that the post-Mao rural reform of the early 1980s had taken over the collective management rights of land by giving the farmers the right to use the land but failed to provide a clear property regime for both owners and users of the farmland. According to this author, despite the growth of Chinese's agriculture, the country's agri-environment has been widely degraded since the implementation of the reform due to short-sighted decisions and the irresponsible use of land resources. Land reform in Albania was done by redistributing the land on a per capita basis, according to Sallaku et al. (2016). Each family received equal amounts of arable and non-arable land, fruit trees, vineyards, and olive trees.

Table 4 below summarizes the types and characteristics of the FMPs identified in the literature we consulted.

Tableau 3: Farmland management practices (FMPs) identified in the literature.

Determinants of FMPs	Type of FMP	Examples of FMPs
Agronomic constraints	Purchase of land-use rights to improve the farming technical system or the land structure of the farm	Grouping of plots with leveling of hedges or purchase of neighboring plots Temporary exchanges of plots
Environmental constraints + Constraints linked to the farm topology	Purchase of land-use and property rights to adapt to external constraints (climatic, urban pressure with competition on land)	Plot leasing Plot fragmentation (acquisition of dispersed plots) Purchase or sale of plots
Environmental constraints	Accessing rights to land use through conquest or clearing land	Dynamics of occupation of still vacant land (pioneer front in Africa and the Amazon)
Socio-institutional constraints	Sharing land-use rights between farmers	Extensive pasturing Community land-use rights (communal property) Land-use agreements between landowners and farmers
Environmental constraints + Constraints linked to the farm topology	Pooling of land-use rights to meet a common goal	Voluntary pooling of land use (collective land use)
Economic constraints	Delegation of land-use rights to agricultural management companies	Use of agricultural contractors
Measures or arrangements proposed to farmers from a given perspective and that directly or indirectly impact land use and land-use rights	Policy instruments that impact user rights through regulation	Environmental zonings Real Environmental Obligations (REOs) Rural Environmental Leases / land trust) Ecological compensation through supply Land consolidation

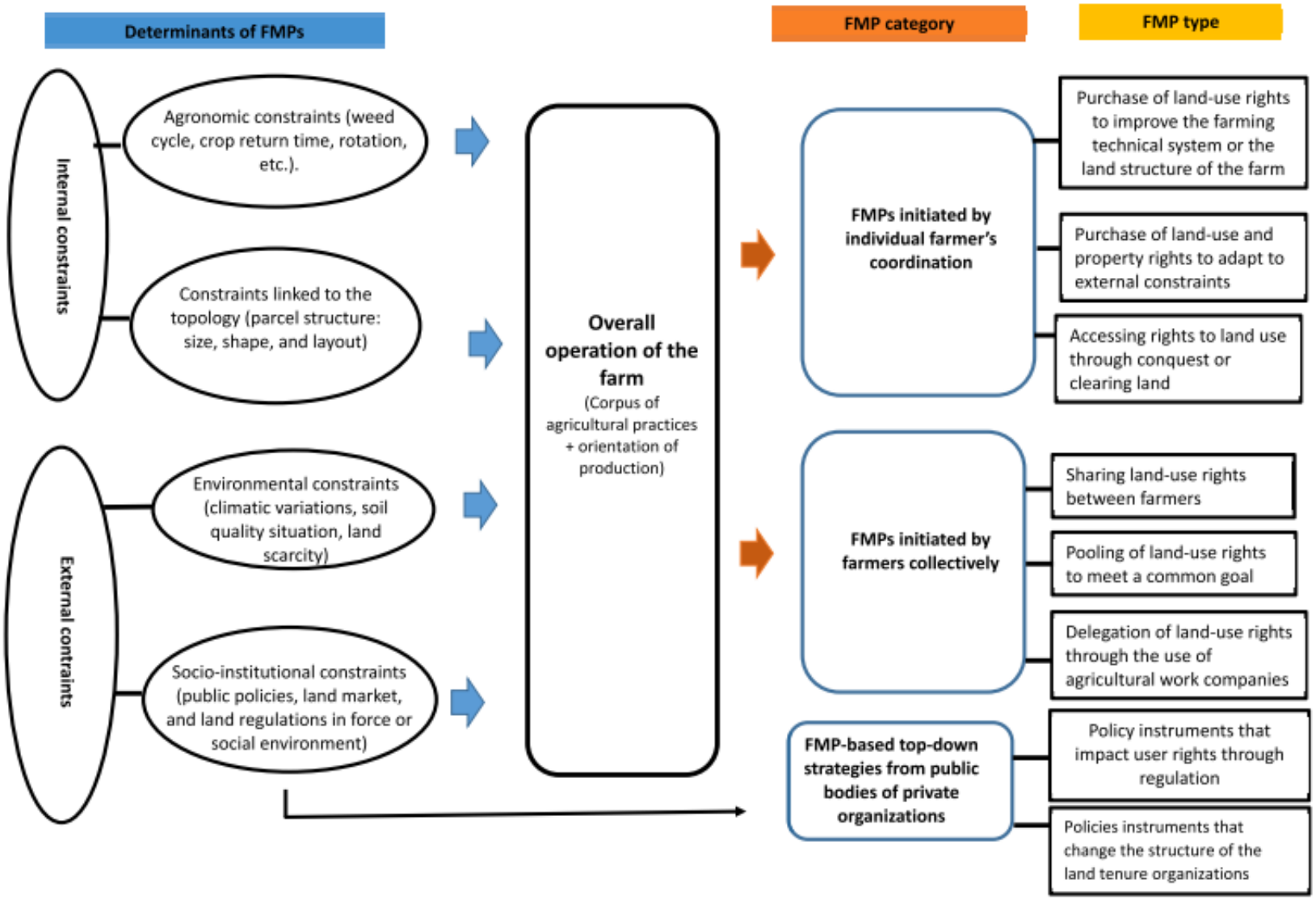


Figure 5: Map of the determinants and strategies behind farmland management practices (FMPs). The internal factors, the environmental factors, and the famer's land-use strategies allow determination of the key components of the FMP.

4.3. There are possible environmental consequences of FMPs but in-depth studies are needed

The FMP typology that we presented in Section 4.2 highlights its diversity and accounts for the reasoning, based on the agronomic realities, of the choices made of actors involved in FMPs. Questions arise about the environmental impacts that may be associated with these choices. In this section, we discuss the general environmental impacts of FMPs.

4.3.1. *The major environmental consequences of FMPs identified in our literature search*

Only 25 papers out of 110 that we included referred to the environmental consequences of agricultural FMPs. Although this is not a substantial number of papers, we conclude from our study of them that FMPs may have considerable impacts on biodiversity, landscape, soil resources and water quality on a regional scale, both positive and negative.

a) Environmental consequences of FMPs related to bottom-up strategies (local farmers' initiatives)

Bottom-up FMPs are based on local farmers' choices, and these may modify the structure of the landscape and affect the environment. Particularly important factors in the agricultural pressure imposed on the environment by FMPs are strategies that modify the organization of plots and the cropping systems implemented (B. Leteinturier et al. 2006a; Tscharntke, Klein, Kruess, Steffan-Dewenter, et al. 2005; Chopin et al. 2017). For instance, Latruffe and Piet (2014), and Di Falco et al. (2010) noted that plot dispersal used by some farmers to address climate uncertainties appears to have positive environmental impacts as it allows a better match between crops and micro-local climatic conditions. Lipscomb and Prabakaran (2020) point out that colonization of the Amazon rainforest for agriculture by farmers who do not have land security is responsible for the destruction of forests and air pollution related to burning.

When the farmer strategizes to develop the topology of his farmland, he is likely to use such tools as grouping, exchanging, or temporarily renting plots. These allow him to modify the plot structure so that the plots become more homogenous. If the types of FMPs he chooses include structural modification of the farmstead, there may be significant modification of his crop rotation schedule (Barbottin et al. 2018). It may also result in the destruction of hedges (Saint-Cyr et al. 2019; Preux 2019), which can be problematic as hedges, along with bunches of trees, groves, copses, and forest edges, are structuring and important elements of the rural landscape (Husson and Marochini 1997). Enlargement of plots can also favor devoting a much larger plot to a single crop than before the enlargement, which may lead to a decrease in crop diversity and increased vulnerability to pests and epidemics. At the landscape scale, this can result in loss of biodiversity, increased runoff, pollution of surface and ground water, and, in some cases, replacement of permanent grassland with plowed land (Preux 2019c).
We also consider land-tenure insecurity, which is inherent in precarious land-tenure contracts. Although not a type of FMP, it is relevant here as it is proving to be a factor limiting farmers' willingness to invest in conservation of natural resources (Reid et al. 2000; Gao et al. 2012; P. Sklenicka 2016b; Hua Lu et al. 2019). For instance, unregulated changes in the property rights system may endanger the sustainability of the soil resources and favor overexploitation. A case study on extensive cattle breeding in Inner Mongolia (China) revealed that the privatization of pastures, which were previously collectively managed, could result in the depletion of natural and soil resources. As fencing expenses could not be implemented by all breeders, grassland in areas which remained open were overused (Li et al. 2007).

Land-tenure insecurity also influences and differentiates farming operations. If farmers' plots are small and irregularly shaped, farmers are reluctant to adopt modern technologies or invest in soil improvement (Lucas et al. 2015). According to Keeley et al. (2019), the short duration of most leases in the US, coupled with the failure of institutional instruments to regulate leases, constitute a major constraint to the application of environmentally sound agricultural practices, such as agroforestry. In the

same vein, Choumert and Phélinas (2015) estimate that in Argentina, farmers with precarious land leases are less inclined to adopt long-term land conservation and improvement practices than land owners. The latter, presumably due to their greater security, are more willing to practice soil conservation.

b) Environmental consequences of FMPs related to top-down strategies from public bodies or private organizations

The consequences of FMPs initiated by public policy or private organizations on the environment were discussed more than the bottom-up strategies in the papers we examined.

The most common issue addressed in this group of papers was the environmental impacts of the type of FMP related to policy instruments that impact user rights through regulation. Land consolidation is one such policy. To summarize the opinions of several authors in general terms, it appears that land consolidation operations are intended to improve the spatial structure of agricultural areas and preserve the environment (Yu, Zeng, and Yu 2014; OREA et al. 2015; Strek 2018; Nilsson 2019). In China for instance, Li et al. (2017) studied the effects of a land transfer policy that was intended to regroup small private structures into larger ones, thereby facilitating mechanization in Jiangsu using a model. These researchers highlighted the fact that more pollution was caused by the increase from 13% to 51% use of diesel and the emission of engine exhaust. Yang et al. (2019) argue that changing the farmland structure from scattered small farms to large farms with consolidated parcels of land could reduce the environmental impacts of agricultural activities by reducing resource consumption. In the same vein, Zhang et al (2010) concluded that in Gaolong, China, land consolidation improved the agro-ecosystem services value, with the largest increase in nutrient cycling and the smallest in soil conservation. However, Lu et al. (2018) point out that land consolidation is of interest only at the level of plots, as it increases plot size without necessarily increasing the total area of the farm.

Researchers who are critical of these policies point out that the expansion of plots through land consolidation results in decreased in crop diversity, making the farm more vulnerable to epidemics and at increased risk for crop failure due to local natural disasters, such as heavy rains, hail, and floods (Husson and Marochini 1997; Kurylo et al. 2017; Gedefaw et al. 2019). In addition, changes in parcel structures may influence the choice of production systems (Pauchard et al. 2016).

Other public policy instruments that impact user rights through regulations that may have environmental consequences are agri-environment programs, such as those implemented in many European countries. In Switzerland, farmers were required to maintain 7% of their useful agricultural area as biodiversity promotion areas (BPA). This requirement increased butterfly species richness (Zingg et al. 2019) .

The environmental footprint of land is also important in the policy instruments that change the structure of the land-tenure organizations. Sallaku et al. (2016) suggested that the decision of the Albanian government to redistribute land to each inhabitant was the cause of the environmental changes and loss of biodiversity that was observed subsequently. Reid et al. (2000) point out that the major changes observed in land use across Ethiopia were the result of the succession of land reforms imposed between 1975 and 1985. Similarly, it has been argued that post-Mao land reform in China led to irresponsible use of land resources, specifically, private financial investment in agriculture and intensification of agriculture (Hu 1997). Subsequent overall degradation of the agro-ecological environment was considered to be the result. Also in China, in the Yellow River Delta, Xu et al. (2014) studied the factors that caused farmers to adopt organic fertilizers to reduce land salinization; they also concluded that land tenure was closely linked to farmers' decisions. According to Liu et al. (2019), the opportunity granted to Chinese farmers to rent land, allowing them to enlarge their plots, has resulted in the application of some new farming technologies that permit them to use less fertilizer and pesticide use in wheat and maize production. This should

result in reduction in heavy metal contamination of food and drinking water as well as fewer pesticide residues in food and the environment.

4.2.2. The need for in-depth studies on the environmental consequences of FMPs

Among the 25 papers identified in the literature that referred to the environmental consequences of agricultural FMPs, there is an uneven distribution of papers that dealt explicitly with the environmental impacts of FMPs in relation to our typology, as detailed in Table 1.

Various studies use environmental modeling to evaluate the impact of changes in farmland on non-point water pollution and to assess the contribution of best management practices (BMPs) on reduction of the environmental impact of agriculture. For instance, in a study conducted in the Three-Gorges area in China, the authors identify BMPs favorable to water quality, such as contour farming and conservation tillage (Liu et al. 2015). In another study on the land-cover changes in the province of Shandong in China, Liu et al. found that increased grassland area had a positive impact on water quality (Liu et al. 2013). Sith et al. applied a watershed model in a study of the Southern Islands of the Japanese coral reef. They concluded that diversification of farmland use toward more pasture lowered water pollution by nitrate considerably (Sith et al. 2019). In these various studies of BMPS, the value of initiatives for collective action among farmers and advocacy for innovative local public policies is apparent. However, they do not empirically investigate the FMPs connected to the changes in agricultural systems.

We also note that the available papers provide a weak basis at best for methodology designed to analyze the environmental impact of FMPs. Indeed, none of the papers related to local farmers' initiatives specify the methodology used to assess the environmental impacts of land practices, and conclusions seem to be based more on the authors' opinions than on a methodology designed for this purpose. This weakness is accompanied by a certain risk of bias. We argue, therefore, that methodological developments are needed to assess the environmental impact of FMPs based on local

farmers' choices. Such a methodology may help identify FMPs that have higher environmental value and also help identify candidate FMPs that are likely to reduce the impact of agriculture on the environment. Future research should investigate these aspects.

5. Conclusion

Our purpose here was to review the relevant literature concerning the relationship between FMPs and the environment. We have focused on research that would help us develop a typology of FMPs and inform us on their environmental consequences. We hoped that by using references from both social and life sciences fields we could distinguish two main categories of FMP: bottom-up practices, which are based on local farmers' initiatives to improve the functioning of their farms, and top-down practices, which are policies implemented by public bodies or private stakeholders.

Our survey highlights the fact that some FMPs may be innovative tools that reduce the pressure of agricultural activity on the environment. In contrast, others appear to have the undesired effects of increasing the pressure of agricultural activity on natural and semi-natural habitats, thereby threatening biodiversity and ecosystems. Additionally, some FMPs aim primarily to describe what is done rather than how it could be done best or have an environmental purpose, as is the case with BMPs.

Overall, our study underscores the need to consider both property rights and technical decision making in assessing FMPs. Exploring the environmental aspects of FMPs may be an interesting and valuable area for research as part of the current movement to reduce the environmental impacts of agricultural activities.

6. Limits of this study

Our definition of FMP allows us to focus on the relationship between property rights and environmental impact. However, because of this narrow definition, we have excluded studies related to land use without a change in rights, even though there is considerable literature that addresses the environmental consequences of changes in

agricultural land use. Thus, research dealing with the link between land abandonment and the environment was excluded from our study.

Another limitation of the study is the lack of in-depth statistical analysis. The exploratory nature of the article led us to work with complex data in terms of the objectives pursued and the different questions asked in each paper consulted. However, this article opens up interesting perspectives for future research insofar as it positions environmental aspects of FMP as a potential research object.

On retient de ce chapitre deux points importants:

i) La littérature scientifique évoque une diversité de pratiques foncières agricoles qui peuvent être regroupées en différentes catégories selon qu'elles sont basées sur des stratégies ascendantes issues d'initiatives d'agriculteurs locaux (exemple : acquisition de droits d'usage foncier pour améliorer la structure foncière de l'exploitation) ou sur des stratégies descendantes émanant d'organismes publics ou d'organisations privées (exemple : politiques publiques ayant un impact sur les droits d'usage des terres par le biais de la réglementation).

ii) Les connaissances scientifiques actuelles sur les dimensions environnementales des pratiques foncières restent encore peu documentées sur le plan empirique. Très peu d'articles traitent spécifiquement de la problématique environnementale de ces pratiques ; malgré le consensus théorique sur leur potentiel environnemental.

CHAPITRE 2 : MOBILISER LES OUTILS FONCIERS POUR REDUIRE L'IMPACT DES ACTIVITES AGRICOLES SUR LA QUALITE DE L'EAU : LES ENSEIGNEMENTS D'UNE ENQUÊTE NATIONALE EN FRANCE SUR LES AIRES D'ALIMENTATION DE CAPTAGE

Le chapitre précédent a permis de positionner la problématique environnementale des échanges temporaires de parcelles à l'échelle internationale. Il a mis en évidence que les potentialités environnementales des pratiques foncières demeurent encore un front de recherche à ce stade. Dans ce chapitre nous déclinons cette problématique à l'échelle française, avec une entrée par les aires d'alimentation de captage. L'objectif est de connaître la place actuelle et potentielle des pratiques foncières agricoles en général, et des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs en particulier, dans la gestion des aires d'alimentation de captage. Le dispositif méthodologique mis en place s'appuie sur le recensement et l'analyse des outils fonciers actuellement à la disposition des gestionnaires des aires d'alimentation de captage. Nous avons par ailleurs mené une double enquête, par un questionnaire en ligne auprès des gestionnaires d'AAC d'une part, et par entretiens semi-dirigés d'autre part.

Le chapitre est présenté sous forme d'un article (actuellement en français) qui sera soumis après traduction en anglais à la revue « Review of Agricultural, Food and Environmental Studies ».

Résumé

Pour faire face à la dégradation de la qualité de l'eau de plusieurs captages en eau potable en France, les autorités publiques tendent à intégrer davantage l'opportunité d'utiliser le levier foncier en complément des actions visant la modification des pratiques agricoles. Le levier foncier qu'est l'acquisition publique permet d'assurer un contrôle des usages, mais demeure coûteux et génère souvent des tensions entre les agriculteurs, compromettant ainsi sa mise en œuvre. L'objectif de cette recherche est de cerner les opportunités et les freins relatifs à la mobilisation des outils fonciers dans leur diversité dans la gestion des aires d'alimentation de captage. La démarche de recherche s'appuie sur le recensement et l'analyse des outils juridiques de gestion foncière. Nous avons mené par ailleurs une enquête en ligne auprès d'un échantillon de 92 gestionnaires d'AAC, prolongée par 26 entretiens semi-dirigés auprès d'une partie des répondants.

Nos résultats tendent à montrer une mobilisation contrastée du levier foncier au niveau des AAC. Sa mobilisation est d'une part assujettie à l'adhésion des agriculteurs et d'autre part, la concurrence de l'urbanisation pour le foncier. Les principaux outils fonciers actuellement mobilisés se composent de : l'acquisition de parcelles à l'intérieur ou à l'extérieur de l'AAC, la mise en place de mesures agro-environnementales (MAE) dans la mesure où elles impactent l'organisation foncière de l'exploitation, ou encore la contractualisation des obligations réelles environnementales. Les parcelles acquises servent principalement à instaurer des baux ruraux environnementaux ou encore à l'installation des jeunes en agriculture biologique. Nos résultats soulignent aussi l'importance des échanges temporaires de parcelles pratiqués par les agriculteurs, connu des animateurs, mais non mobilisés par eux. L'échange temporaire de parcelles tel qu'il est présenté ici pourrait devenir une alternative à l'acquisition des parcelles en pleine propriété, approche coûteuse pour les collectivités qui génère par ailleurs des tensions entre les agriculteurs.

1. Introduction

La maîtrise de la qualité de l'eau potable est un enjeu de santé publique dans de nombreux pays faisant face aux pollutions[7] provenant des pratiques agricoles intensives. Dans les Etats membres de l'Union européenne, malgré la directive européenne cadre sur l'eau qui énonce que tous les pays de l'UE doivent atteindre un « bon état des eaux » sur le plan qualitatif et quantitatif (DCE, 2000/60/CE 2000), les pollutions d'origine agricole représentent toujours une menace majeure pour la qualité des eaux de surface et souterraines (European Environment Agency 2015).

D'après l'Agence européenne de l'environnement (2015), environ 25 % des eaux souterraines en Europe sont classées comme ayant un mauvais état chimique, les nitrates et pesticides en étant la cause principale. En France, la situation est tendue dans la mesure où on dénombre près de 500 captages d'eau potable déclarés prioritaires « Grenelle » c'est à dire soumis à des contraintes renforcées du fait de l'alerte nitrate et/ou pesticide déclarée. On dénombre aussi 1000 autres captages identifiés comme étant menacés par les pollutions diffuses d'origine agricole (source: https://www.ccomptes.fr/fr/publications/le-bilan-des-plans-ecophyto. Rapport de la Cour des comptes de novembre 2019).

La maîtrise de la qualité des eaux potables au niveau des aires de captage nécessite souvent des actions sur les territoires agricoles qui sont situés au sein des bassins d'alimentation des nappes (Panagopoulos et al. 2011; Grolleau and McCann 2012; Garnier et al. 2016 ; Campling et al. 2021). En Allemagne comme au Danemark, les actions concernent les incitations des agriculteurs situés au niveau du périmètre du captage à se convertir à l'agriculture biologique notamment à l'élevage biologique (Windolf et al. 2012; Barataud et al. 2014a). Dans le contexte français, ces actions sont principalement mises en œuvre par le biais de programmes agro-environnementaux (PAE) cofinancés par l'UE dans le cadre de la politique de développement rural

[7] Les pollutions de l'eau imputables à l'activité agricole sont liées entre autres, au ruissellement et au lessivage d'éléments nutritifs et de pesticides lors de leur utilisation et de leur élimination.

(Amblard 2019). Les actions concernent généralement les changements de pratiques agricoles sur les parcelles à enjeu, pour lesquelles les agriculteurs sont incités à faire évoluer leur pratiques culturales vers des pratiques moins intensives en intrants, notamment phytosanitaires, et/ou de se convertir à l'agriculture biologique (Vincent and Fleury 2015; Archer 1994 ; Petit 2013).

Face à la dégradation persistante de la qualité de l'eau et au risque de dépassement des normes de potabilité dans certains captages, les autorités publiques tendent à intégrer davantage l'opportunité d'utiliser le foncier comme levier d'action en complément des actions visant les changements des pratiques (Vargas 2016; Bertrand 2013). La gestion foncière consiste à mobiliser le foncier comme levier d'action pour préserver la qualité des eaux dans le cas de pratiques agricoles favorisant la préservation de la ressource en eau (Lamoureux 2016). Elle est généralement mise en œuvre par les animateurs territoriaux en charge de la gestion des aires d'alimentation de captage (AAC) (voir encadré ci-dessous). Elle s'appuie sur les outils réglementaires d'acquisition de foncier ou de restriction de droit sur l'usage du foncier, mais aussi sur des formes d'actions plus informelles, qui ne se traduisent pas forcément par une acquisition publique de foncier Zangue et al. 2022). La gestion foncière semble ainsi constituer un des instruments complémentaires des interventions visant à assurer la restauration et la préservation de l'eau potable (Pivot et Aznar 2000; Lamoureux 2016).

Bien que permettant un contrôle efficace des pollutions agricoles (Barataud and Hellec 2015), le levier foncier qu'est l'acquisition publique est coûteux et long à mettre en place (Legras et al. 2016). Il suscite en outre une résistance souvent marquée au changement de la part de certains agriculteurs (Sylvestre and Rodriguez 2008 ; Smith and Porter 2010) et génère des tensions entre les agriculteurs (Barataud et al. 2014). Ce qui interroge les marges de manœuvre dont disposent les animateurs territoriaux en charge des AAC et pose la question des possibilités de son amélioration

Au prisme de l'agronomie des territoires et de la sociologie du droit, ce travail interroge les leviers et obstacles à la mise en œuvre des outils de gestion foncière dans les AAC

au regard de la gamme des possibilités. Il questionne aussi la place actuelle et potentielle des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs comme levier d'action environnementale. Les pratiques d'échanges de parcelles entre agriculteurs renvoient à une diversité de logiques d'action qui se traduit par des changements de droits d'usages sur le foncier. L'agronomie des territoires permet d'imaginer les voies d'amélioration de la situation environnementale basée sur l'analyse des marges de manœuvre individuelles et collectives dont disposent les agriculteurs pour la gestion technique de leur exploitation en lien avec les autres acteurs des territoires (Papy 2001), La sociologie du droit interroge quant à elle les jeux d'acteurs et le contexte de mise en œuvre des dispositifs fonciers existants (Melot et al. 2018).

Dans cette perspective, notre question de recherche est double à savoir: **quels sont les outils fonciers mobilisés par les animateurs territoriaux en charge de la gestion foncière au niveau des AAC? Quels peuvent être les leviers et obstacles à la gestion foncière dans les AAC?** L'hypothèse explorée est que les outils fonciers ne sont mobilisés que lorsque certaines conditions sont réunies : enjeu environnemental fort, échec d'outils alternatifs, existence d'une action collective structurée sur le territoire, adhésion des agriculteurs du territoire (acception des agriculteurs que le foncier agricole soit utilisé à des fins environnementales, etc.).

Dans la suite du document, après avoir détaillé la gamme des outils fonciers actuellement disponibles, ainsi que les acteurs de la gouvernance foncière des AAC, nous présentons la méthodologie déployée dans cette étude. Sont ensuite présentés les résultats de deux enquêtes effectuées auprès des animateurs territoriaux sur les modalités de gestion foncière à caractère environnemental. Nous discutons aussi de la place actuelle et potentielle des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnementale.

Encadré : définition d'une aire d'alimentation de captage (AAC)

Une AAC désigne la zone en surface sur laquelle l'eau, qui s'infiltre ou ruisselle, alimente le captage. L'extension de ces surfaces est généralement plus vaste que celle des périmètres de protection de captage. Cette zone est délimitée dans le but principal de lutter contre les pollutions diffuses risquant d'impacter la qualité de l'eau prélevée par le captage. Sa délimitation fait suite à une étude hydrogéologique visant à comprendre le fonctionnement du système aquifère et à caractériser la vulnérabilité intrinsèque de la zone vis-à-vis des pollutions diffuses. Cette étude peut permettre d'identifier au sein de l'AAC des zones particulièrement vulnérables sur lesquelles les actions doivent être renforcées (Vincent 2016)

Le concept d'AAC est défini à l'article L. 211-3 du code de l'environnement, modifié par la loi sur l'eau de 2006 relative à l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). Il est également mentionné aux articles R. 114-1 à R. 114-5 du code rural. Cet outil réglementaire n'est ni systématique ni obligatoire. ; A l'initiative du préfet, une zone peut être délimitée (par arrêté) et un programme d'actions visant à protéger la ressource contre les pollutions diffuses peut être instauré.

Le Grenelle de l'environnement met en avant la nécessité de protéger les captages vis-à-vis des pollutions diffuses. L'action majeure envisagée dans ce cadre consiste à protéger les aires d'alimentation de captage les plus menacées (captages « Grenelle »).

Source : http://sigespal.brgm.fr/spip.php?article63 consulté le 12/11/2020

2. Synthèse du cadre institutionnel de la gestion foncière pour améliorer la qualité de l'eau des AAC en France

La gestion foncière articule une gamme d'outils sous forme de « boîte à outils » potentiellement mobilisables par les animateurs territoriaux en charge des aires d'alimentation de captage. On distingue notamment des outils de maîtrise foncière publique et des outils de maîtrise des usages sur des biens privés.

2.1. Outils de maîtrise foncière publique

La maîtrise foncière publique réfère à l'acquisition définitive de parcelles dans le cadre de la préservation de la ressource. Sur le plan juridique, elle est encadrée par plusieurs instruments qui autorisent l'acquisition foncière. Ci-dessous, sont décrits de manière non exhaustive quelques outils de maîtrise foncière publique.

2.1.1. La délimitation des périmètres de protection

La délimitation des différents périmètres de protection au niveau de l'AAC a pour but principal de réduire les risques de pollutions ponctuelles dans le voisinage immédiat des captages. Elle autorise les gestionnaires à pouvoir actionner le levier foncier sur certains périmètres sous couvert de la réglementation.

Les périmètres de protection sont au nombre de trois, selon l'article L. 1321-2 du code de la santé publique. On distingue : le périmètre de protection immédiat, le périmètre de protection rapprochée et le périmètre de protection éloigné.

L'article L. 215-13 du code de l'environnement détermine autour du point de prélèvement un périmètre de protection immédiate dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété. L'institution du périmètre de protection immédiate est obligatoire pour tous les points de captages déclarés d'utilité publique (article L. 1321-2 du code de la santé publique de 1964, complété et rendu obligatoire par la loi du 3 janvier 1992 sur l'eau, article L 20 du même code). Sur ce périmètre, les seules opérations autorisées sont liées à l'entretien des installations de prélèvement d'eau, de la clôture obligatoire

et au maintien de la couverture herbacée sans pâturage, avec fauche et évacuation de l'herbe (cf. Service des collectivités territoriales du Sénat, OPECST[8]).

Dans les périmètres de protection rapprochée, les collectivités peuvent instaurer, à la suite de la déclaration préfectorale d'utilité publique, un droit de préemption dans les dispositions définies à l'article L. 218-1 du code de l'urbanisme. A l'intérieur du périmètre rapproché, peuvent être interdits ou réglementés toutes sortes d'installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux .

L'instauration du périmètre éloigné est facultative. Elle doit permettre de renforcer la protection contre les pollutions permanentes ou diffuses. La Figure 6 ci-dessous résume les outils fonciers mobilisables sur les différents périmètres.

2.1.2. L'acquisition de parcelles par préemption

La préemption est une disposition juridique qui permet à son titulaire de pouvoir se positionner comme acquéreur privilégié d'un bien mis en vente dans une zone dite de préemption. Ce droit s'exerce en vertu de l'article L. 210-1 du code de l'urbanisme et dans le cadre de la réalisation, dans l'intérêt général, d'actions et opérations d'aménagement définies de façon très large par l'article L. 300-1 du même code.

Depuis la loi n° 2019-1461 du 27 décembre 2019, les acteurs territoriaux en charge des AAC, dans le cadre de leur mission de préservation de la qualité de la ressource en eau dans laquelle est effectué le prélèvement disposent d'un droit de préemption dans les conditions définies à l'article L. 218-1 du code de l'urbanisme. Par définition, l'exercice de ce droit se fait à condition que le propriétaire décide de vendre son bien.

2.2. Les outils de maîtrise des usages sur des biens privés

Les instruments de maîtrise des usages sont des contrats destinés à maîtriser les usages du sol sans acquisition. Ils correspondent à une stratégie de changement réglementaire d'usage ou d'occupation du sol moins coûteuse en première approche

[8] https://www.senat.fr/rap/l02-215-2/l02-215-247.html

que l'acquisition en propriété (Legras et al 2016). Plusieurs prescriptions réglementaires peuvent être mises en place sur l'aire d'alimentation des captages pour limiter l'usage intensif du sol. Ci-dessous, nous recensons de manière non exhaustive quelques outils de maîtrise/régulation des usages du sol.

2.2.1. Bail rural à clause environnementale (BRE)

D'après les dispositions de l'article L. 411-27 du code rural et de la pêche maritime, le bail rural environnemental permet d'introduire des clauses de performance environnementale en contrepartie d'une modération du montant du fermage. La durée du bail est de neuf années renouvelables. Les animateurs territoriaux en charge de l'AAC peuvent aussi inciter des propriétaires à passer des baux ruraux environnementaux avec leurs fermiers ou encore établir un contrat de bail lorsqu'ils sont détenteurs de terres. Les animateurs territoriaux sélectionnent les pratiques agricoles concernées dans la liste prévue par l'article R. 411-9-11-1 du code rural et de la pêche maritime pour répondre aux préoccupations environnementales propres à l'AAC.

2.2.2. Obligation réelle environnementale (ORE)

L'ORE est un dispositif foncier volontaire et contractuel de protection de l'environnement. Elle permet à tout propriétaire d'un bien immobilier de mettre en place, s'il le souhaite, une protection environnementale attachée à son bien. Elle vise le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de services écosystémique. Elle se différencie du bail environnemental par sa durée qui peut aller jusqu'à 99 ans et la nature du contractant qui n'est pas nécessairement agriculteur. Au sein d'une l'AAC, ce dispositif peut être mobilisés par un animateur territorial en vue de convenir avec un propriétaire foncier d'une protection environnementale attachée à son bien et qui s'impose au fermier.

Les dispositions qui concernent les obligations réelles environnementales ont été introduites par la loi n°2016- 1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité,

de la nature et des paysages à l'article 72, codifié à l'article L. 132-3 du code de l'environnement.

2.2.3. Les mesures agro-environnementales (MAE)

Les MAE représentent des conventions signées entre les gestionnaires d'AAC et les agriculteurs pour limiter les usages d'intrants chimiques. Il s'agit de mesures permettant d'accompagner les agriculteurs soucieux de préserver le milieu naturel et volontaires pour poursuivre des actions allant au-delà des obligations légales (prescriptions des périmètres de captages par exemple). Elles sont dans une logique de paiement du surcoût de mise en œuvre d'une pratique. Le contrat a une durée de cinq ans potentiellement renouvelables. Elles se distinguent des paiements pour services environnementaux qui visent à rémunérer l'agriculteur par rapport à un résultat escompté, même en l'absence de surcoût (Exemple : maintien de prairies pour le stockage carbone). Même si les mesures agroenvironnementales ne sont pas toutes orientées vers la gestion du foncier agricole, un certain nombre d'entre elles, en particulier dans les aires d'alimentation de captage, impactent directement l'organisation du parcellaire des exploitations (restauration des haies, bandes enherbées, maintien des parcours, ...).

2.2.4. Les zonages environnementaux

Les zonages environnementaux sont un instrument privilégié dans la régulation de la qualité de l'eau. Ils correspondent à une stratégie de changement réglementaire d'usage ou d'occupation du sol moins coûteuse en première approche que le rachat de terre (Legras, et al. 2016). Le dispositif de Zones Soumises à Contraintes Environnementales (ZSCE) est un exemple de zonage environnemental qui permet aux préfets d'agir par arrêtés sur des zones porteuses d'enjeux forts : i) en délimitant la ou les zones à enjeu (zones de protection de l'aire d'alimentation de captages), ii) en définissant un programme d'action relatif à cette ou ces zones de protection, comprenant des mesures destinées à être appliquées par les agriculteurs ou, le cas échéant, par les propriétaires fonciers, iii) en rendant obligatoire la mise en œuvre de

tout ou partie de ce programme d'action, après un délai de un à trois ans, selon le contexte local, en fonction des résultats de mise en œuvre .

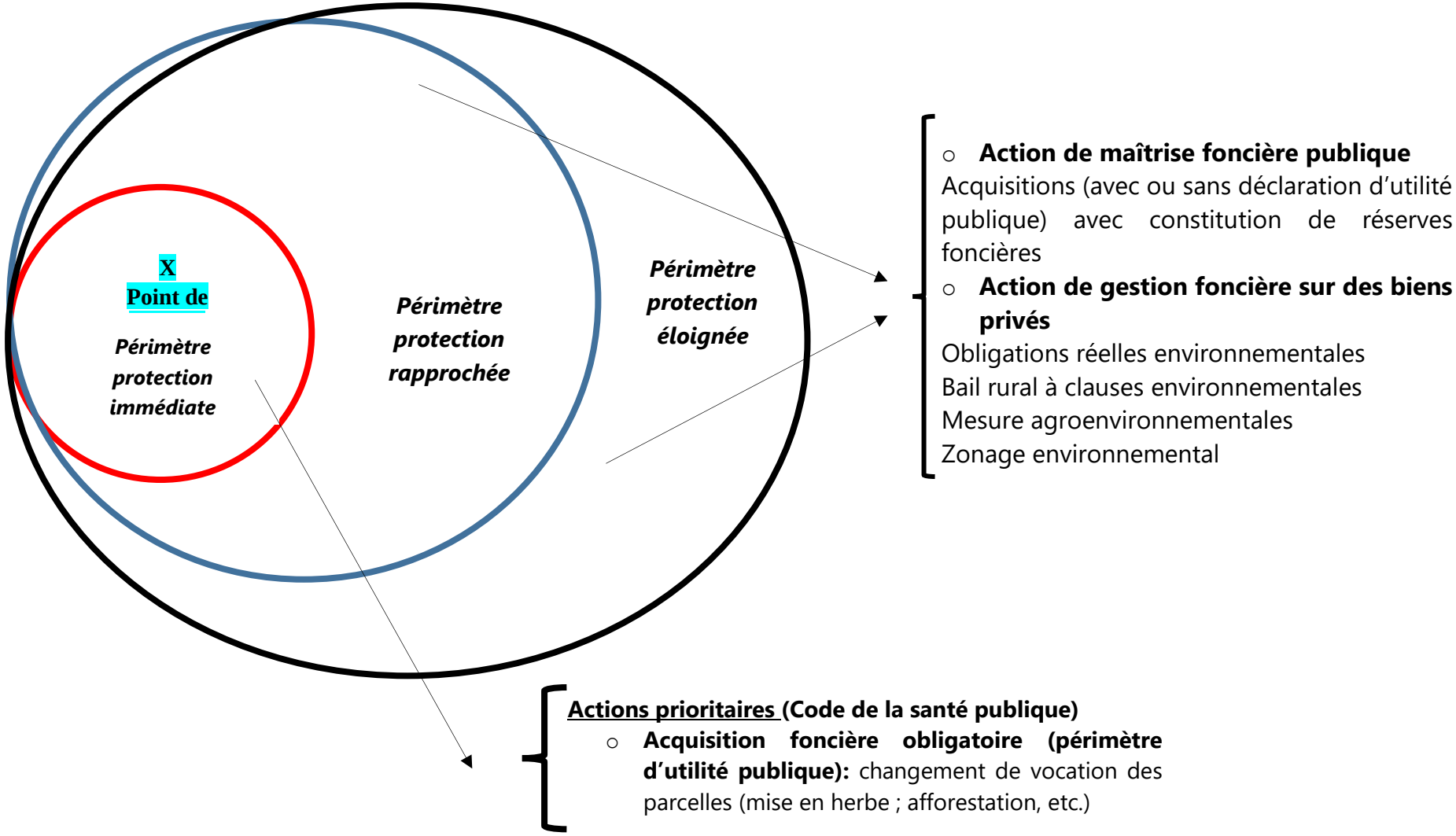


Figure 6: Synthèse des actions foncières au niveau des différents périmètres des AAC. Le cercle rouge correspond au périmètre immédiat de l'AAC où se trouve le captage. En bleu, le périmètre rapproché et en noir le périmètre éloigné.

2.3. La gouvernance des outils fonciers dans les aires de captage en France

La mise en œuvre des outils fonciers fait intervenir des acteurs aux profils variés : la collectivité, la SAFER, les agriculteurs et associations d'agriculteurs, l'agence de l'eau, etc. Chaque acteur intervient de différente manière, selon son degré d'investissement et contribue dans la gestion foncière chacun suivant son champ de compétence.

2.3.1. La SAFER

La SAFER (Société d'aménagement foncier et d'équipement rural) est un acteur important de la gestion foncière : elle intervient généralement en tant que prestataire de service. Elle aide la collectivité dans l'accompagnement juridique, la veille foncière et l'acquisition des parcelles, la négociation avec les vendeurs, l'aide à la mise en place des locations courtes durées, etc. Elle dispose aussi de plusieurs outils de facilitation des opérations foncières qu'elle peut mettre à la disposition des animateurs d'AAC pour les aider à mettre en œuvre leur plan d'action. Il peut s'agir d'outils de veille foncière comme « vigifoncier », un service d'information en ligne permettant à la collectivité qui y souscrit de connaître au plus vite les projets de vente de biens sur leur territoire (à travers la réception des notifications de vente de terres). Une fois la veille mise en place, l'animateur est notifié de toute opportunité de vente d'une parcelle et peut engager la procédure d'acquisition. Un autre outil, « la bonne parcelle », est une plateforme en ligne qui facilite les échanges de parcelles entre agriculteurs. Il s'agit d'échanges définitifs de parcelles.

La SAFER peut prévoir des clauses lors des ventes de biens agricoles (par exemple, signaler au nouvel acquéreur que certaines pratiques sont proscrites comme la coupe des arbres). Ces clauses peuvent s'ajouter à l'acte de vente et permettre aux gestionnaires de maîtriser les usages sans acquérir le foncier.

2.3.2. Les chambres d'agriculture

Elles sont sollicitées pour effectuer les diagnostics agricoles et/ou effectuer les animations. Elles sont aussi un acteur central de l'accompagnement à l'élaboration de la stratégie agricole au niveau de l'AAC. Elles peuvent aussi être sollicitées sur les aspects juridiques des gestions foncières (rédaction des contrats de baux, respect de la réglementation en matières foncière, etc.) dans les AAC.

2.3.3. Les bureaux d'étude

Ils interviennent lors de la réalisation du diagnostic territorial des pressions, notamment agricoles, s'exerçant sur l'AAC. C'est grâce au travail des hydrogéologues que la zone à forte sensibilité de l'AAC est délimitée. Les éléments du diagnostic hydrogéologique contribuent aussi à recourir au foncier dans le cadre de la restauration de la qualité de l'eau.

2.3.4. L'agence de l'eau

Elle perçoit des redevances en provenance de tous les usagers de l'eau, pour les réinvestir sous forme d'aides aux collectivités, acteurs économiques et agricoles pour financer des actions favorisant la reconquête du bon état de l'eau (voir: site internet agence de l'eau)[9]. Elle est aussi responsable du suivi de la directive-cadre sur l'eau (DCE) sur le territoire et de sa bonne évolution.

Sur le plan foncier, l'intégration de la gestion foncière dans le plan d'actions des AAC est une préconisation forte de l'agence de l'eau. Elle subventionne à hauteur de 70% à 80% les actions foncières dans les AAC. Cette subvention peut être utilisée pour effectuer de la veille foncière, de l'acquisition du foncier ou encore de la sensibilisation.

2.3.5. La collectivité/syndicat de l'eau

C'est l'acteur en charge de la production, le transport et la distribution de l'eau potable, considérés comme un service public industriel et commercial. La gestion de ce service

[9] Voir http://www.lesagencesdeleau.fr/les-agences-de-leau/les-six-agences-de-leau-francaises/

public est généralement confiée à un établissement public de coopération intercommunale, comme par exemple le syndicat d'eau qui travaille pour le compte de la commune. C'est aussi au niveau de la collectivité que se décident la politique et les actions à mener pour répartir la ressource en eau et lutter contre les pollutions.

3. Méthodologie

3.1. Zone d'étude

La zone d'étude englobe l'ensemble des AAC de France métropolitaine soit environ 1 309 AAC réparties sur les 12 régions de France métropolitaine. L'ensemble des AAC couvre environ 6 322 118 ha ce qui correspond à une emprise spatiale d'environ 12% de la surface totale du pays (Figure7).

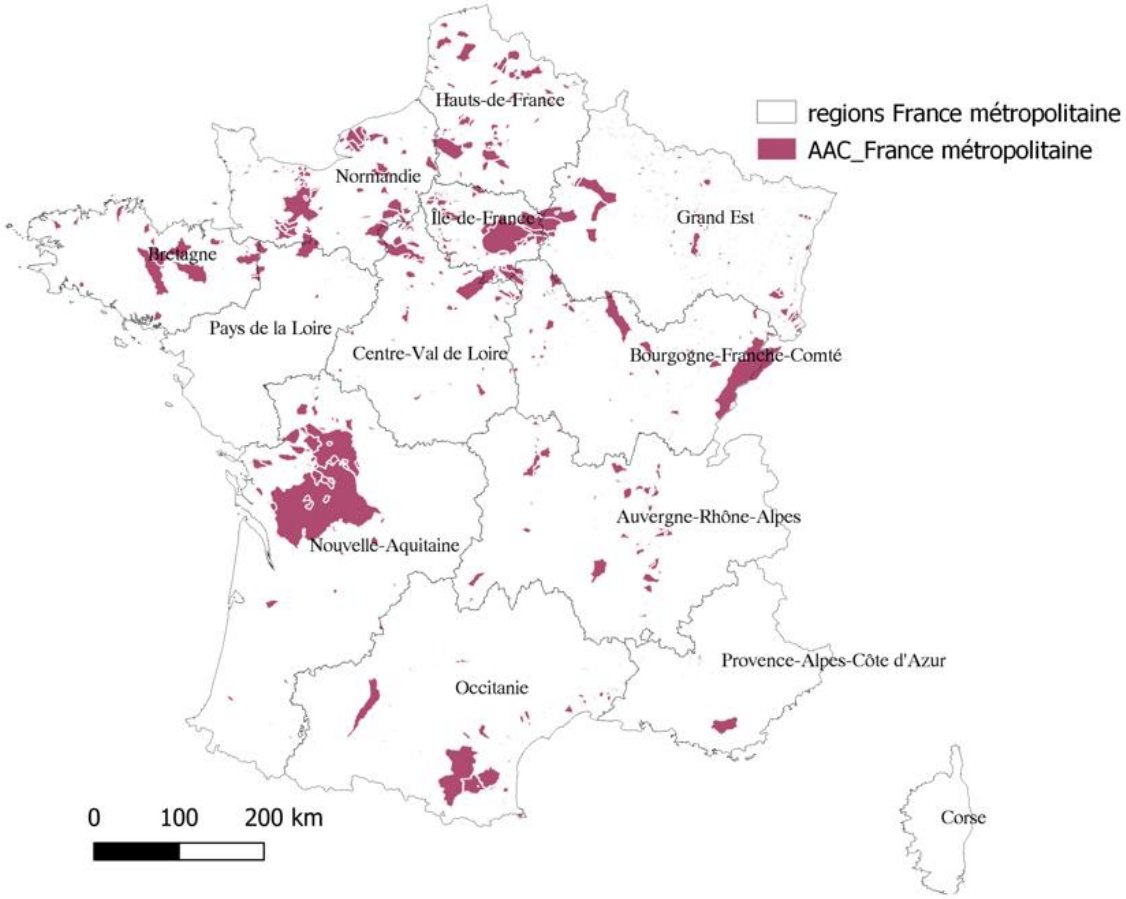


Figure 7: Emprise spatiale des AAC à l'échelle de la France métropolitaine. Source : données du centre de ressource captage. www.aires-captages.fr

3.2. Recueil de données

3.2.1. Exploration de la littérature sur les principaux instruments de gestion foncière applicables, d'après la réglementation actuelle pour améliorer la qualité de l'eau des AAC

La première activité de recueil de données a consisté à consulter la littérature scientifique (articles et rapports scientifiques) et la littérature grise (rapports des services de l'eau, contrats avec les agriculteurs, brochures d'information destinées aux agriculteurs, etc.). L'objectif de ce travail était d'explorer les expériences de gestion foncière des AAC déjà évoquées dans la littérature. Il a aussi aidé à construire le dispositif d'enquêtes à destination des animateurs en charge de la gestion des AAC.

3.2.2. Enquête par questionnaire

Une enquête par questionnaire en ligne a été transmise aux animateurs territoriaux en charge des AAC à l'échelle de la France entière. Le choix de l'enquête en ligne a été motivé par le souci d'une plus large diffusion du questionnaire auprès des destinataires. Au moment de l'enquête, environ 184 animateurs territoriaux en charge des AAC étaient identifiés et connus au niveau du « Centre de ressources captage », un réseau (disposant d'un site internet : www.airecaptage.fr) qui vise à centraliser et à diffuser toutes les données liées aux aires d'alimentation de captages en France. Ils ont été sollicités à l'aide du chargé de mission du centre de ressources qui a mis à notre disposition une liste de contacts des têtes de réseaux auxquelles appartiennent certains animateurs d'AAC. C'est à ces têtes de réseau que nous avons envoyé par mail le lien de l'enquête en ligne afin qu'ils puissent diffuser l'enquête auprès des animateurs appartenant au réseau. Un communiqué a aussi été rédigé et publié sur le site internet du Centre de ressources captage signalant la conduite d'une enquête en direction des animateurs territoriaux en charge des AAC. Ce site internet est généralement consulté par ces animateurs.

À travers l'enquête en ligne, nous souhaitions recueillir des informations de base sur les pratiques de gestion foncière actuelles des animateurs territoriaux en charge des AAC. Nous souhaitions également interroger les animateurs sur leur connaissance des échanges temporaires de parcelles antre agriculteurs sur leurs territoires respectifs.

Nous avons structuré le questionnaire d'enquête en trois grandes parties :

i) une première partie introductive de présentation de l'AAC gérée par l'animateurs répondant à l'enquête (nom, commune, département, taille, appartenance à un réseau, etc.) ;

ii) une partie sur les modalités de mise en œuvre des outils fonciers et les difficultés rencontrées.

iii) une dernière partie sur les échanges temporaires de parcelles entre les agriculteurs (pourquoi les agriculteurs s'échangent-il le foncier ? où trouve-t-on des agriculteurs qui s'échangent temporairement le foncier ? Quel peut être l'intérêt environnemental d'une telle pratique pour l'AAC? Etc.).

A la fin du questionnaire, nous avons demandé à ceux qui le souhaitaient de laisser leur adresse mail pour un éventuel contact. Une quarantaine de répondants volontaires ont ainsi accepté de laisser leur contact pour des entretiens approfondis complémentaires.

Nous avons collecté un corpus de 93 réponses à la clôture de l'enquête sur un potentiel de 184 animateurs. Les 93 répondants de l'enquête couvrent un ensemble de 250 AAC sur les 1309 actuellement recensé par le centre de ressource captage (sachant qu'un animateur est généralement responsable de l'animation de plusieurs AAC).

3.2.3. Entretien semi-dirigé

A la suite de l'enquête en ligne, nous avons entrepris d'effectuer des entretiens approfondis pour préciser certaines expériences intéressantes évoquées par les animateurs lors de l'enquête.

Les entretiens conduits sur un mode semi-directif et d'une durée de 1 à 2 heures s'appuyaient sur un guide d'entretien adapté à chaque animateur enquêté en fonction

des points d'approfondissement que nous souhaitions aborder avec lui. Pendant les échanges, des relances étaient faites pour approfondir certains points du discours. Le contenu des échanges portait essentiellement sur les actions foncières entreprises, les conditions de mise en œuvre de l'action, les difficultés rencontrées, l'implication des agriculteurs, etc. Nous avons également abordé la question des échanges fonciers temporaires entre agriculteurs et le positionnement des animateurs vis-à-vis de cette pratique.

En tout, nous avons mené 26 entretiens approfondis sur la quarantaine de répondants ayant laissé leur contact. La selection des répondants à l'entretien approfondi a été faite de manière aléatoire.

3.2.4. Recueil d'informations complémentaires

Nous avons complété les informations fournies par les animateurs des AAC lors de l'enquête en ligne avec d'autres informations que nous avons obtenues directement sur le site du Centre de ressources captage (www.airecaptages.fr). Le site web aires-captages.fr centralise et diffuse toutes les données liées aux aires d'alimentation de captages (AAC) en France. Parmi les informations additionnelles que nous avons collectées, on retrouve des informations sur : la surface totale de l'AAC, le type de pollution rencontrée (nitrate et/ou phytosanitaire), la part du bio et le caractère rural ou urbain de l'AAC (une AAC est dite rurale si la surface agricole est supérieure 40% de la surface totale de l'AAC).

Les données du registre parcellaire graphique (RPG[10]) de 2019 ont aussi été mises à contribution pour recueillir des informations sur les surfaces agricoles des AAC et le nombre d'agriculteurs présents et potentiellement concernés par les actions foncières mises en place pour préserver la ressource.

[10] le RPG est une base de données géo-référencée qui donne pour chaque parcelle le nom de la culture et l'identification de l'agriculteur (anonyme).

3.3. Traitement de données

3.3.1. Données des enquêtes par questionnaires et autres sources d'informations

A partir des données provenant des enquêtes en lignes complétées par les données obtenues directement sur le site du Centre de ressources captage, nous avons constitué des variables permettant de caractériser chaque AAC. Ces variables ont par la suite été regroupées en cinq catégories caractéristiques des AAC enquêtées (voir Tableau 4 ci-dessous). Les données ainsi organisées ont fait l'objet d'une analyse descriptive des différentes variables pour avoir une photographie des instruments fonciers mobilisés sur les AAC.

Une analyse de composante multiple (ACM) a été appliquée aux réponses des gestionnaires dans l'optique de mettre en évidence l'influence de la situation de l'AAC sur le type d'instrument foncier mobilisé. Les variables actives choisies correspondent aux variables caractérisant le profil de l'AAC et les variables supplémentaires regroupent les outils fonciers de maîtrise de propriété et de maîtrise des usages déclarés par les gestionnaires (voir tableau 1 ci-dessous). L'ACM s'est faite avec le logiciel R et le package Factor Mine R.

Tableau 4: Description des variables

Catégorie	Nom de la variable	Définition de la variable	Modalités	Source
Profil AAC	Surface totale	Décrit l'emprise spatiale de l'AAC	- Entre 1 et 100 ha - Entre 101 et 500 ha - Entre 500 et 1000 ha - Plus de 1000 ha	Données Centre de ressource captage
	Orientation production	Décrit le type de production agricole de l'AAC	- Agriculture - Elevage - Agriculture et élevage	Données Centre de ressource captage
	Problématique	Type de pollution auquel fait face l'AAC	- Nitrate - Nitrate et pesticides - Pesticides	Données Centre de ressource captage
	Part du bio	% des surfaces agricoles de l'AAC en bio. La part du bio est forte lorsque la proportion du bio est supérieure à 10% ; elle est faible lorsque la proportion est inférieure à 5% et modérée lorsqu'elle est comprise entre 5 et 10%	- Moins de 5% - Entre 5 et 10% - Plus de 10%	Données Centre de ressource captage
	Situation AAC	Présence de l'AAC en zone rurale ou Urbaine	- AAC Urbaine si SAU < 60% surface totale - AAC Rurale si SAU > 60% surface totale	Données Centre de ressource captage
	Adhésion des agriculteurs	Acceptation des actions foncières par les agriculteurs	- Oui - Non	Enquêtes
Action de maitrise foncière	Acquisition à l'intérieur de l'AAC	Acquisition de surfaces situées à l'intérieur de l'AAC	- Oui - Non	Enquêtes
	Acquisition l'extérieur de l'AAC	Acquisition de surfaces (en ha) situées à l'extérieur de l'AAC	- Oui - Non	Enquêtes
	Expropriation	Acquisition des surfaces (ha) par expropriation	- Oui - Non	Enquêtes

		pour cause d'utilité publique		
	Restructuration foncière	Acquisition de terres lors d'opérations de restructuration foncière lors de la construction de grands ouvrages publics	- Oui - Non	Enquêtes
	Mesure Agroenvironnementale	Mise en place des Mesures Agroenvironnementales	- Oui - Non	Enquêtes
	Obligations réelles environnementales	Il est demandé si l'animateur a signé des obligations réelles environnementales	- Oui - Non	Enquêtes
Usage du foncier acquis	Baux ruraux environnementaux (BRE)	Décrit les recours à des baux environnementaux par les gestionnaires	- Oui - Non	Enquêtes
	Installer des jeunes agriculteurs en Bio	Décrit l'existence d'initiatives des gestionnaires de l'AAC visant à Installer les jeunes agriculteurs en Bio	- Oui - Non	Enquêtes
	Organisation des échanges permanents de parcelles	Il est demandé à l'animateur s'il organise des échanges de parcelles entre agriculteurs	- Oui - Non	Enquêtes
	Maintenir les parcelles en herbe	Mise en place de mesure permettant de maintenir les parcelles en herbe	- Oui - Non	Enquêtes
	Conforter des exploitations d'élevage extensif	Mise en place de mesure promouvant l'élevage extensif	- Oui - Non	Enquêtes
	Reboisement	Mise en place de mesure de reboisement de la parcelle	- Oui - Non	Enquêtes
	Suppression usage agricole parcelles situées sur des zones très vulnérables	Mise en place de mesure permettant de supprimer l'usage agricole des parcelles situées sur des zones très vulnérables	- Oui - Non	Enquêtes

Difficultés de mise en œuvre des actions foncières	Contraintes liées aux Procédures foncières	Les contraintes liées aux procédures d'acquisition du foncier limitent le recours à l'acquisition	Il s'agit de difficultés identifiées de manière subjective par les animateurs, sans qu'il leur ait été demandé d'évaluation objective ou quantifiée	Enquêtes
	Disponibilité du foncier	Disponibilité foncière de l'AAC		Enquêtes
	Coût élevé du foncier	Mesure la capacité financière de chaque AAC à recourir au foncier		Enquêtes
	Volonté politique des élus	Degré d'implication des élus pour mettre en place des actions foncières		Enquêtes

3.3.2. Informations provenant des entretiens approfondis

Les entretiens approfondis ont été enregistrés puis retranscrits. Chaque retranscription a fait l'objet d'une organisation de manière à regrouper les informations sur : i) les facteurs ayant contribué à la mise en œuvre des outils fonciers ; ii) les stratégies de mise en œuvre et iii) la place des agriculteurs dans la mise de ces outils. Ces informations ont principalement servi à nourrir la réflexion sur les voies d'amélioration du levier foncier.

4. Résultats

4.1. Profil des AAC de l'enquête

Le tableau 5 ci-dessous résume le profil des AAC concernés par l'enquête en ligne selon six variables à savoir : la surface de l'AAC, ses caractéristiques agricoles, sa localisation, sa problématique, l'adhésion des agriculteurs au levier foncier et la part des surfaces en agriculture biologique. Comme l'indique le tableau 2, les AAC de l'enquête sont de tailles variables avec un minimum de 20 ha et un maximum de 40 000 ha. Elles sont majoritairement rurales, c'est-à-dire que l'agriculture occupe plus de 40% de la surface totale (185 AAC sont considérée comme étant rurales contre seulement 44 qui sont considérées comme étant urbaines). On y retrouve une diversité de productions agricoles avec une prédominance des grandes cultures et de l'élevage. Les surfaces en bio des AAC sont globalement faibles. Une AAC sur deux est concernée soit par les pollutions au nitrate ou aux pesticides, soit aux deux.

Remarque : certaines AAC de l'enquête ne sont pas comptabilisés dans le tableau 5 du fait de l'absence de données suffisantes pour les caractériser.

Tableau5: synthèse des profils des AAC concernés par l'enquête en ligne

Variable	Modalités	Effectifs AAC
Surface AAC	] 20ha - 200ha]	41
	] 1000ha - 3000ha]	55
	] 200ha– 1000ha]	82
	] 3000ha - 40 000ha]	64
Caractéristiques agricoles de l'AAC	Arboriculture. Viticulture	1
	Autre	10
	Elevage	70
	Elevage. Arboriculture	4
	Elevage. Maraichage	2
	Elevage. Viticulture	7
	Elevage. Viticulture. Maraichage	1
	Grandes Cultures	36
	Grandes Cultures. Elevage	77
	Grandes Cultures.Elevage.Arboriculture	2
	Grandes Cultures.Elevage.Maraichage	5
	Grandes Cultures.Elevage.Viticulture	5
	Grandes Cultures. Maraichage	7
	Grandes Cultures. Viticulture	2
	Viticulture	10
Localisation de l'AAC	Urbain	44
	Rural	185
Pourcentage de surface en bio de l'AAC	Faible	187
	Forte	24
	Modérée	31
Adhésion des agriculteurs à la gestion foncière	NON	111
	OUI	139
Problématique de l'AAC	Nitrates	43
	Nitrates et Pesticides	90
	Pesticides	40
	Non mentionnée	77

4.2. Synthèse des instruments fonciers plébiscités par les animateurs territoriaux en charge des AAC

Le tableau 6 résume les réponses des répondants à l'enquête en ligne. Les réponses sont regroupées selon le type d'outil foncier mobilisé et l'usage qui est fait du foncier en cas d'acquisition.

4.2.1. Outil de maîtrise de la propriété foncière

Parmi les instruments de maîtrise de la propriété foncière, les animateurs territoriaux mobilisent à 60% l'acquisition du foncier à l'intérieur de l'AAC, contre seulement 8% à l'extérieur de l'AAC. Le foncier est généralement acquis par le biais de négociations à l'amiable avec les propriétaires fonciers. Toutefois, environ 11% des animateurs disent recourir à de l'expropriation pour acquérir le foncier et 4% affirment avoir profité des occasions d'aménagement foncier lors des grands travaux pour procéder à des acquisitions.

4.2.2. Outils de maîtrise des usages

Parmi les instruments de maîtrise des usages, les mesures agro-environnementales et climatiques sont l'outil le plus mobilisé par les animateurs territoriaux en charge des AAC avec plus de 60% des répondants du questionnaire qui disent y avoir recours. Environ 11% des répondants disent recourir aux subventions pour les aménagements fonciers. Elles consistent à financer les agriculteurs qui mettent en place des aménagements ayant un caractère environnemental sur leur exploitation ; comme par exemple la mise en place de bande enherbée ou encore la création de servitudes. Les obligations réelles environnementales sont mobilisées par 5, 2% des répondants.

On retrouve aussi des actions de protection plus indirecte. C'est le cas de l'inscription de l'AAC dans les documents d'urbanisme en vue de sa protection. Cette inscription s'appuie sur les orientations générales des politiques d'aménagement, de protection des espaces naturels, agricoles et forestiers, définies par la collectivité concernée lors de l'établissement de son document de planification de l'aménagement de l'espace. C'est sur la base de ces orientations d'aménagement que la délimitation de l'AAC est inscrite comme une opération nécessaire pour préserver l'environnement.

4.2.3. Gestion des usages en cas de maîtrise de la propriété foncière

A la question « que faites-vous des parcelles que vous acquérez ? », plus de 60% des répondants disent maintenir la parcelle en herbe, 64% maintiennent la vocation

agricole de la parcelle par la signature des baux ruraux environnementaux avec les agriculteurs qui le désirent, 12% installent des jeunes agriculteurs en bio ou effectuent des échanges définitifs de parcelles. Les échanges de parcelles entre agriculteurs sont généralement organisés par les animateurs des AAC avec l'appui des chambres d'agriculture. Pour l'animateur de l'AAC, l'objectif est de pouvoir installer sur les périmètres de l'AAC des agriculteurs ayant des modes de production extensifs et globalement moins impactants pour la ressource.

Enfin, d'autres usages du foncier sont mentionnés par les répondants, comme par exemple le reboisement ou encore la promotion de l'élevage extensif.

Tableau6: Synthèse des instruments fonciers plébiscités par les animateurs territoriaux en charge des AAC

Catégorie	Variables	Oui	Aucune réponse donnée par le répondant
Instruments de maitrise foncière	Acquisition...à. l. intérieur. de. l. AAC	58% (145)	5.2% (13)
	Expropriation. pour cause. d'utilité. publique	11.2% (28)	5.2% (13)
	Acquisition.à.l.extérieur.de.l.AAC	8% (20)	5.2% (13)
	Restructuration. foncière	4% (10)	5.2% (13)
Instruments de maitrise des usages	MAEs	61.6% (154)	3.2% (8)
	Compensation. mise. en. place. aménagements	11.6% (29)	5.2% (13)
	Obligations. réelles. environnementales	5.2% (13)	5.2% (13)
	Inscription.des.AAC.au.PLUi.avec.prescriptions	1.2% (3)	5.2% (13)
	Contrats.de.prêt.à.Usage	0.4% (1)	5.2% (13)
Usage du foncier	Maintenir. les. parcelles. en. herbe	65.2% (163)	4% (10)
	Baux. ruraux. environnementaux	64.4% (161)	4% (10)
	Installer.des.jeunes.agriculteurs.en.Bio	12.8% (32)	4% (10)
	Faire des. échanges. de. parcelles. définitifs. entre. agriculteurs	12.8% (32)	4% (10)
	Reboisement	5.2% (13)	4% (10)
	Promotion de l'élevage. extensif	0.4% (1)	4% (10)

4.3. Résultats de l'Analyse en Composante Multiple (ACM)

Les résultats de l'ACM effectuée sur les réponses des animateurs au questionnaire en ligne sont présentés dans la Figure8. Le premier axe oppose les « AAC urbaines » (à droite) et à les « AAC rurales » (à gauche). Le deuxième axe oppose les AAC selon l'adhésion des agriculteurs à la mobilisation du foncier comme levier d'action environnemental. Les parties supérieures et inférieures du graphique opposent les situations d'adhésion et de refus d'adhésion des agriculteurs. D'après la Figure8, trois instruments fonciers sont associés aux réponses des animateurs des AAC urbaines. Il s'agit de : i) l'acquisition de foncier qui peut se faire à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'AAC ; ii) le recours à l'obligation réelle environnementale (bien que représentant une part limitée des réponses dans l'échantillon) ; et enfin iii) la contractualisation des mesures agroenvironnementales avec les agriculteurs pour la mise en place de pratiques dites « environnementales ». Le recours aux acquisitions de foncier à l'intérieur et à l'extérieur de l'AAC suggère que les AAC urbaines ont des marges financières importantes leur permettant de se positionner sur le marché de l'acquisition.

Pour les aires de captages rurales, les instruments fonciers mobilisés concernent : i) l'organisation des échanges définitifs de parcelles soit entre la collectivité et les agriculteurs (lorsque la collectivité est détentrice d'une parcelle), ou encore entre agriculteurs. Il est à noter que les parcelles généralement situées à extérieures de la zone à protéger sont échangées avec des parcelles vulnérables présentes dans l'aire de captage ; ii) la constitution de réserves foncières à l'occasion d'opération de restructuration foncière ; et enfin iii) l'inscription de l'aire de captage au document d'urbanisme.

Lorsque le levier foncier reçoit l'adhésion des agriculteurs (figure8), les instruments fonciers mobilisés sont : i) la constitution de réserve foncière[11] à l'occasion d'opération de restructuration foncière; ii) l'organisation des échanges définitifs de parcelle ; ou encore iii) l'inscription de l'AAC au document d'urbanisme.

Lorsque le levier foncier ne reçoit pas l'adhésion des agriculteurs, les marges de manœuvre des animateurs se limitent à : l'acquisition du foncier à l'extérieur de l'AAC, et à la contractualisation de mesures agroenvironnementales avec les agriculteurs.

[11] L'ordonnance 67.809 du 22 septembre 1967 permet en effet à une collectivité de faire un prélèvement réparti uniformément sur toutes les propriétés du périmètre d'aménagement et plafonné à 2 % de la surface totale pour constituer une réserve foncière d'intérêt général. Le territoire est déterminé en accord avec les acteurs locaux.

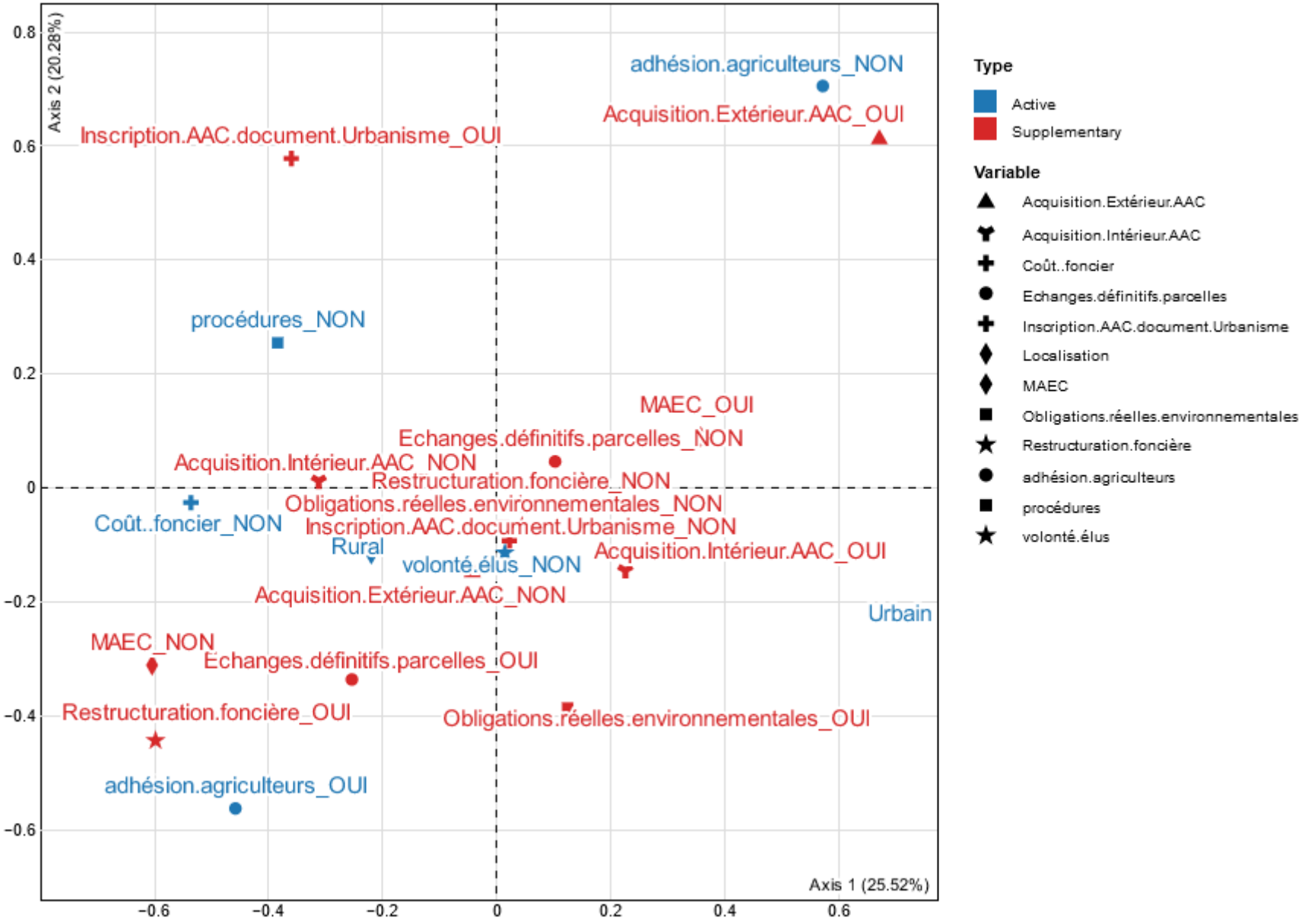


Figure8: Corrélations entre les pratiques foncières des animateurs d'AAC et le contexte de l'AAC

5. Discussions

5.1. Gestion foncière des AAC : des obstacles à sa mobilisation.

Les réponses à l'enquête en ligne des animateurs territoriaux en charge de la gestion des AAC mettent en évidence une mobilisation contrastée du levier foncier au niveau des AAC. Les informations obtenues des entretiens approfondis permettent de tirer quelques enseignements sur les raisons de cette mobilisation contrastée des outils fonciers dans les AAC. D'une part, le levier foncier est assujetti à l'adhésion des agriculteurs et d'autre part, il subit la concurrence d'usages concurrents comme l'urbanisation.

5.1.1. L'importance de l'adhésion des agriculteurs

L'un des principaux résultats de cette enquête en ce qui concerne les freins au recours aux outils fonciers est sans doute la difficulté à faire adhérer les agriculteurs à la démarche d'attribution d'une fonction environnementale au foncier agricole. D'après la grande majorité des répondants de l'enquête, l'attribution d'une finalité environnementale au foncier agricole serait mal perçue par les agriculteurs qui y trouvent une exacerbation des tensions déjà existantes sur le foncier dans sa fonction productive. Aussi, la concurrence directe sur le foncier entre la collectivité et les agriculteurs fait craindre une mise sous cloche sur les parcelles acquises par la collectivité. Lorsque la pression des agriculteurs est forte, il arrive que certains animateurs territoriaux décident de ne pas entreprendre de démarche de maîtrise foncière pour éviter d'être en concurrence directe avec les agriculteurs et risquer de voir les agriculteurs se braquer contre eux. Cette réticence des agriculteurs vis-à-vis du levier foncier environnemental est également soulignée par Inman et al. 2018 à propos de la perception qu'ont les agriculteurs anglais de l'attribution des fonctions autres que productives au foncier agricole.

Pour faire adhérer les agriculteurs, la concertation et l'implication en amont des agriculteurs dans la démarche globale de restauration de la qualité de l'eau semblent

être à consolider. Dans une AAC située au nord du département de l'Isère et une autre située en Alsace, la collectivité a fait le choix d'impliquer tôt les agriculteurs dans la démarche de restauration de la qualité de l'eau. La collectivité a ainsi pu acquérir le foncier grâce à la contribution des agriculteurs qui ont signalé que certaines terres se libéraient. Cette démarche est en cohérence avec les conclusions de nombreux auteurs qui soulignent l'importance de la concertation et des accords avec les agriculteurs lors de la mise en œuvre des programmes d'action au niveau des AAC (Grolleau et Mc Cann 2012; Amblard 2019; Campling et al. 2021).

5.1.2. La concurrence de l'urbanisation pour le foncier

L'ACM présentée dans les résultats (voir figure 8) a mis en évidence l'importance du contexte foncier sur le type d'outil mobilisé par les animateurs en charge des AAC, notamment la forte concurrence actuelle sur le marché du foncier pour des usages agricoles (stratégies d'agrandissement) et non agricoles (urbanisation). Cette concurrence contribue à réduire les opportunités foncières des acteurs non agricoles et exacerbe d'avantage les coûts des terres. Elle est également source de démotivation des animateurs. Par exemple sur une AAC du département du Pas-de-calais, l'animateur affirme ceci : « *du fait de la forte poussée urbaine au niveau de l'agglomération, le prix du foncier a été multiplié par 10 en moins de 10 ans* ». A cette concurrence sur le foncier, s'ajoute les anticipations spéculatives de certains propriétaires fonciers situés en périphérie urbaine, consistant à maintenir leurs parcelles en jachère en attendant que la zone soit déclarée constructible (Clément et al. 2019) .

La faible capacité financière de certaines communes rurales est aussi un facteur limitant le recours à l'outil foncier. Pour certaines AAC rurales de l'enquête, le coût d'achat des parcelles aurait dissuadé les élus à s'investir dans une politique d'acquisition foncière.

Au-delà du coût du foncier, c'est aussi la complexité de la procédure d'acquisition du foncier qui est décriée par plusieurs animateurs territoriaux en charge des AAC. Concernant la procédure d'acquisition foncière, un animateur répond :

« C'est très long, fastidieux, compliqué administrativement

pour un résultat que l'on n'arrive pas à quantifier ».

Un autre animateur rajoute :

« La préservation de la ressource en eau, manque de moyens

légaux et de procédures simples pour acquérir des parcelles jugées stratégiques

comme, bétoires ou les parcelles situées à proximité de captage».

Ces discours traduisent la difficulté de certaines collectivités à mobiliser l'outil foncier parce qu'elles n'ont pas d'expertise sur le foncier agricole (méconnaissance des prix, des pratiques, des contrats, des agriculteurs du territoire par exemple).

5.2. Les échanges fonciers temporaires : un levier d'action possible mais encore inexploré

L'un des objectifs de cette étude était aussi d'explorer dans une démarche prospective la place actuelle et potentielle des échanges fonciers entre agriculteurs comme levier d'action environnemental. Les résultats de la Tableau 6 révèlent que seulement 12, 8 % des AAC organisent des échanges permanents de fonciers entre les agriculteurs pour préserver les AAC. En revanche aucune AAC de l'enquête n'a organisé d'échanges temporaires de parcelles. Plusieurs animateurs affirment toutefois avoir connaissance de cette pratique au niveau des agriculteurs.

On retrouve la pratique des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs dans plusieurs régions en France. D'après les réponses des animateurs de l'enquête en ligne, dans les départements du Gard et de l'Hérault, les échanges de parcelles se font principalement entre les céréaliers et les meloniers. Dans le Pas-de-Calais, les échanges temporaires de parcelles se font pour produire la pomme de terre. En Normandie, les agriculteurs y ont recours pour la culture du lin et de la pomme de terre. En Isère, les échanges se font dans les bassins de production de la rose de plein champ. D'après la réglementation qui encadre la pratique des échanges de parcelles (code rural français dans ses articles L. 17-1 et L. 411-39), l'échange se fait par simple accord verbal entre deux agriculteurs. La durée de l'entente peut se limiter à une année ou au contraire

perdurer dans le temps en fonction des objectifs des agriculteurs. Concernant les négociations entre agriculteurs, elles sont aux dires des animateurs informelles et la confiance entre les deux parties suffit à conclure l'échange.

Deux raisons principales ont été évoquées par les animateurs pour justifier la pratique des échanges temporaires de parcelles entre les agriculteurs. Il s'agit de la nécessité de diversifier les cultures dans les rotations pour permettre de rallonger le délai de retour de certaines cultures et la volonté d'agrandir les surfaces de certaines cultures de l'assolement. En effet, les agriculteurs auraient recours aux échanges de parcelles pour diversifier leurs rotations, en vue de lever la contrainte des délais de retours sur certaines cultures. Par exemple, les échanges temporaires de parcelles entre les céréaliers et producteurs de pomme de terre seraient le moyen pour les « patatiers » de rallonger le délai de retour de la pomme de terre sur les parcelles et pour les céréaliers de limiter la récurrence du blé sur certaines parcelles. Elles permettraient aussi à certains agriculteurs d'augmenter la surface de certaines cultures de l'assolement grâce à l'externalisation d'une partie de l'assolement.

Les raisons évoquées par les animateurs territoriaux en charge des AAC traduisent la valeur agronomique de la pratique des échanges temporaires de parcelles et soulignent le besoin de mieux comprendre les conditions de recours par les agriculteurs. Par exemple, les échanges entre les producteurs de pommes de terre ou encore de melon et les céréaliers permettraient aux premiers de gérer la contrainte agronomique du délai de retour de leur culture et pour les seconds d'introduire une nouvelle culture (généralement une tête de rotation) dans la succession et de profiter des reliquats laissés par la culture précédente. Ainsi, sur les parcelles concernées, on peut avoir des successions de culture qui peuvent être intéressantes de par la diversification des cultures plus fortes que l'on n'aurait pas sans échanges de parcelles. Lorsque les éleveurs et les céréaliers s'échangent temporairement les parcelles, les bénéfices sont réciproques dans la mesure où les éleveurs profitent des parcelles mises en jachère par les céréaliers pour récolter du fourrage tandis que les céréaliers de leur

côté profitent de parcelles assainies (sur le plan des adventices) en retournant les prairies temporaires des éleveurs. Ces raisons font des échanges temporaires de foncier un possible levier d'action environnemental dans la mesure où lors des échanges, des lots de parcelles peuvent changer de systèmes de culture et on peut avoir une plus grande diversification des cultures sur les parcelles échangées et donc une modification locale de la pression agricole sur le milieu (Marie et al. 2009; Steinmann and Dobers 2013). Ces informations sont toutefois fois à relativiser dans la mesure où il s'agit de l'avis des animateurs qui ne sont pas des agriculteurs. Ces informations doivent être confirmées auprès des principaux concernés avant toute généralisation.

Au-delà des raisons agronomiques sus évoquées, l'autre intérêt de faire des échanges temporaires de parcelles un levier d'action au niveau des AAC est propre à la démarche qui émane des agriculteurs eux-mêmes. Il s'agit notamment des possibilités que ces échanges offrent en termes d'organisation (moins d'acteurs impliqués) avec une période de négociation relativement courte, et de la flexibilité de l'action (possibilité pour chaque agriculteur de récupérer ses parcelles à l'issue de l'échange). Ces échanges permettraient aux animateurs d'AAC de passer par des procédures connues des agriculteurs ce qui faciliterait la légitimation de l'action (Bonnefond and Fournier 2013).

La tradition des échanges temporaires de foncier au niveau de certains territoires et la coordination de fait qui existe entre les agriculteurs qui s'échangent temporairement le foncier pourrait fournir une garantie quant à l'adhésion des agriculteurs si cet axe leur est proposé. Les animateurs d'AAC pourraient par exemple s'appuyer sur les outils existants de facilitation des échanges de parcelles à l'exemple de l'outil « la bonne parcelle » développé par la SAFER pour organiser les échanges temporaires de parcelles à caractère environnemental entre les agriculteurs. Reste toutefois la question de savoir comment orienter ces échanges pour aller dans le sens d'une amélioration de la qualité des eaux.

L'échange temporaire de parcelles entre agriculteurs tel qu'il est présenté ici , pourrait ainsi devenir une alternative à l'acquisition des parcelles en pleine propriété, laquelle

entraîne de facto l'achat de l'intégralité des droits d'usage qui lui sont rattachés (Pivot et Aznar 2000) et génère des tensions avec les agriculteurs (Barataud et al. 2014). Une connaissance approfondie des mécanismes de ces échanges et des motivations des agriculteurs à recourir aux échanges temporaires de parcelles est toutefois nécessaire avant une éventuelle mobilisation lors de la gestion foncière des AAC.

4. Conclusions

La question de l'efficacité du foncier comme levier d'action environnemental reste centrale dans la littérature scientifique récente traitant des problématiques de préservation de la ressource en eau en France. Le diagnostic des gestions foncières actuelles des AAC présenté dans ce chapitre permet de mettre en lumière les dynamiques foncières en cours au niveau des AAC. Il apparaît que les animateurs territoriaux en charge de la protection de l'eau potable mobilisent une diversité d'outils fonciers dans le cadre de leur mission. Les principaux outils fonciers actuellement mobilisés se composent de : l'acquisition de parcelles à l'intérieur ou à l'extérieur de l'AAC, la mise en place de mesures agro-environnementales (MAE) ou encore la contractualisation des obligations réelles environnementales. Les parcelles acquises servent principalement à instaurer des baux ruraux environnementaux ou encore à l'installation des jeunes en agriculture biologique. Ce qui semble cohérent avec la volonté des autorités publiques françaises d'encourager l'agriculture biologique et l'agriculture faiblement utilisatrice d'intrants dans les zones présentant des problèmes de qualité de l'eau afin de prévenir la pollution agricole diffuse (Vincent and Fleury 2015; Garnier et al. 2016). Les animateurs peuvent aussi organiser des échanges permanents de fonciers avec les agriculteurs. Par contre, aucun animateur de l'échantillon d'enquête n'organise d'échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs

Il apparaît aussi que la gestion foncière des AAC reste complexe à mettre en œuvre. En effet, pour utile qu'il soit, le levier foncier fait face à plusieurs difficultés qui sont susceptibles de compromettre son efficacité. Ces difficultés sont essentiellement liées

à la question de la disponibilité foncière et de son coût. Comme le soulignent Barataud et Hellec (2015), l'intervention sur le marché du foncier agricole engendre des conflits durables entre agriculteurs du territoire. Par ailleurs, l'acquisition de foncier par l'acteur public contribue à l'augmentation du prix du foncier (Bonnefond and Fournier 2013). Ces difficultés suggèrent aussi d'explorer de nouvelles façons d'améliorer l'efficacité des outils fonciers à proposer aux animateurs en charge des AAC.

Partant de ce constat et dans une perspective d'amélioration du levier foncier, il peut être intéressant d'envisager l'exploration d'autres leviers fonciers à l'instar de la pratique des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs comme solution d'atténuation des tensions que peut engendrer les autres outils fonciers. La tradition des échanges au niveau de certains territoires et la complicité qui existe entre les agriculteurs, qui s'échangent temporairement les parcelles, donne potentiellement une garantie quant à l'adhésion des agriculteurs si ce levier leur est proposé. Un tel outil s'appuyant sur les pratiques et logiques des agriculteurs est à même de fournir de nouvelles marges de manœuvres aux animateurs territoriaux. Des recherches complémentaires sont toutefois nécessaires pour préciser les conditions dans lesquelles les échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs peuvent avoir un intérêt environnemental au niveau des AAC.

Synthèse Partie 1 :

Le diagnostic des pratiques foncières agricoles à but environnemental aux échelles internationales et Françaises entrepris dans cette première partie permet de :

I) Mettre en évidence au moyen de l'analyse bibliographique, l'existence d'une diversité de pratiques foncières agricoles qui peuvent être regroupées en différentes catégories selon qu'elles sont basées sur des stratégies ascendantes issues d'initiatives d'agriculteurs locaux (exemple : location de parcelles pour améliorer la structure de l'exploitation.) ou sur des stratégies descendantes émanant d'organismes publics ou d'organisations privées (exemple : politiques publiques ayant un impact sur les droits d'usage des terres par le biais de la réglementation). On retient aussi la faible prise en compte dans la littérature des aspects environnementaux des pratiques foncières en général et des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs en particulier.

Ii) Cerner la place actuelle des outils fonciers mobilisés pour la protection de la ressource ; grâce à la double enquête par questionnaire et par entretien semi-dirigé adressées aux animateurs territoriaux en charge de la gestion des AAC. En effet, dans les AAC, il existe plusieurs dispositifs fonciers dont les échanges permanents de parcelles (les animateurs de sites peuvent organiser de tels échanges) entre agriculteurs. Les animateurs ont aussi la possibilité d'acquérir le foncier en propriété. Aucune disposition ne permet cependant d'organiser les échanges temporaires de parcelles, même si leur existence est connue de certains animateurs.

PARTIE2 : COMPRENDRE LES MOTIVATIONS AGRICOLES DES ÉCHANGES TEMPORAIRES DE PARCELLES

La partie précédente s'est attachée à positionner la problématique de la thèse aux échelles internationales et françaises. On retient de cette phase exploratoire, qu'en France, plusieurs outils fonciers sont à la disposition des gestionnaires d'AAC qui peuvent les mobiliser dans le cadre de leur mission. Les principaux outils fonciers actuellement mobilisés se composent de l'acquisition de parcelles à l'intérieur ou à l'extérieur de l'AAC, la mise en place de mesures agro-environnementales (MAE) ou encore la contractualisation des obligations réelles environnementales. Les échanges temporaires de parcelle entre agriculteurs ne font pas encore partie des outils fonciers mobilisés par les animateurs que nous avons enquêtés. Ceux-ci évoquent toutefois la tradition des échanges temporaires dans certains territoires, pour des raisons de diversification des rotations notamment.

L'objectif de cette partie est d'approfondir la compréhension des motivations agricoles des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs amorcée dans la précédente partie. Elle mobilise les connaissances déjà formalisées pour répondre aux questionnements suivants : Comment fonctionnent concrètement les échanges de parcelles entre agriculteurs ? Quelles peuvent être les motivations agronomiques et socio-économiques des échanges ? Et qui sont les agriculteurs concernés ?

La partie comporte deux chapitres : le premier chapitre (correspond au chapitre 3 du manuscrit) présente la démarche d'identification du site devant servir de cadre d'analyse pour étudier les échanges temporaires de parcelles. Le deuxième chapitre (correspond au chapitre 4 du manuscrit) détaille les mécanismes des échanges et les motivations agronomiques, économiques et sociales derrière la pratique des échanges temporaires de foncier entre agriculteurs sur le site d'étude choisi.

Chapitre 3 : Choix du site d'étude

Dans ce chapitre je présente la démarche déployée pour choisir le site d'étude pour l'analyse des échanges temporaires de parcelles dans une perspective agricole et environnementale. Le chapitre est organisé en trois parties. La première partie expose la méthode d'identification des exploitations potentiellement concernées par les échanges. La deuxième partie explique la manière dont le site de l'AAC d'Escrebieux comme site d'étude a été repéré. Enfin, la troisième partie présente les caractéristiques de l'AAC et justifie sa pertinence pour notre étude.

1. Identification des exploitations potentiellement concernées par les échanges temporaires de parcelles: mobilisation des données du RPG à l'échelle de la France entière.

1.1. Les données du registre parcellaire graphique (RPG) comme données d'entrée

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) est une base de données géo-référencée à haute résolution (1:5000) qui renseigne sur la géométrie des parcelles et l'occupation du sol. Il est basé sur la déclaration des agriculteurs pour les subventions de la politique agricole commune. L'occupation du sol est décrite à l'aide d'une nomenclature qui, depuis 2015, comprend environ 350 cultures. Les données du RPG sont disponibles en France au niveau des directions régionales de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt (DRAAF) Elles sont accessibles à tous les usagers. Trois niveaux de communication des données du RPG sont disponibles à savoir le niveau 1, le niveau 2 et le niveau 3. Selon le niveau, les type d'information n'est pas le même. Le niveau 2, par exemple, permet de connaitre l'identifiant PACAGE[12] de l'exploitation, ce qui n'est pas le cas avec les données de niveau1.

Nous travaillons ici avec les données du niveau 2. Pour chaque parcelle, le nom de la culture et l'identifiant PACAGE de l'agriculteur sont indiqués. Les parcelles ayant le même numéro pour une année donnée sont déclarées par la même exploitation fournissant ainsi des informations sur les caractéristiques des exploitations agricoles (Grandgirard and Zielinski 2008; Piet and Cariou 2014). Le RPG est édité annuellement et couvre l'ensemble du territoire national. Ainsi, il est possible d'avoir les assolements des agriculteurs sur plusieurs années. Il est une source importante d'informations grâce à la possibilité qu'il donne d'avoir l'historique des assolements des agriculteurs.

[12] Identifiant attribué à un agriculteur qui bénéficie des aides de la Politique Agricole Commune (PAC)

Dans le cadre de la thèse, les données du RPG sont mobilisées comme données d'entrée pour identifier les exploitations potentiellement concernées par les échanges temporaires de parcelle en France.

1.2. Identification des exploitations concernées par les échanges temporaires de parcelles.

La démarche d'identification des exploitations concernées par des échanges de parcelles à l'année, à partir des données du RPG à l'échelle de la France entière a été développée par Philippe Martin (UMR SADAPT). Cette méthode repose sur l'hypothèse que les échanges de parcelles entre agriculteurs sont portés par des cultures à forte valeur ajoutée pour lesquelles on sait qu'il y a des contraintes agronomiques sur les délais de retour sur une même parcelle.

Pour ces cultures, on soupçonne qu'il y a des échanges de parcelles lorsque l'agriculteur atteint une certaine proportion de sole. (Par exemple : pour une exploitation productrice de pomme de terre et dont la surface agricole utile est égale à 100 ha, la sole maximale de pomme de terre possible chaque année est de 25 ha, en considérant que cette exploitation respecte un délai de retour de quatre ans pour la pomme de terre. Si cette exploitation produit plus de 25 ha de pomme de terre, elle fera face à la contrainte agronomique sur le délai de retour).

La démarche consiste à calculer les assolements pour chacune des cultures déclarées pour l'ensemble des exploitations de France. Un script script R a été établi pour le calcul des assolements. Les données RPG de 2019 ont servi au calcul des assolements. On a en sortie un fichier avec l'assolement de chaque exploitation agrégé au niveau national. Lorsque la sole d'une culture comme la pomme de terre est supérieure à 60% de la SAU, cela implique que, compte tenu des contraintes de délai de retour de cette culture, l'agriculteur aura du mal à faire tourner la culture dans son exploitation sans recourir aux échanges de parcelles. A l'aide du logiciel de SIG (QGIS), on peut obtenir

les couches vectorielles (Shape files) des exploitations concernées (la démarche d'extraction des couches est présentée en annexe 8).

1.3. Application de la méthode sur des cultures considérées à forte valeur ajoutée

Le travail de calcul des assolements à l'échelle de la France s'est fait dans un premier temps sur trois cultures, à savoir le lin, la pomme de terre et le melon. Il a par la suite été élargi à d'autres cultures, notamment le tabac, le chanvre et le radis, grâce au travail des étudiants de 3eme année d'AgroParisTech que j'ai co-encadrés dans le cadre de leur projet d'ingénieur. Seules les exploitations avec les soles de cultures supérieures à 60% de l'assolement nous intéressent.

Dans le cadre de ma thèse, j'ai choisi de m'intéresser aux exploitations productrices de pommes de terre qui est une culture à forte valeur ajoutée majoritairement produite dans le nord de la France et qui demande un délai de retour d'au moins 4 ans. Elle a été choisie au regard de la tradition des échanges sur cette culture déjà évoquée dans la littérature. Pour localiser les exploitations ayant plus de 60% de sole de pommes de terre dans leur assolement, j'ai utilisé le logiciel QGIS. J'ai ainsi pu obtenir la distribution à l'échelle de la France des exploitations pour lesquelles la sole de pomme de terre est supérieure ou égale à 60%. La Figure ci-dessous présente la répartition de ces exploitations à l'échelle de la France Métropolitaine. Sur cette figure, on constate une forte concentration des exploitations à 60% d'assolement en pomme de terre dans plusieurs départements de France notamment le Pas-de-Calais et le Nord.

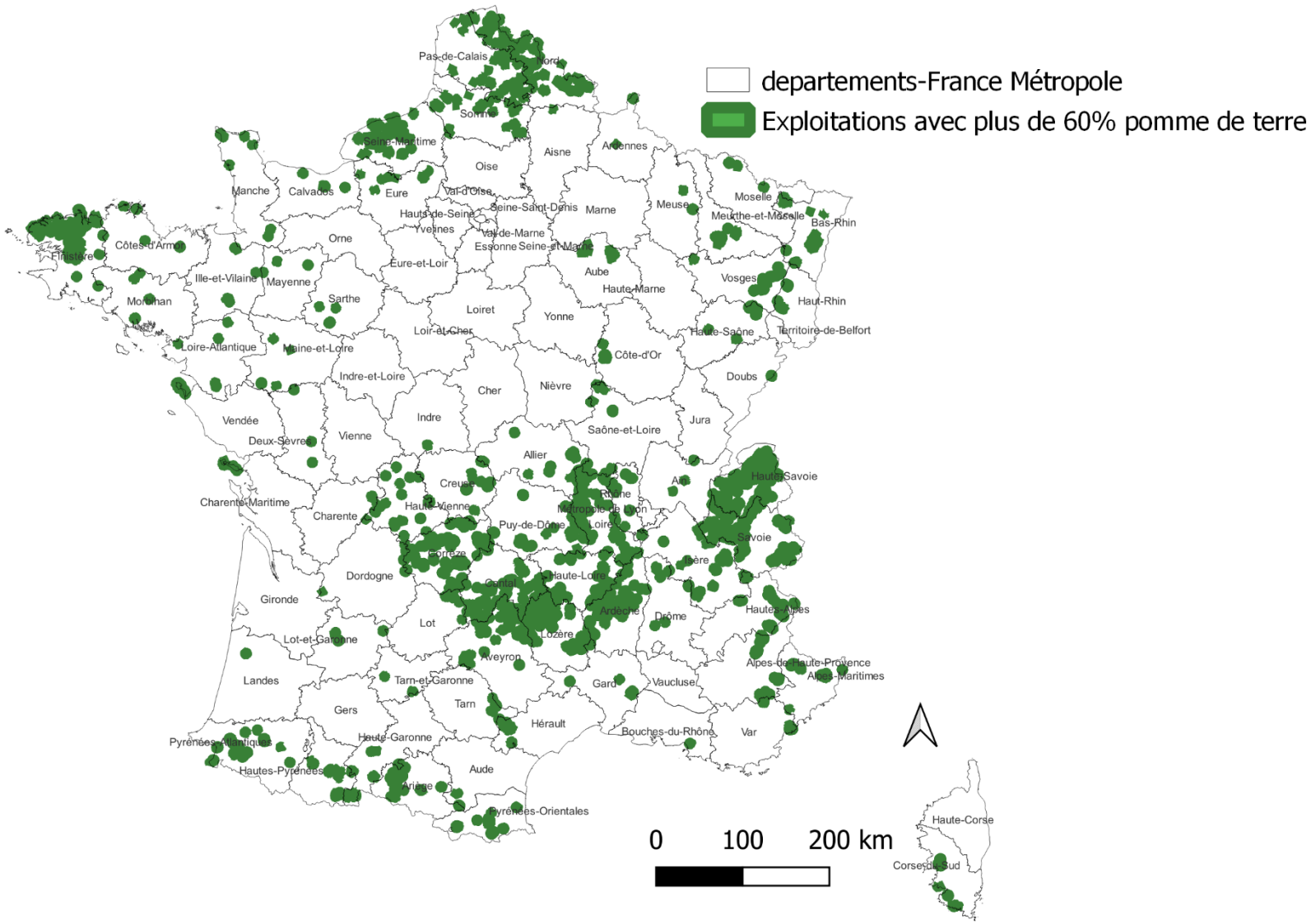


Figure 9: distribution par département des exploitations ayant plus de 60% de pomme de terre dans leur assolement.

2. Identification du site de l'AAC d'Escrebieux

On propose de superposer, d'une part, la carte de distribution des exploitations spécialisées dans la production de pomme de terre (60% de l'assolement) à l'échelle de la France entière à, d'autre part, la carte des AAC recensées en France métropolitaine (carte disponible sur le site internet : https://www.sandre.eaufrance.fr/Rechercher-un-jeu-de-donnees.). (Voir Figure 10). D'après la Figure 10, plusieurs AAC sont concernées par des exploitations spécialisées dans la production 60% de pommes de terre. Étant donnée la proximité géographique des départements du Pas-de-Calais et du Nord avec la région Ile-de-France, (ce qui sur le plan logistique facilitait les déplacements, nous avons fait le choix de nous intéresser aux AAC situées dans ces deux départements. Le site de l'AAC d'Escrebieux est caractérisé par une plus forte concentration d'exploitations spécialisées dans la pomme de terre.

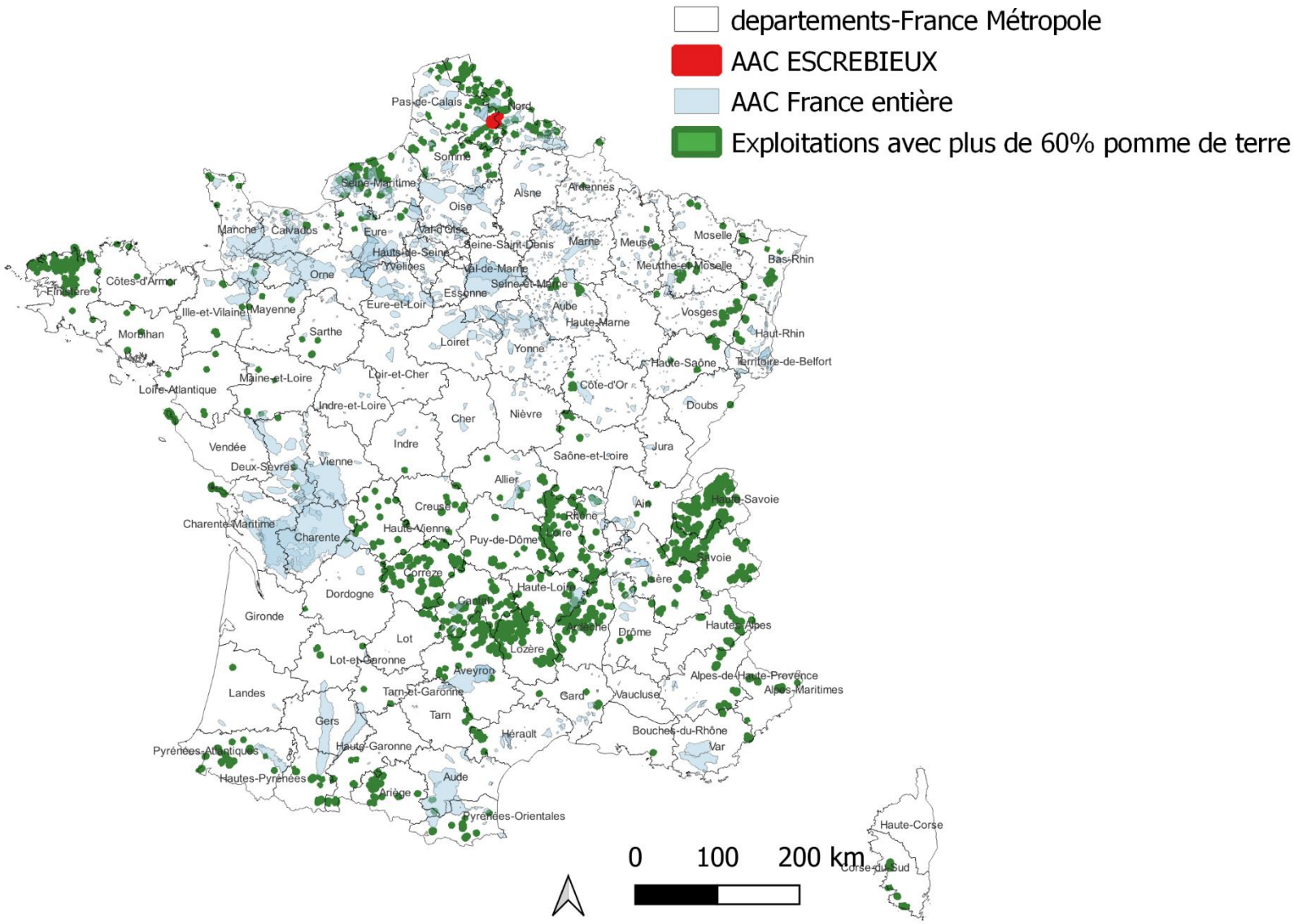


Figure 10: Répartition spatiale des AAC abritant des exploitations avec plus de 60% de pomme de terre dans l'assolement et localisation de l'AAC d'Escrebieux

3. Justification du choix de l'AAC d'Escrebieux comme site d'Etude

L'AAC d'ESCREBIEUX est située à cheval entre le département du Pas-de-Calais et le département du Nord. Elle s'étend sur environ 10 000 ha dont 80 % sont considérés comme agricoles. Elle couvre les communes de Cuincy, Esquerchin, Flers-en-Escrebieux, Lauwin-Planque et Douai (pour le département du Nord) ; Biache-Saint-Vaast, Fresnes-lès-Montauban, Izel-lès-Équerchin, Neuvireuil, Quiéry-la-Motte, Vitry-en-Artois, Brebières et Corbehem (pour le département du Pas-de-Calais) (Figure11). Le territoire de l'AAC de d'Escrebieux est traversé par plusieurs cours d'eau dont l'Escrebieux, (affluent de la Scarpe) qui a donné son nom à l'AAC. Il est aujourd'hui asséché une bonne partie de l'année et son niveau est directement dépendant de la profondeur de la nappe qui l'alimente.

Après avoir sélectionné l'AAC d'Escrebieux en raison des critères évoqués plus haut, nous avons entrepris une étude exploratoire sur ce site. Pour ce faire, nous avons dans un premier temps consulté les données du RPG pour connaître les caractéristiques agricoles du territoire. Nous avons ensuite effectué des entretiens avec l'animateur territorial en charge de la gestion de l'AAC, un responsable du cabinet d'étude GEONORD qui a effectué le diagnostic territorial de l'AAC et enfin un responsable de la chambre d'agriculture du Pas-de-Calais. Avec ces acteurs, nous avons échangé sur les spécificités du territoire de l'AAC, notamment le contexte réglementaire et les actions mises en œuvre, l'historique des échanges temporaires de parcelles entre exploitation et enfin les enjeux environnementaux sur le territoire. Je présente dans les paragraphes ci-dessous la synthèse des informations provenant de ces entretiens.

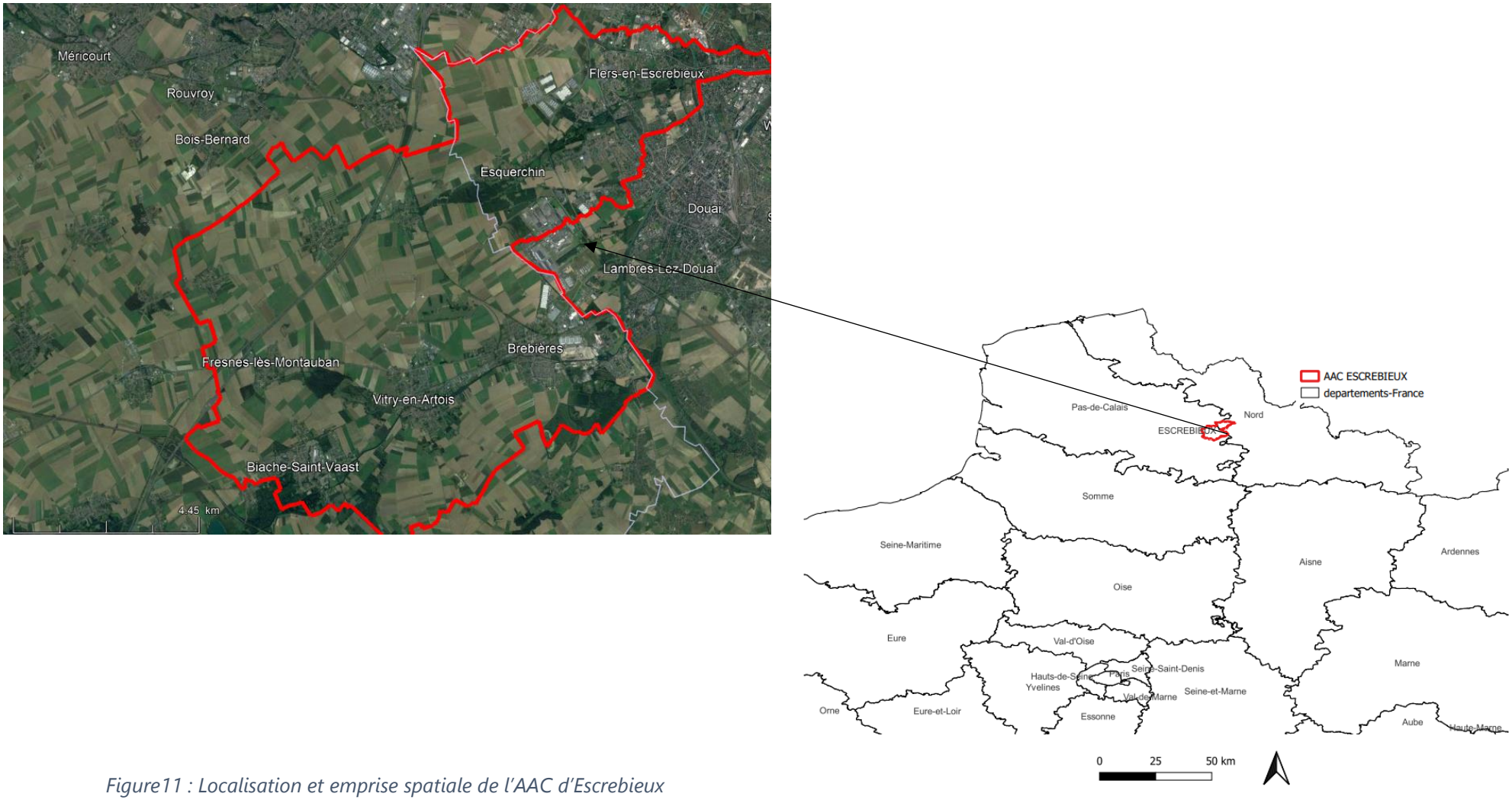


Figure11 : Localisation et emprise spatiale de l'AAC d'Escrebieux

3.1. Caractéristiques agricoles du territoire d'Escrebieux

D'après le Registre Parcellaire Graphique (RPG) de 2019, le territoire agricole de l'AAC est occupé à 43,7% par le blé tendre, 15,24% de betterave, 14% de pomme de terre et 7,8% de prairies et fourrages dont 82,0% de prairies permanentes et 12,6% de fourrage (voir Figure 12 ci-dessous). Elle constitue une zone d'étude particulièrement intéressante pour étudier les échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs dans la mesure où sont fortement présentes des cultures à forte valeur ajoutée comme la pomme de terre ou encore la betterave.

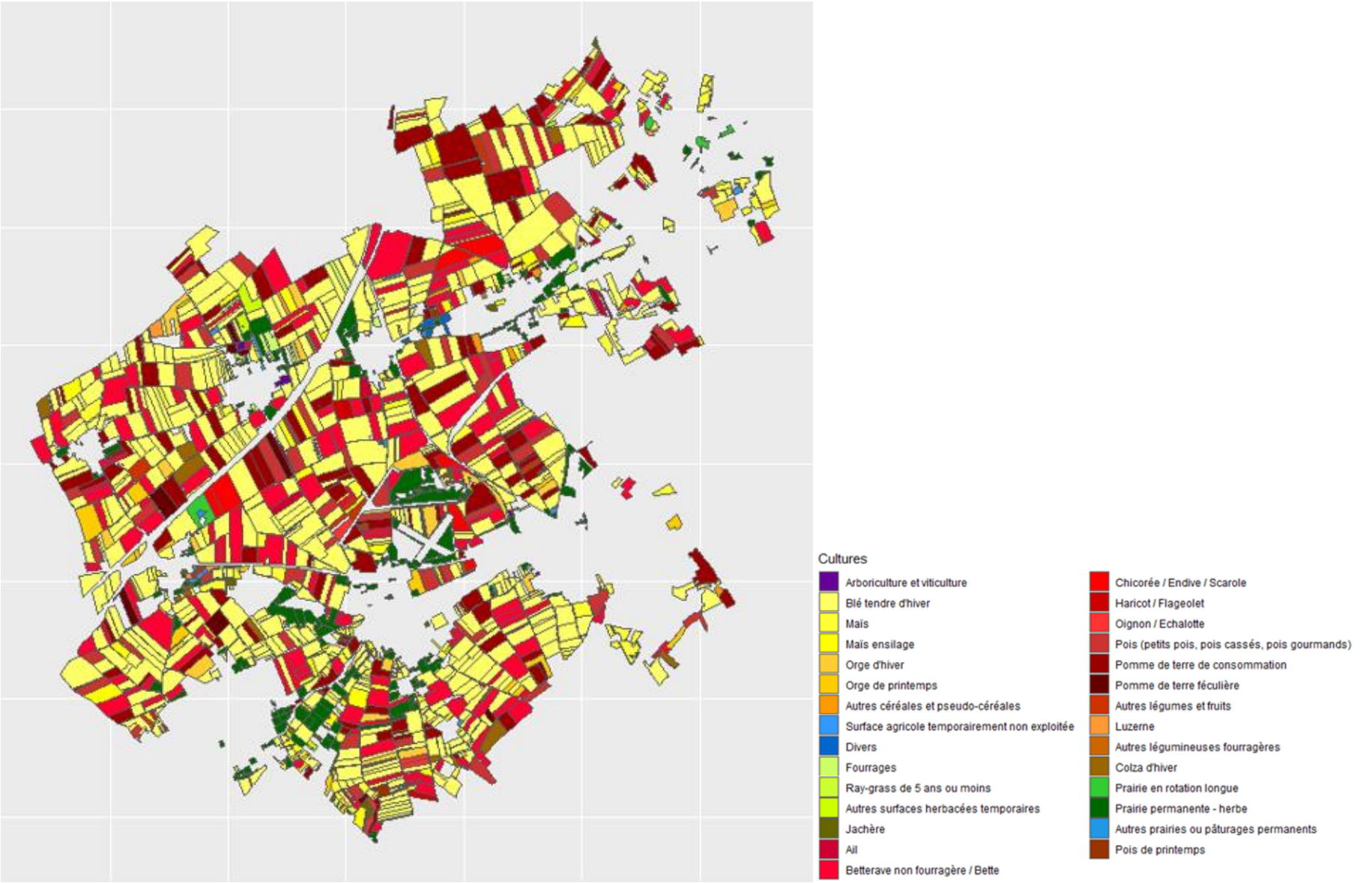


Figure 12:Occupation des sols du territoire de l'AAC d'Escrebieux. Présentation du registre parcellaire graphique pour l'année 2019

3.2. Historique des échanges de parcelles sur le territoire de l'AAC d'Escrebieux

D'après les acteurs du territoire de l'AAC d'Escrebieux que nous avons enquêtés, la pratique des échanges de parcelles entre agriculteurs est ancienne sur le territoire de l'AAC d'Escrebieux. Elle a débuté avec les producteurs d'endives. Elle a progressivement glissé vers la production de pommes de terre lorsque de nombreux endiviers se sont convertis à cette culture, encouragés par l'arrivée de gros industriels dans la région, à l'instar de l'entreprise McCain ou encore de Carrefour. L'arrivée des industriels, couplée au dernier remembrement ayant eu lieu au nord du l'AAC (communes de Douai, Cuincy, etc.) au début des années 1990, aurait favorisé la hausse de la demande en pommes de terre et les agriculteurs des communes concernées se seraient spécialisés dans cette production avec des investissements importants dans le matériel et les hangars.

Cette spécialisation aurait entraîné les agriculteurs concernés dans une logique d'agrandissement de leur exploitation pour permettre d'augmenter les surfaces en pommes de terre. C'est ainsi, que la recherche de nouvelles parcelles à progressivement dépassé les limites de leur commune, pour s'étendre plus au sud de l'AAC. Le sud de l'AAC, majoritairement occupée par des polyculteurs éleveurs, qui jusqu'ici connaissaient une dynamique d'échanges parcellaires moindre, est alors investi par les agriculteurs producteurs de pomme de terre venus du Nord. C'est ainsi que l'intensification des échanges de parcelles s'est propagée au sud de l'AAC et continue de progresser. Elle dépasse aujourd'hui les limites de l'AAC et du département du Pas-de-Calais.

3.3. Le poids des enjeux environnementaux

Plusieurs champs captants sont présents sur le territoire de l'AAC d'Escrebieux, comme celui de Quièry-la-Motte, d'Esquerchin et de Fler-en Escrebieux. Chaque champ captant est constitué de plusieurs forages. D'après le rapport du diagnostic territorial « multi-pressions » effectué par le cabinet d'étude GEONORD, certains de ces champs captants sont sujets aux pollutions nitrates et pesticides dont les teneurs avoisinent

régulièrement les seuils maximums autorisés. Ce qui fait de l'AAC d'Escrebieux une AAC classée prioritaire Grenelle (c'est-à-dire que doivent y être menées des actions de reconquête de la qualité de l'eau d'après l'article 21 de la LEMA). La forte activité agricole du territoire serait la principale cause de ces pollutions. La zone sud de l'AAC est la plus fragile du fait de la nappe de craie affleurante, avec une absence de couche argileuse pour protéger le sol de l'infiltration. Toute substance y pénètre facilement par lessivage. La zone nord est un peu mieux protégée, puisque recouverte d'une fine couche argileuse (Ansart and Gaudré 2009)

5. Conclusion

Les caractéristiques agricoles et la tradition des échanges temporaires sur l'AAC d'Escrebieux font de ce territoire un site pertinent pour comprendre les motivations des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs et les mécanismes de leur mise en œuvre. Une autre caractéristique du territoire ayant joué en sa faveur est la possibilité d'obtenir le contact des agriculteurs par l'intermédiaire des gestionnaires territoriaux. Cette accessibilité des agriculteurs a facilité les enquêtes.

CHAPITRE 4: TEMPORARY PLOT EXCHANGES AS COORDINATED STRATEGY BETWEEN FARMERS FOR ALLOCATION OF CROPS: LESSONS LEARNED FROM A CATCHMENT AREA IN FRANCE

Dans ce nouveau chapitre, je présente le travail entrepris sur l'AAC d'Escrebieux qui a été choisie comme site d'étude pour comprendre comment fonctionnent concrètement les échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs et connaître leurs motivations agronomiques, sociales et économiques. Le dispositif mis en place pour ce travail combine l'analyse des données du RPG pour les années 2015 à 2019 et les enquêtes en exploitation. Les résultats de ce travail et les enseignements qui en découlent sont détaillés dans le chapitre.

Le chapitre est rédigé en anglais et présenté sous forme d'article. Il sera soumis au journal « Land Use Policy »

Abstract

Temporary plot exchanges are the transfers of plots between farmers that result in temporary changes in the land use rights. At the landscape level, temporary plot exchanges lead to new spatial and temporal organisations of cropping systems co-designed between the farmers who have used the plots in one year or another. These exchanges of plots are very little studied although understanding their main socio-technical reasons and their agronomic consequences can help to better assess the environmental pressure of agricultural activity, especially in the water catchment areas where water quality issues are important. Using an analytical framework of landscape agronomy, this work aimed to explore the socio-technical reasons of temporary plot exchanges. We used (1) the French Land Parcel Identification System (LPIS) database, which provides quasi-continuous, broad coverage of agricultural areas in France, and (2) semi-structured surveys to question the socio-technical reasons of temporary plot exchanges at the farm and landscape levels. Through this methodological framework, we present the dynamics and diversity of temporary plot exchanges within one French water catchment area. We have distinguished plot exchanges according to the reciprocity of the exchange. Exchanged plots can be bilateral, one-sided, or bilateral but deferred. We highlighted that temporary plot exchanges are part of a reasoning strategy for crop allocation that is coordinated between several farmers. This strategy allows for greater crop diversification and leads to a cultivated mosaic, which emerges from the spatial organisation of the cropping system on the plots. These results, which may be relevant for other countries where there is a tradition of plot exchanges, indicate for the first time that knowledge of temporary plot exchanges and their socio-technical reasons can help build a better understanding of agricultural activities on a territorial scale and thus promote better land coordination when implementing environmental actions.

Keywords: Allocation of crops, socio-technical reasons, cropping system, LPIS, landscape agronomy

1. Introduction

Intensive agriculture is recognised as being responsible for several aspects of ecosystem degradation, including degradation of water quality, reduction of biodiversity and depletion of non-renewable resources (Millennium Ecosystem Assessment 2005). The current dynamics of agricultural intensification will continue to heighten this degradation if adequate measures are not taken (Evans et al. 2019; OECD 2020).

The Agronomic research on limiting agricultural pollution covers a wide range of subjects with varying spatial scales. The plot scale makes it possible to examine cropping systems, i.e. all the technical methods (cultivation techniques and crop succession) (Sebillotte 1990; Leteinturier et al. 2007). The farm level allows to recommend actions to be taken at the level where cropping systems are decided (Papy 2001; Joannon et al. 2005). Beyond the farm, some research examines strategies at the landscape level (Benoît et al. 1997; Chopin et al. 2017), enabling consideration of the spatial organisation of different farm territories (Marie et al. 2009) and their temporal dynamics (Bonin and Lardon 2002; Vasseur et al. 2013;Bouty 2015; Barbottin et al. 2018) to formalise the interdependencies between cropping systems, the resulting landscape configurations and the farmers' room for changing production methods ; Papy and Torre 2002).

The environmental problems in agriculture affect areas that are often large, intersecting the farm landscape of a multitude of farms, the management of which contributes to that of the landscape and its natural resources (Benoît et al. 1999; Martin et al. 2006; Dury et al. 2013). Farm territory dynamics are important to consider when assessing the environmental impact of agricultural activities (Zangue et al. 2022). These impacts have been addressed in previous studies dealing with farmland management at the territorial level, but these studies focus on the general reconfiguration of agricultural plots over multi-year periods (Bouty 2015; Preux 2019), for example as a result of an expansion of the farm. There are other, more discreet evolutions in which farmers

exchange plots for a limited time (1 to 3 years), which we designate as temporary plot exchanges. Such plots are managed with cropping systems that are co-designed by different farmers who have used the plots in one year or another.

The practice of temporary plot exchanges is widespread among many farmers around the world. Indeed, plot exchanges between farmers have been reported in several countries, including potato growers in Argentina Pampa (Salembier et al. 2016), in Northern France (Wünsch 2004) and in Belguim (Rouget 2008) or melon growers in southern France (Clément et al. 2019). Despite the tradition of temporary parcel exchanges recognised in several agricultural areas, their socio-technical reasons and the resulting agronomic consequences remain little known by the academic research. However, the fact that a plot passes from one farm to another may lead to a change in the cropping system. This can be expected to lead to a cultivated mosaic at landscape level and therefore potentially less impactful crop successions than those encountered on each of the farms individually.

This study explored the sociotechnical reasons and conditions of temporary plot exchanges for an environmental purpose. We addressed the following question: **What are the main socio-technical reasons of temporary plot exchanges between farmers**? We hypothesized that temporary plot exchanges between farmers are part of cropping plan strategy when farmers find themselves under pressure because they are saturated with crops, some of which may require relatively long return periods.

The next part of this article sheds light on this research question. First, we present the analytical framework (section 2), the methodology (section 3) and the results of our work on characterising plot exchanges and understanding the underlying agricultural logic (section 4). We then discuss the methodological contributions of our work and the prospects offered by temporary plot exchanges as a potential lever for environmental action (section 5).

2. Analytical Framework

Temporary plot exchanges between farmers refers to bilateral or multilateral transfers of plots between farmers that result in temporary changes in the land use rights. It is considered as an example of farmland management practices defined by Zangue et al.(2022), as actions that leads to changes in both land use and land-use rights. According to several authors the use of exchange of plots or renting occur when farmers meet agronomic constraints like phytosanitary issues or breaking the cycle of weeds (Choumert and Phélinas 2015).

The plot exchanges considered in this study differ from joint crop rotation (Gabriel et al. 2019) in that there is no polling of land use rights but rather a temporary transfer of the use right of the part of the farm landscape concerned by the exchanges. In France, the procedure for the exchange of plot temporarily is relatively simple: a verbal agreement between the two farmers wishing to temporarily exchanges plots is sufficient. There is no transfer of lease obligations (e.g. lease payments) for tenant farmers, as the lessee is responsible for the breaches of their co-exchanger. The two farmers agree on the duration of the exchange.

To understand the socio-technical reasons of temporary plot exchanges between farms, we developed an analytical framework by combining two classic agronomic methods that are generally used separately: on-farm surveys and quantitative data processing. This hybrid system (Schaller 2011; Debolini 2021) is part of the corpus of approaches developed in landscape agronomy to address the environmental problems in agricultural activities (Schaller 2011; Bouty 2015; Barbottin et al. 2018).

Landscape agronomy is the study of the relationships between farming systems and agricultural landscape dynamics (Moonen et al. 2010; Benoît et al. 2012; Rizzo et al. 2012). It deals with the spatial organisation of cropping systems and their possible environmental impacts (Martin et al. 2006). The landscape agronomy approach makes it possible to combine several sources of data e.g. spatialized data that can be compared with data from field surveys to study the links between agricultural activities

and the environment at different spatial scales (Benoît et al. 2012; Sylvie Lardon et al. 2012). By applying this approach to the issue of temporary plot exchange practices, we wished to identify how farmers design their technical systems on a given site by including temporary plot exchanges.

3. Materials and Methods

3.1. Study area

The Escrebieux catchment area is located in Northern France and covers a total area of 9,450 ha. It is an area straddling the departments of Pas de Calais and Nord (see Figure 13). The surface area covered by the French LPIS is 6,329 ha, which represents 67% of the total area of the catchment area (the remaining areas are mainly urbanised). About 146 farms had at least one parcel in the Escrebieux catchment area and among these farmers, 65 of them had all their land in the Escrebieux catchment area.

The agricultural landscape is dominated by soft winter wheat, which occupies 45% of the agricultural area, followed by sugar beet with 15%, potatoes with 12%. Potato farming benefits from strong demand in the agri-food industries present in the region.

The Escrebieux catchment area was chosen as the study area because of the presence of several farms where potatoes account for more than 60% of the cropping plan; indicating tension in terms of the agronomic constraints of the return time (Martin and Zangue, unpublished work). It was also chosen because it is representative of the issues involved in preserving water resources. It is classified as a priority area in that actions to restore water quality must be carried out according to the Water Act. The high level of agricultural activity in the area leads to pollution by nitrates and pesticides, the concentrations of which are higher than the legal maximum threshold (50 mg/l of water for nitrates and 0.50 µg/L of water for total pesticides). The southern zone of the catchment area is the most fragile because of the chalk table, which outcrops with no clay layer to protect the soil from infiltration and leaching. The northern zone is

somewhat better protected as it is covered by a thin clay layer (Ansart and Gaudré 2009).

3.2. French Land Parcel Identification System

The LPIS, known as Registre Parcellaire Graphique (RPG) in French, is a high-resolution (1:5000) georeferenced database that describes field geometry and land cover (Grandgirard and Zielinski 2008; Piet and Cariou 2014). It is based on farmers' declaration for the Common Agriculture Policy subsidies. Land cover is described using a nomenclature of approximately 350 crops.

The RPG data are available in France at regional level. Three levels of communication of the RPG data are available. Depending on the level, the type of information is not the same. Level 2, for example, allows the farm's identifier to be obtained, which is not the case with level 1 data. We are working here with level 2 data. For each plot, the crop name and farmer identification are given. Plots with the same number in a given year belong to the same holding. Since 2015, the database has consisted of a shapefile containing parcel block geometry and each parcel block's unique identifiers. The LPIS is edited yearly and covers the whole national territory. It is therefore possible to follow the plot dynamics of farms in yearly intervals based on their identifiers (Barbottin et al. 2018).

3.3. Methods: A combined analysis of LPIS data and farmer surveys

3.3.1. Analysis of LPIS data with RPG Explorer software

We used the LPIS data to observe plot exchanges between farms with the help of RPG Explorer software (Levavasseur et al. (2016). From the LPIS data, the software analyses the agricultural landscape dynamics by deriving the crop proportions for each farm, crop sequences at the plot level and models crop rotations of a given study area (e.g. catchment, administrative unit). At the farm level, it is also possible to determine farm area expansion or reduction from the geographical overlay of farm plots for a given period (Barbottin et al. 2018)

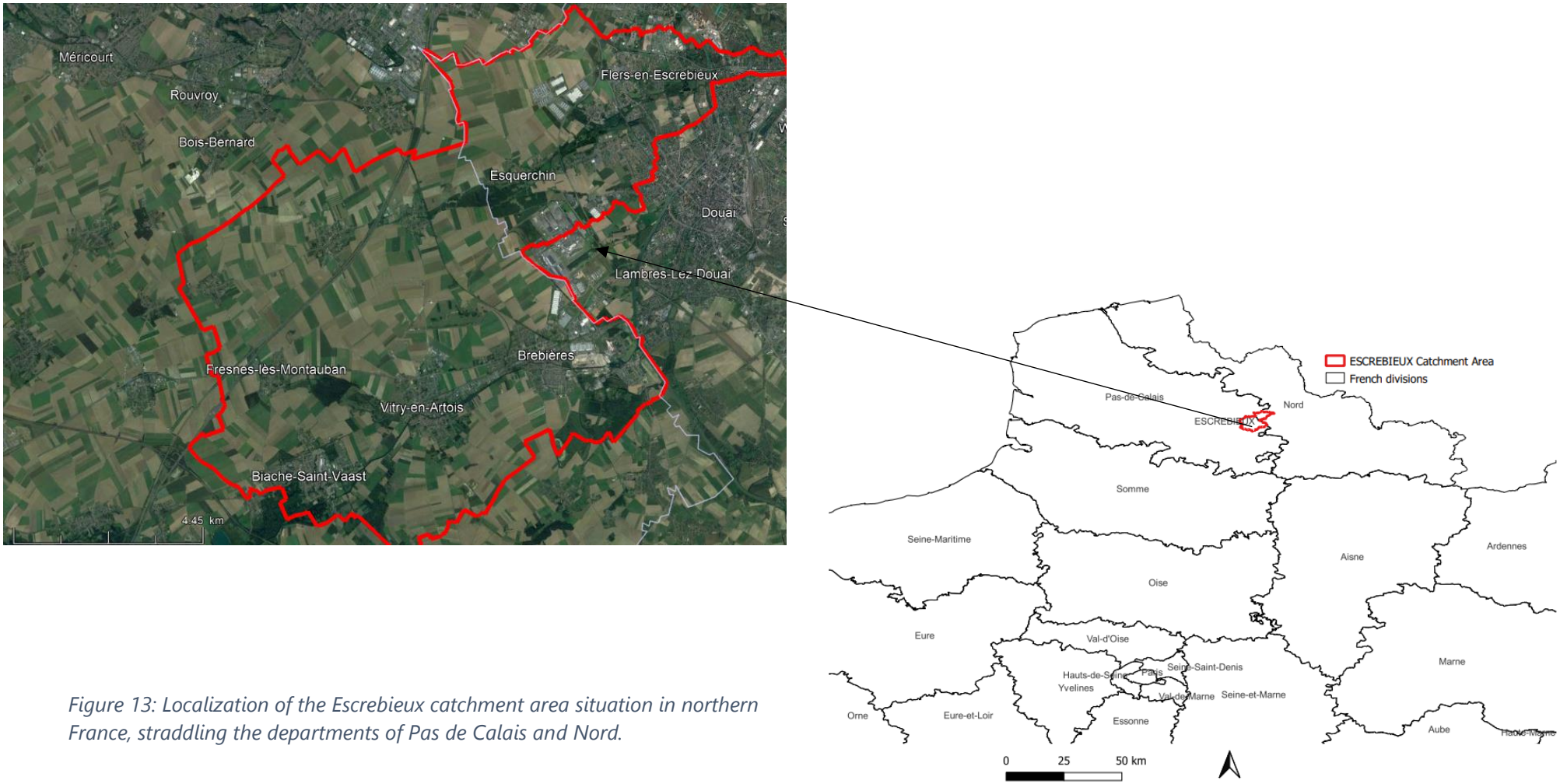


Figure 13: Localization of the Escrebieux catchment area situation in northern France, straddling the departments of Pas de Calais and Nord.

i. Observation of plot exchanges between farms with LPIS data

By running RPG Explorer with LPIS data from the Escrebieux catchment area (data from 2015 to 2019) we were able to observe plot transfers between farms and determine the surface concerned by these transfers (annual loss or gain of plots). Then, we identified the farms with 'boomerang plots', or plots that move from one farm to another before returning to the original farm in the following year or the year after. In the historical record of the farm, this plot will be present in year n, absent for one or more years, and present again in year n + 2 or n + 3 (see Figure 14). The groups of farms that are linked to each other through plot transfers were called 'clusters' (Martin et al. 2018).

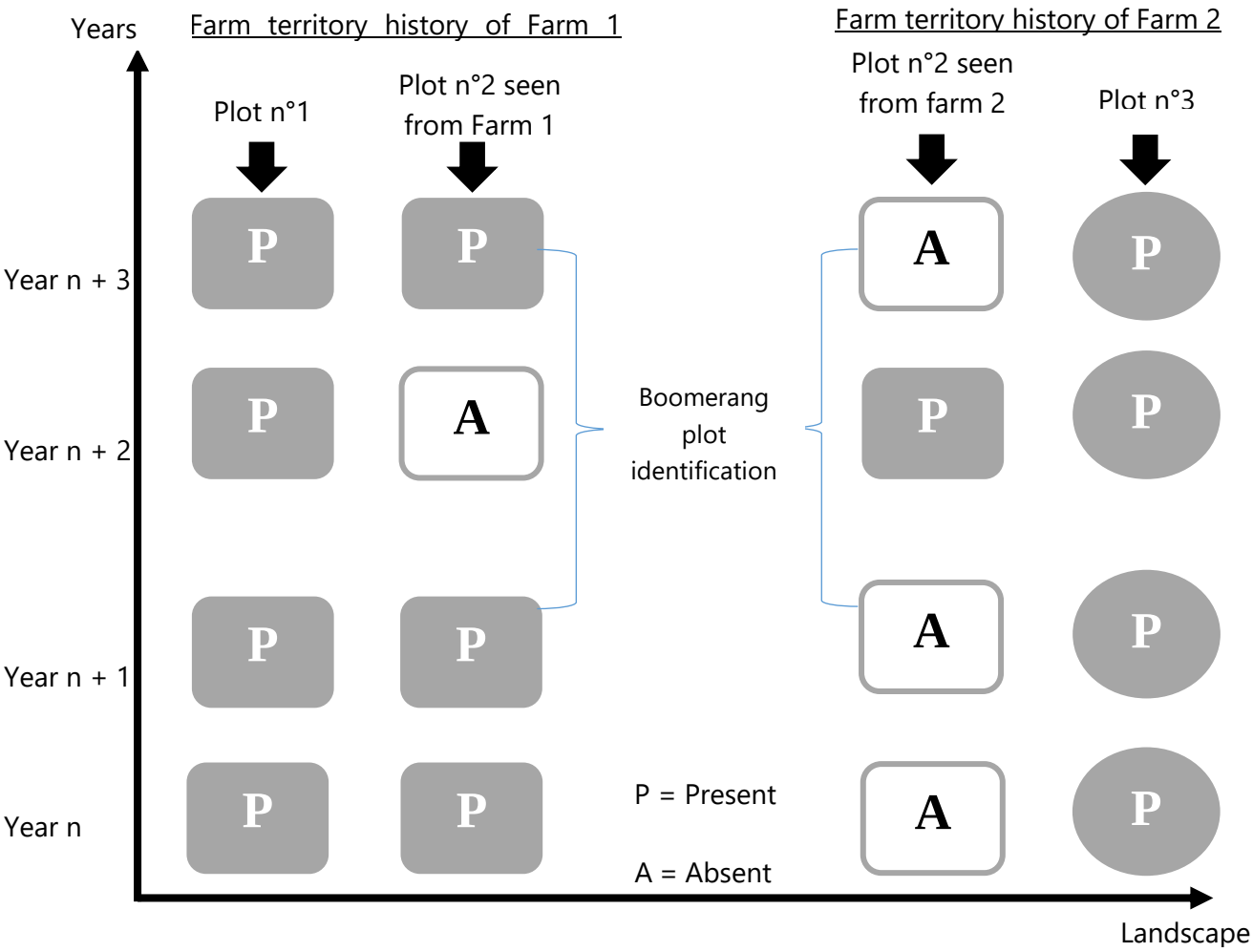


Figure 14: identification of a 'boomerang' plot from analysis of the evolutionary trajectory of the farms' plots. Plots 1 and 2 with square marker belong to Farm1 where plot 3 with circular marker belongs to farm2. Plot n°2 of Farm 1 is absent from the farm territory in year n + 2. This plot is found in the farm territory of Farm 2 the same year. A plot with a history of PAP or APA is a boomerang plot.

Data management

The data from RPG Explorer were stored and processed with MS Excel and R: statistics of the total crop area exchanged were calculated from the data using Excel, and the total boomerang plot area, distances between parcels and the number of different crops appearing in the succession were calculated with R.

3.3.2. On-farm surveys

In order to know the logic behind the temporary plot exchanges, we conducted surveys on the farms involved in plot exchanges to understand the individual and collective logics (both agronomic and sociological) that govern the exchange modalities between farmers.

The approach consisted on targeting the farms in the databases and then contacting them for a semi-directed interview. We made contact with the first farmers through the catchment managers, and then, through the so-called snowball procedure, we contacted other farmers who were suggested to us by previous respondents. This approach resulted in a sample of 16 farmers interviewed out of a total of 51 farms identified as carrying out temporary plot exchanges in the Escrebieux catchment area (the list of farmers interviewed is presented in the appendix).

The survey was constructed and carried out according to the principles and techniques for analysing the overall functioning of the farm described by Capillon and Manichon (1991). The interview grid was structured to:

- Gather information about farm production (type, yields and agricultural practices) and structure (number of employees, etc.).
- Highlight the details of cropping systems according to the characteristics of the plots, in particular the cropping plan and crop succession.
- Understand the practice of temporary plot exchange, especially the reasons for the practice (e.g. how do temporary plots exchanges work? What are the criteria for selecting candidate plots for exchange? What are the modalities of temporary plot exchanges?) And the difficulties of implementing it.

During the interview, the farm territory map of each farm printed in A4 format was provided to the farmers to allow them to explain the logic of the farm territory management and its consequences for the plot exchanges.

The interviews lasted 1–2 hours, depending on the availability of the farmer and the complexity of their operations.

To analyse data from surveys, we proceeded as follows: each farm in the survey was first characterised according to its structure (from the UAA, dispersion of plots, equipment), cropping plan and agronomic constraints, the type (i.e. bilateral or one-side transfer) and frequency of plot exchange carried out, and the farmers' justifications for participating in temporary plot exchanges. We then grouped similar reasons for the exchanges and associated them with the characteristics of the corresponding farms. In this way, we were able to establish a profile of the exchanging farms according to the nature and frequency of their need to exchange.

The survey helped construct an understanding of the potential interests of farmers when exchanging plots, the financial arrangements that might be in place and how the relationship between the exchanging farmers is maintained.

4. Results

4.1. Dynamics of plot exchanges in the Escrebieux site

We present here the exchanges that took place between the farms in the catchment area but also between those inside and outside the area. Of the 146 farms in the Escrebieux catchment area, 51 had carried out at least one temporary plot exchange (marked by the presence of a boomerang plot) over the 2015-2019 period. Over this period, an average of **553.85 ha** of boomerang plots moved from one farm to another each year. This represents approximately **9%** of the UAA of the Escrebieux catchment area. The surface area of the exchanged plots varied from **0.1** to **20 ha** with an average of **2.875 ha** which is close to the average size of all LPIS plots in the Escrebieux site, estimated at 3.15 ha.

4.1.1. Diversity of plot exchanges according to duration

There were several forms of temporary plot exchanges in the Escrebieux catchment area that differed in duration. The durations of the exchanges varied between 1 year and 3 years or more (we were not able to examine boomerang plots beyond 3 years with our 5-year data). The yearly exchanges represent 80% of the total exchanges in the territory. The results for the diversity of plot exchanges are summarised in Table 7.

Table77: Diversity of plot exchanges between 2015 and 2019 in the Escrebieux territory. The total area exchanged corresponds to the sum of the boomerang plots according to the duration of the exchange.

Plot exchange duration	**Total area exchanged between 2015 and 2019 (ha)**	**Proportion of total exchanges (%)**	**Average annual surface area (ha)**
Annual	1,097.76	79.84	365.92
Biennial	178.5	12.98	89.25
Triennial	98.68	7.18	98.68
Total	1374.94	100	553.85

4.1.2. Typology of plot exchanges in the Escrebieux catchment area

The observation of plot transfers between farms, taken in pairs, has made it possible to establish a typology of exchanges based on whether or not the exchange was reciprocal. Three types of temporary plot exchanges can be distinguished.

- **Type 1: Bilateral plot transfer.** Two farms transfer parcels to each other in the same year. Farm A transfers a parcel to Farm B, which in turn transfers a parcel to Farm A in the same year. This type of exchange makes up 75% of the exchanges observed in the Escrebieux catchment area during the study period.
- **Type 2: One-sided plot transfer.** A farm transfers one or more plots to another farm in a given year without ever receiving a plot in return. Approximately 20% of the exchanges observed during the study period were one-sided.
- **Type 3: Bilateral but deferred plot transfer**. Two farms transfer plots to each other but in different years. Farm A transfers a parcel to Farm B and only receives it back from Farm B in the year following the first transfer. Type 3 is relatively rare in the Escrebieux area, representing only 5% of the exchanges observed during the study period.

4.1.3. Clusters of farms for plot exchanges

We identified farm clusters that exchanged plots with each other. These transfers can be one-sided (one farm transfers a plot to another farm without reciprocity) or bilateral (two farms transfer plots to each other). We called the farm with the most exchanges of plots the hub farm. 'Partner farms' are farms that exchange plots with the hub farm (Martin et al. 2018) (See Figure 15).

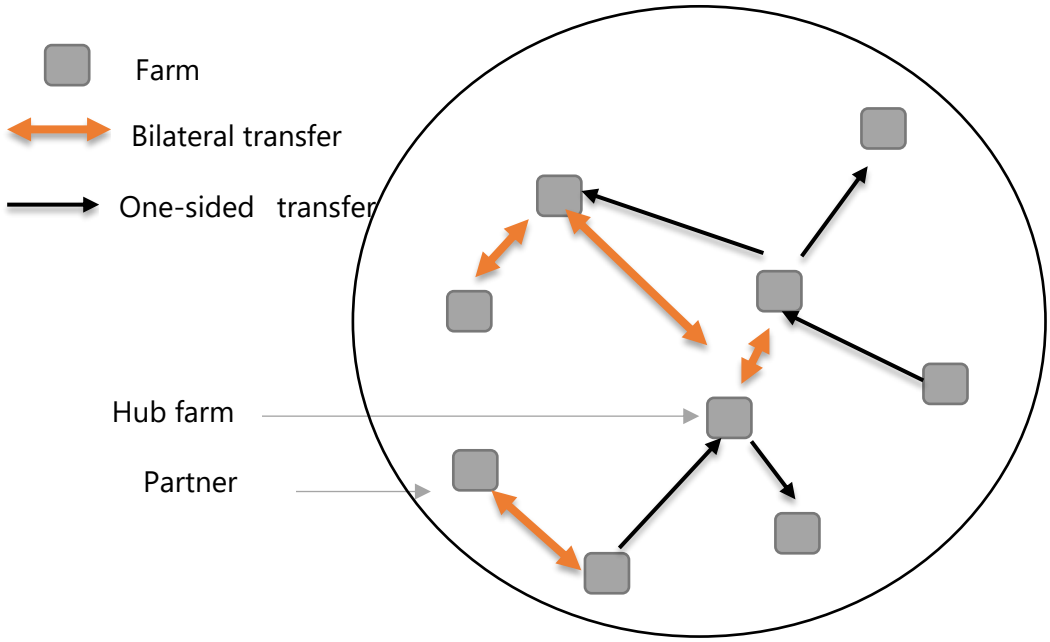


Figure 15: Representation of an exchange cluster

At the level of the Escrebieux water catchment area, we identified 13 independent 'clusters' distributed as follows: 7 clusters of 2 farms each; 2 clusters of 3 farms each; 2 clusters of 4 farms each, including 1 hub farm; 1 cluster of 8 farms, including 1 hub farm; and 1 cluster of 17 farms, including 1 hub farm. Must Hub farms of the identified clusters are potato producer (see Appendix 4 of this manuscript).

4.1.4. Annual exchange crops

The crop of the exchange corresponds to the crop grown on the boomerang plot during its year of departure/absence or presence from the farm territory. Figure 16 presents all the crops found for the annual exchanges of the Escrebieux catchment area between 2015 and 2019. Among these crops, three were predominant: potatoes, sugar beets and soft winter wheat. Within the study period, approximately 40% of the

boomerang plots area was cropped with potatoes; while it's cropping surface occupies only 12% of the total utilized agricultural area of the Escrebieux catchment area. This suggests that exchanges in the Escrebieux catchment area are primarily dictated by the need for surface area for potato production

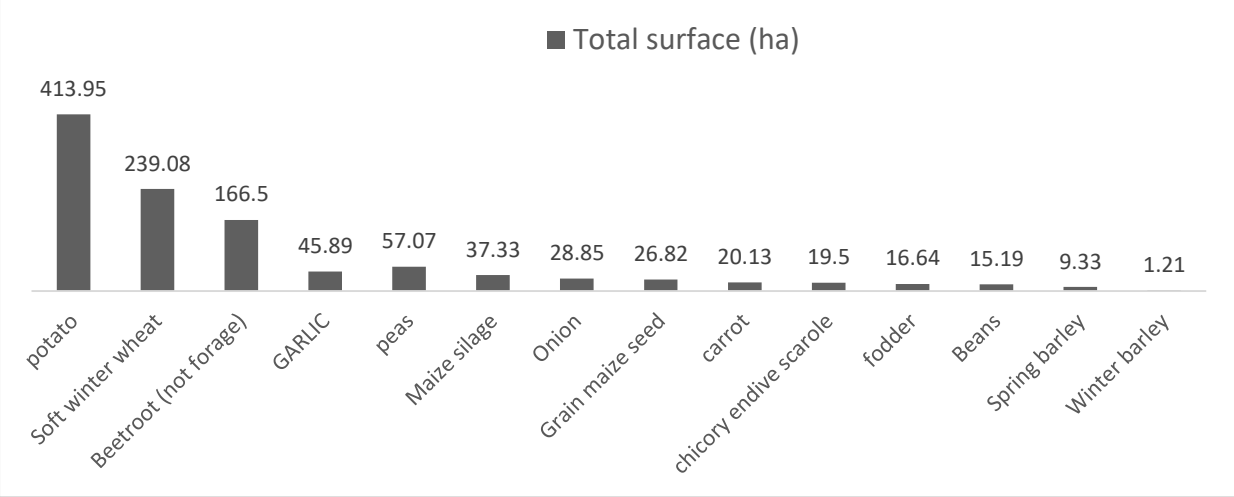


Figure 16: Crop distribution on the boomerang plots of the annual exchanges between 2015 and 2019 in the Escrebieux catchment area

4.2. Socio-technical reasons of inter-farm temporary plot exchanges

We identified several reasons why farmers make temporary plot exchanges, which fall into two categories: agronomic and social reasons.

4.2.1. Agronomic reasons

4.2.1.1. The need for diversified crops in successions

Based on the crop sequence data, we estimated the number of crops in crop successions between 2015 and 2019 in the Escrebieux catchment area by differentiating between boomerang and non-boomerang plots. The results of this calculation are presented in Table 8.

Table 8: crop diversity in crop successions between boomerang and non-boomerang plots in the Escrebieux catchment area. The average of the crops in the succession is the sum of the crops of all crop successions over the total of the crop successions.

Number of crops in the succession	Boomerang plots	Non-boomerang plots
	Proportion of total (%)	
1	9.87	13.09
2	14.03	15.69
3	44.16	42.68
4	29.52	24.74
5	2.42	3.79
Average number of crops in the succession	**3.01**	**2.91**

The results of the student t-test are as follows: **t = 58.159, df = 1, p-value = 0.01095**. The p-value of the test is less than 0.05, meaning that the number of crops in boomerang plots successions was different from that in non-boomerang plots. This further implies that the temporary exchange of plots makes it possible to move towards greater diversification of successions within a standard of crop diversity acceptable to farmers according to local agricultural standards.

The diversification of crops through temporary plot exchanges is both quantitative and qualitative. Quantitative diversification refers to the number of crops in the succession as mentioned in table 9. Qualitative diversification refers to the agronomic function (e.g. reduction of the threat of parasites or breaking the weed cycle) of the different botanical species present in the succession. The farm interviews highlighted that for cereal producers, temporary plot exchange makes it possible to introduce a break crop (i.e. a plant that will help to improve the structure of the soil through its roots and that will help to reduce weeds for the following crops) into the succession. According to cereal famers interviewed, to diversify the families of crops in the rotation and avoid a

succession of the same crop family several years in a row on the same plots, they resort to temporary plot exchanges with other farmers oriented towards different types of production (e.g. industrial crops such as potatoes). One cereal farmer interviewed declare: "*The break crop introduced by the exchange plots "acts as a weed killer for the cereals and improves the soil structure*" to explain its motivation to resort to temporary plot exchanges.

4.2.1.2. The need to reduce the stress constraints on crop return time of certain crops

Surveys have shown that long return times are a constraint for certain crops and favour the recourse to temporary plot exchanges. According to the interviews, some potato farms may face saturation regarding the potato return time and release this tension through year-round exchanges of plots. For example, Farmer A146 (see table in appendix) explained in his interview that he has an annual potato production capacity of 30 ha on his farm (available crop area considering the potato return period of 4 years in this area). However, his annual target for potatoes is 60 ha, resulting in a deficit of 30 ha of land he must find each year to reach his objectives. To compensate for this shortfall, he outsources part of his cropping plan through temporary plot exchanges. If he does not manage to obtain the plots through exchanges, he must cut back on the time needed to return the potatoes, facing consequences from the application of pesticides that this requires *[explanation given by Farmer A146 interviewed on 10/01/2021]*. Similar reasoning was given by other farmers in the survey, notably the potato growers.

An extreme case of stress on the return time of crops was noted for farms hyper-specialised in potatoes, as their farmers have invested in equipment (e.g. tractor, sowing machine, and harvesters) or storage sheds for the crops to produce larger quantities of potatoes. For these farms, the return time constraint is linked to the high surface area requirements of potatoes in the cropping plan. The aim to produce large areas of potatoes forces farmers to resort to either exchange or the provision of plots, generally by subletting. For example, Farmer A126, a potato producer, invested in a

storage shed with a storage capacity of 5,000 tonnes (corresponding to 120 ha of potatoes if the yield is 40-45 tonnes/ha). To make this investment profitable, he needs to produce 120 ha of potatoes each year. On his farm, he can only produce 25 ha of potatoes each year due to the available cultivation area. Furthermore, he has limited possibilities to expand his farm due to a lack of land available for purchase in this area. Thus, to reach his production targets, he needs to acquire an additional 95 ha from other farmers. If he does not manage to do so through exchanges or renting, he is forced to reduce his potato area. He would therefore be forced to pay twice as much for harvesting and planting. In the long run, he would be forced to stop his activity.

> "*As we find it difficult to expand to increase our income, and as expansion opportunities are rare, subletting land – even if it is not sustainable over time (because the farmer may decide to stop subletting to you) – or exchange of plot temporarily allows us to develop income on the farm*". *[Explanation given by Farmer A126 interviewed on 12/01/2020]*

4.2.1.3. The need to reduce constraints linked to the previous crop when allocating land to the crop

The possibility of producing one crop on a parcel is not only reliant on the return period of the crop but also the cultivation history of the parcel with a particular emphasis on the previous crop. The allocation of land to the crops inside the farm landscape in the current year is also determined by the previous year's crop. A farmer may find himself in a situation where poor harvesting conditions of the previous crop reduce the possibility of establishing the desired crop on the plot in question. In this situation, a temporary plot exchange seems to circumvent this constraint. Farmer A8 explained that he wanted to grow potatoes on plots previously used for grain maize. Due to rainy weather, the maize harvest left ruts on the plots, degrading the soil structure which are unfavourable conditions for potato planting. Because of this constraint, he resorted to exchanging plots temporarily with a farm that wanted to produce wheat to be able to plant his potatoes *[summary of interview of Farmer A8 interviewed on 10/12/2020]*.

4.2.2. Social reasons of farms

Some farmers exchange plots for reasons other than need. The interviews revealed that some plot exchanges are motivated by the social proximity farmers have with other farmers. This proximity can be professional or family related. For example, Farmer A88 is a mixed crop and livestock farmer with a focus on sugar beets. He has no need to exchange *a priori*, but he does so with his cousin – a potato producer who needs more land. He agrees to exchange plots to relieve the tension on his cousin's farm and considers the plot exchange a service he provides for a family member [*summary of interview with Farmer A88, interviewed on 02/02/2021*].

Plot exchange is also done for service needs. Two farmers from the survey who do not wish to renew their equipment use this method. The exchange is generally done with potato producers in search of land for their potatoes. The exchange may be compensated by the potato producer carrying out part of the cultivation operations (e.g. ploughing, sowing, harvesting). A trusting relationship is thus built between the co-exchangers. In some cases, the trust goes beyond the perimeter of the plot exchange and leads to a strategy of land acquisition. Specifically, the field surveys revealed that some potato producers take over the plots of cereal farmers when they are close to retirement.

4.3. Classification of farms according to the frequency of need for temporary plot exchanges

The reasons of the exchanges described above, based on database analysis and interviews, enable the classification of the farms according to the frequency of need for temporary plot exchanges. Two types of plot exchange situations emerged: recurrent and occasional needs for plot exchange. These differ in terms of the motivations behind the exchanges, the production orientation and the type of exchange carried out. Table 9 summarises these two types of plot exchanges situations.

The need to exchange is recurrent for hyper-specialised farms that carry out bilateral and unilateral transfers to ensure that the investments made in potato cultivation are

profitable. In contrast, the need is occasional on farms that face either specific agronomic constraints linked to the return period or the previous crop of the plot (these farms generally resort to bilateral plot transfers) or the social constraints of helping out a colleague or friend through plot exchange.

Tableau 9: summary of the profiles of farms carrying out plot exchanges

Type according the need for exchange	Plot exchange reasons	Types of plot exchange carried out
Recurrent needs for exchanges (generally hub farm of the cluster)	Economic reasons (5 farmers in the survey involved in this type). Farm hyper-specialised in potato cultivation (potato area greater than 25% of the total crop rotation); with specific potato equipment and infrastructure (generally a storage shed and farm equipment specific to potato production). The farmer's main objective is to make a return on their investment in potato cultivation. Temporary plot exchanges allow the farmer to achieve their potato crop rotation objectives, therefore making their investment profitable.	Bilateral plot transfer (Building up a portfolio of farmers with whom a relationship of trust is developed). One-sided plot transfer The holding receives one or more plots of land from another holding in the form of a precarious lease (yearly lease for yearly potato cultivation). Note: when renting a plot of land, in addition to a financial consideration, a service consideration may be added, e.g. ploughing the plot after the potato harvest or helping the farmer with certain equipment.
Occasional need for exchanges	Agronomic reasons (7 farmers in the survey involved in this type) Farms in mixed farming but facing a constraint linked to poor harvesting conditions of the previous crop or an impossibility to respect the deadline for the return of the following crop on its plots. Example: a farm that wishes to produce potatoes on a plot and is forced to give up because of the poor conditions of the previous crop, which have destructured the soil (presence of ruts on the plot).	Bilateral transfer of plots Exchanges are generally made with very close acquaintances.
	Social reasons (4 farmers in the survey involved in this type). Mixed farming with no agronomic constraints on the locations of crops or the profitability of investments, but which seeks to maintain good neighbourly or family relations Plot exchanges allow the farmer to maintain his professional network or social links with his family.	One-sided or bilateral plot transfer A plot transfer is carried out in return for financial compensation or services, generally between hyper-specialised farms.

4.4. Beyond the socio-technical reasons, the landscape characteristics for effective temporary plot exchanges between farms

Here we describe the main landscape features favourable to the development of plot exchanges between farms in the Escrebieux catchment area.

4.4.1. Geographical proximity of the farms

Observation of the spatial organisation of farm territories in the catchment area revealed a certain geographical proximity between the exchanging farms. The distribution of the distances between the plots with each other in the Escrebieux catchment area, represented by boxplots in Figure 17, shows that the plots of the farms involved in the plot exchange were relatively close to each other with an average of 3.5km. The greatest distance between plots of farms that exchanged plots (calculated based on the distance matrix between plots) was approximately 10 km. This information indicates the importance of distance in the practice of temporary plot exchange.

One of the reasons for this geographical proximity between the plots of the exchanging farms is the logistical constraints. According to the explanation given by 4 interviewed farmers, geographical proximity allows the deployment of an irrigation system on the neighbouring plot if one is not already in place or facilitating the export of wheat straw.

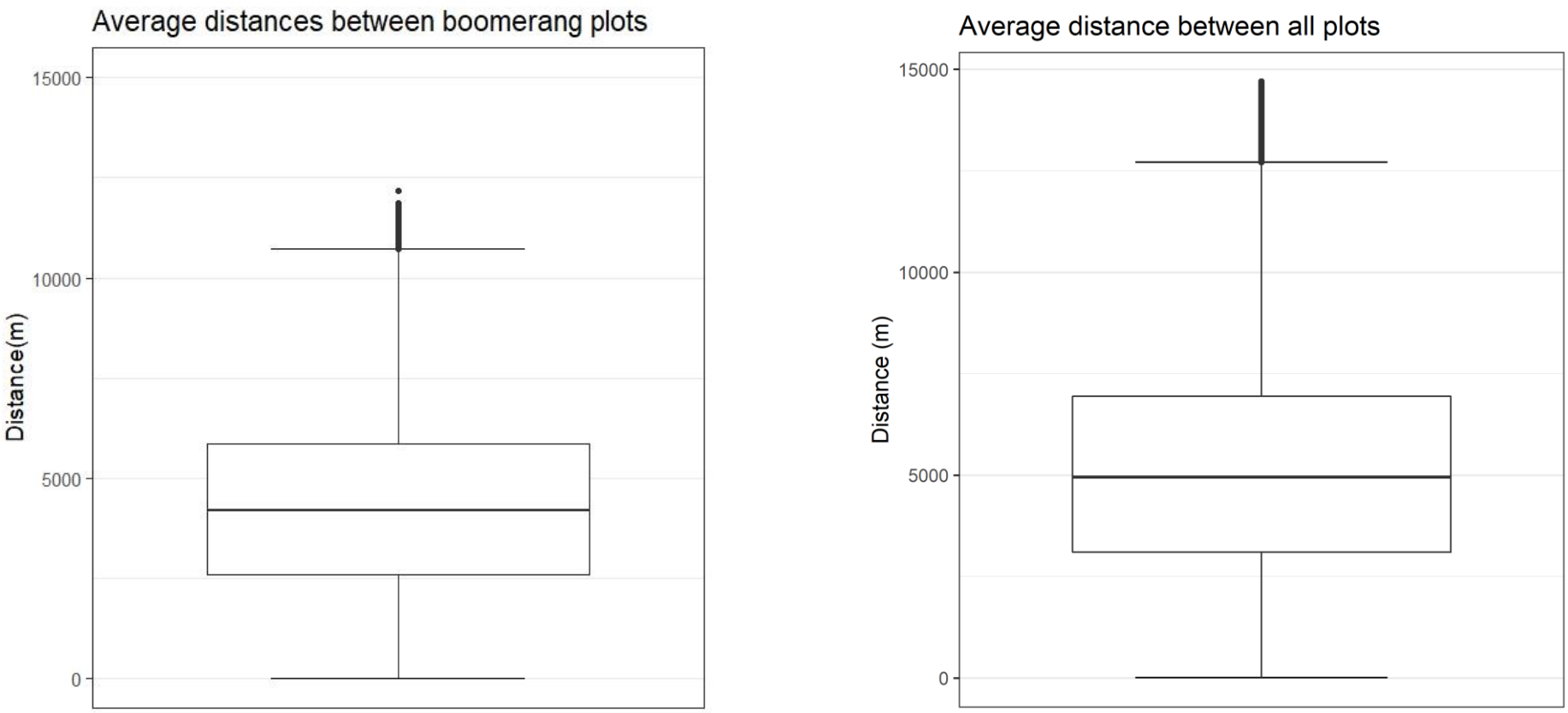


Figure 17: Comparison of the average distances of the plots of the farms. On the left, the average distance between boomerang plots. On the right, the average distance between all plots in the territory.

4.4.2. Trust between farmers

Trust in plot exchanges is the assurance that one's plot will be treated well when it is temporarily exchanged with another farmer. The farmer surveys highlighted the importance of trust between the parties involved in the exchange. The farms that exchange plots generally belong to circles of friends or networks where trust has been built up over time, and it is based on this trust that they exchange plots. The bond of trust between farmers is generally born of their proximity throughout their lives:

> "*I trade with a farmer who was my biggest customer when I was a salesman for a distributor of agricultural inputs. When he asked me to exchange plot, I didn't dare refuse him because he is a good customer and we have known each other for a long time, and we trust each other*". [*Explanation given by Farmer* A53 *interviewed on 08/02/2021 on his farm located in the catchment area*]

Neighbourhoods can, in some cases, facilitate the building of trust.

> "*The farmers I deal with are my neighbours, and we have known each other for a very long time. This relationship of trust is essential*". *[Explanation given by Farmer A124 interviewed on 07/02/2021]*

Similar reasoning was followed by other farmers interviewed.

5. Discussion

5.1. New methodology to address the dynamics of farm cropping plans over short periods

This study of temporary plot exchanges and their socio-technical reasons highlights the value of crossing quantitative data (here, LPIS data) and qualitative data (farm-level surveys) to address the dynamics of farm cropping plans, over short periods (Schaller 2011; Bouty 2015; Barbottin et al. 2018). By combining these two information sources, the advantages of each could be exploited while overcoming their limitations. In our study, the LPIS data allowed us to collect information on a large scale (Steinmann and Dobers 2013a): we were able to characterise all the farms present in the Escrebieux catchment area in terms of their plot exchange practices. The comprehensive field study, on the other hand, allowed us to gain a more detailed understanding of the mechanisms and socio-technical reasons of plot exchanges, which are not visible only with the LPIS data. In short, the combination of the two approaches made it possible to more widely test what can be learned from surveys on a relatively small sample (in this case, information on the proximity of the plots that are exchanged) and compare different sources of information to draw conclusions.

This methodological approach also enabled us to define several spatial scales – the plot, the farm and the landscape– and iterate between them (Debolini 2021). The plot scale allowed us to identify the crops for which exchanges take place and determine the volume of plot exchanges per year. The scale of the farm made it possible to understand the reasons of the exchanges and the farmers' logics with regard to the exchanges of plots. The territorial scale allowed us to examine the conditions favourable to the development of exchanges. An extension of our approach to other territories where there is a tradition of temporary exchanges of plots between farmers would be an interesting perspective to explore. For example, the approach could be used in the Argentinean Pampa to characterise the socio-technical reasons of potato farms that carry out temporary plot exchanges (Salembier et al.2016). However, the

application of the approach will only be possible if the LPIS data or similar data are available.

5.2. Temporary plot exchanges as a coordinating approach to allocation of crops between different farmers

Crop allocation refers to the spatial distribution of cropping plans at the farm level Ronfort et al. 2011; Dury et al. 2011; Peltonen-Sainio et al. 2019). In the literature, agronomic work on crop allocation decisions has generally considered allocating fields for different crops as a decision to be made by individual farms (El-Nazer and McCarl 1986; Maxime et al. 1995; Aubry et al. 1998; Dury et al. 2013). However, these studies did not consider the possible interactions between farmers when allocating crops to plots. Our study shows that a certain level of crop allocation can be coordinated between several farms. Plot exchange is used when a farmer is unable to allocate the entire area desired for certain crops on his plots due to constraints such as the return period of the crop. A farmer who resorts to temporary plot exchange is highly dependent on the crop allocation of his co-exchanger, as the plot to be exchanged is identified through necessary adjustments to the cropping plan objectives (Haneveld and Stegeman 2005; Le Bail et al. 2006) of the co-exchanger. The allocation of all the current year's crops is only possible when the farm manages to outsource part of its cropping plan to another farmer. Crop allocation is thus coordinated between different farmers through plot exchanges.

The strategy of crop allocation through temporary plot strategy for potato farmers of Escrebieux catchment area can be summarised in five main steps as presented in Figure 18 below. At the beginning of the season, the farmer defines his cropping plan i.e. area of each crop (step 1). Then, he evaluates his plots for allocation of crop (step 2). This evaluation is based on the history of crop successions on the plots, which makes it possible to estimate the suitability of each plot to receive a crop. The farmer then proceeds to choose the plots for each crop (step 3). He starts with the crop he considers to be the main crop for his farm (i.e. the crop for which the farmer seeks to optimise

production [Schaller 2011]). There are two situations: either the farmer manages to allocate the entire area of his main crop to the selected plots, in which case his crop rotation target is reached, or he does not manage to do so. When the cropping plan objective is not achieved, the farmer resorts to temporary plot exchange (step 4). When a farm is in need of exchange, it "looks around" for plots of land adjacent to its own and belonging to farms with which there is a relationship of trust. If these plots meet the agronomic criteria of the crop precedent and the return period of the main crop, then the requesting farm can initiate the request. Generally, plot exchanges only take place between farms with different production systems. Once the plot exchange is completed, the farmer finalises his cropping plan (step 5).

In addition to crop allocation, temporary plot exchanges allow for crop diversification at the level of successions (Boulestreau et al. 2021). The number of crops observed in the successions on the plots in the Escrebieux area is a result of this diversification strategy. Thus, temporary plot exchanges respond to an agronomic logic of diversification of crop successions and lengthening of rotations. This is in line with (Goffart et al. 2022) who recommend diversifying potato-based rotations and respect a 4- or 5-year rotation at least, to reduce the development of nematodes or other soil related pests and diseases.

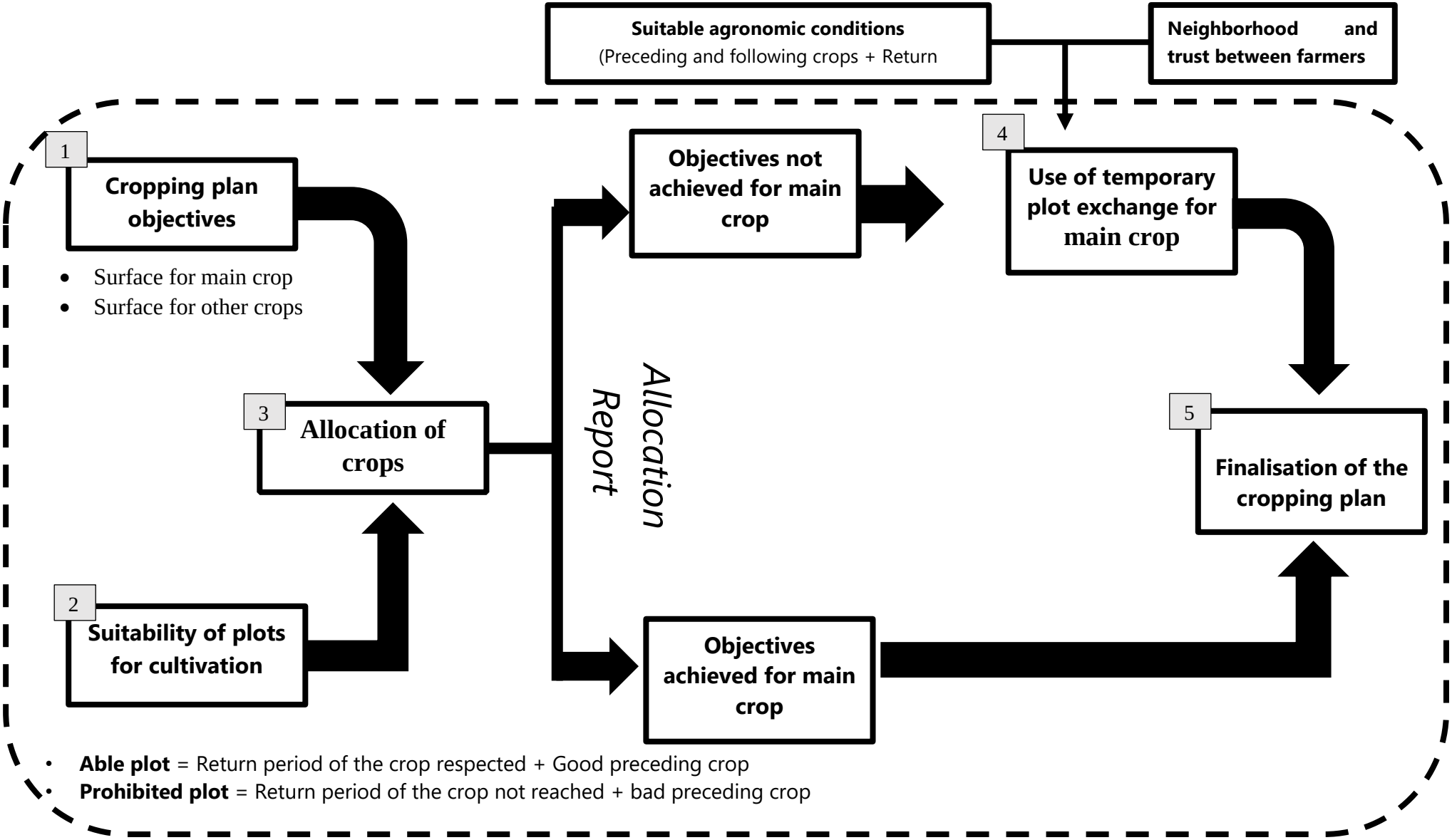


Figure 18: Functioning of temporary plot exchanges as a concerted crop allocation strategy for potato farmer of Escrebieux catchment area

5.3. Beyond the exchange: A land control strategy?

We observed that plot exchanges between farms also respond to land control strategies (Holtslag-Broekhof et al. 2014) in an area where access to land is made difficult by strong competition between urban and agricultural areas. The relationship of trust built between the co-exchanging farms extends beyond the period of the exchange and, in certain circumstances, enables one of the partners to be positioned as a privileged actor when a plot is taken over. For example, an exchange between a potato farmer and a cereal farmer will generally be accompanied by a reward in service. The potato producer will do the cereal farmer a favour by ploughing his plots for free. In this way, the act of production on the cereal farmer's plots is partially externalised (Anzalone and Purseigle 2014) and contributes to maintaining a long-term relationship of trust or even dependency.

This long-term construction of the social link between farms that exchange plots of land is therefore a means of securing land by seizing takeover opportunities. As mentioned in the field surveys, some potato producers take over the plots of cereal farmers when they are close to retirement. These potato producers, generally with a strong financial capacity simply deal directly with the landowners who are going out of business, offering prices higher than market values and positioning themselves as preferred buyers.

This land control strategy (Holtslag-Broekhof et al. 2014) through temporary plot exchanges may give rise to new rules for the operation of temporary plot exchanges. For example, the monetary or service compensation (ploughing of the field) currently required of the potato producer who requests the cereal farmer's plot could be systematised. Another consequence is the potential loss of the territory's agricultural diversity, a corollary of the high concentration of land in the hands of the potato producers to the detriment of other farms.

5.4. Modelling perspectives to estimate the environmental benefit of temporary plot exchanges

This study provided generic methods and tools to understand the socio-technical dimensions of temporary plot exchanges between farmers in a given landscape. It also highlighted the agronomic indicators (e.g. diversity of successions, lengthening of return periods) that result from the exchange of plots and are known to be agronomic levers for reducing the environmental pressure of agriculture ; Bockstaller and Girardin 2002; B. Leteinturier et al. 2006b; Colbach et al. 2010; Câmara-Salim et al. 2021). To assess the environmental impact of the exchanges of plots, it seems appropriate to formalise the process of temporary plot exchange and the resulting agronomic consequences, particularly in terms of crop rotation and succession. Modelling seems to be the best approach for simulating the conditions under which parcel exchanges can lead to environmental gains (Bakker et al. 2015).

Developing models can help increase our understanding of the reasons of temporary plot exchanges to design spatial organisations of cropping systems that limit agricultural pollution (Le Ber et al. 2006; Wochele et al. 2014). Models also enable simulation of scenarios and the evaluation of the outputs of the simulation. Those such as LandSFACTS (developed by Castellazzi et al. 2010) allow for the generation of crop allocations at the landscape scale through various spatiotemporal scenarios of crop arrangement. We plan to develop a model that closely follows this approach and can produce different types of indicators (e.g. crop rotation, succession) and simulate cropping plan evolutions compatible with environmental protection (Leteinturier et al. 2006b). For example, it should be able to model the Functioning of temporary plot exchanges as shown in Figure and propose scenarios such as the introduction of a diversification crop with low input consumption in the landscape but the same return time constraints as potatoes (which are the main crop in the exchanges in Escrebieux) to determine the environmental gains of the exchanges when such a crop is introduced at the landscape level. Future work could help formalise this model.

6. Conclusion

This work aimed to better understand the socio-technical reasons of plot exchanges between farms from an agronomic point of view. The developed methodology allowed us to characterise the dynamics of temporary plot exchanges and understand their socio-technical reasons at the scale of a small territory. Our results show that 51 farmers out of the 147 with at least one parcel in the Escrebieux catchment area have made plot exchanges at least once between 2015 and 2019. We also showed that temporary plot exchanges are generally driven by crop allocation constraints and are part of a reasoning strategy coordinated between several farmers to overcome this constraint. In terms of farm structure, plot exchanges led to frequent reconfigurations of farm territory. Our results add to the work of Barbottin et al. (2018), who highlighted the reconfiguration of farm plots at short time intervals.

The general validity of the knowledge acquired on the mechanisms of exchanges and their socio-technical reasons from the analysis of a single site could be questioned. However, the results of this work show that, from an agronomic point of view, plot exchanges widen farmers' opportunities for allocating land to crops.

For the authorities in charge of managing drinking water catchment areas, the process of identifying temporary exchanges of plots in a territory developed in this paper can help to identify the farmland dynamics in their territory and to anticipate the spatiotemporal organisation of the cropping systems that will result and thus better plan the implementation of agricultural practices compatible with the protection of the water resource.

Our study contributes to landscape agronomy as it provides a new framework for studying the spatiotemporal organisation of cropping systems and their link to the environment by observing changes in agricultural landscape over a short period.

Acknowledgements

The authors express their thanks to all their colleagues in the laboratory who contributed to the realisation of this work through their availability and advice. We would particularly like to thank Remy Ballot for his help with R analysis and Brigitte Remy, who was very helpful during the farmers' surveys.

Synthèse partie 2

La question relative aux motivations agricoles et socio-économiques des échanges temporaires de parcelles entre exploitations a été abordée dans cette partie.

Le territoire de l'AAC d'Escrebieux a été choisi comme site d'étude. Ce choix est justifié au regard de ses caractéristiques agricoles et environnementales, mais aussi la présence d'une forte tradition des échanges temporaires de parcelles entre exploitation.

L'analyse des motivations agricoles des échanges parcellaires temporaires au niveau de l'AAC d'Escrebieux tend à considérer les échanges comme une stratégie d'allocation des cultures aux parcelles. Je résume cette stratégie de la manière suivante. En début de campagne, l'exploitant définit ses assolements (surface de chaque culture). Puis, il procède à l'évaluation de ses parcelles en vue de l'affectation des cultures. Cette évaluation s'appuie sur l'historique des successions culturales sur les parcelles qui permet d'estimer l'aptitude de chaque parcelle à pouvoir recevoir une culture. Il procède ensuite au choix des parcelles pour chaque culture. Il commence par la culture qu'il juge prioritaire pour son exploitation. Deux situations se présentent alors : soit il arrive à affecter l'ensemble de la surface voulue de sa culture prioritaire sur les parcelles choisies et dans ce cas son objectif d'assolement est atteint; soit il n'y arrive pas. Lorsque l'objectif d'assolement n'est pas atteint, l'exploitant a recours à l'échange de parcelle. Il est à noter que l'échange de parcelles est effectué lorsque l'exploitant trouve chez son partenaire en qui il a confiance une parcelle dont l'historique culturale permet d'affecter la culture en question. Une fois l'échange effectué, l'exploitant finalise son assolement.

L'analyse montre également que certains agriculteurs font des échanges sans être dans une situation de besoin. L'échange est motivé par les liens de proximité sociale qu'ils entretiennent avec les agriculteurs avec qui ils échangent. Il s'agit le plus souvent de transfert unilatéral de parcelle : généralement sollicité par les exploitations hyper spécialisées avec qui elles effectuent des transferts de parcelle moyennant une compensation financière ou un service.

PARTIE 3 : EVALUATION DES ÉCHANGES PARCELLAIRES TEMPORAIRES

La partie précédente a permis de mettre en évidence les motivations du recours aux échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur l'AAC d'Escrebieux. Celles-ci relèvent d'une stratégie concertée d'allocation des cultures aux parcelles. Cette stratégie semble conduire à une plus grande diversification des successions culturales sur les parcelles des exploitations concernées par les échanges ; en comparaison des exploitations qui n'en font pas.

A ce stade les résultats obtenus des étapes précédentes permettent de valider le premier volet de notre hypothèse de thèse selon laquelle l'organisation des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs peut offrir des opportunités de diversification dans les successions. Il reste toutefois à montrer son potentiel environnemental si on souhaite son inscription dans les programmes d'action. Ce qui interroge la démarche d'évaluation des performances environnementales des échanges temporaires de parcelles.

Analyser les pratiques d'échanges sur plusieurs échelles spatiales (la parcelle, l'exploitation agricole et le territoire), pose un problème méthodologique. Il est compliqué d'effectuer une « comparaison » entre deux sites ayant les mêmes caractéristiques agricoles, mais différents quant aux pratiques d'échanges. Nous avons par conséquent fait le choix d'une démarche « comparative » non pas entre des territoires, mais entre des exploitations ayant le même système de production, mais des pratiques différentes au regard des échanges parcellaires. Cette troisième partie présente le dispositif mis en place pour aborder l'évaluation des échanges temporaires de parcelles. Le chapitre 5 qui est l'unique chapitre, présente la démarche en question et les résultats de cette évaluation sur l'AAC d'Escrebieux.

CHAPITRE 5 : EVALUATION DES PERFORMANCES ENVRONNEMENTALES ET ECONOMIQUES DES ECHANGES TEMPORAIRES DE PARCELLES SUR L'AAC D'ESCREBIEUX

1. INTRODUCTION

Les résultats présentés au chapitre 4 présentent le potentiel des échanges temporaires de parcelles comme levier de diversification des successions culturales au niveau des exploitations. La diversification culturale dont il est question correspond à la dimension taxonomique de la diversité, c'est-à-dire le nombre d'espèces cultivées présentes dans la succession. Cette diversification est un levier agronomique important pouvant aider à rompre le cycle des adventices (Jeuffroy et al. 2022) ou encore à limiter la dispersion des ravageurs (Lechenet et al. 2017). Elle parait toutefois insuffisante pour évaluer l'impact environnemental des échanges temporaire de parcelles à l'origine de cette diversification. La diversification n'est pas en soi nécessairement performante sur le plan environnemental : certaines cultures de « diversification » sensibles aux maladies et insectes peuvent en effet nécessiter un plus fort recours aux produits phytosanitaires que les cultures déjà en place (Meynard et al. 2013).

L'un des objectifs de la thèse étant de montrer le potentiel environnemental des échanges temporaires de parcelles, il convient de compléter l'indicateur lié à la diversification des cultures avec d'autres indicateurs capables de traduire de manière concrète l'impact des échanges temporaires de parcelle sur la ressource en eau. Un exemple d'indicateur peut être le bilan de l'utilisation des produits phytosanitaires. Cependant, nous n'avons pas trouvé de références scientifiques qui estiment les impacts des échanges temporaires de parcelles sur l'utilisation des intrants phytosanitaires par les exploitations.

Ce chapitre s'appuie sur une démarche développée dans le cadre de ce travail pour évaluer les impacts environnementaux des échanges temporaires de parcelles sur l'AAC

d'Escrebieux. Cette démarche consiste à estimer, puis comparer les pressions phytosanitaires entre des exploitations ayant le même système de production, mais un recours différent aux pratiques d'échanges. Elle s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle les échanges temporaires de parcelles permettent des alternances de cultures qui aident à diversifier les successions de cultures. Ils sont ainsi susceptibles de réduire la pression phytosanitaire sur le milieu en générant des successions de cultures plus longues avec une moindre pression d'ennemis des cultures. On s'attend aussi à un gain économique des exploitations qui y ont actuellement recours à Escrebieux.

La suite du chapitre présente la démarche méthodologique et les résultats de l'évaluation des impacts environnementaux et économiques des échanges temporaires de parcelles. Elle est organisée en trois sections: i) la section « matériel et méthode », présente les outils mobilisés et le cheminement mis en œuvre pour évaluer les performances environnementales et économiques des échanges temporaires de parcelles (section 5.2) ; ii) la section « résultat et discussion » présente et discute les résultats de cette évaluation (section 5.3) ; et enfin iii) la section « conclusion et perspectives » revient sur les premiers enseignements de l'évaluation et les perspectives possibles (section 5.4).

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Données utilisées pour l'évaluation

2.1.1. Les données du registre parcellaire graphique

Les données du Registre Parcellaire Graphique (RPG) de niveau 2 pour les années 2015 à 2019 sont mobilisées pour l'évaluation environnementale des échanges temporaires de parcelles. Pour rappel (*voir méthodologie chapitre 4*) le RPG (niveau 2) est une base de données géo-référencée qui donne pour chaque parcelle le nom de la culture et l'identification de l'agriculteur (anonyme). Les exploitations du territoire correspondent à l'ensemble des exploitations ayant au moins une parcelle qui intersecte le territoire de l'AAC d'Escrebieux.

2.2. Le site d'étude

Nous travaillons sur le site de l'AAC d'Escrebieux. Pour rappel, 146 exploitations se partagent le territoire de l'AAC. Sur ces 146 exploitations, seules 62 ont l'ensemble de leur parcellaire sur l'AAC. Environ 51 exploitations sont identifiées comme effectuant les échanges temporaires de parcelles entre 2015 et 2019. Les exploitations concernées par les échanges de parcelles n'ont pas nécessairement l'ensemble de leur parcellaire sur le territoire. Ainsi, dans le cadre de cette évaluation, nous considérons l'ensemble du parcellaire de chaque exploitation qui pour certaines ne se situent qu'en partie dans l'AAC.

2.3. Présentation de la démarche méthodologique mise en place pour évaluer les performances environnementales et économiques des échanges temporaires de parcelles.

2.3.1. Performances environnementales des échanges temporaires de parcelles : le levier des successions culturales

2.3.1.1. Successions culturales et réduction des intrants phyto

La succession culturale définit l'ordre d'enchaînement des cultures dans le temps sur un lot de parcelles donné (Castellazzi et al. 2007). Elle traduit les changements d'état du sol au niveau de la parcelle ou le groupe de parcelles qui sont dus aux alternances d'espèces végétales dont les actes techniques mis en œuvre sur celles-ci et les comportements sur le milieu sont différents (Sebillotte 1990 ; Leteinturier et al. 2006a). Elle constitue l'un des deux pôles organisateurs du système de culture (défini comme une portion de territoire conduite de façon homogène, où l'on peut identifier les cultures qui s'y succèdent et les itinéraires techniques qui leur sont appliqués) (Benoît et al. 2001). Elle se distingue de la rotation en ce sens qu'elle se limite à l'ordre d'apparition des cultures pendant une période déterminée, alors que la rotation sous-entend une notion de cycle, caractérisé par une période de retour des cultures (Leteinturier et al. 2006a).

De nombreux travaux en agronomie montrent que les successions de cultures constituent un levier d'action efficace pour réduire l'usage d'intrants (pesticides, engrais, de l'eau, etc.) et les nuisances environnementales associées à leur utilisation excessive (Lin 2011; Meynard et al. 2013; Lechenet et al. 2016; Urruty et al. 2017). Une succession culturale diversifiée favoriserait la réduction des apports d'herbicides (Butault et al. 2010). D'après Colbach et al. (1994), l'alternance entre culture d'hiver et de printemps dans les successions est efficace pour réduire la pression de certains bioagresseurs des cultures, comme le piétin verse du blé. Aussi, le choix et l'ordre des cultures influencent les régulations biologiques (rupture dans les cycles de maladies et de ravageurs par exemple) et la fertilité du sol à long terme, augmentant ainsi le

potentiel productif des cultures en assurant un recours modéré aux intrants. C'est pourquoi les successions de cultures jouent un rôle clé dans la mise en œuvre de la stratégie de l'exploitation, ainsi que dans la préservation des processus biogéochimiques et écologiques présents sur le territoire dans lequel s'inscrit l'exploitation (Bouty 2015).

2.3.1.2. Évaluation des successions culturales : le choix de l'IFT

Dans la littérature, l'évaluation des successions culturales du point de vue environnemental se fait généralement aux moyens d'indicateurs comme la diversité des cultures ou l'indice de diversité (Fahrig et al. 2015; Uthes et al. 2020), l'ordre d'agencement des cultures dans la succession, (Leteinturier et al. 2006a), ou encore la fréquence de retour des cultures dans la succession (Leteinturier et al. 2006; Schaller 2011).

Plusieurs outils à l'instar de DIALECTE, IDA (Indice de Durabilité de l'Agriculture), INDIGO (Indicateurs Diagnostic Global à la parcelle), DIAGE (Diagnostic Global d'Exploitation) ou encore IDEA permettent aujourd'hui d'évaluer les performances environnementales des successions culturales. Le fonctionnement de ces outils nécessite cependant de disposer de données sur les pratiques culturales de chaque exploitation du territoire considéré. Par exemple, l'évaluation avec la méthode IDEA demande d'effectuer un entretien avec l'exploitant (environ 3 heures) pour recueillir les informations sur les pratiques culturales nécessaires au calcul des indicateurs (Zahm et al. 2019). Cela revient pour un territoire comme celui de l'AAC d'Escrebieux à enquêter environ 146 exploitations identifiées comme ayant au moins une parcelle interceptant le territoire et de décrire l'ensemble des pratiques culturales mises en œuvre par chaque agriculteur à l'échelle de chaque succession culturale. Ce qui rend difficile la mobilisation de tels outils lorsqu'on a à enquêter de grands effectifs d'exploitations.

Au regard de ces contraintes je fais le choix de recourir aux bases de données, notamment celles sur les pratiques culturales des agriculteurs produites par AGRESTE dans le dispositif des enquêtes « Pratiques culturales ». Cette base renseigne

différentes thématiques liées aux pratiques culturales à l'échelle de la France entière. On dispose par exemple des informations sur le raisonnement des traitements phytosanitaires depuis la récolte de la culture jusqu'à la récolte de la culture enquêtée par région et au niveau national. Celles-ci permettent de calculer l'Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires (IFT) pour différentes cultures et différentes catégories de produits (herbicides, fongicides, insecticides ou autres) (Brunet et al. 2008).

L'IFT est un indicateur de suivi de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (pesticides) qui s'exprime à différentes échelles (parcelle, sole, exploitation, etc.). Il comptabilise le nombre de doses pleines de référence utilisées par hectare au cours d'une campagne culturale. (Source:https://agriculture.gouv.fr/indicateur-de-frequence-de-traitements-phytosanitaires-ift). La dose de référence correspond à la dose efficace d'application d'un produit sur une culture et pour un organisme cible (un bio-agresseur) donnés.

IFT = (Dose Utilisée/Dose de référence définie à la culture) X (Surface traitée/Surface totale)

L'IFT est calculé par culture à l'échelle de la parcelle, et peut être agrégé à l'échelle la succession de culture, de l'exploitation ou encore du territoire. D'après Brunet et al. (2008), *l'IFT fournit à tous les acteurs, à tous les niveaux pertinents de décision, une base objective et précise pour construire et partager non seulement un diagnostic commun des pratiques initiales de protection des cultures, mais aussi une vision commune de l'objectif à atteindre*. Je fais le choix de recourir à l'IFT à l'échelle de la succession culturale comme indicateur des performances environnementales des échanges temporaires de parcelles. Il s'agit de vérifier s'il existe une différence d'IFT entre les exploitations recombinantes et non recombinantes.

2.3.1.3. Mode de calcul de l'IFT à l'échelle de la succession de cultures et à l'hectare

L'IFT de la succession est égal à la moyenne des IFT annuels des différents termes de la succession culturale (voir Guide méthodologique IFT – Version 3 – Avril 2018) au niveau d'une entité spatiale (ici la parcelle).

Il se calcule de la manière suivante :

$$\textbf{IFT succession culturale/ha} = \frac{\sum \textbf{IFT de chaque culture de la succession}}{\textbf{Nombre d'année de la succession}} \quad \textbf{(Pondérée par la surface)}$$

Pour chaque exploitation agricole, l'ensemble des séquences de cultures établies avec le logiciel RPG Explorer entre 2015 et 2019 est utilisé lors de l'évaluation. Pour chaque succession culturale, on détermine l'IFT de la succession à partir de la formule ci-dessus. Les IFT »herbicides », « insecticides » et « fongicides » sont calculés séparément. On calcule ensuite la valeur de l'IFT à l'échelle de l'exploitation en effectuant la moyenne des IFT des successions culturales de l'exploitation.

Les IFT de cultures mobilisés pour le calcul de l'IFT succession culturale/ha sont issus des données enquêtes culturales de 2017 qui correspondent aux données les plus récentes provenant de l'AGRESTE. Le Tableau 10 ci-dessous présente les références des IFT moyens des espèces les plus cultivées dans la région Haut de France.

Tableau 10: IFT moyen selon les espèces en 2017 région Haut de France (ancienne Nord-Pas-de-Calais). Source : agreste.

Culture	Herbicide	Fongicide	Insecticide
Blé tendre	1.73	2.17	0.42
Orge	1.71	1.32	nd
Colza	1.88	0.99	1.02
Pois protéagineux	1.37	1.25	1.15
Maïs fourrage	1.47	nd	nd
Maïs grain	1.39	0	0
Betterave sucrière	2.34	1.16	nd
Pomme de terre	2.78	11.7	nd
Féverole	1.71	0.96	1.18
Lin fibre	1.82	0.38	1.37

Certaines cultures n'ont pas de valeur d'IFT dans la base AGRESTE, alors qu'elles sont présentes dans la base RPG. On peut citer la sarriette, l'ail, le thym, la chicorée, les carottes, la tomate, le topinambour, le vétiver, la vanille, le verger, lex/felium, le ylang_ylang, le riz, le romarin, la roquette, la roselière, le rutabaga, le poivron/piment, la pèche, la poire, le pistache, les plantes médicinales, le poireau, le potiron/potimarron et autres cultures maraîchères. Ces cultures, occupent 4,3% de la surface agricole de l'AAC d'Escrebieux. Cependant, bien que minoritaires, elles sont susceptibles d'exercer des pressions phytosanitaires sur le milieu, notamment les cultures qui nécessitent des apports importants d'intrant phytosanitaires lors de leur production. Pour ces cultures, j'ai procédé à des substitutions par d'autres cultures de la même famille botanique ou appartenant au même groupe cultural (cultures d'hiver, cultures de printemps). Par exemple : la tomate qui appartient à la famille des solanacées s'est vue attribuer le même IFT que la pomme de terre.

De même, les IFT des cultures intermédiaires (mises en place en période d'interculture) ne sont pas présentes dans la base AGRESTE. Cela semble sans conséquence sur les

résultats, dans la mesure où les cultures intermédiaires ne sont pas discriminantes. En effet, l'AAC d'Escrebieux étant située dans une zone sous directive nitrate, la réglementation impose d'installer des cultures intermédiaires après les cultures laissant le sol nu pendant de longues périodes pluvieuses (voir l'article R. 211-81 du code de l'environnement). Cela suppose que toutes les exploitations sont soumises à la même obligation d'implanter des cultures intermédiaires en période d'interculture longue avec interdiction de destruction chimique.

2.3.2. Evaluation économique des échanges temporaires de parcelles : calcul de la PBS/ha

L'évaluation économique des échanges temporaires de parcelles est basée sur le calcul des productions brutes standards (PBS exprimée en euros/ha) qui décrivent le potentiel de production des exploitations et permettent de classer les exploitations selon leur dimension économique. Elles servent ici d'unité de mesure de la valeur économique des exploitations. Elles sont disponibles en ligne sur le site de l'AGRESTE (https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/methodon/D-PBS/methodon/).Les PBS utilisées sont celles de 2017 dont la démarche d'obtention est présentée dans l'encadré 1 ci-dessous.

Encadré1 : méthodologie de calcul de la PBS selon l'AGRESTE (https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/methodon/D-PBS/methodon/).

Les coefficients de production standard (CPS) « 2017 » ont été calculés à partir des résultats observés des années 2015 à 2019 conformément au règlement d'exécution (UE) 2015/220 de la commission du 3 février 2015 établissant les modalités d'application du règlement (UE) 1217/2009.

Pour les cultures, le coefficient représente le potentiel de production annuel d'un hectare, ce coefficient intègre la possibilité de réaliser plusieurs cultures en un an pour le maraîchage.

Deux coefficients « végétaux » sont exprimés dans une unité différente. Les champignons (pour 100 m^2) et les chicons (par tonne).

Pour les animaux, les coefficients sont exprimés par tête ou pour 100 têtes (ou par ruche), ils intègrent la production liée au croît de l'animal, à sa reproduction ou aux produits animaux (lait, œuf). Afin d'éviter les doubles comptes entre la mère et ses petits, le coefficient des mères intègre le potentiel de production lié à la reproduction. Les coefficients pour les jeunes animaux, agneaux, porcelets, chevreaux) ne sont utilisés qu'en l'absence de mère (ou pour chaque espèce, pour le nombre de jeunes animaux excédent le nombre de mères sur une exploitation).

Pour calculer ces coefficients de nombreuses données ont été mobilisées : celles de la statistique agricole annuelle (pour les rendements et la répartition des différentes productions notamment), les données du réseau d'information comptable (pour les prix de commercialisation), les données de cotations, les données des instituts techniques, l'interrogation directe de représentants de filières, …

Les coefficients sont calculés par ancienne région (échelon 2 dans nomenclature des unités territoriales statistiques européenne). Dans le cas où la culture est peu présente (ou absente) dans une région ou dans le cas où l'information disponible ne permet pas de calculer un coefficient précis à l'échelle de la région, le calcul peut être national ou supra régional. La moyenne nationale, ou la moyenne sur une partie du territoire, a ainsi pu être appliquée sur des territoires où la production est peu présente (vin dans certaines régions par exemple). Cette convention, aux conséquences faibles si la production est peu répandue est préférable à celle qui consisterait à ne pas mettre de coefficient pour ces couples de production*région: elle permet en effet une valorisation « moyenne » des productions (cas des nouveaux producteurs sur un territoire) préférable à une absence de valorisation.

La démarche de calcul est la suivante : on détermine la sole des cultures de chaque exploitation du territoire. Cette sole correspond à la moyenne surfacique de chacune des cultures présentes dans l'assolement de l'exploitation entre 2015 et 2019. La PBS de l'exploitation est égale à la PBS de la culture fournie par l'AGRESTE pour l'ancienne région Pas de Calais (voir Tableau11 ci-dessous) multipliée par la moyenne de la sole, le tout divisé par la surface totale de l'exploitation.

Tableau11: PBS moyen à l'ha selon les cultures en 2017 région Haut de France (ancienne Nord-Pas-de-Calais). Source : agreste.

Libellé Culture	PBS Nord-Pas de Calais (euro/ha)
Blé tendre et épeautre	1368
Blé dur	1295
Seigle	902
Orge	1162
Avoine	962
Maïs grain (non irrigué)	1121
Riz	1924
Espèces fruitières d'origine tempérée	20485
Total fourrages	100
Prairies temporaires	59
Maïs fourrage	109
Colza ou navette	1493
Tournesol	944
Soja	1208
Lin oléagineux	933
Lin textile	3159
Chanvre	1314
Tabac	9265
Houblon	9350
Total prairies et pâturages permanents	46
Pâturages pauvres	17
Pépinières	29200
Pois, fèves et lupins doux	789
Cultures permanentes sous serre	88000
Jachère	0
Pommes de terre (y c les primeurs et les plants)	7092
Betteraves sucrières (à l'exception des semences)	2292
Légumes frais, melons, fraises, de plein champ ou sous abri bas (non accessible)	10675
Légumes frais, melons, fraises, culture maraîchère	25947
Légumes frais, melons, fraises, culture de plein champ	8416
Raisins pour le vin	4200

2.4. Démarche préalable à l'évaluation des échanges temporaires de parcelles : Caractérisation des exploitations selon la spécialisation et l'intensité des échanges

Le choix d'évaluer les échanges de parcelles à partir d'une démarche « comparative » impose de disposer des catégories d'exploitations qui soient comparables entre elles. Pour ce faire, nous caractérisons les exploitations selon leur spécialisation en faisant l'hypothèse que les exploitations spécialisées dans le même domaine ont le même système de production. Et au sein de chaque spécialité, les exploitations se distinguent selon qu'elles effectuent les échanges de parcelles ou pas.

Je décris ci-dessous les étapes ayant abouti à la catégorisation des exploitations qui soient comparables entre elles. Les données mobilisées dans ce travail sont les données du RPG de 2015 à 2019 associées aux productions brutes standards fournies par l'AGRESTE. .

Etape 1 : Etablissement de la spécialisation des exploitations à partir de l'analyse des assolements

Habituellement, l'établissement de la spécialisation des exploitations est fait selon la méthode de l'orientation Technico-économique (OTEX) qui se base sur le coefficient de production brute standard (PBS). D'après l'OTEX, une exploitation est spécialisée dans un domaine si la PBS de la ou des productions concernées dépasse deux tiers du total (source Agreste). On distingue ainsi à l'échelle d'un territoire les exploitations selon leur orientation économique. Dans cette thèse, je déploie une méthode complémentaire à l'OTEX pour déterminer la spécialisation des exploitations. Il s'agit de la méthode selon l'Indice de Flexibilité des Cultures (IFC). Elle consiste à déterminer la spécialisation d'une exploitation à partir de la hiérarchisation des cultures au niveau de l'assolement. La méthode de calcul de l'IFT est présentée dans l'encadré2 ci-dessous. .

La hiérarchisation des cultures de l'assolement renvoie au poids de chaque culture de l'assolement. Elle est basée sur le calcul de l'Indice de flexibilité des cultures (IFC) qui définit la contrainte de localisation des cultures (V*oir encadré2 ci-dessous).* Une exploitation est spécialisée sur une culture lorsque celle-ci occupe la première place dans la hiérarchie des cultures de l'assolement. Cette culture est encore appelée « cultures prioritaires ». La culture prioritaire est celle qui a l'IFC le plus élevé. Si plusieurs cultures d'une même exploitation ont la même valeur d'IFC, avec + ou – 10% de variation, alors elles auront le même poids dans l'assolement. Et si cette valeur d'IFC est la plus élevée, alors l'exploitation est doublement qualifiée au niveau de la spécialisation. Par exemple : une exploitation qui a la pomme de terre et le blé comme cultures prioritaires sera qualifiée d'exploitation spécialisée dans la production de pomme de terre et le blé. La variation de + ou -10% est fixée de manière arbitraire et correspond à la marge d'erreur potentielle liée au calcul de l'IFC.

L'intérêt de la méthode selon l'IFC est le fait qu'elle s'appuie sur des règles d'allocation préférentielles des cultures aux parcelles (allocation de la culture prioritaire) qui sont cohérentes d'un point de vue agronomique (Capillon and Manichon 1988). Comme l'OTEX, l'IFC est définie à partir de la sole de chaque culture dans l'assolement, il diffère cependant de l'OTEX par le fait que le poids d'une culture est appréhendé à travers le rapport de la zone de culture à la surface cultivable de l'exploitation. Le recours à la méthode de l'IFC permet ainsi de souligner l'importance qu'un agriculteur accorde à une culture sur son exploitation. La culture la plus importante est celle pour laquelle il est le plus spécialisé. Un cas illustratif est l'exemple d'une exploitation qui a des engagements contractuels sur la betterave. Du fait de ce contrat, l'exploitant aura tendance à maintenir constante voire à augmenter la sole de betterave dans son assolement pour honorer ses engagements contractuels. Et lorsqu'il fait face à une contrainte d'allocation de la betterave sur ses parcelles, il aura tendance à rogner sur son délai de retour. Cela va se traduire par une augmentation de l'IFC de la betterave.

L'autre intérêt agronomique de la méthode selon l'IFC est qu'elle permet de distinguer les exploitations selon l'assolement, et par conséquent le système de production. Ainsi, en regroupant les exploitations selon la spécialisation avec la méthode de l'IFC, on est en mesure de comparer les exploitations s'inscrivant dans un même modèle de production et ayant potentiellement les mêmes contraintes de production.

Au-delà des aspects agronomiques, le choix du classement des exploitations selon l'indice de flexibilité des cultures (IFC) se justifie aussi par la contrainte liée à la nomenclature très généraliste de l'OTEX qui ne précise pas la culture spécifique pour laquelle l'exploitation est spécialisée. Par exemple, une exploitation productrice de pomme de terre et dont la PBS de la pomme de terre dépasse les 2/3 de la PBS totale sera appelée d'après l'OTEX « Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées » ; ce qui est très généraliste puisque les cultures sarclées intègrent plusieurs autres cultures comme la betterave, ou la pomme de terre. Or, ce qui nous intéresse à travers cette caractérisation, c'est le regroupement des exploitations qui ont des systèmes de production équivalents.

Avec la méthode de classification selon l'IFC, il a été possible d'établir la spécialisation de 120 exploitations sur les 146 identifiées comme possédant au moins une parcelle sur le territoire de l'AAC d'Escrebieux, soit plus de 80% de l'ensemble des exploitations. Pour les 26 exploitations restantes, il n'a pas été possible d'établir leur spécialisation. En effet, nous n'avons pas pu déterminer la zone de culture, donnée nécessaire au calcul de l'IFC, en raison d'un nombre important de données manquantes sur les assolements certaines années. Ainsi, dans la suite du chapitre, je travaille uniquement avec les 120 exploitations pour lesquelles la spécialisation a pu être déterminée.

Encadré2 : Caractérisation de la spécialisation des exploitations selon l'indice de flexibilité des cultures

Nous décrivons la démarche de caractérisation de a diversité des exploitations agricoles d'un territoire donné à partir des données d'assolement. Les exploitations sont distinguées en fonction de leur spécialisation, c'est-à-dire leur orientation productive majeure. Nous considérons qu'une exploitation est spécialisée sur une culture lorsque celle-ci est jugée prioritaire au niveau de l'exploitation. La culture prioritaire correspond à la culture pour laquelle l'exploitant cherche à optimiser la production (Schaller 2011). Cela signifie que l'agriculteur va maintenir constante, voire augmenter, la surface de cette culture au détriment des autres cultures dont les surfaces varient d'une année sur l'autre. En ce qui concerne la fréquence de retour de la culture prioritaire sur une parcelle, l'agriculteur aura tendance à rogner sur la période de retour recommandée, notamment lorsque les caractéristiques du sol de la parcelle en question sont compatibles avec cette culture.

La détermination de la culture prioritaire d'une exploitation se fait à partir de l'Indice de Flexibilité des cultures (IFC). Il s'agit d'un indicateur qui traduit la contrainte d'allocation d'une culture aux parcelles (Maxime et al 1995).

L'IFC est égal au rapport de la surface de culture d'une espèce végétale donnée sur sa surface cultivable.

IFC = surface de culture / surface cultivable

Dans cette équation, la surface de culture correspond à la surface nécessaire pour faire tourner la culture du fait du délai de retour et de la sole souhaitée chaque année (Maxime et al 1995). Elle est calculée de la manière suivante :

Surface de culture = Délai retour X sole de la culture

Intervalle de temps recommandé pour faire revenir une culture sur une parcelle

Surface de la culture réellement implantée une année donnée

Le délai de retour correspond au délai minimum que doit respecter l'agriculteur avant de cultiver la culture à nouveau sur la même parcelle. Il a été obtenu à dire d'expert à partir des recommandations des techniciens de la chambre d'agriculture du Pas-de-Calais (voir annexe 10).

La surface cultivable est constituée de l'ensemble des parcelles du territoire de l'exploitation susceptibles de recevoir les espèces végétales considérées. Généralement, l'agriculteur définit cette surface en fonction des caractéristiques de son territoire agricole et de sa capacité de production (matériel, temps de travail, etc.). Ne disposant pas d'informations sur la manière dont les agriculteurs organisent leurs parcelles en fonction des caractéristiques du territoire agricole, on suppose qu'il est possible de produire n'importe quelle espèce végétale sur n'importe quelle terre exploitable à l'exception des prairies permanentes (hypothèse de non retournement des prairies). Dans le cadre de la thèse, la nature des sols de la zone d'étude, constituée de limons fins et de sols calcaires, offre le facto la possibilité de produire la grande majorité des espèces végétales sans contrainte majeure liée au type de sol.

Au niveau de l'exploitation, la culture qui présente l'IFC la plus élevée est celle pour laquelle les contraintes de localisation sont les plus fortes. Cette culture est donc considérée comme prioritaire. Ainsi, à partir de l'IFC une spécialisation peut être attribuée à l'exploitation. Par exemple, une exploitation produisant plusieurs cultures dont la pomme de terre est considérée comme une " exploitation en polyculture spécialisée dans la pomme de terre " si l'IFC de la pomme de terre est le plus élevé des cultures de l'exploitation.

L'IFC est généralement comprise entre 0 et 1 mais il peut y avoir des situations dans lesquelles l'IFC d'une culture est supérieure à 1. C'est notamment le cas lorsque l'exploitation externalise une partie de son assolement ce qui lui permet d'augmenter sa surface de culture.

L'une des limites de l'IFC est la caractérisation des exploitations d'élevage. Il n'est pas possible en effet avec cet indicateur de savoir si l'exploitation est spécialisée en élevage ou pas ; étant données que les prairies permanentes ne sont pas pris en compte dans le calcul de l'IFT.

Validation de la méthode de classement des exploitations selon l'indice de flexibilité des cultures (IFC)

L'établissement de la spécialisation des exploitations selon l'IFC (voir annexe 1 du document) a fait l'objet d'une vérification quant à sa pertinence par rapport à la classification selon l'OTEX établie à partir des coefficients de production standard de 2017 (Le tableau présentant les résultats de la classification selon l'OTEX se trouve en annexe3 de ce document).

Il ressort de cette comparaison que dans 83% des cas la spécialisation attribuée à une exploitation selon la méthode de l'IFC est la même que celle attribuée selon la méthode de l'OTEX. Cela représente 100 exploitations sur 120. Seules 20 exploitations ont des spécialisations différentes avec les deux méthodes. Il s'agit des exploitations pour lesquelles les deux tiers du total des PBS nécessaires à la qualification de l'exploitation selon l'OTEX ont été obtenus en sommant les PBS de plusieurs productions de l'exploitation. Ces exploitations correspondent pour la méthode de l'IFC aux exploitations pour lesquelles plusieurs cultures ont le même poids dans l'assolement.

Ainsi, au regard des résultats des deux méthodes on peut conclure que l'établissement de la spécialisation des exploitations selon l'IFC donne des résultats cohérents avec la méthode de l'OTEX pour les exploitations spécialisées sur une seule culture. Les résultats peuvent cependant être différents lorsque plusieurs cultures contribuent à déterminer la spécialisation de l'exploitation.

Etape2 : Classification des exploitations sur le critère du recours aux échanges temporaires de parcelles

L'étape de l'établissement de la spécialisation des exploitations a permis de regrouper les exploitations qui ont potentiellement le même système de production. Pour pouvoir évaluer les échanges temporaires de parcelle, il importe de distinguer les exploitations de chaque spécialisation quant à la pratique d'échanges de parcelles; en vue de leur comparaison. C'est l'objet de cette seconde étape qui consiste à répartir les

exploitations de l'AAC d'Escrebieux en deux groupes. A savoir : les exploitations qui effectuent les échanges (présence de parcelle boomerang dans le parcellaire) dénommées « **Exploitations recombinantes** » et les exploitations qui n'échangent pas de parcelles (absence de parcelle boomerang dans le parcellaire) dénommées « **exploitation non recombinantes** ».

Remarque : Afin de distinguer les parcelles qui relèvent d'une exploitation des autres parcelles qui peuvent être présentes dans le parcellaire à un moment donné sans nécessairement appartenir à l'exploitation, j'introduis la notion **d'exploitation principale** d'une parcelle. L'exploitation principale correspond à l'exploitation qui conserve la parcelle le plus grand nombre d'années durant la période de temps considérée. L'exploitation à laquelle est rattachée une parcelle boomerang est nommée **« exploitation principale de la parcelle boomerang »**. Exemple : en regardant la trajectoire d'évolution du parcellaire d'une exploitation sur cinq années, une parcelle sera considérée comme appartenant à l'exploitation si elle est présente au moins trois années sur cinq. Par contre, une parcelle qui reste moins de 3 années sur 5 ne sera pas considérée comme appartenant à cette exploitation.

Etape 3 : Distinctions des exploitations recombinantes en fonction de l'intensité des échanges

Au sein des exploitations recombinantes, la fréquence des échanges peut varier d'une exploitation à l'autre générant des impacts différents. Ce qui nécessite de distinguer les exploitations recombinantes selon l'intensité des échanges. L'hypothèse proposée est que les performances environnementales et économiques des exploitations ne seront pas les mêmes en fonction de l'intensité des échanges.

Pour distinguer les exploitations selon l'intensité des échanges, j'ai dans un premier temps effectué la filiation des parcelles de chaque exploitation. Cette opération repose sur l'intersection géographique de la géométrie des parcelles des différentes années, afin de recréer un lien entre elles (Voir notice RPG Explorer). Elle permet ainsi de suivre l'évolution du parcellaire de l'exploitation.

Les parcelles issues de la filiation sont appelées « parcelles d'intersection ». Elles se distinguent des parcelles réelles en ce qu'elles résultent des différents découpages effectués par l'agriculteur sur ses parcelles et qui sont pris en compte pendant la filiation. Le découpage de la parcelle répond généralement à une logique d'allocation des cultures aux parcelles. La division de la parcelle réelle peut être ponctuelle ou fréquente. Elle s'effectue généralement lorsqu'il y'a des ajustements de surface de culture à faire. Ces parcelles issues du découpage des parcelles réelles n'ont pas nécessairement la même surface. Nous travaillons donc avec les parcelles d'intersection pour déterminer l'intensité des recombinaisons des exploitations

A partir des données provenant de l'étape de filiation, j'ai déterminé pour chaque exploitation recombinante de l'AAC d'Escrebieux, la fréquence d'apparition des parcelles boomerang et le nombre de parcelles boomerangs au niveau du parcellaire entre 2015 et 2019. Avec une profondeur temporelle de 5 ans, on peut repérer les parcelles boomerangs sur trois années à partir des triplets de séquences suivantes : 2015-2016-2017 ; 2016-2017-2018 ; 2017-2018-2019. (Voir chapitre 4). L'année d'absence de la parcelle entre deux années de présence est considérée comme l'année où la parcelle est échangée. Par exemple : une parcelle qui est présente dans le parcellaire en 2015, absente en 2016 et présente en 2017 sera considérée comme boomerang pour l'année 2016.

Il se dégage trois groupes d'exploitations recombinantes à savoir : (1) les exploitations recombinantes avec des parcelles boomerangs observées une année sur les trois séquences d'observation ; (2) les exploitations avec des parcelles boomerang observées deux années sur les trois séquences d'observation ; (3) et les exploitations recombinantes avec des parcelles boomerangs observées trois années sur les trois séquences d'observation.

Après la détermination de l'intensité des échanges, j'ai procédé à la quantification des parcelles boomerangs. Elle consiste à comptabiliser les parcelles boomerangs du parcellaire rapportées au total de parcelles de l'exploitation. Ensuite, J'ai effectué la

même opération en considérant cette fois la surface des parcelles (surface totale parcelles boomerang/total parcelles de l'exploitation) ; dans l'objectif d'estimer la valeur surfacique des parcelles boomerangs par rapport à la surface totale de l'exploitation.

La figure 19 ci-dessous présente la répartition des exploitations recombinantes de l'AAC d'Escrebieux selon i) la fréquence de présence des parcelles boomerangs (figure 19a), ii) l'effectif de parcelles boomerang par rapport à l'ensemble de parcelles de l'exploitation (figure 19b) et iii) la surface des parcelles boomerangs par rapport à la SAU de l'exploitation (figure 19c).

Le croisement de la fréquence de présence des parcelles boomerangs, la proportion de parcelles boomerang par rapport à l'ensemble des parcelles et la part surfacique des parcelles boomerangs par rapport à la surface totale de l'exploitation a permis de regrouper les exploitations recombinantes en trois groupes :

i) **Les exploitations recombinantes occasionnelles** : correspondent aux exploitations recombinantes pour lesquelles le nombre de parcelles boomerangs et la part surfacique des parcelles boomerangs sont inférieurs à 10% de l'ensemble des parcelles de l'exploitation. On y retrouve les exploitations avec des parcelles boomerangs observées une année ou deux années sur les trois séquences d'observation. Sur l'AAC d'Escrebieux. On dénombre **26** exploitations recombinantes occasionnelles.

ii) **Les exploitations recombinantes récurrentes** : correspondent aux exploitations recombinantes pour lesquelles le nombre de parcelles boomerangs et la part surfacique des parcelles boomerangs sont comprises entre 10 et 50% de l'ensemble des parcelles de l'exploitation. On y retrouve uniquement les exploitations recombinantes avec des parcelles boomerangs observées trois années sur les trois séquences d'observation. **21** exploitations recombinantes récurrentes sont présentes sur l'AAC d'Escrebieux.

iii) **Les exploitations recombinantes systémiques** : correspondent aux exploitations recombinantes pour lesquelles le nombre de parcelles boomerangs et la part surfacique des parcelles boomerangs sont supérieurs à 50% de l'ensemble des parcelles de l'exploitation. On y retrouve uniquement les exploitations recombinantes avec des parcelles boomerangs observées trois années sur les trois séquences d'observation. On dénombre **05** exploitations en recombinaisons systémiques sur l'AAC d'Escrebieux.

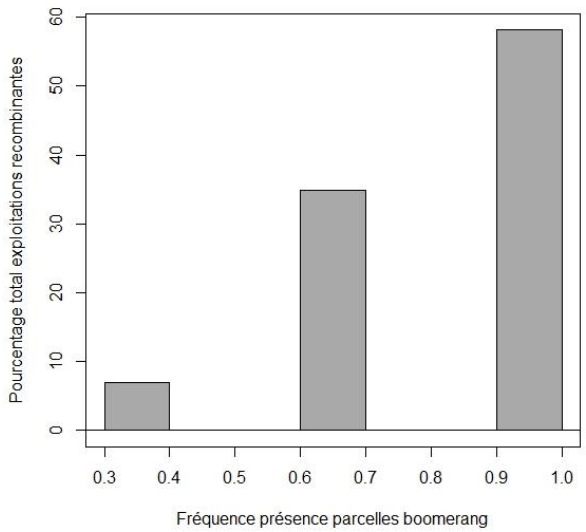


Figure19a : Répartition des exploitations recombinantes selon la fréquence de présence des parcelles boomerangs

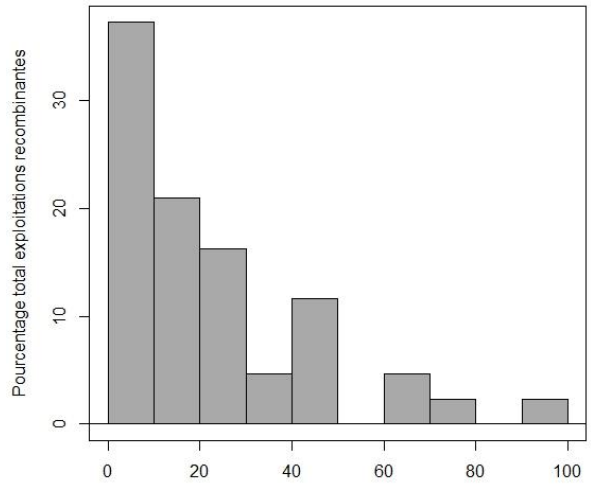


Figure19b : Répartition des exploitations recombinantes selon le pourcentage des effectifs des parcelles boomerangs

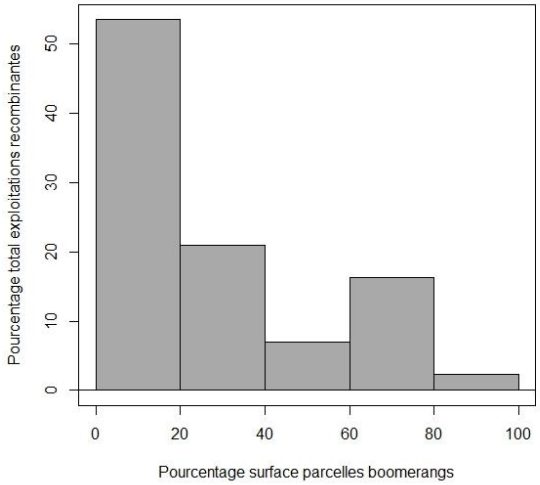


Figure19c : Répartition des exploitations recombinantes selon le pourcentage de surface des parcelles boomerangs

Figure 19 : Résultats issus du classement des exploitations recombinantes en vue de leur classement selon l'intensité des échanges

Le Tableau 12 ci-dessous présente la répartition des exploitations de l'AAC d'Escrebieux selon la spécialisation et le profil des échanges temporaires de parcelles entre 2015 et 2019. Les 120 exploitations pour lesquelles il a été possible de déterminer la spécialisation, se répartissent en sept spécialisations. Au sein de chaque spécialisation, les exploitations se distinguent selon l'intensité des échanges temporaires de parcelles. Les exploitations spécialisées en Betterave sont les plus présentes dans le territoire en termes de nombre et de surface occupée. Elles sont talonnées par les exploitations spécialisées en pomme de terre. Les spécialisations oignon-échalote, maïs ensilage et pois sont minoritaires. On n'identifie qu'une seule exploitation spécialisée dans les cultures d'oignons-échalotes et en maïs grains. Et deux exploitations spécialisées en pois. On retrouve des recombinantes systémiques uniquement parmi les exploitations spécialisées en pomme de terre.

Remarque : les exploitations spécialisées en pois, oignon et maïs, sont en faible nombre et les deux types, recombinant et non recombinant, ne sont pas présents simultanément pour une spécialisation donnée. Pour cette raison, celles-ci ne sont pas prises en compte dans l'évaluation des performances environnementales et économiques.

Tableau 12: Distribution des exploitations selon leur spécialisation et le recours ou pas aux échanges de parcelles et la surface agricole occupée par chaque groupe d'exploitation entre 2015 et 2019.

Spécialisation exploitation selon l'Indice de Flexibilité des Cultures	**Profil Exploitation selon recours aux échanges de parcelles**	**Somme des SAU des exploitations**	**Nombre d'exploitations concernées**
Exploitation spécialisée en Pomme de terre	Recombinante Occasionnelle	808.11	9
	Recombinante Récurrente	971.44	8
	Recombinante systémique	392.73	5
	Non_ Recombinante	1600.92	23
Exploitation spécialisée en Betterave	Recombinante Occasionnelle	390.16	3
	Recombinante Récurrente	364.79	5
	Non_ Recombinante	1737.39	24
Exploitation spécialisée en Blé tendre d'hiver	Recombinante Occasionnelle	340.69	5
	Recombinante Récurrente	197.52	5
	Non_ Recombinante	871.25	16
Exploitation spécialisée en Maïs grain	Recombinante Occasionnelle	26.07	1
Exploitation spécialisée en Oignon échalote	Non_ Recombinante	26.98	1
Exploitation spécialisée en Pois	Non_ Recombinante	137.76	2
Exploitation spécialisée en Pomme de terre et Blé tendre d'Hiver	Recombinante Occasionnelle	222.01	4
	Non_ Recombinante	612.23	9

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Performances environnementales des échanges temporaires de parcelles

Les résultats du calcul des IFT des exploitations agrégés à l'échelle de la spécialisation sont présentés dans la Figure 20 ci-dessous. Toutes les exploitations ont des modes de production conventionnels. En effet, la part du bio reste marginale sur l'AAC, d'Escrebieux : en 2019, on enregistre seulement 15 ha qui sont produites en bio, principalement en culture maraîchère).

La Figure 20 indique que sur l'AAC d'Escrebieux, les échanges temporaires de parcelles ont des effets contrastés sur l'IFT selon la spécialisation de l'exploitation. Les échanges occasionnels de parcelles tendent à faire baisser l'IFT Herbicide (Figure 20b) de la grande majorité des spécialisations d'exploitations à l'exception des exploitations spécialisées en betterave. L'IFT fongicide (Figure 20a) est sensible aux échanges de parcelles pour les exploitations spécialisées en betterave et celles spécialisées en blé tendre. Et l'IFT insecticide (Figure 20c) tend à diminuer pour les exploitations spécialisées en blé tendre qui ont recours aux échanges de parcelles. Au sein d'une spécialisation, il existe une grande variabilité de l'IFT en fonction de l'intensité des échanges.

Pour les exploitations spécialisées en blé tendre d'hiver, les IFT fongicides (Figure 20a), Herbicides (Figure 20b) et Insecticides (Figure 20c) sont significativement différentes entre recombinantes et non recombinantes. Les recombinantes occasionnelles affichent des IFT fongicides, Herbicides et Insecticides les plus faibles par rapport aux exploitations non recombinantes et aux recombinantes récurrentes. Cela pourrait suggérer que pour ces exploitations, le recours occasionnel aux échanges temporaires de parcelles engendre une diminution de la pression phytosanitaire. Cette efficacité serait certainement liée à l'introduction dans la succession par le jeu des échanges d'une culture à faible usage de pesticides par rapport au blé (exemple du maïs ou encore le pois protéagineux) qui limite le retour fréquent du blé et réduit le risque

d'infestation de la parcelle par certaines maladies d'origine cryptogamique (Chevalier-Gérard et al. 1994) et adventices tels que le ray-grass et le vulpin (Chauvel et al. 2001). Cette tendance à la baisse de l'IFT permise par les échanges occasionnels est inversée lorsque le recours aux échanges de parcelles devient récurrent ; puisque les valeurs d'IFT des exploitations recombinantes récurrentes semblent plus importantes que celles des non recombinantes et des recombinantes occasionnelles. Ces fortes valeurs d'IFT pourraient s'expliquer par le fait que les parcelles boomerang de ces exploitations soient majoritairement occupées par la pomme de terre.

Pour les exploitations spécialisées en betterave, les échanges de parcelles contribuent à augmenter de manière significative la valeur de l'IFT fongicide (p-value ≤ 0.05). En effet, l'IFT fongicide des exploitations recombinantes récurrentes et des recombinantes occasionnelles tendent à augmenter par rapport aux non recombinants. Comme pour les recombinantes récurrentes spécialisées en blé, ceci pourrait être le fait des partenaires des échanges des exploitations betteravières qui sont majoritairement des exploitations patatières. Ainsi, l'introduction de la pomme de terre dans les successions culturales à base de betterave contribue à augmenter l'IFT fongicide à l'échelle de la succession et de la parcelle. Par conséquent, le fait pour les exploitations betteravières d'échanger les parcelles même occasionnellement avec les exploitations productrices de pomme de terre favoriserait l'introduction de culture à forte dose de fongicide.

Pour les exploitations spécialisées en pomme de terre et pomme de terre associées au blé tendre, on ne révèle aucune différence significative entre les valeurs des IFT fongicide et insecticide entre les exploitations recombinantes et non recombinantes. Ceci pourrait suggérer que pour ces exploitations, les échanges temporaires de parcelles ne contribuent pas à réguler la consommation de produits phytosanitaires. Une raison explicative serait liée à la fréquence de retour de la pomme de terre dans les successions. En effet, l'analyse des fréquences de retour de la pomme de terre dans les successions montre que pour la majorité des exploitations spécialisées en cette

production (environ 80% des exploitations), la règle du retour de la pomme de terre sur une parcelle après quatre années est appliquée par toutes les exploitations, qu'elles soient recombinantes ou non recombinantes. Cela laisse à penser que les échanges temporaires de parcelles seraient avant tout un levier permettant de lever la contrainte agronomique liée au respect du délai de retour de la pomme de terre. Seul l'IFT herbicide des recombinantes spécialisées à la fois en pomme de terre et blé semble sensible aux échanges temporaires de parcelles (p-value ≤ 0.01) avec un baisse de l'IFT herbicide pour les recombinantes occasionnelles.

Figure **20a : Comparaison des IFT Fongicide entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon l'intensité des échanges de parcelles**

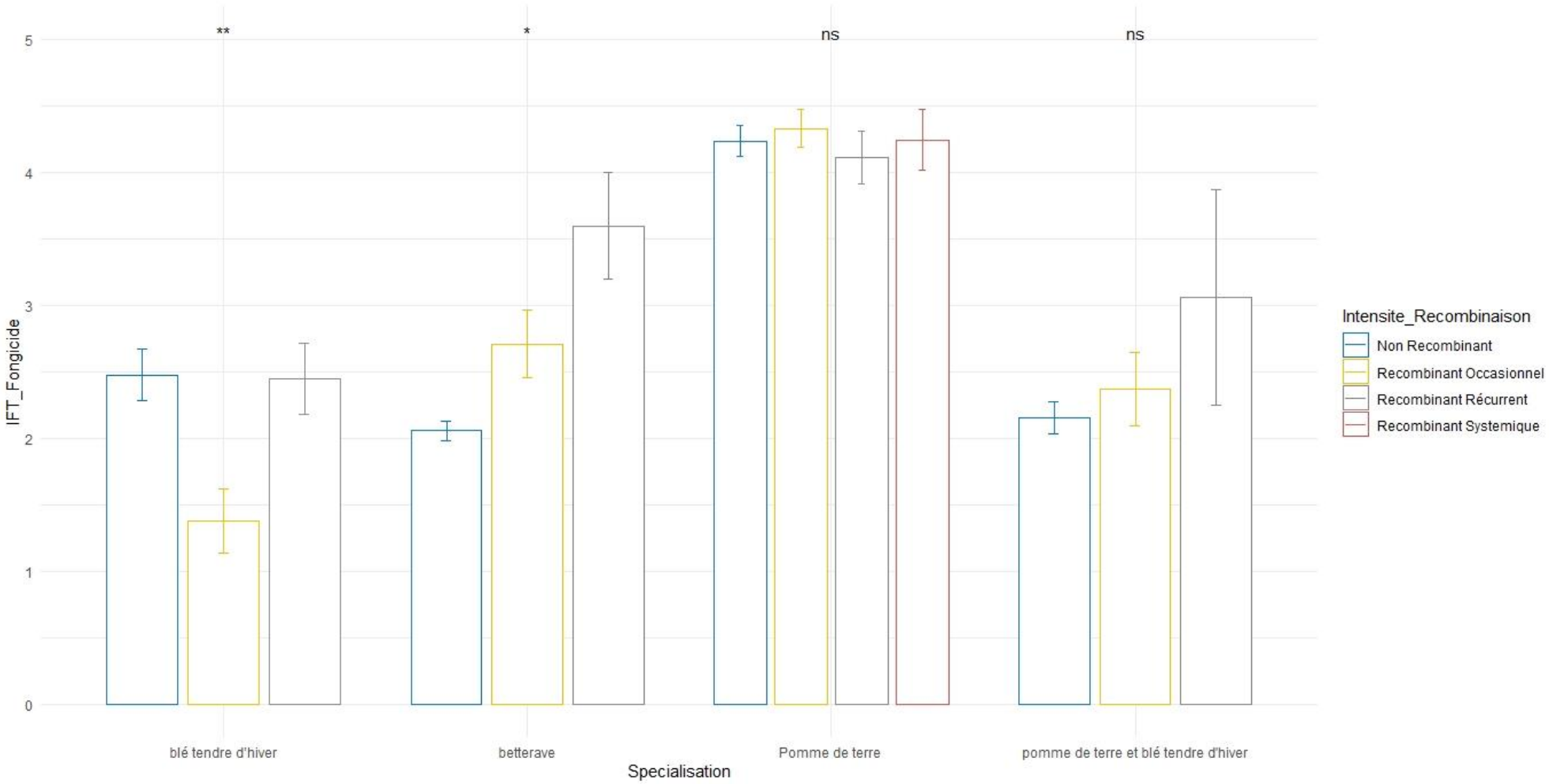


Figure **20b : Comparaison des IFT Herbicide entre les différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon l'intensité des échanges de parcelles.**

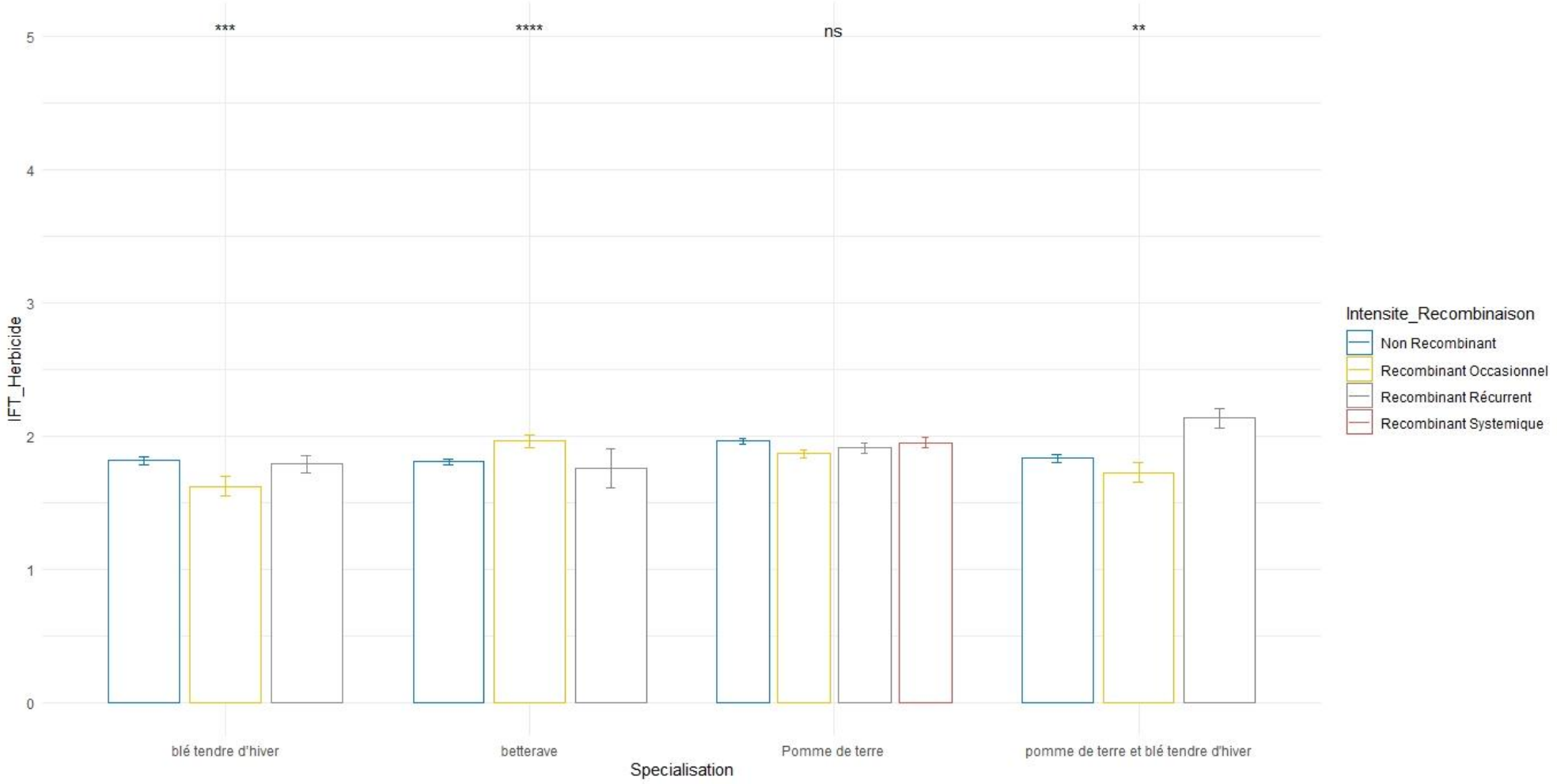


Figure **20c : Comparaison des IFT Insecticide entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon l'intensité des échanges de parcelles.**

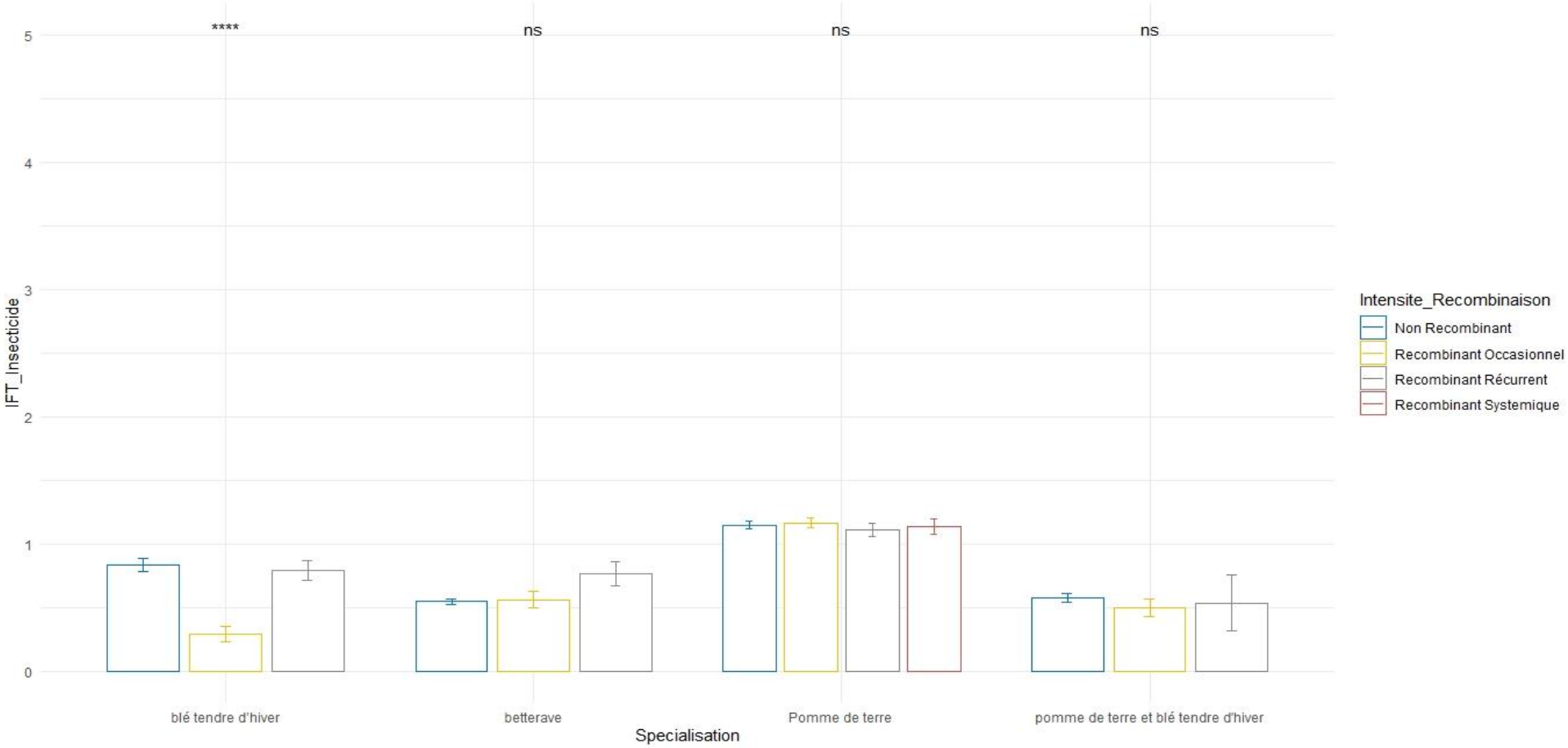


*Figure 20: Comparaison de l'utilisation des pesticides entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon le recours aux échanges de parcelles. ns = non-significatif ; * = p-value ≤ 0.05, ** = p-value ≤ 0.01, *** = p-value ≤ 0.001*

3.2. Performances économiques des échanges temporaires de parcelles entre exploitations

La Figure 21 ci-dessous présente les résultats de l'analyse des effets des échanges temporaires de parcelles sur les performances économiques des exploitations en termes de production brute standard (en euro/ha) sur l'AAC d'Escrebieux. Comme pour l'IFT, les échanges temporaires de parcelles ont des effets contrastés sur la PBS des exploitations selon la spécialisation. Les PBS/ha des exploitations spécialisées en pomme de terre augmentent significativement (p-value = 0.03) selon l'intensité des échanges. Il en est de même des exploitations spécialisées en Blé tendre (p-value = 0.012).

En ce qui concerne les exploitations spécialisées en pomme de terre, les recombinantes systémiques (moyenne PBS = 3036 euros/ha) et les recombinantes occasionnelles (moyenne PBS = 2618 euros/ha) affichent la PBS à l'hectare la plus élevée. On peut en déduire que l'accroissement important de surface en pomme de terre permis par les échanges serait à l'origine de cette bonne performance économique. Ce qui est en cohérence avec les déclarations des agriculteurs spécialisées en pomme de terre lors des enquêtes (voir chapitre 4) pour qui, les échanges temporaires de parcelles sont principalement dictés par des motivations économiques.

Pour les exploitations spécialisées en blé tendre d'hiver, la PBS/ha des recombinantes occasionnelles est la plus élevée (moyenne PBS= 1626 euros/ha). Et contrairement aux exploitations spécialisées en pomme de terre, les recombinants récurrents spécialisés en blé tendre affichent une PBS/ha plus faible (moyenne PBS = 1100 euros/ha) que celle des non recombinantes (moyenne PBS = 1390 euros/ha). On peut formuler l'interprétation suivante : les échanges temporaires de parcelles contribuent à améliorer les performances économiques des exploitations spécialisées en blé tendre d'hiver lorsque celles-ci y ont recours de façon occasionnelle. La possibilité pour les exploitations recombinantes occasionnelles de pouvoir diminuer la fréquence de retour du blé dans les successions par le recours aux échanges de parcelles permettrait

d'augmenter la sole de blé tendre sans risquer d'être saturé par rapport au retour régulier du blé sur certaines parcelles. Des réductions de charges sont également possibles notamment lorsque le précédent cultural est la pomme de terre (Halloran et al.2005). Celles-ci n'ont cependant pas été prises en compte dans le calcul des IFT des exploitations du fait de la difficulté à pouvoir établir la corrélation entre la valeur de l'IFT d'une culture et son précédent ; avec les IFT provenant de l'AGRESTE.

Les valeurs de PBS/ha des exploitations spécialisées en betterave ne sont pas significativement différentes (p-value = 0.34). Ce qui semble indiquer que les échanges temporaires de parcelles ne permettent pas aux exploitations spécialisées en betterave de gagner économiquement.

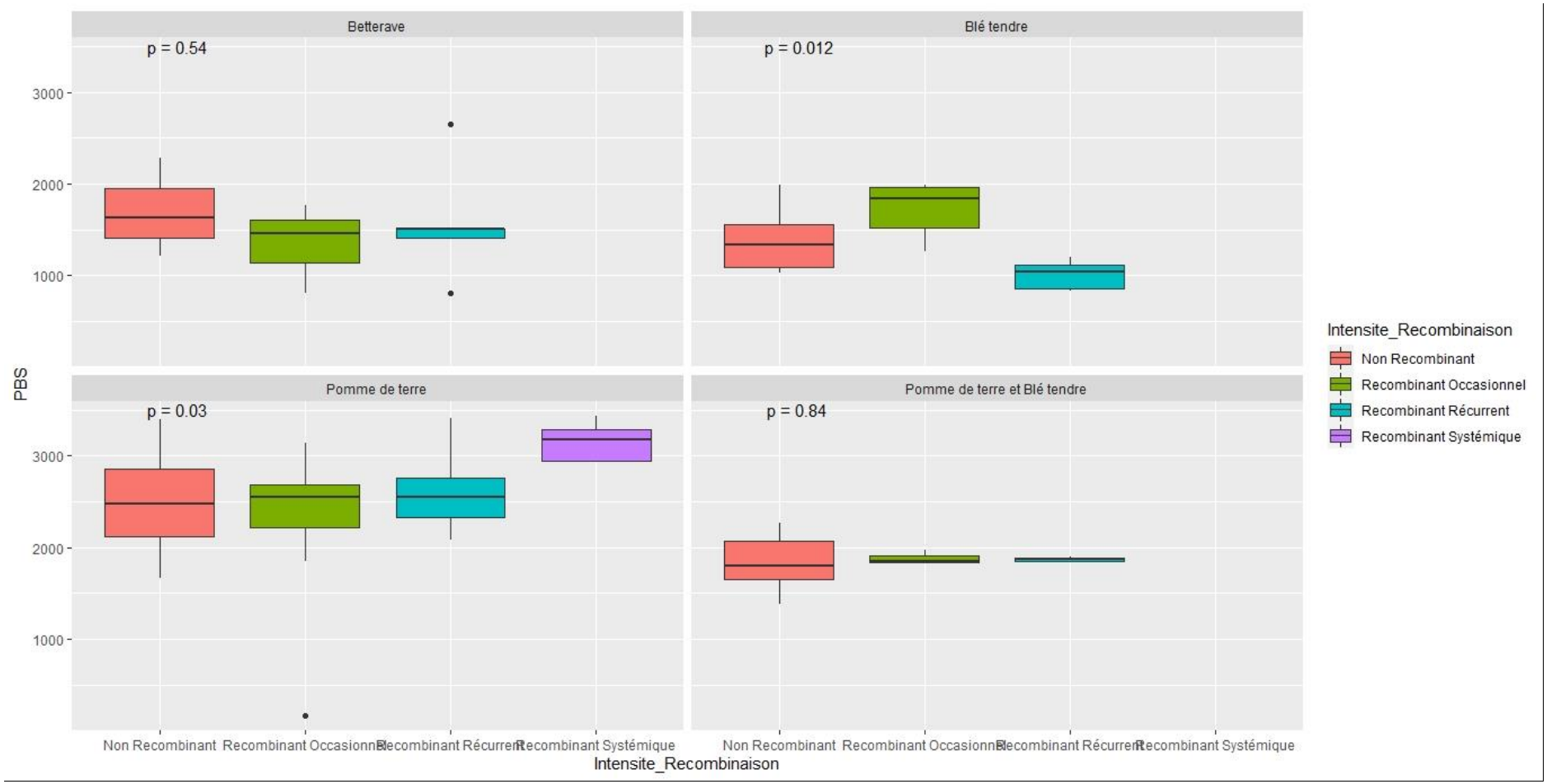


Figure 21: Comparaison des productions brutes standards de différents profils d'exploitations caractérisés selon le recours aux échanges de parcelles et selon la spécialisation. La PBS calculée représente la moyenne des PBS à l'hectare des exploitations

4. Conclusion et perspectives

La démarche d'évaluation proposée dans ce chapitre permet d'évaluer et de comparer selon la spécialisation, les performances environnementales et économiques des exploitations recombinantes par rapport aux non recombinantes. Elle permet aussi de comparer les performances des exploitations en recombinaison selon que celle-ci est occasionnelle, récurrente ou systémique.

Il ressort de cette évaluation un impact contrasté des échanges temporaires de parcelles sur la pression phytosanitaire et les performances économiques des exploitations de l'AAC d'Escrebieux. Les exploitations recombinantes occasionnelles spécialisées en blé dont les échanges de parcelles sont majoritairement dominés par les cultures à faible valeur d'IFT (exemple le pois protéagineux ou le maïs), arrivent à faire baisser leur pression phytosanitaire de manière significative tout en gagnant sur le plan économique. Les échanges temporaires de parcelles permettent aux exploitations recombinantes récurrentes et systémiques spécialisées en pomme de terre d'améliorer leurs performances économiques, sans nécessairement augmenter la pression phytosanitaire par ailleurs déjà élevée. Les exploitations spécialisées en betterave sont les grandes perdantes des échanges : elles ne gagnent ni sur le plan environnemental, ni sur le plan économique.

Ces résultats sont toutefois liés au contexte agricole de l'AAC d'Escrebieux avec la prégnance sur ce territoire de la pomme de terre pour laquelle la pression phytosanitaire est élevée. Par ailleurs, je me suis basé sur des valeurs d'IFT régionales qui ne correspondent pas forcément exactement aux pratiques locales des agriculteurs. De plus, ces valeurs ne tiennent pas compte des interactions entre les cultures de la succession, notamment les effets précédents (alors que certains témoignages d'agriculteurs semblaient indiquer que cela pouvait être important pour eux). Or, ces interactions ne sont pas sans conséquence sur les valeurs d'IFT obtenues (Lechenet et al. 2016 ; Jeuffroy et al. 2022). A cet égard, il est possible que certaines valeurs d'IFT

aient été surestimées, dans nos calculs étant donné la non prise en compte des effets précédents et des raisonnements des agriculteurs.

Néanmoins, si on souhaite mobiliser les échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnementale, des évolutions au niveau des systèmes de production sont nécessaires au niveau de l'AAC d'Escrebieux. Un exemple d'évolution peut être l'introduction d'une culture de diversification à faible consommation d'intrants au niveau de l'assolement des exploitations identifiées comme moins performantes sur le plan environnemental et pour lesquelles les échanges temporaires de parcelles permettraient d'améliorer la situation environnementale. Par exemple, les exploitations spécialisées en pomme de terre pourraient être incitées à remplacer dans leur assolement la pomme de terre par une culture à faible niveau d'intrant (c'est-à-dire une culture nécessitant un faible apport, voire une absence totale, en engrais et/ou en produits phytosanitaires au cours de son cycle de production) et à recourir aux échanges temporaires de parcelles pour atteindre les objectifs de production.

On s'attend à ce que les échanges temporaires de parcelles pour les cultures dites à faibles niveaux d'intrants contribuent à faire baisser les pressions phytosanitaires aux échelles des exploitations concernées et du territoire. Cela suggère de regarder un autre territoire sur lequel les échanges temporaires de parcelles sont portés par une culture à faible niveau d'intrant. C'est l'objet du chapitre 6 qui à travers une étude de cas sur l'AAC de Limesy, discute des conditions d'amélioration des performances environnementales des échanges de parcelles et les perspectives de leur mobilisation comme levier de réduction de la pression phytosanitaire de l'activité agricole.

Synthèse Partie 3

L'évaluation des performances environnementales et économiques des échanges temporaires entre exploitations sur l'AAC d'Escrebieux entreprise dans cette partie avait pour principal objectif d'exprimer les différences de performances entre exploitations recombinantes et non recombinantes.

La démarche mise en place pour cette évaluation s'articule en quatre étapes:

i) la caractérisation des exploitations selon la spécialisation : cette classification s'est faite selon la méthode de l'indice de flexibilité des cultures qui permet de déterminer la spécialisation d'une exploitation à partir de la culture prioritaire de cette exploitation (Maxime et al.1995) ;

ii) la distinction des exploitations selon qu'elles sont concernées ou pas par les échanges temporaires de parcelles : on distingue ainsi d'un côté les exploitations recombinantes et les exploitations non recombinantes de l'autre ;

iii) la caractérisation des exploitations recombinantes selon l'intensité des échanges; ce qui permet de distinguer les exploitations recombinantes occasionnelles, récurrentes, ou encore systémiques ;

iv) et enfin le calcul des indicateurs IFT et PBS/ha des différentes exploitations, regroupées selon la spécialisation de l'exploitation.

Les résultats de cette évaluation montrent que sur l'AAC d'Escrebieux, les performances environnementales et économiques des exploitations recombinantes sont contrastées selon la spécialisation de l'exploitation. Les exploitations recombinantes occasionnelles spécialisées en blé tendre sont les grands gagnants des échanges temporaires de parcelles avec une réduction significative du bilan de l'utilisation de produits phytosanitaires et un gain des performances économiques. Tandis que les échanges temporaires de parcelles permettent aux exploitations recombinantes récurrentes et systémiques spécialisées en pomme de terre d'améliorer leurs performances économiques sans nécessairement réduire la pression phytosanitaires. L'évaluation désigne les exploitations spécialisées en betterave comme les grands perdants des échanges: elles ne gagnent ni sur le plan environnemental, ni sur le plan économique.

PARTIE 4

L'analyse approfondie sur Escrebieux a permis de comprendre les logiques des échanges temporaires de parcelles dans un contexte dominé par la pomme de terre. Cette culture correspondant à une forte pression phyto, son introduction temporaire dans les successions de cultures d'exploitations qui n'en font pas ordinairement ne se traduit pas par une amélioration environnementale mais bien par un avantage économique. Partant de là nous avons voulu tester ce qu'il en était dans un contexte où la culture de base des échanges temporaires de parcelles serait à plus bas niveau d'intrants: comme le lin en Normandie L'analyse, dénuée d'enquêtes de terrain a consisté à réanalyser les bases de données en considérant les territoires où se produisaient le lin. Cela nous a orientés vers l'AAC de Lymésy en seine maritime où la culture du lin fibre est forte. Sur cette AAC, nous avons appliqué la démarche d'évaluation des échanges de parcelles expérimentée au chapitre précédent.

C'est ce travail que je présente dans cette dernière partie. A travers ce travail, j'amorce la réflexion sur les possibilités de valorisation des échanges temporaires de parcelles comme levier environnemental mobilisable par les gestionnaires d'AAC. Cette réflexion se rapproche de l'un des objectifs de départ, à savoir la mise en évidence du potentiel environnemental des échanges temporaires de parcelles dans une perspective de sa mobilisation comme levier d'action environnemental. L'unique chapitre de cette partie montre à travers le cas d'étude de l'AAC de Limésy, la relation forte qui existe entre les performances environnementales des échanges temporaires de parcelles entre exploitations et les caractéristiques agricoles du territoire concerné. Il présente aussi les premiers éléments d'aide à la réflexion sur les possibilités de mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental.

Chapitre 6 : Perspectives de mobilisation des échanges temporaires de parcelles à finalité environnementale

1. Introduction

Ce chapitre s'inscrit dans la réflexion sur les perspectives de mobilisation des échanges temporaires de parcelles pour une visée environnementale. Elle fait suite à l'évaluation environnementale des échanges temporaires de parcelle présentée au chapitre 5 qui tend à montrer des performances environnementales contrastées sur l'AAC d'Escrebieux. Ce résultat questionne la place des caractéristiques agricoles du territoire sur l'efficacité environnementale des échanges temporaires de parcelles. Et suggère de regarder d'autres territoires où la culture de base des échanges temporaires de parcelles serait à plus bas niveau d'intrants que la pomme de terre; à l'instar du chanvre, du lin fibre ou même du tabac.

L'objectif du chapitre est d'explorer à partir du cas d'étude de L'AAC de Limésy, les conditions d'expression du potentiel environnemental des échanges temporaires. Sur cette AAC, les échanges temporaires de parcelles sont principalement portés par le lin, catalogué comme étant une culture à bas niveau d'intrant en comparaison des cultures industrielles comme la pomme de terre ou encore la betterave (Labalette et al. 2011 ; Meynard et al. 2013). Je fais l'hypothèse que sur un territoire donné, l'introduction de cultures à bas niveau d'intrants dans les successions grâce aux échanges temporaires de parcelles peut offrir des opportunités de réduction de la pression phytosanitaires des exploitations qui y ont recours.

La méthode d'évaluation des performances environnementales et économiques des échanges temporaires de parcelles est la même que celle déployée sur l'AAC d'Escrebieux (voir chapitre 5). Les données du RPG du département de Seine Maritime pour la période de 2015 à 2020 servent de données d'entrée. Comme sur l'AAC d'Escrebieux, les données du RPG des agriculteurs de l'AAC du Limésy ont fait l'objet

d'un prétraitement avec le logiciel RPG Explorer. Les PBS de l'ancienne région Haute Normandie ont servi au calcul des performances économiques des exploitations.

La suite du chapitre est structurée en trois parties : je justifie dans un premier temps le choix de l'AAC de Limésy comme cas d'étude. Je présente ensuite les résultats de l'évaluation des performances environnementales des échanges temporaires de parcelles sur ce territoire. Enfin, je discute de la pertinence des résultats obtenus qui permettent de nourrir la réflexion sur les possibilités de mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental.

2. Le choix de l'AAC de Limésy comme cas d'étude

L'AAC de LIMÉSY est située dans le département de Seine-Maritime (voir Figure 23 ci-dessous). Son territoire s'étend sur 6 486 ha dont 70% sont considérés comme agricoles. Il a été choisi comme cas d'étude pour plusieurs raisons que je détaille dans cette section.

2.1. L'AAC de Limésy: Un territoire agricole diversifiée et tournée vers le lin

Du point de vue agricole, l'AAC de Limésy est dominée par les grandes cultures (blé, maïs, colza, etc.). Sur l'ensemble de la surface agricole utile, 30.63% sont occupées par le blé tendre, 13.69% par le lin fibre, 7.9% par le colza, 9% par le maïs grain et ensilage, 8.36% par la pomme de terre ; 3.54 par la betterave sucrière et 21% enfin sont réservés aux Prairies et fourrages (données issues des déclarations de la PAC 2020). On dénombre environ 140 exploitations avec au moins une parcelle sur le territoire de l'AAC dont une vingtaine qui sont concernées par les échanges temporaires de parcelles majoritairement pour le lin.

Le fait que sur ce territoire les échanges temporaires de parcelles soient portés par la culture du lin fibre (voir tableau 13 Ci-dessous) fait de l'AAC de Limésy, un cas d'étude idéal pour estimer le potentiel environnemental des échanges et envisager les perspectives de sa mobilisation comme levier d'action environnemental. Le lin étant considéré comme une culture offrant de nombreux atouts économiques et agronomiques.

Tableau 13: Répartition des cultures sur les parcelles boomerang entre 2015 et 2020 sur l'AAC de Limésy

Culture de la parcelle boomerang	**Année de l'échange**				**Surface culture cumulée (ha)**
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	
Mais ensilage	7.8	8.78	3.53		20.11
Colza hiver			10.66	11.89	22.55
Blé_tendre_hiver	15.3	2.68	13.77	4.92	36.67
Pomme_terre_conso	19.33	21.73	13.36	4.47	58.89
Lin fibres	24.03	48.73	65.48	11.44	149.68
Total surface parcelles boomerang chaque année (ha)	**66.46**	**81.92**	**106.8**	**32.72**	**287.9**

Atouts économiques : le contexte actuel semble favorable à un regain d'intérêt pour la culture du lin avec notamment la reconnaissance du lin comme culture à faible consommation d'intrant (Labalette et al. 2011) et l'augmentation de la demande en fibre de lin au niveau du marché français et européen. Le regain d'intérêt pour le lin est perceptible au niveau des surfaces emblavées. A titre d'exemple, en 2020, 141 809 ha de lin textile sont cultivés en France contre 67 760 ha en 2012 (source France Agrimer) ; ce qui correspond à une progression de plus de 100% de surface de lin en moins de 10ans (voir Figure 22 ci-dessous).

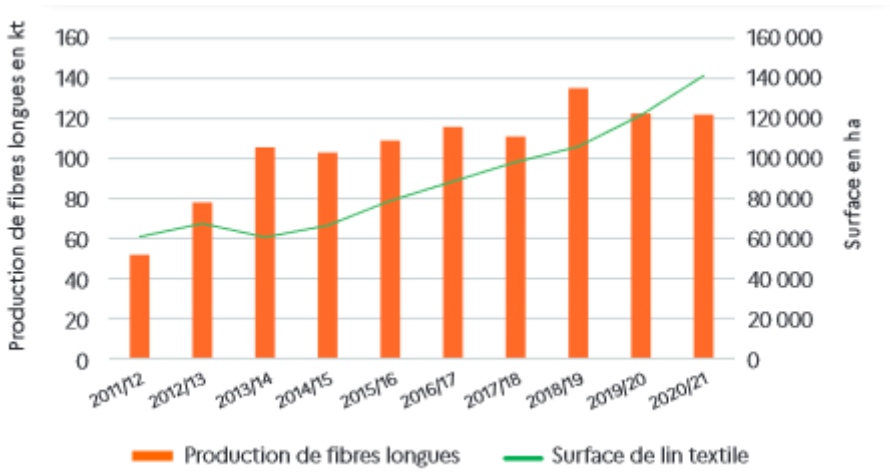


Figure 22: Évolution des surfaces françaises de lin textile et de la production de fibres longues. Source : Comité Interprofessionnel de la Production Agricole du Lin.

(https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/68238/document/FICHE%20FILIERE%20LIN%202022.pdf?version=4)

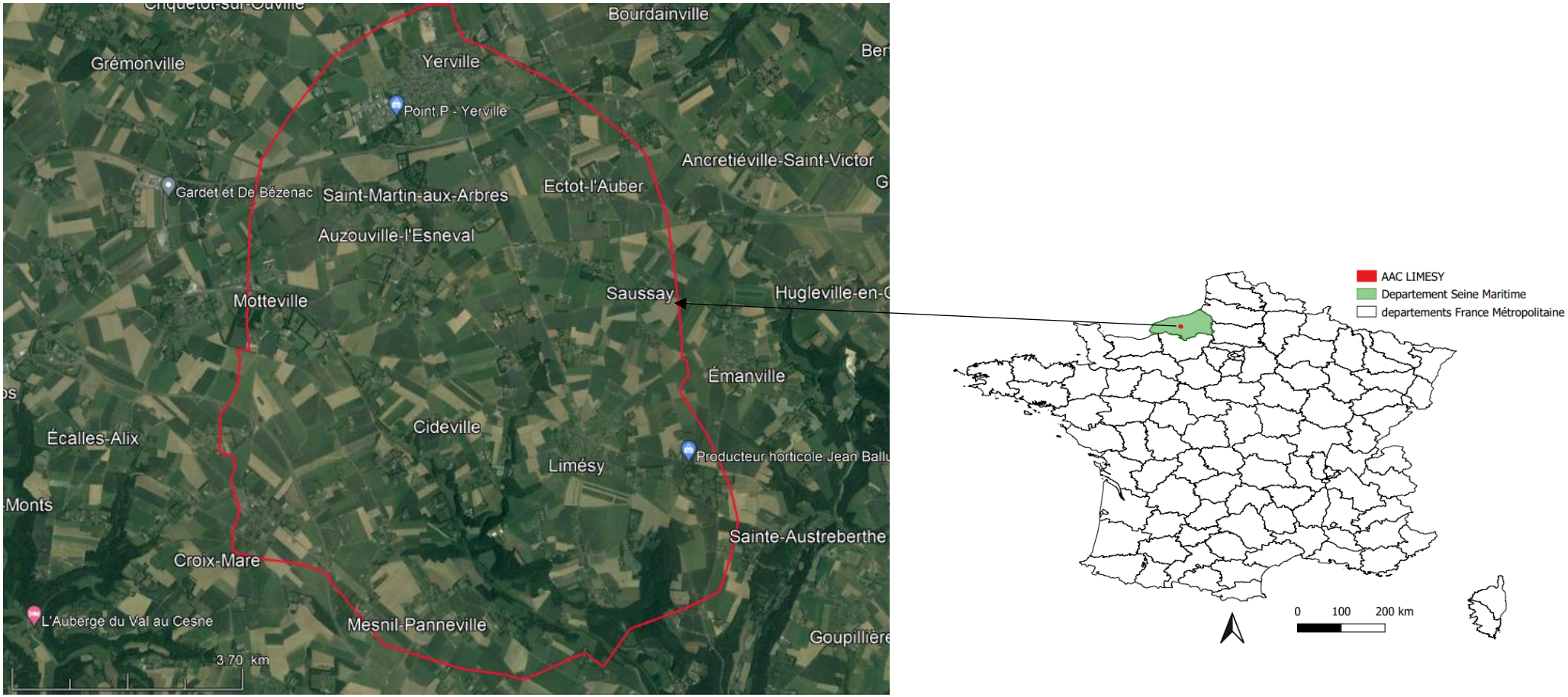


Figure 23: Localisation du territoire de l'AAC d'Escrebieux et des communes couvertes par le périmètre de l'AAC

La Normandie concentre 70% de la production française de lin fibre, ce qui fait d'elle le premier bassin de production de lin fibre devant la région Hauts-de-France avec environ 28% de la production nationale. L'existence dans cette région de terroirs très favorables à la culture de lin grâce au climat adapté, permet une production de lin d'une qualité exceptionnelle (Chambre d'Agriculture région Normandie). Les coopératives de collecte et des usines de teillage y sont également présentes et des projets de relocalisation de filature annoncés. (Source : journal OUEST France, 2020).

Atouts agronomiques : Le lin est considéré comme une culture « à bas -niveau intrants » dans la mesure où elle nécessite un faible apport, en engrais et produits phytosanitaires au cours de son cycle de production en comparaison des autres cultures industrielles produites dans la région (pomme de terre et betterave). En effet, les besoins en azote du lin sont compris entre 20 et 40 kg /ha (Un excès d'azote conduit à déséquilibrer la croissance au détriment du remplissage des fibres et à accroître inutilement la consommation d'eau et les risques de verse. Source Arvalis), ce qui est faible comparativement aux autres cultures à l'instar du blé qui a besoin de 120 à 180 kg d'azote /ha pour couvrir son cycle de développement. La quantité de pesticides nécessaire à la culture du lin reste inférieure à celle de nombreuses autres cultures. A titre d'exemple, l'Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires (IFT) du lin est de 4.56 (correspond à la moyenne des IFT Herbicide, insecticide et fongicide hors traitement semences). En comparaison, celui du blé tendre est de 5,6 et celui de la pomme de terre est à 21 (Source : agreste 2017 région Haute Normandie). Le lin est aussi considéré par les agriculteurs comme un bon précédent cultural ; puisqu'il permet de réduire les problèmes de désherbage sur les cultures suivantes (Meynard et al. 2013). Il est toutefois recommandé de respecter un délai de retour de cinq à six ans sur une même parcelle ; temps nécessaire pour que le sol se débarrasse des agents pathogènes du Fusarium. Le respect de cette règle garantit des rendements élevés (Heller et al. 2015) et donc une production de fibre de qualité (si les fibres sont attaquées elles sont fragiles et n'ont pas belle apparence).

3. Résultats de l'évaluation environnementale et économique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur l'AAC de Limésy

3.1. Caractérisation des exploitations selon l'intensité des échanges et la spécialisation des exploitations sur l'AAC de LIMESY

Le tableau 14 ci-dessous détaille la répartition des exploitations de l'AAC de Limésy selon la spécialisation et le recours aux échanges temporaires de parcelles. Il ressort de ce tableau qu'environ une vingtaine d'exploitations effectuent des échanges temporaires de parcelles sur l'AAC de Limésy. Parmi celles-ci, 8 exploitations sont spécialisées en lin. Il s'agit essentiellement d'échanges occasionnels de parcelles.

Tableau 14: Répartition des exploitations de l'AAC de Limésy selon le profil des échanges et la spécialisation

Profil de l'exploitation	Surface agricole occupée (ha)*	Nombre d'exploitations appartenant au profil
Exploitation recombinante Occasionnelle Spécialisation lin fibre et Blé tendre d'hiver	127.01	5
Exploitation recombinante Occasionnelle Spécialisation lin fibre	123.99	3
Exploitation recombinante Occasionnelle Spécialisation Blé tendre d'hiver	279.42	5
Exploitation recombinante Occasionnelle Spécialisation Pomme de terre	595.63	3
Exploitation recombinante Occasionnelle Spécialisation Colza	132.95	2
Exploitation recombinante Occasionnelle Spécialisation Maïs ensilage	29.15	2
Exploitation non recombinante Spécialisation Blé tendre d'hiver	2376.08	27
Exploitation non recombinante Spécialisation Colza	401.31	8
Exploitation non recombinante Spécialisation Lin + Blé tendre d'hiver	745.27	7
Exploitation non recombinante Spécialisation Maïs ensilage	519.12	13
Exploitation non recombinante Spécialisation	341.09	5

**Correspond à l'ensemble des parcellaires complets des exploitations*

3.2. Performances environnementales des échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur l'AAC de Limésy

La Figure 24 ci-dessous présente les valeurs des IFT des différentes exploitations, regroupées selon leur spécialisation et selon le recours ou non aux échanges temporaires de parcelles.

Ces valeurs tendent à montrer que sur l'AAC de Limésy, les échanges occasionnels de parcelles contribuent globalement à réduire les valeurs d'IFT pour une certaine catégorie d'exploitations concernées ; avec des variations plus ou moins importantes selon la spécialisation. C'est le cas de l'IFT herbicide (Figure 24a) qui tend à diminuer pour les exploitations recombinantes occasionnelles spécialisées en blé tendre ($p<0.05$). De même, les IFT fongicides (Figure 24b) et insecticides (Figure 24c) des exploitations recombinantes occasionnelles spécialisées à la fois en lin et blé tendre baissent significativement par rapport au non recombinantes (respectivement pvalue < 0.01 et pvalue <0.001). Le faible niveau de l'IFT herbicide des recombinantes occasionnelles spécialisés en blé tendre par rapport aux non recombinantes peut être associée à l'insertion du lin dans les successions culturales par le jeu des échanges temporaires de parcelles. Pour ces exploitations, la présence de lin dans les successions contribuerait à briser le cycle de vie des adventices annuels et à réduire le nombre d'applications d'herbicides nécessaires au désherbage du blé (Beckie and Harker 2017 ; Benaragama et al. 2022) grâce à l'alternance de cultures d'hiver et de printemps dans les successions permise par le lin. Pour les exploitations spécialisées à la fois en lin et en blé tendre, l'introduction du maïs ensilage dans les successions culturales serait à l'origine de la baisse des IFT insecticide et fongicide étant donné que la production de maïs demande très peu d'apports en insecticides et fongicides.

Pour les exploitations spécialisées en colza et en maïs, les échanges de parcelles ne sont pas systématiquement vertueux sur le plan phytosanitaire. En effet, on observe une tendance à la hausse des valeurs des IFT en dépit de la non significativité des différences entre les valeurs (pvalue>0.05).

Figure 24 a: Comparaison des IFT Herbicide entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon l'intensité des échanges de parcelles.

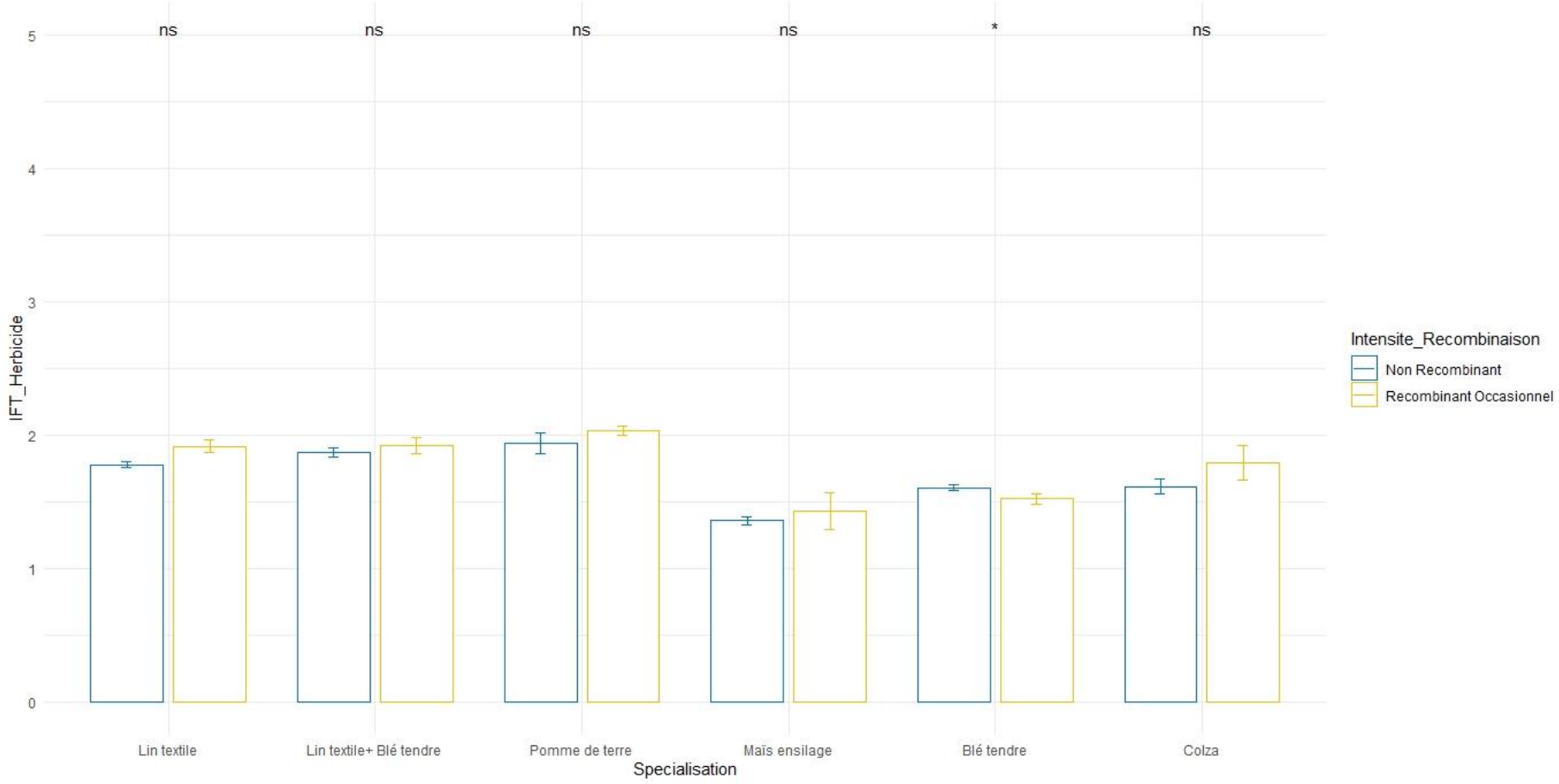


Figure 24 b : Comparaison des IFT Fongicide entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon l'intensité des échanges de parcelles.

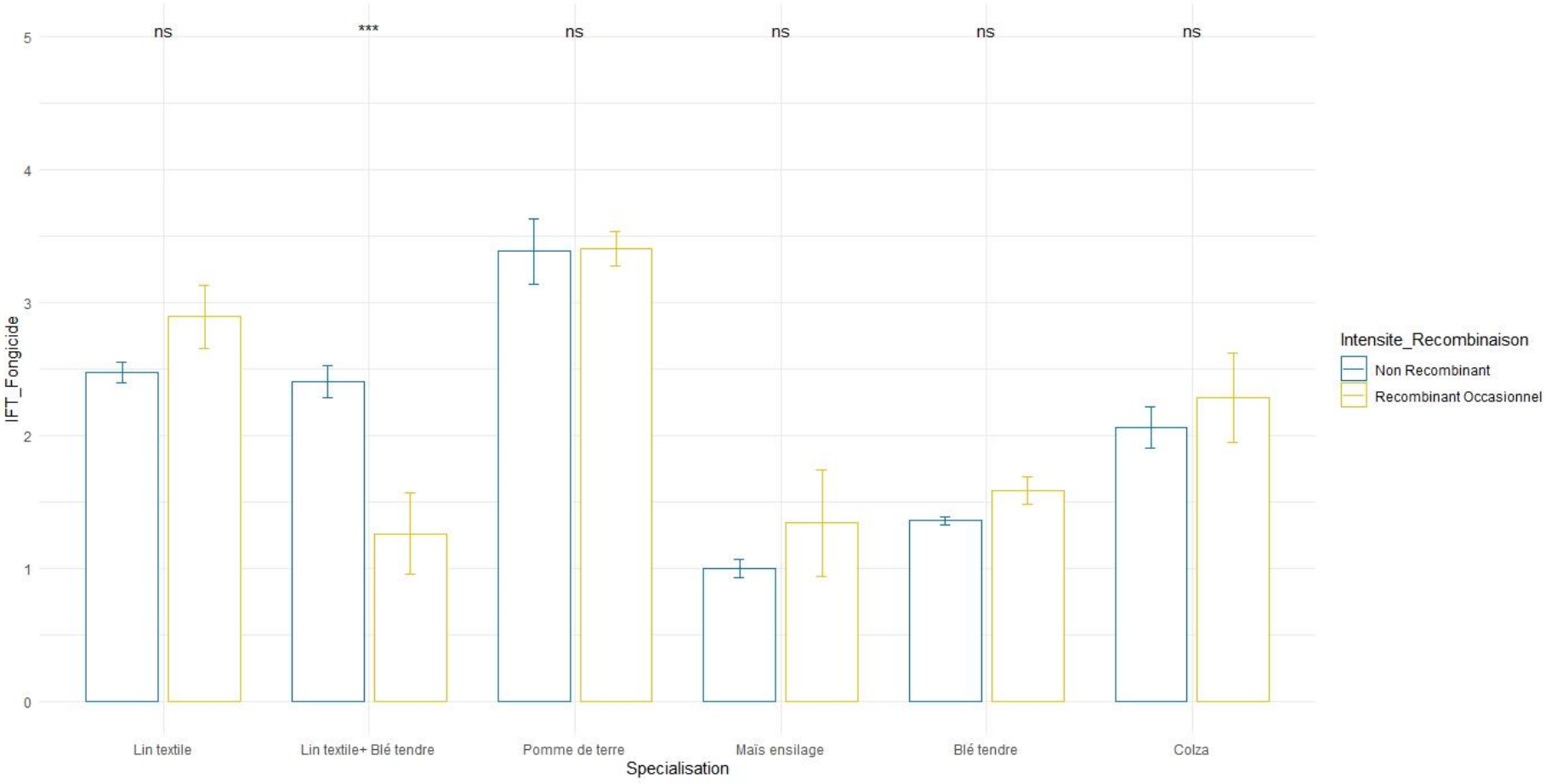


Figure 24 c : Comparaison des IFT Insecticide entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon l'intensité des échanges de parcelles.

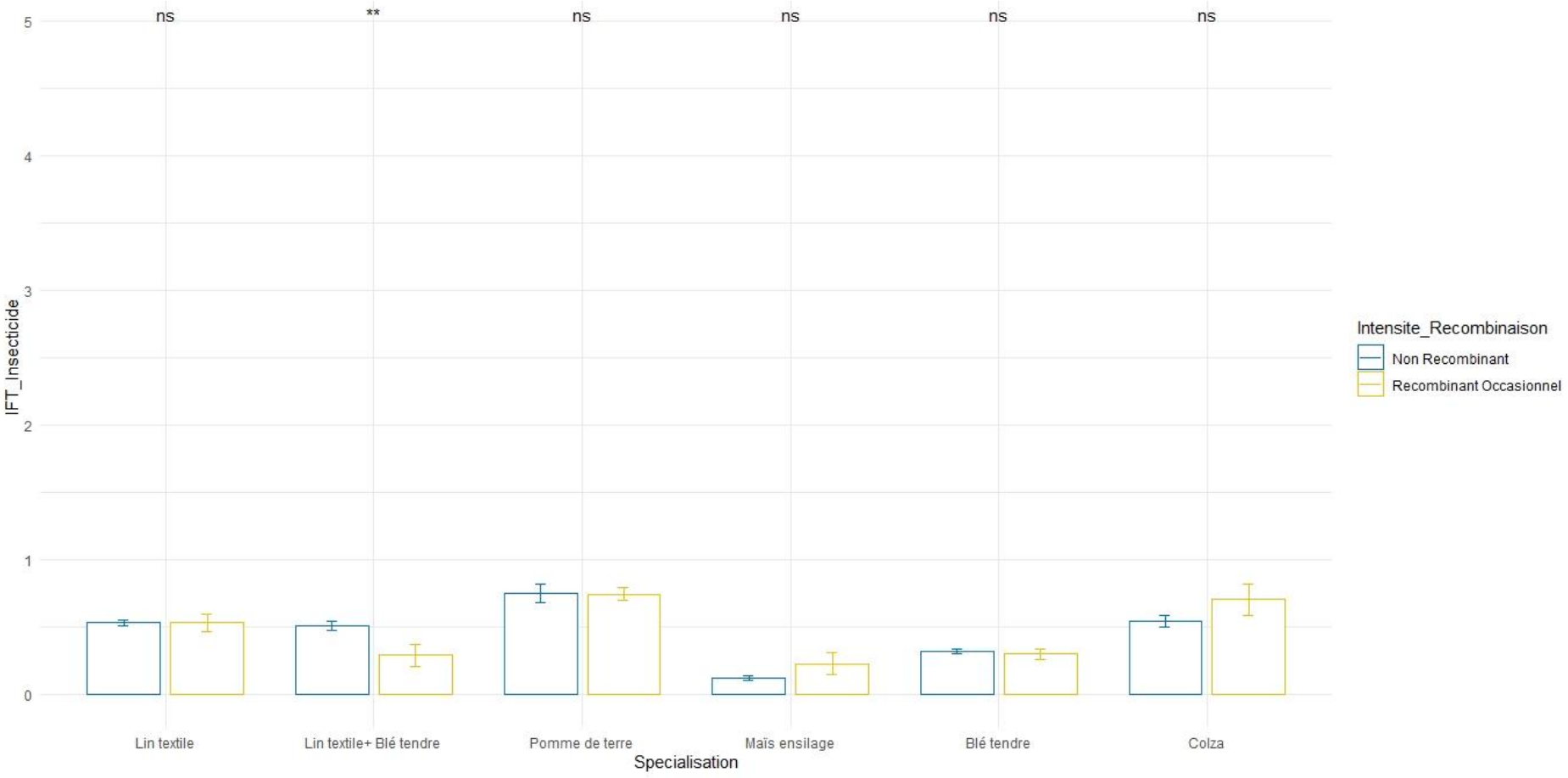


*Figure 24: Comparaison de l'utilisation des pesticides entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon le recours aux échanges de parcelles. ns = non-significatif ; * = p-value ≤ 0.05, ** = p-value ≤ 0.01, *** = p-value ≤ 0.001*

3.3. Performances économiques des échanges temporaires de parcelles sur l'AAC de Limésy

La figure 25 ci-dessous présente les résultats de l'analyse économique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations en termes de production brute standard (en euro/ha) sur l'AAC du Limésy. Il se dégage que les échanges occasionnels de parcelles sur le territoire de l'AAC de Limésy ne se traduisent pas par un gain économique des exploitations concernées. Les différences de moyennes de PBS/ha entre les non recombinants et les recombinants occasionnels ne se sont pas significatives ($p>0.05$) quel que soit la spécialisation. Ce qui peut laisser présager que sur ce territoire, les échanges temporaires de parcelles ont principalement un rôle agronomique voire environnemental.

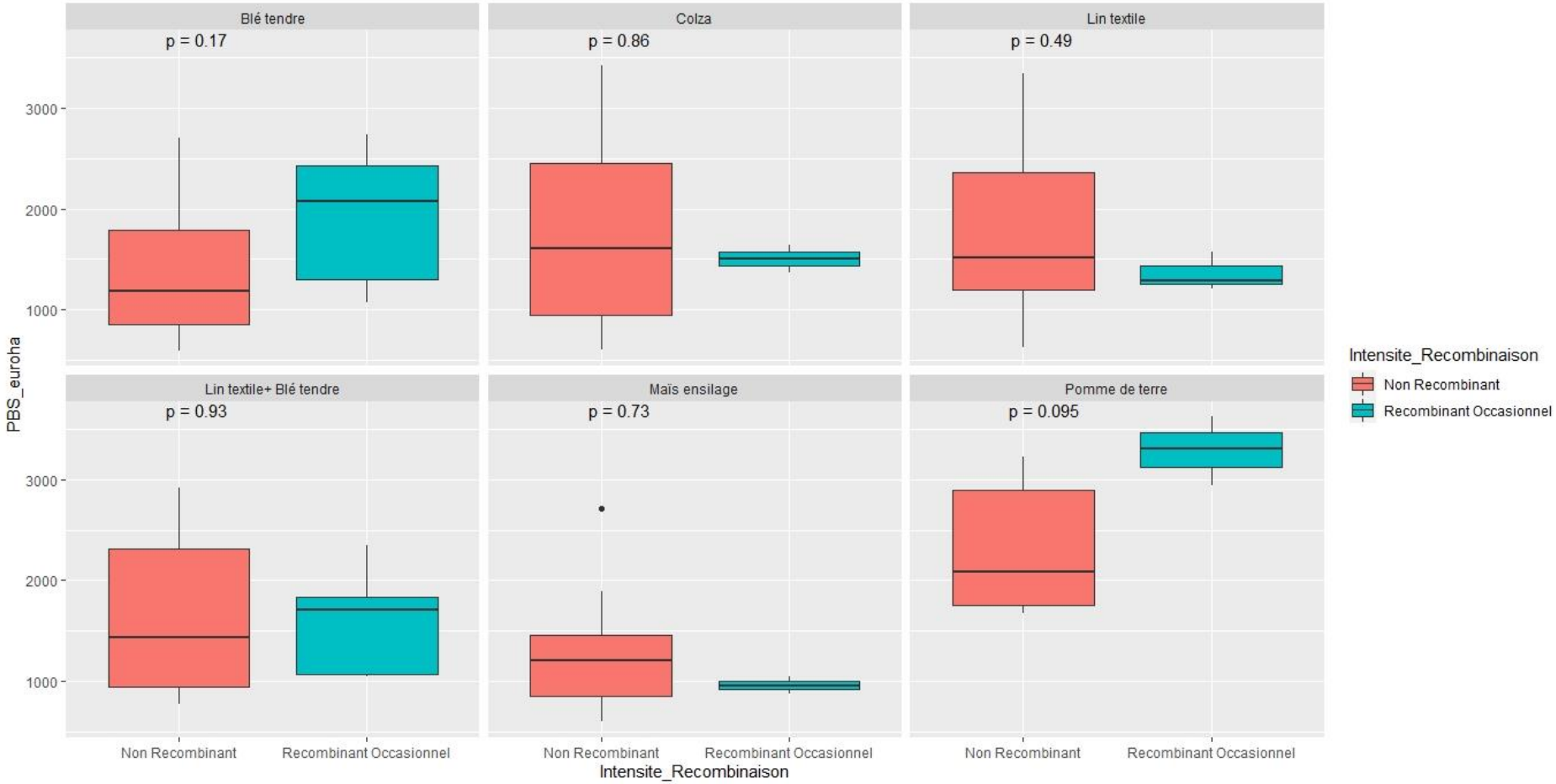


Figure 25: Comparaison des productions brutes standards de différents profils d'exploitations caractérisés selon le recours aux échanges de parcelles et selon la spécialisation. La PBS calculée représente la moyenne des PBS à l'hectare des exploitations

4. Conclusion : Enseignements tirés du cas d'étude de l'AAC de Limésy pour la mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action environnemental

L'étude de cas de l'AAC de Limésy permet de tirer quelques enseignements quant à l'impact environnemental des échanges temporaires de parcelles. Un premier enseignement est la relation forte entre l'expression environnementale des échanges temporaires de parcelles et la nature agricole du territoire concerné. Cette relation se manifeste sur le territoire de l'AAC de Limésy. Dans cette AAC en effet, les échanges de parcelles contribuent à contenir voire réduire la pression phytosanitaire de l'activité agricole de la grande majorité des exploitations. Ce résultat serait subordonné à la tradition des échanges temporaires de parcelles sur ce territoire qui est orientée principalement vers la culture du lin. D'un point de vue économique, il n'y a ni gain ni perte économiques des exploitations qui ont recours aux échanges temporaires et occasionnels de parcelles.

Les différences de performances environnementales des échanges de parcelles observées sur l'AAC de Limésy et l'AAC d'Escrebieux (chapitre 5) contribuent à enrichir les réflexions sur la possibilité de mobilisation des échanges temporaires de parcelles comme levier d'action de réduction de l'usage des pesticides. Elles suggérèrent de prendre en compte les caractéristiques agricoles du territoire notamment la diversité des orientations de production des exploitations lorsqu'on évalue la valeur environnementale des échanges temporaires de parcelles. Ainsi, pour que les échanges temporaires de parcelles puissent être mobilisés à des fins environnementales, les gestionnaires d'AAC doivent prendre en compte cette diversité sur leur territoire.

DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION DE LA THESE

Dans cette dernière partie conclusive, je reviens sur le déroulé de la thèse et ses principaux apports. Je montre en quoi les choix méthodologiques et conceptuels (section 2) ont permis de répondre à ma problématique de départ : les échanges temporaires de parcelles peuvent-ils permettre de réduire la pollution phytosanitaire dont l'origine est attribuée principalement à l'agriculture? Je discute aussi des limites de mon travail (section 3) et des perspectives de recherche possibles (section 4).

1. Retour sur le déroulé de la thèse et les principaux résultats

Dans ce travail de thèse, j'ai cherché à montrer qu'il est possible d'améliorer la situation environnementale au sein des Aires d'Alimentation de Captage (AAC) en mobilisant les échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs. Je me suis appuyé sur l'hypothèse suivante : sur des territoires où des exploitations spécialisées sont saturées au niveau de la contrainte agronomique de localisation de certaines cultures, l'organisation des échanges de parcelles permet d'atténuer cette contrainte. Ainsi, on en attend une plus grande diversification dans les successions de cultures portées par les parcelles objet de ces échanges. L'AAC d'Escrebieux a servi de zone d'étude.

Pour traiter de la possibilité de mobiliser les échanges temporaires de parcelles entre exploitations pour une finalité environnementale, j'ai construit un dispositif de recherche hybride qui s'adosse sur la démarche méthodologique appliquée en agronomie des territoires (Papy 2001; Lardon et al. 2012) et en sociologie (Melot et al. 2018). L'agronomie des territoires m'a aidé à comprendre les motivations agricoles des échanges temporaires de parcelles entre exploitants et estimer leurs effets sur les pressions phytosanitaires. La sociologie du droit m'a permis de cerner les freins et leviers à la mobilisation des outils fonciers comme levier d'action environnementale et

les marges de manœuvres des animateurs territoriaux en charge de la protection de la ressource.

Tout d'abord, j'ai exploré la littérature internationale dans le but de positionner les échanges temporaires de parcelles entre exploitations dans un contexte plus global (chapitre 1). La question était de savoir si, au niveau de la littérature internationale, les pratiques foncières des agriculteurs dont font partie les échanges temporaires de parcelles sont traitées dans une perspective environnementale. J'ai constaté la faible prise en compte des aspects environnementaux des pratiques foncières en général et des échanges temporaires de parcelles entre exploitations en particulier dans la littérature scientifique. Les articles consultés évoquent toutefois une diversité de pratiques foncières agricoles qui peuvent être regroupées en différentes catégories selon qu'elles sont basées sur des stratégies ascendantes, issues d'initiatives d'agriculteurs locaux (exemple : acquisition de droits d'usage foncier pour améliorer la structure foncière de l'exploitation) ou sur des stratégies descendantes émanant d'organismes publics ou d'organisations privées (exemple : politiques publiques ayant un impact sur les droits d'usage des terres par le biais de la réglementation).

A la suite du travail bibliographique, j'ai effectué une double enquête en ligne et par entretien auprès des gestionnaires d'AAC pour connaître, d'une part, les freins et leviers du recours aux outils fonciers dans les AAC ; et, d'autre part, la place actuelle et potentielle des échanges fonciers dans la gestion des AAC (chapitre 2). Ces enquêtes ont été couplées à une analyse de règles de droit régissant le recours au foncier dans la gestion des AAC.

Le travail d'enquête auprès des gestionnaires, couplé à la documentation juridique en la matière, a permis de cerner la place actuelle de l'outil foncier par rapport aux autres leviers agronomiques mobilisés pour la protection de la ressource. L'analyse des outils fonciers au niveau des aires d'alimentation a en effet permis de connaitre le cadre réglementaire qui définit le périmètre d'action des gestionnaires et leur champs de compétence. En effet, dans les AAC, plusieurs dispositifs fonciers sont mobilisés, dont

les échanges permanents de parcelles et les acquisitions publiques. Aucune disposition ne permet cependant d'organiser les échanges temporaires de parcelles entre exploitations, même si leur existence est connue de certains gestionnaires. Enfin, l'enquête a aussi aidé à identifier les territoires où les gestionnaires enquêtés identifient un potentiel pour la mise en œuvre de pratiques d'échanges.

J'ai ensuite mené des analyses sur des sites identifiés par l'enquête auprès des gestionnaires et les données du RPG comme étant susceptibles d'être concernés par des pratiques d'échange temporaire (chapitre 3). Les données du RPG mobilisées pour identifier les exploitations concernées par des échanges de parcelles à l'année ont été analysées sur la période de 2015 à 2019, correspondant aux données disponibles au moment de ce travail.

Le traitement des données du RPG sur le site de l'AAC d'Escrebieux a permis d'observer, au niveau du parcellaire, des exploitations en reconfiguration ((Barbottin et al. 2018) avec pour certaines des parcelles dites « boomerang » (Martin et al. 2018) (parcelles qui sortent du parcellaire une année donnée et reviennent une ou plusieurs années après). En suivant les mouvements de parcelles entre deux exploitations, j'ai constaté qu'il existait différentes formes d'échanges de parcelles à savoir : i) le transfert simultané de parcelles entre deux exploitations (échange bilatéral) ; ii) le transfert à sens unique de parcelles d'une exploitation vers une autre (échange unilatéral) ; iii) le transfert réciproque de parcelles entre deux exploitations, mais différé (une exploitation transfère une parcelle à une autre une année donnée et reçoit en retour la parcelle de sa partenaire l'année d'après).

J'ai également repéré des situations où une même exploitation échange avec plusieurs autres exploitations à des fréquences variées. Dans ce cas de figure, les exploitations partenaires des échanges peuvent elles aussi échanger avec d'autres. Le pool d'exploitations en situation d'échange de parcelles constitue un « cluster d'échange» (Martin et al. 2018). A l'issue de l'analyse des données du RPG, j'ai réussi à identifier sur l'AAC d'Escrebieux les cultures faisant l'objet d'échanges temporaires. Sur ce territoire,

les échanges sont avant tout dictés par le besoin en surface pour la production de pommes de terre (Voir chapitre 4).

Pour approfondir ma compréhension des motivations agronomiques et sociales des échanges temporaires, j'ai effectué des enquêtes auprès des agriculteurs de l'AAC d'Escrebieux identifiés comme concernés par les échanges de parcelles (chapitre 4). Un effectif de 16 exploitations a été enquêté. L'enquête a permis de connaître les motivations des agriculteurs qui ont recours aux échanges. Les motivations identifiées sont agronomiques (impossibilité de respecter le délai de retour, mauvaises conditions de récolte de la culture précédente, recherche d'une tête de rotation, diversification de la succession de culture, etc.) ; économiques (rentabilisation des investissements consentis en équipements) et sociales (échanges de parcelles pour satisfaire un voisin ou un ami appartenant à son réseau professionnel, échanges de services).

Nous avons également constaté comme Mathieu et Joannon (2005) que les échanges temporaires de parcelles entre exploitations répondent à des logiques de réseaux sociaux localisés. Ils intègrent des relations de coopération professionnelles entre exploitations et ne se limitent pas au seul foncier. Les agriculteurs qui échangent des parcelles appartiennent généralement à des cercles d'amis ou de réseaux de fréquentation où la confiance s'est construite au fil du temps. Les liens sociaux qui s'établissent permettent de resituer les échanges dans un champ de relation beaucoup plus large.

En effet, la relation de confiance qui se construit ainsi s'étend au-delà de la période de l'échange et permet dans certaines circonstances de positionner l'un des partenaires dans une situation d'acteur privilégié lorsqu'une perspective de reprise de l'exploitation se profile. Cette construction pérenne du lien social entre les agriculteurs met également en évidence les liens entre les stratégies de maitrise foncière et le recours aux échanges de parcelles. L'échange temporaire de parcelle est aussi un moyen de sécuriser le foncier en saisissant les opportunités de reprise à l'approche d'une

cessation d'activités. L'échange temporaire de parcelle s'inscrit là dans une stratégie de long terme d'agrandissement de l'exploitation.

A la suite de ce travail d'enquête sur les motivations plurielles des échanges, j'ai entrepris une évaluation de l'impact environnemental et économique des échanges temporaires sur le terrain d'étude (chapitre 5). L'objectif de cette évaluation était de mettre en évidence les différences en termes de pression phytosanitaire entre une exploitation « recombinante » et une exploitation « non recombinante ».

Pour ce faire, j'ai construit une démarche d'évaluation innovante menée sur quatre étapes :

- i) la caractérisation des exploitations selon leur spécialisation : cette classification s'est faite selon la méthode de l'indice de flexibilité des cultures qui permet de déterminer la spécialisation d'une exploitation à partir de la culture prioritaire de cette exploitation (Maxime et al.1995) ;
- ii) la distinction entre exploitations en fonction du critère de pratique des échanges temporaires de parcelles : on distingue ainsi d'un côté les exploitations recombinantes et les exploitations non recombinantes de l'autre ;
- iii) la caractérisation des exploitations recombinantes selon l'intensité des échanges temporaires de parcelles. J'ai ainsi pu distinguer entre exploitations recombinantes occasionnelles, récurrentes, ou encore systémiques ;
- et enfin iv) le calcul des indicateurs de fréquences de traitement (IFT) des successions culturales dans les différentes exploitations. Ces indicateurs ont été agrégés à l'échelle de la culture spécialisée au sein de l'exploitation.

Il ressort de cette évaluation un impact contrasté des échanges temporaires sur l'environnement et sur les performances économiques des exploitations. Les exploitations recombinantes occasionnelles, spécialisées en blé tendre, sont les grands gagnants des échanges temporaires de parcelles avec une réduction significative du bilan de l'utilisation de produits phytosanitaires et un gain des performances économiques. Les échanges temporaires de parcelles permettent aux exploitations

recombinantes récurrentes et systémiques spécialisées en pomme de terre d'améliorer leurs performances économiques sans nécessairement réduire la fréquence des traitements. Nos calculs identifient les exploitations spécialisées en betterave comme les grands perdantes des échanges : elles ne gagnent ni sur le plan environnemental, ni sur le plan économique.

Au regard des performances environnementales contrastées des échanges temporaires de parcelles sur l'AAC d'Escrebieux, j'ai posé l'hypothèse de l'effet du contexte agricole local, étant donné la prégnance sur ce territoire de la pomme de terre (une production a fort impact environnemental du fait d'un recours important aux intrants phytosanitaires).

Afin de valider cette hypothèse et engager la réflexion sur les perspectives de mobilisation des échanges temporaires de parcelles à des fins environnementales, j'ai entrepris d'évaluer les performances environnementales des échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur un autre site, présentant des caractéristiques différentes qui sur le plan agricole serait différent de l'AAC d'Escrebiex. Le site de l'AAC de Limésy dans le département de Seine-Maritime s'est avéré être un bon cas d'étude intéressant. Sur cette AAC, les échanges temporaires de parcelles sont portés par la culture du lin textile, considérée comme étant à faible niveau d'intrant en comparaison de la culture de la pomme de terre. L'évaluation environnementale et économique des échanges temporaires de parcelles sur cette AAC a mis en évidence la relation forte entre l'impact environnemental des échanges temporaires de parcelles et la nature agricole du territoire concerné. En effet, contrairement aux résultats obtenus sur l'aire d'Escrebieux, au niveau de l'aire de Limésy, les échanges de parcelles contribuent à contenir voire réduire la pression phytosanitaire de la grande majorité des exploitations. Le cas d'étude de Limésy a ainsi permis de mieux documenter l'intérêt environnemental des échanges temporaires de parcelles entre exploitation et la nécessité de prendre en compte les caractéristiques agricoles du territoire dans la perspective d'un recours aux échanges comme levier d'action environnementale .

2. Apports de la thèse

Je présente dans cette section les principaux apports de la thèse pour la communauté scientifique et pour l'action.

2.1. Apports pour la communauté scientifique

La contribution de cette thèse à la science est principalement d'ordre méthodologique et conceptuel.

2.1.1. Apports méthodologiques

2.1.1.2. Articulation des données d'enquêtes et des bases de données pour identifier les échanges temporaires de parcelles et connaitre leurs motivations

La démarche méthodologique adoptée dans cette thèse s'est inspirée des démarches des agronomes des territoires et des sociologues. Elle a reposé sur la combinaison de l'analyse des bases de données notamment les données du RPG et des enquêtes en exploitation.

Les données du RPG ont permis de recueillir des informations sur un large échantillon d'agriculteurs. Je suis arrivé à caractériser toutes les exploitations du territoire de l'AAC d'Escrebieux au regard de leurs pratiques des échanges. Les enquêtes en lignes et de terrain ont permis de comprendre plus finement les mécanismes des échanges et les motivations qui sont difficilement observables sur la base des seules données statistiques. L'association des deux démarches permet ainsi de confronter différentes sources d'informations.

Par ailleurs, la combinaison des bases de données et des enquêtes permet également d'articuler plusieurs échelles spatiales d'analyse : la parcelle, l'exploitation agricole et le territoire. C'est à l''échelle de la parcelle que sont observées les successions culturales des exploitations et particulièrement des exploitations recombinantes. Les cultures les

plus concernées par les échanges sont également observées à l'échelle parcellaire. L'échelle de l'exploitation est celle où sont identifiées les motivations des échanges et les marges de manœuvre des agriculteurs. L'échelle du territoire est celle à laquelle sont appréciées de manière plus générale les conditions favorables aux échanges, l'exercice mené étant de caractériser un territoire « type » favorable au développement des échanges. C'est aussi à cette échelle que nous avons observé les interactions que peuvent avoir certaines exploitations avec d'autres du fait de la mise en œuvre de leur système technique.

2.1.1.3. Méthode de classement de la spécialisation de l'exploitation selon l'indice de flexibilité des cultures (IFC)

La classification de la spécialisation des exploitations selon l'indice de flexibilité des cultures (IFC) s'appuie sur la hiérarchisation des cultures au niveau de l'assolement de chaque exploitation. L'IFC est un indicateur qui traduit la contrainte de localisation d'une culture dans l'assolement (Maxime et al 1995). Il est calculé pour chaque culture d'une exploitation et permet de déterminer la culture prioritaire d'une exploitation (Schaller 2011). Les facteurs de variation de l'IFC d'une culture sont la zone de culture (correspond à une partie de la zone cultivable sur laquelle sera effectivement implantée la culture au cours des successions dont elle fait partie) et la zone cultivable (correspond à l'ensemble des parcelles susceptibles de recevoir une espèce végétale considérée) au niveau de l'exploitation.

La méthode de classement de la spécialisation des exploitations selon l'IFC s'ajoute donc à la méthode classique selon l'OTEX.

2.1.1.4. Méthode d'évaluation des échanges temporaires de parcelles

Une des originalités de la thèse a été de développer une méthode d'évaluation environnementale des échanges temporaires de parcelles. Cette évaluation consiste sur un territoire donné à : i) caractériser les exploitations selon leur spécialisation ; ii) distinguer les exploitations recombinantes et non recombinantes ; iii) caractériser les exploitations recombinantes selon l'intensité des échanges temporaires de parcelles;

et enfin iv) calculer les indicateurs de fréquences de traitement des successions culturales des différentes exploitations ; puis leur agrégation à l'échelle de la spécialisation de l'exploitation.

La démarche d'évaluation a été éprouvée sur les AAC d'Escrebieux et de Limésy, et a montré son efficacité. Elle semble donc suffisamment générique et flexible pour être appliquée sur d'autres terrains. Il est toutefois nécessaire de signaler que le travail a été conduit avec des valeurs d'IFT régionales n'intégrant pas la réalité des pratiques et notamment l'éventuelle prise en compte des effets précédents par les agriculteurs (les blés après pomme de terre ne sont généralement ni labourés ni désherbés) ; ce qui constituerait un biais.

2.1.2. Apports conceptuels

De nombreuses notions ont été précisées dans cette thèse pour aborder l'étude des échanges temporaires de parcelles entre exploitations. On peut citer entre autres:

i) la notion de « pratiques foncières agricoles » qui désignent les actions sur le foncier qui vont se traduire par des changements en termes de droit d'usage ou de propriété sur le foncier.

ii) La notion de « exploitation principale » qui désigne l'exploitation à laquelle est rattachée une parcelle boomerang est nommée

iii) La notion « d'exploitation recombinante » qui désigne une exploitation qui effectue les échanges temporaires de parcelles

2.2. Apport pour l'action

Sur un plan plus opérationnel, les connaissances produites dans cette thèse me semblent prometteuses pour aider les gestionnaires d'AAC à conduire les actions de protection de la ressource sur leur territoire. La démarche d'identification des échanges temporaires de parcelles d'un territoire, développée dans cette thèse, peut aider les gestionnaires d'aires de captage à cerner les dynamiques foncières sur leur territoire et

anticiper les organisations spatio-temporelles des systèmes de culture qui en découleront. Il s'agit ainsi de mieux planifier la mise en œuvre des pratiques agricoles compatibles avec la protection de la ressource en eau.

Du fait de la relation fonctionnelle entre configuration du parcellaire d'une exploitation et les faits techniques de l'exploitant (Morlon and Benoit 1990), la connaissance de la dynamique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations sur le temps court peut permettre de mieux comprendre la pression agricole sur les ressources. Cette connaissance permet d'engager ainsi une discussion plus approfondie avec les agriculteurs (dont les objectifs sont parfois contradictoires) concernant les compromis entre les impacts économiques et environnementaux de ces échanges. La connaissance des dynamiques des échanges parcellaires représente de ce point de vue une étape important.

Un autre apport est la possibilité de pouvoir évaluer l'impact environnemental et économique des échanges temporaires de parcelles entre exploitations. Celle-ci peut être intégrée dans une méthode d'interaction sociale avec les agriculteurs et faciliter la discussion lors de la mise en œuvre des plans d'action au niveau des AAC.

3. Limites de la thèse

Les approches développées pour aborder la problématique de la thèse, bien qu'originales, présentent quelques limites que je présente dans cette section.

3.1. Liées aux données mobilisées

Les données RPG mobilisées dans cette étude, malgré ses nombreux avantages, ont certaines limites qui ont réduit le champ d'exploration. La principale limite à soulever est l'absence de variables décrivant les systèmes de culture. En effet, les données du RPG n'offrent pas d'informations sur les pratiques culturales. Or, celles-ci ont un impact environnemental avéré, notamment au niveau de la qualité de l'eau. Du fait de cette limite, j'ai été contraint lors de l'évaluation des systèmes de culture des exploitations à

me limiter uniquement aux successions de cultures. L'utilisation des IFT provenant des données de l'AGRESTE avait aussi pour objectif de pallier cette limite. Cependant, le fait que les valeurs d'IFT soient des moyennes à l'échelle régionale et pas celle du terrain limite leur pertinence pour renseigner les pratiques des agriculteurs.

3.2. Liées au contexte de déroulement de la thèse

Cette thèse s'est déroulée dans un contexte très particulier marqué par la pandémie du COVID durant laquelle les déplacements étaient fortement restreints. Les restrictions de déplacement pendant la période de confinement ont impacté la conduite des enquêtes en exploitation.

4. Perspectives de ce travail : vers la modélisation des échanges temporaires de parcelles ?

Cette étude a fourni des méthodes génériques pour comprendre les dimensions sociotechniques des échanges temporaires de parcelles entre exploitations dans un territoire donné. Elle a également mis en évidence les performances agronomiques (ex : diversité des successions, allongement des périodes de retour) et environnementales (pressions phytosanitaires) qui résultent des échanges de parcelles et qui sont identifiées comme étant des leviers d'action environnementale (Bockstaller and Girardin 2002; B. Leteinturier et al. 2006b; Colbach et al. 2010).

Toutefois, pour accompagner les gestionnaires dans la mobilisation des échanges temporaires de parcelles, il parait pertinent de réfléchir à une approche 1°qui permette de concevoir de nouvelles distributions spatiales des systèmes de culture (assolements et successions) ; 2° qui soit compatible avec la préservation de la ressource (réduction des pollutions nitrates et phytosanitaires) 3° et qui s'appuie sur les échanges parcellaires temporaires de parcelles. La modélisation semble être la meilleure approche pour simuler les conditions dans lesquelles les échanges de parcelles peuvent conduire à des gains environnementaux (Bakker et al. 2015).

Le développement de modèles peut aider à améliorer notre compréhension des déterminants des échanges temporaires de parcelles, afin de concevoir des organisations spatiales des systèmes de culture limitant les pollutions agricoles (Le Ber et al. 2006; Wochele et al. 2014). La modélisation peut également aider à simuler des scénarios. En effet, des modèles tels que LandSFACTS (développé par Castellazzi et al. 2010) permettent aujourd'hui de générer des allocations de cultures à l'échelle du paysage à travers différents scénarios spatio-temporels d'arrangement des cultures. Une perspective ouverte par ce travail serait de développer un modèle capable de produire différents types d'indicateurs (ex. rotation des cultures, succession) et de simuler des évolutions d'assolements compatibles avec la protection de l'environnement (Leteinturier et al. 2006b). Le modèle en question devrait aussi être à mesure de simuler l'introduction d'une culture bas-intrant sur un territoire et évaluer l'impact environnemental de cette introduction. Des travaux futurs pourraient permettre de formaliser ce modèle en vue de concevoir un outil d'aide aux gestionnaires d'AAC pour le développement d'échanges temporaires à visée environnementale.

GLOSSAIRE

Agronomie des territoires : étude des liens entre les systèmes de production agricole, leur environnement et les ressources que fournit cet environnement, à l'échelle des territoires agricoles.

Assolement : proportions des différentes cultures produites par l'exploitation une année donnée et allocation de chacune de ces cultures aux différentes parcelles de l'exploitation.

Dispersion : descripteur des relations spatiales entre parcelles d'une exploitation ; degré d'éloignement des parcelles entre elles ou au siège d'exploitation.

Itinéraire technique : ensemble de pratiques culturales ordonnées dans le temps (e.g. préparation du terrain, semis, désherbage, protection des cultures, fertilisation, récolte), appliquées à une culture.

Morcellement : descripteur de la géométrie d'un parcellaire d'exploitation ; degré de fractionnement de la surface agricole d'une exploitation en un certain nombre de parcelles qui seront donc de taille plus ou moins importante.

Parcellaire d'exploitation : ensemble des parcelles gérées par un agriculteur ou un groupement d'agriculteurs, cet espace se limitant aux parcelles cultivées ou cultivables (comme les jachères) mais ne prenant pas en compte les autres éléments de paysage ayant un rôle dans la gestion de l'exploitation et des ressources naturelles (haies, chemins…).

Registre parcellaire graphique (RPG) : déclinaison française du système d'information géographique européen utilisé pour la gestion des aides européennes à la surface ; informations spatialisées sur l'occupation du sol et les limites des parcellaires d'exploitation à l'échelle nationale.

Rotation de cultures : succession de cultures fixe qui revient de façon cyclique sur une parcelle.

Succession de cultures : arrangement temporel des cultures sur une parcelle.

Système de culture : ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique, soit (i) la nature des cultures et leur ordre de succession, (ii) les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures.

Territoire agricole : espace, de l'ordre de plusieurs centaines à quelques milliers d'hectares, constitué d'un ensemble continu de parcelles appartenant à plusieurs exploitations, structuré par les activités humaines et support des processus biogéochimiques et écologiques.

Territoire d'exploitation : parcellaire d'exploitation auquel s'ajoutent les autres éléments de paysage ayant un rôle dans la gestion de l'exploitation et des ressources naturelles (haies, chemins…).

Culture= ensemble des plantes interagissant les unes avec les autres par des modifications locales de leur milieu.

Système de culture= suite logique et ordonnée de cultures successives avec comme objectif le rendement de chacune d'elles et le maintien des capacités productives de la parcelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Akram, Nida, Muhammad Waqar Akram, Hongshu Wang, and Ayesha Mehmood. 2019. 'Does Land Tenure Systems Affect Sustainable Agricultural Development?' *Sustainability* 11 (14): 3925. https://doi.org/10.3390/su11143925.

Alavoine-Mornas, Françoise, and Sabine Girard. 2016. 'Foncier agricole et enjeux environnementaux : de nouvelles tensions au niveau des exploitations agricoles pour la mise en œuvre de la Trame Verte'. *Sciences Eaux Territoires* Numéro 19 (2): 46–49. https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2016-2-page-46.htm.

Amblard, Laurence. 2019. 'Collective Action for Water Quality Management in Agriculture: The Case of Drinking Water Source Protection in France'. *Global Environmental Change* 58 (September): 101970. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101970.

Amblard, Laurence, and Jean-Philippe Colin. 2009. 'Reverse Tenancy in Romania: Actors' Rationales and Equity Outcomes'. *Land Use Policy* 26 (3): 828–36. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.10.008.

Ansart, F., and S. Gaudré. 2009. 'Le Diagnostic Multipression de La Vallée de l'Escrebieux-L'action Conjointe de Quatre Collectivités Pour Reconquérir de La Qualité de l'eau'. *Techniques Sciences Méthodes*, no. 12: 101–6.

Anzalone, Guilhem, and François Purseigle. 2014. 'Délégation d'activités et Sous-Traitance : Au Service de La Transmission de l'exploitation Ou d'un Patrimoine ?' In *L'agriculture En Famille : Travailler, Réinventer, Transmettre*, edited by Gasselin Pierre, Choisis Jean-Philippe, Petit Sandrine, Purseigle François, and Zasser Sylvie. EDP Science. https://doi.org/10.1051/978-2-7598-1192-2.c018.

Archer, J. 1994. 'Policies to Reduce Nitrogen Loss to Water from Agriculture in the United-Kingdom'. *Marine Pollution Bulletin* 29 (6–12): 444–49. https://doi.org/10.1016/0025-326X(94)90669-6.

Asiama, K.O., R.M. Bennett, J.A. Zevenbergen, and A. Da Silva Mano. 2019. 'Responsible Consolidation of Customary Lands: A Framework for Land Reallocation'. *Land Use Policy* 83: 412–23. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.006.

Aubry, Christine, Anne Biarnes, Francoise Maxime, and François Papy. 1998. *Modélisation de l'organisation Technique de La Production Dans l'entreprise Agricole: La Constitution de Systèmes de Culture Du Bassin Parisien*. INRA.

Bakker, Martha M., Shah Jamal Alam, Jerry van Dijk, and Mark DA Rounsevell. 2015. 'Land-Use Change Arising from Rural Land Exchange: An Agent-Based Simulation Model'. *Landscape Ecology* 30 (2): 273–86.

Barataud, Fabienne, Christine Aubry, Alexander Wezel, and Patrick Mundler. 2014a. 'Management of Drinking Water Catchment Areas in Cooperation with Agriculture and the Specific Role of Organic Farming. Experiences from Germany and France'. *Land Use Policy* 36 (January): 585–94. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.010.

———. 2014b. 'Management of Drinking Water Catchment Areas in Cooperation with Agriculture and the Specific Role of Organic Farming. Experiences from Germany and France'. *Land Use Policy* 36 (January): 585–94. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.010.

Barataud, Fabienne, and Florence Hellec. 2015. 'L'outil foncier, une solution délicate pour protéger les captages d'eau potable'. *Economie rurale* n° 347 (3): 3–20. https://www.cairn.info/revue-economie-rurale-2015-3-page-3.htm.

Barbottin, Aude, Clemence Bouty, and Philippe Martin. 2018. 'Using the French LPIS Database to Highlight Farm Area Dynamics: The Case Study of the Niort Plain'. *Land Use Policy* 73 (April): 281–89. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.012.

Baudry, Jacques, Françoise Burel, Claudine Thenail, and Didier Le Cœur. 2000. 'A Holistic Landscape Ecological Study of the Interactions between Farming Activities and Ecological Patterns in Brittany, France'. *Landscape and Urban Planning* 50 (1): 119–28. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00084-0.

Beckie, Hugh J., and K. Neil Harker. 2017. 'Our Top 10 Herbicide-Resistant Weed Management Practices'. *Pest Management Science* 73 (6): 1045–52.

Benaragama, Dilshan I., William E. May, Robert H. Gulden, and Christian J. Willenborg. 2022. 'Functionally diverse flax-based rotations improve wild oat (Avena fatua) and cleavers (Galium spurium) management'. *Weed Science* 70 (2): 220–34. https://doi.org/10.1017/wsc.2021.79.

BÉNÉZIT, Jean-Jacques, Denis DELCOUR, Pierre RATHOUIS, and Michel RAYMOND. 2014. 'Pour Une Meilleure Efficacité et Une Simplification Des Dispositions Relatives à La Protection Des Captages d'eau Potable'. *Rapport: IGAS*.

Benoît, M., G. Chicoisne, J. P. Deffontaines, Dominique Hervé, Sylvie Lardon, F. Le Ber, Christian Mullon, François Papy, Véronique Souchère, and Pascal Thinon. 1999. 'Coordonner Des Choix de Cultures Sous Contraintes Environnementales: Des Jeux de Rôles Aux Modèles Multi-Agents'.

Benoît, Marc, Jean-Pierre Deffontaines, Francis Gras, Élizabeth Bienaimé, and Régine Riela-Cosserat. 1997. 'Agriculture et Qualité de l'eau Une Approche Interdisciplinaire de La Pollution Par Les Nitrates d'un Bassin d'alimentation'. *Cahiers Agricultures* 6 (2): 97–105.

Benoît, Marc, Florence Le Ber, and Jean-François Mari. 2001. 'Recherche Des Successions de Cultures et de Leurs Évolutions: Analyse Par HMM Des Données Ter-Uti En Lorraine'. *Agreste Cahiers*, no. 31: 23–30.

Benoît, Marc, and François Papy. 2000. 'La Place de l'agronomie Dans La Problématique Environnementale'. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 2.

Benoît, Marc, Davide Rizzo, Elisa Marraccini, Anna Camilla Moonen, Mariassunta Galli, Sylvie Lardon, Hélène Rapey, Claudine Thenail, and Enrico Bonari. 2012. 'Landscape Agronomy: A New Field for Addressing Agricultural Landscape Dynamics'. *Landscape Ecology* 27 (10): 1385–94. https://doi.org/10.1007/s10980-012-9802-8.

Bertrand, N. 2013. *Terres Agricoles Périurbaines : Une Gouvernance Foncière En Construction*. Update Sciences & Technologies. Versailles: Editions Quae. https://www.dawsonera.com/abstract/9782759220151.

Bertrand, Nathalie, and Sylvie Duvillard. 2016. 'Intégration des enjeux environnementaux dans la gestion du foncier agricole : introduction'. *Sciences Eaux Territoires* Numéro 19 (2): 2–5. https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2016-2-page-2.htm.

Beyene, Atakilte, David Gibbon, and Mitiku Haile. 2006. 'Heterogeneity in Land Resources and Diversity in Farming Practices in Tigray, Ethiopia'. *Agricultural Systems*, Heterogeneity and Diversity in Less-Favoured Areas, 88 (1): 61–74. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.06.004.

Billen, Gilles, Josette Garnier, Marie Benoît, and Juliette Anglade. 2013. 'La Cascade de l'azote Dans Les Territoires de Grande Culture Du Nord de La France'. *Cahiers Agricultures* 22 (4): 272–81.

Binot, Aurélie, and Alain Karsenty. 2007. 'La question foncière, les ressources naturelles et l'environnement. Trois dimensions indissociables du développement dans le monde

contemporain'. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, no. Hors-série 4 (November). https://doi.org/10.4000/vertigo.301.

Bockstaller, Christian, and Philippe Girardin. 2002. 'Évaluer Les Systèmes de Culture à l'aide d'indicateurs Agri-Environnementaux: La Méthode Indigo'. In *Rencontres Annuelles Du CETIOM*.

Boinon, Jean-pierre. 2013. 'Analyse de l'expérience française de contrôle des structures'. *Pour* N° 220 (4): 237–45. https://www.cairn.info/revue-pour-2013-4-page-237.htm.

Bonin, M., and S. Lardon. 2002. 'Recomposition Des Exploitations Agricoles et Diversification Des Pratiques de Gestion de l'espace'. *Études et Recherches Sur Les Systèmes Agraires et Le Développement*, 131–48. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01231647.

Bonnefond, Mathieu, and Marie Fournier. 2013. 'Maîtrise foncière dans les espaces ruraux. Un défi pour les projets de renaturation des cours d'eau'. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, no. 334 (March): 55–68. https://doi.org/10.4000/economierurale.3908.

Boulestreau, Yann, Claire-Lise Peyras, Marion Casagrande, and Mireille Navarrete. 2021. 'Tracking down Coupled Innovations Supporting Agroecological Vegetable Crop Protection to Foster Sustainability Transition of Agrifood Systems'. *Agricultural Systems*, December. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03511140.

Bouty, Clémence. 2015. 'Liens Entre Évolutions Des Parcellaires d'exploitation et Évolutions Des Systèmes de Culture: Analyse à l'échelle d'un Petit Territoire Agricole (Plaine Sud de Niort)'. PhD Thesis, AgroParisTech.

Brunet, Nicolas, Laurence Guichard, Bertrand Omon, Nathanaël Pingault, Emilie Pley-Ber, and Andréas Seiler. 2008. 'L'indicateur de Fréquence de Traitements (IFT): Un Indicateur Pour Une Utilisation Durable Des Pesticides'. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* 56 (56): 131–41.

Bürger, Jana, Friederike de Mol, and Bärbel Gerowitt. 2012. 'Influence of Cropping System Factors on Pesticide Use Intensity – A Multivariate Analysis of on-Farm Data in North East Germany'. *European Journal of Agronomy* 40 (July): 54–63. https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.02.008.

Buskirk, Josh Van, and Yvonne Willi. 2004. 'Enhancement of Farmland Biodiversity within Set-Aside Land'. *Conservation Biology* 18 (4): 987–94. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00359.x.

Butault, Jean-Pierre, Charles-Antoine Dedryver, Christian Gary, Laurence Guichard, Florence Jacquet, Jean Marc Meynard, Philippe C. Nicot, Michel Pitrat, Raymond Reau, and Benoit Sauphanor. 2010. 'Écophyto R&D: Quelles Voies Pour Réduire l'usage Des Pesticides? Résumé de l'étude'. PhD Thesis, INRA.

Cabidoche, Yves-Marie, and Magali Lesueur-Jannoyer. 2011. 'Pollution Durable Des Sols Par La Chlordécone Aux Antilles: Comment La Gérer?' *Innovations Agronomiques* 16: 117–33.

Calo, Adam, and Kathryn Teigen De Master. 2016. 'After the Incubator: Factors Impeding Land Access Along the Path from Farmworker to Proprietor'. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development* 6 (2): 111–27. https://doi.org/10.5304/jafscd.2016.062.018.

Câmara-Salim, Iana, Fernando Almeida-García, Gumersindo Feijoo, Maria Teresa Moreira, and Sara González-García. 2021. 'Environmental Consequences of Wheat-Based Crop Rotation in Potato Farming Systems in Galicia, Spain'. *Journal of Environmental Management* 287 (June): 112351. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112351.

Campling, Paul, Ingeborg Joris, Maura Calliera, Ettore Capri, Alexandru Marchis, Anna Kuczynska, Tom Vereijken, et al. 2021. 'A Multi-Actor, Participatory Approach to Identify Policy and Technical Barriers to Better Farming Practices That Protect Our Drinking Water Sources'. *Science of the Total Environment* 755 (February): 142971. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142971.

Capillon, A., and H. Manichon. 1988. 'Guide d'étude de l'exploitation Agricole à l'usage Des Agronomes'. *ADEPRINA, APCA, Paris, France*.

———. 1991. 'Guide d'étude de l'exploitation Agricole'. *Relance Agronomique, Ina-Pg/Apca*.

Carluer, Nadia, Clotaire Catalogne, Cécile Dagès, and Julien TOURNEBIZE. 2017. 'Aménager Le Territoire et Gérer Les Aménagements : Les Zones Tampons Sèches et Humides, Les Fossés Pour Lutter Contre Les Pollutions Diffuses Par Les Produits Phytosanitaires Dans Les Aires de Captage.' *Innovations Agronomiques* 57: 117–39. https://doi.org/10.15454/1.5137822668081328E12.

Castellazzi, M. S., J. Matthews, F. Angevin, C. Sausse, G. A. Wood, P. J. Burgess, I. Brown, K. F. Conrad, and J. N. Perry. 2010. 'Simulation Scenarios of Spatio-Temporal Arrangement of Crops at the Landscape Scale'. *Environmental Modelling & Software* 25 (12): 1881–89. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.04.006.

Castellazzi, M. S., J. N. Perry, N. Colbach, H. Monod, K. Adamczyk, V. Viaud, and K. F. Conrad. 2007. 'New Measures and Tests of Temporal and Spatial Pattern of Crops in Agricultural Landscapes'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118 (1): 339–49. https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.003.

Castellazzi, Marie S., Joanne Matthews, Gavin A. Wood, Paul J. Burgess, Kelvin F. Conrad, and Joe N. Perry. 2007. 'LandSFACTS: Software for Spatio-Temporal Allocation of Crops to Fields'. In *Proceedings of 5th Annual Conference of the European Federation of IT in Agriculture, Glasgow, UK*.

Chauvel, B, J. P Guillemin, N Colbach, and J Gasquez. 2001. 'Evaluation of Cropping Systems for Management of Herbicide-Resistant Populations of Blackgrass (Alopecurus Myosuroides Huds.)'. *Crop Protection* 20 (2): 127–37. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00065-X.

Chevalier-Gérard, C., J. B. Denis, and J. M. Meynard. 1994. 'Perte de Rendement Due Aux Maladies Cryptogamiques Sur Blé Tendre d'hiver. Construction et Validation d'un Modèle de l'effet Du Système de Culture'. *Agronomie* 14 (5): 305–18.

Chopin, Pierre, Jean-Marc Blazy, Loïc Guindé, Régis Tournebize, and Thierry Doré. 2017. 'A Novel Approach for Assessing the Contribution of Agricultural Systems to the Sustainable Development of Regions with Multi-Scale Indicators: Application to Guadeloupe'. *Land Use Policy* 62 (March): 132–42. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.12.021.

Choumert, J., and P. Phélinas. 2015. 'Determinants of Agricultural Land Values in Argentina'. *Ecological Economics* 110: 134–40. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.12.024.

Clément, Camille, Coline Perrin, and Christophe-Toussaint Soulard. 2019. 'Les arrangements pour l'accès au foncier agricole périurbain. L'exemple de Montpellier'. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, no. Vol. 10, n°3 (December). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.15933.

Cochet, H. 2008. 'Vers une nouvelle relation entre la terre, le capital et le travail en agriculture.', 7.

Colbach, Nathalie, Philippe Lucas, and N. Cavelier. 1994. 'Influence des successions culturales sur les maladies du pied et des racines du ble d'hiver'. *Agronomie* 14 (8): 525. https://hal.inrae.fr/hal-02712709.

Colbach, Nathalie, Anne Schneider, Rémy Ballot, and Christophe Vivier. 2010. 'Diversifying Cereal-Based Rotations to Improve Weed Control. Evaluation with the AlomySys Model Quantifying the Effect of Cropping Systems on a Grass Weed'. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* 17 (5): 292–300.

Colin, Jean-Philippe, and Garbin Tarouth. 2017. 'Les élites urbaines comme nouveaux acteurs du marché foncier en Côte d'Ivoire'. *Géographie, économie, société* 19 (3): 331–55. https://doi.org/10.3166/ges.19.2017.0016.

Daniels, Thomas L. 2020. 'Assessing the Performance of Farmland Preservation in America's Farmland Preservation Heartland: A Policy Review'. *Society & Natural Resources* 33 (6): 758–68.

Davis, Adam S., Jason D. Hill, Craig A. Chase, Ann M. Johanns, and Matt Liebman. 2012. 'Increasing Cropping System Diversity Balances Productivity, Profitability and Environmental Health'. *PLOS ONE* 7 (10): e47149. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047149.

DCE, 2000/60/CE. 2000. *Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*. *OJ L*. Vol. 327. http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/fra.

Deaton, B.J., C. Lawley, and K. Nadella. 2018. 'Renters, Landlords, and Farmland Stewardship'. *Agricultural Economics (United Kingdom)* 49 (4): 521–31. https://doi.org/10.1111/agec.12433.

Debolini, Marta. 2021. 'Land and Farming System Dynamics in a Context of Global Changes: A Focus on Mediterranean Agro-Systems'. MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'HABILITATION A DIRIGER LES RECHERCHES.

Di Falco, Salvatore, Ivan Penov, Aleksi Aleksiev, and Tom M. van Rensburg. 2010. 'Agrobiodiversity, Farm Profits and Land Fragmentation: Evidence from Bulgaria'. *Land Use Policy* 27 (3): 763–71. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.10.007.

Doré, Thierry, Philippe Martin, Marianne Le Bail, Bertrand Ney, and Jean Roger-Estrade. 2006. *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae.

Dounias, Isabelle. 1998. 'Modèles d'action et organisation du travail pour la culture cotonnière : cas des exploitations agricoles du bassin de la Bénoué au Nord Cameroun'. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2019102949.

Dury, Jérôme, Frédérick Garcia, Arnaud Reynaud, and Jacques-Eric Bergez. 2013. 'Cropping-Plan Decision-Making on Irrigated Crop Farms: A Spatio-Temporal Analysis'. *European Journal of Agronomy* 50 (October): 1–10. https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.04.008.

Dury, Jérôme, Noémie Schaller, Frédérick Garcia, Arnaud Reynaud, and Jacques Eric Bergez. 2011. 'Models to Support Cropping Plan and Crop Rotation Decisions. A Review', 14.

El-Nazer, Talaat, and Bruce A. McCarl. 1986. 'The Choice of Crop Rotation: A Modeling Approach and Case Study'. *American Journal of Agricultural Economics* 68 (1): 127–36. https://doi.org/10.2307/1241657.

Etrillard, Claire, and Michel Pech. 2015. 'Mesures de compensation écologique : risques ou opportunités pour le foncier agricole en France ?' *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement* 15 (2). http://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2015-v15-n2-vertigo02433/1035834ar/abstract/.

European Environment Agency. 2015. 'Freshwater Quality — European Environment Agency'. Briefing. 2015. https://www.eea.europa.eu/soer/2015/europe/freshwater.

Evans, Alexandra EV, Javier Mateo-Sagasta, Manzoor Qadir, Eline Boelee, and Alessio Ippolito. 2019. 'Agricultural Water Pollution: Key Knowledge Gaps and Research Needs'. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Environmental Change Assessment, 36 (February): 20–27. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.10.003.

Fahrig, Lenore, Judith Girard, Dennis Duro, Jon Pasher, Adam Smith, Steve Javorek, Douglas King, Kathryn Freemark Lindsay, Scott Mitchell, and Lutz Tischendorf. 2015. 'Farmlands with Smaller Crop Fields Have Higher Within-Field Biodiversity'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 200 (February): 219–34. https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.018.

Foley, Jonathan A., Navin Ramankutty, Kate A. Brauman, Emily S. Cassidy, James S. Gerber, Matt Johnston, Nathaniel D. Mueller, et al. 2011. 'Solutions for a Cultivated Planet'. *Nature* 478 (7369): 337–42. https://doi.org/10.1038/nature10452.

Francart, C., and J.M. Pivot. 1998. 'Incidences de La Structure Parcellaire Sur Le Fonctionnement Des Exploitations Agricoles En Régions de Bocage'. *Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires*, no. 14: 41–54. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00461165.

Gabriel, Andrea, Sonia Ramonteu, Jean Philippe Choisis, and Julie Ryschawy. 2019. 'Assolements En Communs et Méthaniseurs Collectifs, Médiateurs de Systèmes plus Durables?' *Innovations Agronomiques* 72: 121–35. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02105005.

Gao, Liangliang, Jikun Huang, and Scott Rozelle. 2012. 'Rental Markets for Cultivated Land and Agricultural Investments in China'. *Agricultural Economics* 43 (4): 391–403. https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00591.x.

Garnier, Josette, Juliette Anglade, Marie Benoit, Gilles Billen, Thomas Puech, Antsiva Ramarson, Paul Passy, et al. 2016. 'Reconnecting Crop and Cattle Farming to Reduce Nitrogen Losses to River Water of an Intensive Agricultural Catchment (Seine Basin, France): Past, Present and Future'. *Environmental Science & Policy* 63 (September): 76–90. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.019.

Gedefaw, A.A., C. Atzberger, W. Seher, and R. Mansberger. 2019. 'Farmers Willingness to Participate in Voluntary Land Consolidation in Gozamin District, Ethiopia'. *Land* 8 (10). https://doi.org/10.3390/land8100148.

Gerber, Jean-David, Thomas Hartmann, and Andreas Hengstermann. 2018. *Instruments of Land Policy: Dealing with Scarcity of Land*. Routledge.

Goffart, Jean-Pierre, Anton Haverkort, Michael Storey, Norbert Haase, Michel Martin, Pierre Lebrun, Daniel Ryckmans, Dominique Florins, and Kürt Demeulemeester. 2022. 'Potato Production in Northwestern Europe (Germany, France, the Netherlands, United Kingdom, Belgium): Characteristics, Issues, Challenges and Opportunities'. *Potato Research* 65 (3): 503–47. https://doi.org/10.1007/s11540-021-09535-8.

Grammatikopoulou, I., S. Myyrä, and E. Pouta. 2013. 'The Proximity of a Field Plot and Land-Use Choice: Implications for Land Consolidation'. *Journal of Land Use Science* 8 (4): 383–402. https://doi.org/10.1080/1747423X.2012.675362.

Grandgirard, David, and Rafal Zielinski. 2008. *Land Parcel Identification System (LPIS) Anomalies' Sampling and Spatial Pattern: Towards Convergence of Ecological Methodologies and GIS Technologies*. LU: Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2788/91912.

Gratecap, Jean-Baptiste. 2014. 'Agriculture Biologique et Qualité Des Eaux Dans Des Aires d'alimentation de Captage: Diversité Des Postures Techniques d'agriculteurs

Conventionnels et Biologiques et Pressions Nitrate et Pesticide Induites'. PhD Thesis, Paris, AgroParisTech.

Grolleau, Gilles, and Laura M. J. McCann. 2012a. 'Designing Watershed Programs to Pay Farmers for Water Quality Services: Case Studies of Munich and New York City'. *Ecological Economics* 76 (April): 87–94. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.006.

Grolleau, Gilles, and Laura M.J. McCann. 2012b. 'Designing Watershed Programs to Pay Farmers for Water Quality Services: Case Studies of Munich and New York City'. *Ecological Economics* 76 (April): 87–94. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.006.

Gueringer, Alain. 2019. 'L'articulation entre propriété et usage des terres agricoles : application au cas de Pise (Toscane)'. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, no. Vol. 10, n°3 (December). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.15060.

Hagen-Zanker, Jessica, and Richard Mallett. 2013. 'How to Do a Rigorous, Evidence- Focused Literature Review in International Development', 27.

Halloran, J. M., T. S. Griffin, and C. W. Honeycutt. 2005. 'An Economic Analysis of Potential Rotation Crops for Maine Potato Cropping Systems'. *American Journal of Potato Research* 82 (2): 155–62. https://doi.org/10.1007/BF02853653.

Haneveld, W. K. Klein, and A. W. Stegeman. 2005. 'Crop Succession Requirements in Agricultural Production Planning'. *European Journal of Operational Research* 166 (2): 406–29. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.03.009.

Heller, Krzysztof, Qiu Cai Sheng, Fengzhi Guan, Efthimia Alexopoulou, Long Song Hua, Guang Wen Wu, Zofija Jankauskienė, and Wang Yu Fu. 2015. 'A Comparative Study between Europe and China in Crop Management of Two Types of Flax: Linseed and Fibre Flax'. *Industrial Crops and Products*, FIBRE CROPS: from production to end use, 68 (June): 24–31. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.010.

Holtslag-Broekhof, S. M., R. Beunen, R. van Marwijk, and J. S. C. Wiskerke. 2014. '"Let's Try to Get the Best out of It" Understanding Land Transactions during Land Use Change'. *Land Use Policy* 41 (November): 561–70. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.04.016.

Horst, Megan. 2019. 'Changes in Farmland Ownership in Oregon, USA'. *Land* 8 (3): 39. https://doi.org/10.3390/land8030039.

Hu, W. 1997. 'Household Land Tenure Reform in China: Its Impact on Farming Land Use and Agro-Environment'. *Land Use Policy* 14 (3): 175–86. https://doi.org/10.1016/S0264-8377(97)00010-0.

Hu, Wei. 1997. 'Household Land Tenure Reform in China: Its Impact on Farming Land Use and Agro-Environment'. *Land Use Policy* 14 (3): 175–86. https://doi.org/10.1016/S0264-8377(97)00010-0.

Husson, Jean-Pierre, and Eric Marochini. 1997. 'Les remembrements agricoles entre économie et écologie'. *Norois* 173 (1): 195–208. https://doi.org/10.3406/noroi.1997.6780.

Inman, Alex, Michael Winter, Rebecca Wheeler, Emilie Vrain, Andrew Lovett, Adrian Collins, Iwan Jones, Penny Johnes, and Will Cleasby. 2018. 'An Exploration of Individual, Social and Material Factors Influencing Water Pollution Mitigation Behaviours within the Farming Community'. *Land Use Policy* 70 (January): 16–26. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.042.

Janovska, Vratislava, Petra Simova, Josef Vlasak, and Petr Sklenicka. 2017. 'Factors Affecting Farm Size on the European Level and the National Level of the Czech Republic'. *Agricultural Economics-Zemedelska Ekonomika* 63 (1): 1–12. https://doi.org/10.17221/317/2015-AGRICECON.

Jarrige, Françoise, A.-M. Jouve, and Claude Napoleone. 2003. 'Et Si Le Capitalisme Patrimonial Foncier Changeait Nos Paysages Quotidiens?'

Jepsen, Martin Rudbeck, Tobias Kuemmerle, Daniel Müller, Karlheinz Erb, Peter H. Verburg, Helmut Haberl, Jens Peter Vesterager, et al. 2015. 'Transitions in European Land-Management Regimes between 1800 and 2010'. *Land Use Policy* 49 (December): 53–64. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.07.003.

Jeuffroy, Marie-Hélène, Rémy Ballot, Anne Merot, Jean-Marc Meynard, and Sylvaine Simon. 2022. 'Des Systèmes de Culture Agroécologiques Pour Diminuer l'usage Des Pesticides'. *ZÉRO PESTICIDE*, 81.

Joannon, A., V. Souchère, P. Martin, and F. Papy. 2006. 'Reducing Runoff by Managing Crop Location at the Catchment Level, Considering Agronomic Constraints at Farm Level'. *Land Degradation & Development* 17 (5): 467–78. https://doi.org/10.1002/ldr.714.

Joannon, Alexandre, E. Bro, Claudine Thenail, and Jacques Baudry. 2008. 'Crop Patterns and Habitat Preferences of the Grey Partridge Farmland Bird'. *Agronomy for Sustainable Development* 28 (3): 379–87.

Joannon, Alexandre, Véronique Souchère, and Muriel Tichit. 2005. 'Analyse de La Gestion Spatialisée de l'exploitation Agricole à Partir de l'utilisation Du Parcellaire'. Hermes.

Jun Li, Wen, Saleem H. Ali, and Qian Zhang. 2007. 'Property Rights and Grassland Degradation: A Study of the Xilingol Pasture, Inner Mongolia, China'. *Journal of Environmental Management* 85 (2): 461–70. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.10.010.

Keeley, Keefe O., Kevin J. Wolz, Kaitie Adams, Jeannine H. Richards, Erin Hannum, Severine von Tscharner Fleming, and Stephen J. Ventura. 2019a. 'Multi-Party Agroforestry: Emergent Approaches to Trees and Tenure on Farms in the Midwest USA'. *Sustainability* 11 (8): 2449. https://doi.org/10.3390/su11082449.

———. 2019b. 'Multi-Party Agroforestry: Emergent Approaches to Trees and Tenure on Farms in the Midwest USA'. *Sustainability* 11 (8): 2449. https://doi.org/10.3390/su11082449.

Kurylo, V., P. Pantaliienko, V. Bogdanets, and S. Ovcharuk. 2017. 'Land Fragmentation in Ukraine: Agricultural Land-Use Management and Jurisprudence Issues'. *Problems and Perspectives in Management* 15 (2): 102–9. https://doi.org/10.21511/ppm.15(2).2017.10.

Labalette, Françoise, Nathalie Landé, Dominique Wagner, Martine Roux-Duparque, and Eva Saillet. 2011. 'La filière lin oléagineux française : panorama et perspectives'. *Oléagineux, Corps gras, Lipides* 18 (3): 113–22. https://doi.org/10.1051/ocl.2011.0383.

Lamoureux, Ludovic. 2016. 'Politique d'acquisitions foncières et protection de la ressource en eau'. *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 19 (2): 38. https://doi.org/10.3917/set.019.0038.

Lardon, S., P. Caron, and M. Benoît. 2012. 'De La Géoagronomie à l'agronomie Des Territoires'.

Lardon, Sylvie, Patrick Caron, and Marc Benoit. 2012. *De La Géoagronomie à l'agronomie Des Territoires: Un Parcours, Des Étapes Clés et Des Prolongements*. Editions Quae.

Lardon, Sylvie, Anna-Camilla Moonen, Elisa Marraccini, Marta Debolini, Mariassunta Galli, and Salma Loudiyi. 2012. 'The Territory Agronomy Approach in Research, Education and Training'. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*, edited by Ika Darnhofer, David Gibbon, and Benoît Dedieu, 257–80. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_12.

Latruffe, L., and L. Piet. 2014a. 'Does Land Fragmentation Affect Farm Performance? A Case Study from Brittany, France'. *Agricultural Systems* 129: 68–80. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.005.

———. 2014b. 'Does Land Fragmentation Affect Farm Performance? A Case Study from Brittany, France'. *Agricultural Systems* 129: 68–80. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.005.

Lazarus, Sheryl S., and Gerald B. White. 1984. 'Economic Impact Of Introducing Rotations On Long Island Potato Farms'. *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics* 13 (2): 1–8. https://ideas.repec.org/a/ags/nejare/28905.html.

Le Bail, Marianne, Christine Aubry, Mireille Navarrete, and Aurélien Vaucelle. 2006. *Agronomie et qualité dans les filières de production végétale*. Editions Quae. https://hal.inrae.fr/hal-02823293.

Le Ber, F., M. Benoît, C. Schott, J. -F. Mari, and C. Mignolet. 2006. 'Studying Crop Sequences with CarrotAge, a HMM-Based Data Mining Software'. *Ecological Modelling*, Selected Papers from the Fourth International Workshop on Environmental Applications of Machine Learning, September 27 - October 1, 2004, Bled, Slovenia, 191 (1): 170–85. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.08.031.

Le Roy, Étienne. 1991. 'Introduction Générale En L'appropriation de La Terre En Afrique Noire: Manuel d'analyse de Décision et de Gestion Foncières Le Bris'. *E., Le Roy, E., Mathieu, P., L'appropriation de La Terre En Afrique Noire, Paris, Karthala*.

Lechenet, Martin, Fabrice Dessaint, Guillaume Py, David Makowski, and Nicolas Munier-Jolain. 2017. 'Reducing Pesticide Use While Preserving Crop Productivity and Profitability on Arable Farms'. *Nature Plants* 3 (3): 1–6.

Lechenet, Martin, David Makowski, Guillaume Py, and Nicolas Munier-Jolain. 2016. 'Profiling Farming Management Strategies with Contrasting Pesticide Use in France'. *Agricultural Systems* 149: 40–53.

Leemans, R., and R. S. de Groot. 2003. *Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Washington/Covelo/London: Island Press. https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/326575.

Leenhardt, Delphine, Frédérique Angevin, Anne Biarnès, Nathalie Colbach, and Catherine Mignolet. 2010. 'Describing and Locating Cropping Systems on a Regional Scale. A Review'. *Agronomy for Sustainable Development* 30 (1): 131–38.

Léger-Bosch, C. 2019. 'Farmland Tenure and Transaction Costs: Public and Collectively Owned Land vs Conventional Coordination Mechanisms in France'. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 67 (3): 283–301. https://doi.org/10.1111/cjag.12206.

Legras, Sophie, Elsa Martin, and Camille Régnier. 2016a. 'Foncier agricole, qualité de l'eau et intervention publique'. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, no. 353–354 (June): 113–26. https://doi.org/10.4000/economierurale.4947.

———. 2016b. 'Foncier agricole, qualité de l'eau et intervention publique'. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, no. 353–354 (June): 113–26. https://doi.org/10.4000/economierurale.4947.

Leteinturier, B., J. L. Herman, F. de Longueville, L. Quintin, and R. Oger. 2006a. 'Adaptation of a Crop Sequence Indicator Based on a Land Parcel Management System'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112 (4): 324–34. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.07.011.

———. 2006b. 'Adaptation of a Crop Sequence Indicator Based on a Land Parcel Management System'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112 (4): 324–34. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.07.011.

Leteinturier, Béatrice, Bernard Tychon, and Robert Oger. 2007. 'Diagnostic agronomique et agro-environnemental des successions culturales en Wallonie (Belgique).'

Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 11 (1). https://orbi.uliege.be/handle/2268/79970.

Levavasseur, F., P. Martin, C. Bouty, A. Barbottin, V. Bretagnolle, O. Thérond, O. Scheurer, and N. Piskiewicz. 2016. 'RPG Explorer: A New Tool to Ease the Analysis of Agricultural Landscape Dynamics with the Land Parcel Identification System'. *Computers and Electronics in Agriculture* 127 (September): 541–52. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.07.015.

Li, Jing, Daniel Rodriguez, and Xueyu Tang. 2017. 'Effects of Land Lease Policy on Changes in Land Use, Mechanization and Agricultural Pollution'. *Land Use Policy* 64 (May): 405–13. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.03.008.

Lin, Brenda B. 2011. 'Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change'. *BioScience* 61 (3): 183–93. https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4.

Lipscomb, Molly, and Niveditha Prabakaran. 2020. 'Property Rights and Deforestation: Evidence from the Terra Legal Land Reform in the Brazilian Amazon'. *World Development* 129 (May): 104854. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104854.

Liu, Ruimin, Peipei Zhang, Xiujuan Wang, Yaxin Chen, and Zhenyao Shen. 2013. 'Assessment of Effects of Best Management Practices on Agricultural Non-Point Source Pollution in Xiangxi River Watershed'. *Agricultural Water Management* 117 (January): 9–18. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.10.018.

Liu, Ying, Chenggang Wang, Zeng Tang, and Zhibiao Nan. 2019. 'Does Farmland Rental Contribute to Reduction of Agrochemical Use? A Case of Grain Production in Gansu Province, China'. *Sustainability* 11 (8): 2402. https://doi.org/10.3390/su11082402.

Liu, Yongqiang, Hualou Long, Tingting Li, and Shuangshuang Tu. 2015. 'Land Use Transitions and Their Effects on Water Environment in Huang-Huai-Hai Plain, China'. *Land Use Policy* 47 (September): 293–301. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.023.

Lu, H., H. Xie, Y. He, Z. Wu, and X. Zhang. 2018. 'Assessing the Impacts of Land Fragmentation and Plot Size on Yields and Costs: A Translog Production Model and Cost Function Approach'. *Agricultural Systems* 161: 81–88. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.001.

Lu, Hua, Peiwen Zhang, Hao Hu, Hualin Xie, Zhenning Yu, and Su Chen. 2019. 'Effect of the Grain-Growing Purpose and Farm Size on the Ability of Stable Land Property Rights to Encourage Farmers to Apply Organic Fertilizers'. *Journal of Environmental Management* 251 (December): 109621. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109621.

Lucas, Véronique, Pierre Gasselin, Franck Thomas, and Pierre-François Vaquié. 2015. 'Coopération agricole de production : quand l'activité agricole se distribue entre exploitation et action collective de proximité'. In *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*, edited by P. Gasselin, J.-P. Choisis, S. Petit, F. Purseigle, and S. Zasser, 201. EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/978-2-7598-1192-2.c012.

Luis OREA, Jose A Perez, and David Roibas. 2015. 'Evaluating the Double Effect of Land Fragmentation on Technology Choice and Dairy Farm Productivity: A Latent Class Model Approach | Elsevier Enhanced Reader'. 2015. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.016.

Magnan, Andre. 2015. 'The Financialization of Agri-Food in Canada and Australia: Corporate Farmland and Farm Ownership in the Grains and Oilseed Sector'. *Journal of Rural Studies* 41 (October): 1–12. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.06.007.

Marie, M., A. Bensaid, and D. Delahaye. 2009. 'Impact of Distance on Agricultural Practices and Landscapes Organization: Case Study of Dairy Farm Functioning in Western Europe'. *CyberGeo* 2009.

Marie, Maxime, Abdelkrim Bensaid, and Daniel Delahaye. 2009. 'Le rôle de la distance dans l'organisation des pratiques et des paysages agricoles : l'exemple du fonctionnement des exploitations laitières dans l'arc atlantique'. *Cybergeo*, May. https://doi.org/10.4000/cybergeo.22366.

Marraccini, Elisa. 2010. 'Assessment of Agro-Environmental Functions: A Landscape Agronomy Approach'. PhD Thesis, PhD thesis in Agricultural Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa (Italy ….

Martin, Philippe. 2009. 'De La Trajectoire d'états Des Écosystèmes Cultivés Aux Espaces Territorialisés Dynamiques: Contribution à La Prise En Compte de La Dimension Temporelle Dans Une Agronomie Des Territoires'. PhD Thesis, Institut National Polytechnique (Toulouse).

Martin, Philippe, Alexandre Joannon, Catherine Mignolet, Véronique Souchère, Claudine Thenail, and Michel Sebillotte. 2006. *Systèmes de culture et territoires : cas des questions environnementales*. Editions Quae. https://hal.inrae.fr/hal-02822087.

Martin, Philippe, Alexandre Joannon, Veronique Souchere, and François Papy. 2004. 'Management of Soil Surface Characteristics for Soil and Water Conservation: The Case of a Silty Loam Region (Pays de Caux, France)'. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group* 29 (9): 1105–15.

Martin Philippe, Martin Lucie, Rizzo Davide, and Marraccini Elisa. 2018. 'Use of the French Land Parcel Identification System for Inter Farms New Organisation Desig'. ESA CONGRESS 2018.

Martin, Philippe, and Olivier Scheurer. 2017. 'Utiliser Le Registre Parcellaire Graphique Pour Suivre Les Dynamiques d'occupation Du Sol Des Aires d'Alimentation de Captage Avec RPG Explorer'. *Innovations Agronomiques* 57: 21–34. https://doi.org/10.15454/1.513780753931395E12.

Marty, J. R. 1990. 'Approche Par Simulation Du Choix Des Assolements.' INRA.

Mathieu, Anne, and Alexandre Joannon. 2005. 'Modification of Crop Location at Catchment Level:Coordination between Farmers' Leeway'. In *COST 634 "On and Off-Site Environmental Impacts of Runoff and Erosion"*, communication orale. Rouen Mont Saint Aignan, France. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01458451.

Maxime, Françoise, Jean-Marie Mollet, and François Papy. 1995. 'Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture'. *Cahiers Agricultures* 4 (5): 351-362 (1). https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/29909.

Melot, Romain. 2014. 'Droits de propriété et d'usage sur la terre. Une étude statistique des recours contentieux en matière de fermage'. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, no. 342 (July): 69–85. https://doi.org/10.4000/economierurale.4402.

Melot, Romain, Laurence Delattre, and Claude Napoléone. 2018. 'Construire Dans Les Espaces Agricoles et Naturels. La Planification d'urbanisme En Région Provençale'. *Études Rurales*, no. 201: 118–39.

Merenlender, A. M., L. Huntsinger, G. Guthey, and S. K. Fairfax. 2004. 'Land Trusts and Conservation Easements: Who Is Conserving What for Whom?' *Conservation Biology* 18 (1): 65–76. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00401.x.

Meynard, Jean-Marc, Thierry Doré, and Robert Habib. 2001. 'L'évaluation et La Conception de Systèmes de Culture Pour Une Agriculture Durable.' *Comptes Rendus de l'Académie d'agriculture de France* 87 (4): 223–36.

Meynard, Jean-Marc, Antoine Messéan, Aude Charlier, François Charrier, M'hand Fares, Marianne Le Bail, Marie-Benoît Magrini, and Isabelle Savini. 2013. 'Freins et leviers à la diversification des cultures : étude au niveau des exploitations agricoles et des filières'. *OCL* 20 (4): D403. https://doi.org/10.1051/ocl/2013007.

Millennium Ecosystem Assessment (Program), ed. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.

Milleville, Pierre. 1972. 'Approche Agronomique de La Notion de Parcelle En Milieu Traditionnel Africain: La Parcelle d'arachide En Moyenne-Casamance'. *Cahiers ORSTOM*, 23–37.

Moonen, Anna-Camilla, Mariassunta Galli, Sylvie Lardon, Hélène Rapey, Nicola Silvestri, Marc Benoit, Claudine Thenail, et al. 2010. 'A Winter School in Landscape Agronomy and the Synergies It Created'. In *9. European IFSA Symposium*, np. Building Sustainable Rural Futures. The Added Value of Systems Approaches in Times of Change and Uncertainty. Vienne, Italy: University of Natural Resources and Applied Life Sciences. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01195305.

Morardet, Sylvie. 1995. *Pratiques et stratégies foncières des agriculteurs: Un outil d'analyse pour l'aménagement des zones fragiles*. Quae.

Morlon, P., and M. Benoit. 1990. 'Étude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation agricole en tant que système'. *Agronomie* 10 (6): 499–508. https://doi.org/10.1051/agro:19900608.

Mottet, A, S. Ladet, N. Coqué, and A. Gibon. 2006. 'Agricultural Land-Use Change and Its Drivers in Mountain Landscapes: A Case Study in the Pyrenees'. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114 (2–4): 296–310. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.017.

Munier-Jolain, Nicolas, and Martin Lechenet. 2020. 'Methodological Considerations for Redesigning Sustainable Cropping Systems: The Value of Data-Mining Large and Detailed Farm Data Sets at the Cropping System Level'. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering* 7 (1): 21. https://doi.org/10.15302/J-FASE-2019292.

Nevo, Amnon, Ramchand Oad, and Terence H. Podmore. 1994. 'An Integrated Expert System for Optimal Crop Planning'. *Agricultural Systems* 45 (1): 73–92. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(94)90281-X.

Nguyen, Geneviève, and François Purseigle. 2012. 'Les exploitations agricoles à l'épreuve de la firme. L'exemple de la Camargue'. *Études rurales*, no. 190 (January): 99–118. https://doi.org/10.4000/etudesrurales.9695.

Nilsson, P. 2019. 'The Role of Land Use Consolidation in Improving Crop Yields among Farm Households in Rwanda'. *Journal of Development Studies* 55 (8): 1726–40. https://doi.org/10.1080/00220388.2018.1520217.

OECD. 2020. 'Water and Agriculture: Managing Water Sustainably Is Key to the Future of Food and Agriculture.' 2020. https://www.oecd.org/agriculture/topics/agriculture-and-the-environment/.

Panagopoulos, Y., C. Makropoulos, and M. Mimikou. 2011. 'Reducing Surface Water Pollution through the Assessment of the Cost-Effectiveness of BMPs at Different Spatial Scales'. *Journal of Environmental Management* 92 (10): 2823–35. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.035.

Papy, F. 2001. 'Pour une théorie du ménage des champs : l'agronomie des territoires'. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 87, (4): 139–49. https://hal.inrae.fr/hal-02670118.

Papy, Francois. 2001. 'Pour Une Théorie Du Ménage Des Champs: L'agronomie Des Territoires'. *Comptes Rendus de l'Académie d'agriculture de France* 87 (4): 139–49.

Papy, François, and Jacques Baudry. 2002. 'Le Système de Culture: Différents Niveaux d'organisation à Distinguer et Articuler'. In *2. Entretiens Du Pradel: Agronomes et Territoires*, 9p.

———. 2005. 'Le Système de Culture: Différents Niveaux d'organisation à Distinguer et Articuler'. L'Harmattan.

Papy, François, and André Torre. 2002. 'Quelles Organisations Territoriales Pour Concilier Production Agricole et Gestion Des Ressources Naturelles?' *Etudes et Recherches Sur Les Systèmes Agraires et Le Développement*, 151–69.

PARKER, DOMINIC P. 2004. 'Land Trusts and the Choice to Conserve Land with Full Ownership or Conservation Easements'. *Natural Resources Journal* 44 (2): 483–518. https://www.jstor.org/stable/24888944.

Pauchard, Laura, Philippe Madeline, and Maxime Marie. 2016. 'L'échange parcellaire : une nouvelle étape dans l'aménagement foncier de l'Ouest français'. *Norois*, no. 240 (November): 7–24. https://doi.org/10.4000/norois.5928.

Paulo Flores Ribeiro, José Lima Santos, Miguel N. Bugalho, Joana Santana, Luís Reino, Pedro Beja, and Francisco Moreira. 2013. 'Modelling Farming System Dynamics in High Nature Value Farmland under Policy Change | Elsevier Enhanced Reader'. 2013. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.11.002.

Pavel Ciaian, d'Artis Kancs, Kristine Van Herck, and Liesbet Vranken. 2012. 'Key Issues and Developments in Farmland Rental Markets in EU Member States and Candidate Countries'. *CEPS* (blog). 6 February 2012. https://www.ceps.eu/ceps-publications/key-issues-and-developments-farmland-rental-markets-eu-member-states-and-candidate/.

Peltonen-Sainio, Pirjo, Lauri Jauhiainen, Heikki Laurila, Jaana Sorvali, Eija Honkavaara, Samantha Wittke, Mika Karjalainen, and Eetu Puttonen. 2019. 'Land Use Optimization Tool for Sustainable Intensification of High-Latitude Agricultural Systems'. *Land Use Policy* 88 (November): UNSP 104104. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104104.

Piet, Laurent, and Sylvain Cariou. 2014. 'Le Morcellement Des Exploitations Agricoles Françaises'. *Économie Rurale. Agricultures, Alimentations, Territoires*, no. 342: 107–20.

Pivot, J M, and Olivier Aznar. 2000. 'Maîtrise foncière et protection d'un captage d'eau potable: enseignements tirés d'une expérience originale', 13.

Poinsot, Yves, and Béatrice Faure. 2000. 'L'incidence des formes parcellaires sur l'évolution des espaces agricoles : des exemples gersois'. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen* 9 (1): 45–57. https://www.persee.fr/doc/rgpso_1276-4930_2000_num_9_1_2749.

Preux, Thibaut. 2019a. 'De l'agrandissement Des Exploitations Agricoles à La Transformation Des Paysages de Bocage: Analyse Comparative Des Recompositions Foncières et Paysagères En Normandie'. PhD Thesis, Normandie.

———. 2019b. 'De l'agrandissement Des Exploitations Agricoles à La Transformation Des Paysages de Bocage. Analyse Comparative Des Recompositions Foncièreset Paysagères En Normandie.' Theses, Normandie Université, Université Caen Normandie. https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02432779.

———. 2019c. 'From Farms Enlargment to the Bocage Landscape Dynamics: Comparative Analysis of the Contribution of the Farm Spatial Extension to Landscape Dynamics in Normandy'. Theses, Normandie Université, Université Caen Normandie. https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02432779.

Ravier, Clémence, Lorène Prost, Marie-Hélène Jeuffroy, Alexander Wezel, Laurette Paravano, and Raymond Reau. 2015. 'Multi-Criteria and Multi-Stakeholder Assessment of Cropping Systems for a Result-Oriented Water Quality Preservation Action Programme'. *Land Use Policy* 42 (January): 131–40. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.07.006.

Reid, R. S., R. L. Kruska, N. Muthui, A. Taye, S. Wotton, C. J. Wilson, and W. Mulatu. 2000. 'Land-Use and Land-Cover Dynamics in Response to Changes in Climatic, Biological and Socio-Political Forces: The Case of Southwestern Ethiopia'. *Landscape Ecology* 15 (4): 339–55. https://doi.org/10.1023/A:1008177712995.

Ribeiro, Paulo F., José L. Santos, Joana Santana, Luís Reino, Pedro J. Leitão, Pedro Beja, and Francisco Moreira. 2016. 'Landscape Makers and Landscape Takers: Links between Farming Systems and Landscape Patterns along an Intensification Gradient'. *Landscape Ecology* 31 (4): 791–803.

Rizzo, Davide D., Sylvie S. Lardon, Hélène Rapey, Marta M. Debolini, Claudine C. Thenail, and Marc M. Benoit. 2012a. 'How Can Landscape Management Be Enhanced by Farming Systems? A Landscape Agronomy Perspective'. In *10. European IFSA Symposium*, 9-p.

Rizzo, Davide D., Sylvie S. Lardon, Hélène H. Rapey, Marta M. Debolini, Claudine C. Thenail, and Marc M. Benoit. 2012b. 'How Can Landscape Management Be Enhanced by Farming Systems? A Landscape Agronomy Perspective'. In *10. European IFSA Symposium*, 9 p. Producing and Reproducing Farming Systems: New Modes of Organization for Sustainable Food Systems of Tomorrow. Aarhus, Denmark: International Farming Systems Association (IFSA). AUT. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01001300.

Ronfort, C., V. Souchère, P. Martin, C. Sebillotte, M. S. Castellazzi, A. Barbottin, J. M. Meynard, and Benoit Laignel. 2011. 'Methodology for Land Use Change Scenario Assessment for Runoff Impacts: A Case Study in a North-Western European Loess Belt Region (Pays de Caux, France)'. *CATENA* 86 (1): 36–48. https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.02.004.

Rotz, S., E.D.G. Fraser, and R.C. Martin. 2019. 'Situating Tenure, Capital and Finance in Farmland Relations: Implications for Stewardship and Agroecological Health in Ontario, Canada'. *Journal of Peasant Studies* 46 (1): 142–64. https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1351953.

Rouget, Nicolas. 2008. 'Des Agriculteurs Belges Dans Les" Campagnes" de La Périphérie Lilloise: Entre Prédation et Complémentarité'. Presses universitaires Blaise Pascal.

Sabourin, Eric, Patrick Caron, and Pedro Carlos Gama. 1995. 'Enjeux fonciers et gestion des communs dans le Nordeste du Brésil':, 23.

Saint-Cyr, Legrand D F, Hugo Storm, Thomas Heckelei, and Laurent Piet. 2019. 'Heterogeneous Impacts of Neighbouring Farm Size on the Decision to Exit: Evidence from Brittany'. *European Review of Agricultural Economics* 46 (2): 237–66. https://doi.org/10.1093/erae/jby029.

Salembier, Chloe, Julio Horacio Elverdin, and Jean-Marc Meynard. 2016. 'Tracking On-Farm Innovations to Unearth Alternatives to the Dominant Soybean-Based System in the Argentinean Pampa'. *Agronomy for Sustainable Development* 36 (1): 1–10.

Sallaku, Fatbardh, Odeta Tota, Bujar Huqi, Etleva Jojic, Enkeleda Emiri, and Shkelqim Fortuzi. 2016. *Impact of Macroeconomic Changes and Property Rights on Forest Degradation,*

Land Use, and Environmental Situation in Albania. Edited by G. Zhelezov. Cham: Springer International Publishing Ag.

Salsi, Angelo, João Pedro Silva, and Europäische Kommission, eds. 2010. *LIFE Improving the Conservation Status of Species and Habitats: Habitats Directive Article 17 Report*. LIFE Focus Nature. Luxembourg: Publ. Off. of the Europ. Union.

Schaller, Noémie. 2011. 'Modélisation des décisions d'assolement des agriculteurs et de l'organisation spatiale des cultures dans les territoires de polyculture-élevage'. Phdthesis, AgroParisTech. https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00781098.

Schmitt, G., N. Rouget, and M. Franchomme. 2018. 'From Consumed Land to the Reintegration of Farmland. The Case of Metropolitan Lille'. *Etudes Rurales* 201 (1): 166–90.

Scorsino, Carla, and Marta Debolini. 2020. 'A Mixed Approach for Multi-Scale Assessment of Land System Dynamics and Future Scenario Development on the Vaucluse Department (Southeastern France)'. *Land* 9 (6): 180. https://doi.org/10.3390/land9060180.

Sebillotte, Michel. 1990. 'Systeme de Culture, Un Concept Operatoire Pour Les Agronomes.' INRA.

Sith, Ratino, Atsushi Watanabe, Takashi Nakamura, Takahiro Yamamoto, and Kazuo Nadaoka. 2019. 'Assessment of Water Quality and Evaluation of Best Management Practices in a Small Agricultural Watershed Adjacent to Coral Reef Area in Japan'. *Agricultural Water Management* 213 (March): 659–73. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.11.014.

Sklenicka, P. 2016a. 'Classification of Farmland Ownership Fragmentation as a Cause of Land Degradation: A Review on Typology, Consequences, and Remedies'. *Land Use Policy* 57: 694–701. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.032.

———. 2016b. 'Classification of Farmland Ownership Fragmentation as a Cause of Land Degradation: A Review on Typology, Consequences, and Remedies'. *Land Use Policy* 57: 694–701. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.032.

Sklenicka, Petr, Vratislava Janovska, Miroslav Salek, Josef Vlasak, and Kristina Molnarova. 2014. 'The Farmland Rental Paradox: Extreme Land Ownership Fragmentation as a New Form of Land Degradation'. *Land Use Policy* 38 (May): 587–93. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.006.

Sklenicka, Petr, Kristina Janeckova Molnarova, Miroslav Salek, Petra Simova, Josef Vlasak, Pavel Sekac, and Vratislava Janovska. 2015. 'Owner or Tenant: Who Adopts Better Soil Conservation Practices?' *Land Use Policy* 47 (September): 253–61. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.017.

Smith, Laurence E. D., and Keith S. Porter. 2010. 'Management of Catchments for the Protection of Water Resources: Drawing on the New York City Watershed Experience'. *Regional Environmental Change* 10 (4): 311–26. https://doi.org/10.1007/s10113-009-0102-z.

Soulard, Christophe Toussaint. 2005. 'Les agriculteurs et la pollution des eaux. Proposition d'une géographie des pratiques'. *Natures Sciences Sociétés* 13 (2): 154–64. https://doi.org/10.1051/nss:2005022.

Steinmann, Horst-Henning, and Eike Stefan Dobers. 2013a. 'Spatio-Temporal Analysis of Crop Rotations and Crop Sequence Patterns in Northern Germany: Potential Implications on Plant Health and Crop Protection'. *Journal of Plant Diseases and Protection* 120 (2): 85–94. https://doi.org/10.1007/BF03356458.

———. 2013b. 'Spatio-Temporal Analysis of Crop Rotations and Crop Sequence Patterns in Northern Germany: Potential Implications on Plant Health and Crop Protection'. *Journal of Plant Diseases and Protection* 120 (2): 85–94. https://doi.org/10.1007/BF03356458.

Stoms, David M., Patrick A. Jantz, Frank W. Davis, and Gregory DeAngelo. 2009. 'Strategic Targeting of Agricultural Conservation Easements as a Growth Management Tool'. *Land Use Policy* 26 (4): 1149–61. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.02.004.

Strek, Z. 2018. 'Prioritization of Land Consolidation and Exchange Works in Villages of Eastern Poland Using Example of Frampol Commune'. In , 17:599–604. https://doi.org/10.22616/ERDev2018.17.N225.

Sylvestre, Bruno, and Manuel J. Rodriguez. 2008. 'Protection Strategies for Drinking Groundwater Sources in Small Quebec Municipalities'. *Journal of Environmental Management* 88 (1): 28–42. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.042.

Teijeiro, D., E. Corbelle Rico, J. Porta, J. Parapar, and R. Doallo. 2020. 'Optimizing Parcel Exchange among Landowners: A Soft Alternative to Land Consolidation'. *Computers, Environment and Urban Systems* 79. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101422.

Tscharntke, Teja, Alexandra M. Klein, Andreas Kruess, Ingolf Steffan-Dewenter, and Carsten Thies. 2005. 'Landscape Perspectives on Agricultural Intensification and Biodiversity – Ecosystem Service Management'. *Ecology Letters* 8 (8): 857–74. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.

Tscharntke, Teja, Alexandra M. Klein, Andreas Kruess, Ingolf Steffan-Dewenter, and Carsten Thies. 2005. 'Landscape Perspectives on Agricultural Intensification and Biodiversity – Ecosystem Service Management'. *Ecology Letters* 8 (8): 857–74. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.

Urruty, Nicolas, Christian Huyghe, François Jeuland, Jean Boiffin, Jean Louis Peyraud, Hervé Guyomard, and Bernard Coudurier. 2017. *Les Pratiques Agricoles à La Loupe: Vers Des Agricultures Multiperformantes*. Quae.

Uthes, Sandra, Edel Kelly, and Hannes Jochen König. 2020. 'Farm-Level Indicators for Crop and Landscape Diversity Derived from Agricultural Beneficiaries Data'. *Ecological Indicators* 108 (January): 105725. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105725.

Van Rensburg, Tom M., Eithne Murphy, and Paul Rocks. 2009. 'Commonage Land and Farmer Uptake of the Rural Environment Protection Scheme in Ireland'. *Land Use Policy* 26 (2): 345–55. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.04.002.

Vargas, Lilian. 2016. 'Définition de la stratégie agricole 2015-2020 de Grenoble-Alpes Métropole : le foncier au cœur des enjeux'. *Sciences Eaux Territoires* Numéro 19 (2): 28–31. https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2016-2-page-28.htm.

Vincent, Audrey, and Philippe Fleury. 2015a. 'Development of Organic Farming for the Protection of Water Quality: Local Projects in France and Their Policy Implications'. *Land Use Policy* 43 (February): 197–206. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.10.020.

———. 2015b. 'Development of Organic Farming for the Protection of Water Quality: Local Projects in France and Their Policy Implications'. *Land Use Policy* 43 (February): 197–206. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.10.020.

Wästfelt, A., and Q. Zhang. 2018. 'Keeping Agriculture Alive next to the City – The Functions of the Land Tenure Regime Nearby Gothenburg, Sweden'. *Land Use Policy* 78: 447–59. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.053.

Windolf, J., G. Blicher-Mathiesen, J. Carstensen, and B. Kronvang. 2012. 'Changes in Nitrogen Loads to Estuaries Following Implementation of Governmental Action Plans in Denmark: A Paired Catchment and Estuary Approach for Analysing Regional Responses'. *Environmental Science & Policy*, CATCHMENT SCIENCE AND POLICY

EVALUATION FOR AGRICULTURE AND WATER QUALITY, 24 (December): 24–33. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.08.009.

Wochele, S., J. Priess, D. Thrän, and S. O'Keeffe. 2014. 'Crop Allocation Model "CRAM" - An Approach for Dealing with Biomass Supply from Arable Land as Part of a Life Cycle Inventory'. Application/pdf. *Proceedings of the 22nd European Biomass Conference and Exhibition* 23-26 June 2014: 5 Pages. https://doi.org/10.5071/22NDEUBCE2014-1AO.5.4.

Wünsch, Jaime-Airton. 2004. 'Intégration Des Contraintes Du Marché Dans La Conduite Des Cultures: Effets de La Différentiation Des Produits Sur La Conduite de La Culture de Pomme de Terre de Conservation Dans Les Exploitations Agricoles de Picardie'. PhD Thesis.

Xu, H., X. Huang, T. Zhong, Z. Chen, and J. Yu. 2014. 'Chinese Land Policies and Farmers' Adoption of Organic Fertilizer for Saline Soils'. *Land Use Policy* 38: 541–49. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.12.018.

Yang, Mingyue, Shikui Dong, Quanming Dong, Pu Wang, Wenting Liu, and Xinyue Zhao. 2020. 'Cooperative Grassland Management Practices Promoted by Land Tenure System Transformation Benefit Social-Ecological Systems of Pastoralism on the Qinghai-Tibetan Plateau, China'. *Journal of Environmental Management* 261 (May): 110215. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110215.

Yang, X., P. Sui, X. Zhang, H. Dai, P. Yan, C. Li, X. Wang, and Y. Chen. 2019. 'Environmental and Economic Consequences Analysis of Cropping Systems from Fragmented to Concentrated Farmland in the North China Plain Based on a Joint Use of Life Cycle Assessment, Emergy and Economic Analysis'. *Journal of Environmental Management* 251. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109588.

Yang, Xin, Anlu Zhang, and Fan Zhang. 2019. 'Farmers' Heterogeneous Willingness to Pay for Farmland Non-Market Goods and Services on the Basis of a Mixed Logit Model-A Case Study of Wuhan, China'. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (20): 3876. https://doi.org/10.3390/ijerph16203876.

Yu, Qiwu, Qun Zeng, and Guangming Yu. 2014. 'The Influence of Land Consolidation on Biomass and Ecological Environment'. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 7 (17): 3656–62. https://doi.org/10.19026/rjaset.7.719.

Zahm, Frédéric, A. Alonso Ugaglia, Jean-Marc Barbier, Héloïse Boureau, Bernard Del'Homme, Mohamed Gafsi, Pierre Gasselin, Sydney Girard, Laurence Guichard, and Chantal Loyce. 2019. 'Évaluer La Durabilité Des Exploitations Agricoles: La Méthode IDEA v4, Un Cadre Conceptuel Combinant Dimensions et Propriétés de La Durabilité'. *Cahiers Agricultures* 28 (5): 10.

Zakeossian, Dikran, and Jean-Baptiste Narcy. 2012. 'Au-delà de l'ingénierie agronomique, inscrire la politique des aires d'alimentation des captages dans l'aménagement et développement territorial'. *Pour* 213 (1): 127–34. https://www.cairn.info/revue-pour-2012-1-page-127.htm.

Zangue, Yannick Dongmo, Romain Melot, and Philippe Martin. 2022a. 'Diversity of Farmland Management Practices (FMP) and Their Nexus to Environment: A Review'. *Journal of Environmental Management* 302 (January): 114059. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114059.

———. 2022b. 'Diversity of Farmland Management Practices (FMP) and Their Nexus to Environment: A Review'. *Journal of Environmental Management* 302 (January): 114059. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114059.

Zeijts, H van, H Leneman, and A Wegener Sleeswijk. 1999. 'Fitting Fertilisation in LCA: Allocation to Crops in a Cropping Plan'. *Journal of Cleaner Production* 7 (1): 69–74. https://doi.org/10.1016/S0959-6526(98)00040-7.

Zhang, Hongliang, Jianhong E. Mu, and Bruce A. McCarl. 2018. 'Adaptation to Climate Change via Adjustment in Land Leasing: Evidence from Dryland Wheat Farms in the US Pacific Northwest'. *Land Use Policy* 79 (December): 424–32. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.030.

Zhang, Z., J.-Q. Gao, and C.-F. Wei. 2010. 'Changes of Agroecosystem Services Value under Effects of Land Consolidation'. *Chinese Journal of Applied Ecology* 21 (3): 723–33.

Zingg, Silvia, Eva Ritschard, Raphael Arlettaz, and Jean-Yves Humbert. 2019. 'Increasing the Proportion and Quality of Land under Agri-Environment Schemes Promotes Birds and Butterflies at the Landscape Scale'. *Biological Conservation* 231 (March): 39–48. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.022.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Représentation schématiques des échelles d'analyse couramment mobilisées par les agronomes. 20
Figure 2:Présentation schématique de la démarche de la thèse. 29
Figure 3: Chronological description of the literature review and analysis of the papers 29
Figure 4: Geographical distribution of papers related to FMPs. 44
Figure 5: Map of the determinants and strategies behind farmland management practices (FMPs). 29
Figure 6:synthèse des actions foncières au niveau des différents périmètres des AAC..29
Figure 7: Emprise spatiale des AAC à l'échelle de la France métropolitaine. 79
Figure 8:corrélations entre les pratiques foncières des animateurs d'AAC et le contexte de l'AAC. 29
Figure 9:Illustration de la démarche d'identification et de suppression des doublons dans QGIS. 274
Figure 10: distribution par département des exploitations ayant plus de 60% de pomme de terre dans leur assolement. 40
Figure 10:Répartition spatiale des AAC abritant des exploitations avec plus de 60% de pomme de terre dans l'assolement et localisation de l'AAC d'Escrebieux 40
Figure 11:Localisation et emprise spatiale de l'AAC d'Escrebieux 40
Figure 12:Occupation des sols du territoire de l'AAC d'Escrebieux. 40
Figure 13: Localization of the Escrebieux catchment area situation in northern France, straddling the departments of Pas de Calais and Nord. 40
Figure 14: identification of a 'boomerang' plot from analysis of the evolutionary trajectory of the farms' plots. 40
Figure 15: Representation of an exchange cluster 133
Figure 16: Crop distribution on the boomerang plots of the annual exchanges between 2015 and 2019 in the Escrebieux catchment area 134

Figure 17: Comparison of the average distances of the plots of the farms. 40
Figure 18: Functioning of temporary plot exchanges as a concerted crop allocation strategy for potato farmer of Escrebieux catchment area.... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 19:Résultats issus du classement des exploitations recombinantes en vue de leur classement selon l'intensité des échanges 174
Figure 20:Comparaison de l'utilisation des pesticides entre les de différents profils d'exploitations caractérisés selon la spécialisation et selon le recours aux échanges de parcelles 182
Figure 21: Comparaison des productions brutes standards de différents profils d'exploitations caractérisés selon le recours aux échanges de parcelles et selon la spécialisation..... 185
Figure 22:Évolution des surfaces françaises de lin textile et de la production de fibres longues) 193
Figure 23:Localisation du territoire de l'AAC de Lymésy et des communes couvertes par le périmètre de l'AAC 194
Figure 24:Comparaison de l'utilisation des pesticides entre les de différents profils 200
Figure 25:Comparaison des productions brutes standards de différents profils d'exploitations caractérisés selon le recours aux échanges de parcelles et selon la spécialisation. 202

PUBLICATIONS ET ENCADREMENT

Encadrements :

CHRISTIAEN Julie et MATHEY Adèle. (2021). Etude des échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs. Mémoire de projet ingénieur 3A – IDEA, AgroParisTech, 37p + annexes.

Publications :

- **Articles dans des revues avec comité de lecture**

Zangue, Y. D., Melot, R., & Martin, P. (2022). Diversity of farmland management practices (FMP) and their nexus to environment: A review. Journal of Environmental Management, 302, 114059.

- **Communications**

Zangue, Y. D., Melot, R., & Martin, P. (2020). Preserving environment through farmland management practices (fmp)? A review. XVI European Society for Agronomy Congress. 1 to 3 September, 2020 –Sevilla-Spain. (Communication orale).

Zangue, Y. D., Melot, R., & Martin, P. (2020). L'animation foncière dans les aires d'alimentation de captage : outils mis en œuvre et pratiques d'échanges parcellaires entre exploitants agricoles. XIIe séminaire annuel du réseau FONCIMED. « Formes foncières héritées et enjeux contemporains de la montagne méditerranéenne » CORTE (Corse) 12-14 octobre 2020. (Communication orale).

Zangue, Y. D., Melot, R., & Martin, P. (2022). Echanges fonciers entre exploitants et pratiques foncières agricoles: les enseignements d'une enquête dans une aire d'alimentation de captage du nord de la France. 58e colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF). « Transitions, gouvernance territoriale et solidarités. 29-30 juin et 1er juillet 2022 à Rennes-France. (Communication orale).

Zangue, Y. D., Melot, R., & Martin, P. (2022). Mobiliser les outils fonciers pour réduire l'impact des activités agricoles sur la qualité de l'eau : les enseignements d'une enquête nationale en France sur les aires d'alimentation de captage. XIIIrd International seminar of the FONCIMED network 26-28 October 2022, Evora, Portugal Agricultural uses of water and intensification of production systems: what impacts on land resources? (Communication orale).

ANNEXES

Annexe 1: Characterisation of the farms in the Escrebieux catchment area according to their crop specialisation and the presence or absence of boomerang plots.

Farm	Utilised agriculture area (ha)	Specialisation	Farm involved in temporary plot exchanges
A1	44.29	Peas	YES
A2	38.37	Peas	NO
A3	3.82	Potatoes	NO
A4	3.34	Potatoes	NO
A5	53.18	Sugar beet	NO
A6	148.05	Potatoes	YES
A7	74.15	Maize	NO
A8++	89.2	Sugar beet	YES
A9	11.94	Sugar beet	NO
A10	10.62	Potatoes	NO
A11	13.19	Other	NO
A12	31.6	Maize	NO
A13	23.98	Sugar beet	NO
A14	35.93	Sugar beet	NO
A15	82.03	Potatoes	NO
A16++	88.17	Peas	YES
A17	33.25	Potatoes	YES
A18	29.35	Other	NO
A19	225.5	Potatoes	YES
A20	67.96	Potatoes	NO
A21	16.15	Maize	YES
A22	13.72	Other	NO
A23	40.76	Sugar beet	YES

A24	72.03	Sugar beet	NO
A25	65.65	Soft winter wheat	NO
A26	84.74	Soft winter wheat	NO
A27	48.99	Soft winter wheat	NO
A28	36.08	Soft winter wheat	NO
A29++	35.15	Potatoes	YES
A30	55.4	Sugar beet	YES
A31	98.8	Sugar beet	NO
A32	55.87	Sugar beet	NO
A33	77.2	Sugar beet	NO
A34	206.85	Sugar beet	NO
A35	64.07	Sugar beet	NO
A36	45.45	Sugar beet	YES
A37	50.99	Potatoes	YES
A38	154.4	Potatoes	NO
A39	26.22	Sugar beet	NO
A40	59.28	Potatoes	NO
A41	70.02	Sugar beet	YES
A42	62.32	Other	NO
A43	76.89	Sugar beet	NO
A44	41.43	Soft winter wheat	YES
A45	77.56	Potatoes	YES
A46	79.1	Soft winter wheat	NO
A47	52.21	Potatoes	YES
A48	42.45	Soft winter wheat	NO
A49	93.88	Soft winter wheat	NO
A50++	150.12	Soft winter wheat	YES
A51	26.3	Soft winter wheat	NO
A52	58.78	Soft winter wheat	YES
A53++	8.92	Soft winter wheat	YES
A54	168.41	Potatoes	NO

A55	15.01	Soft winter wheat	YES
A56	49.67	Maize	YES
A57	190.7	Soft winter wheat	NO
A58	19.29	Soft winter wheat	NO
A59	30.88	Soft winter wheat	NO
A60	38.85	Soft winter wheat	YES
A61	38.78	Other	NO
A62	62.45	Soft winter wheat	NO
A63	69.54	Maize	YES
A64	71.43	Other	NO
A65	26.8	Other	NO
A66++	206.31	Potatoes	YES
A67	70.14	Sugar beet	NO
A68	97.44	Potatoes	YES
A69	64.68	Sugar beet	NO
A70	21.24	Sugar beet	NO
A71	79.51	Maize	YES
A72	23.01	Other	NO
A73	23.49	Other	NO
A74	71.9	Mixed farming, potatoes	NO
A75	149.78	Soft winter wheat	NO
A76	110.99	Potatoes and soft winter wheat	YES
A77	147.33	Mixed farming, potatoes	NO
A78	50.34	Sugar beet	NO
A79	46.56	Mixed farming, potatoes	NO
A80++	41.9	Soft winter wheat	YES
A81	150.35	Mixed farming, potatoes	NO
A82	18.57	Sugar beet	NO
A83++	112.4	Sugar beet	NO
A84	83.19	Potatoes	NO
A85	46.62	Soft winter wheat	YES

A86	81.38	Potatoes and soft winter wheat	NO
A87++	246.82	Potatoes and soft winter wheat	YES
A88	39.27	Other	NO
A89	156.55	Potatoes	NO
A90	51.27	Soft winter wheat	NO
A91	56.54	Soft winter wheat	NO
A92	99.76	Mixed farming, potatoes	NO
A93++	180.49	Potatoes and soft winter wheat	YES
A94	173.93	Soft winter wheat	NO
A95	348.52	Sugar beet	NO
A96	18.43	Other	NO
A97	158.69	Potatoes and soft winter wheat	NO
A98	66.52	Potatoes and soft winter wheat	NO
A99	75.74	Soft winter wheat	YES
A100	228.2	Potatoes	YES
A101	196.25	Potatoes	NO
A102	233.06	Potatoes	YES
A103++	106.18	Soft winter wheat	YES
A104	85.22	Soft winter wheat	NO
A105	253.51	Potatoes	YES
A106	96.25	Soft winter wheat	NO
A107	152.7	Potatoes	YES
A108	19.9	Other	NO
A109++	115.77	Potatoes	YES
A110	26.27	Other	NO
A111	83.31	Soft winter wheat	YES
A112++	87.95	Potatoes	YES
A113	40.78	Other	NO
A114++	113.22	Soft winter wheat	YES
A115	74.52	Sugar beet	NO
A116	190.48	Soft winter wheat	NO

A117	134.77	Potatoes and soft winter wheat	YES
A118	56.9	Soft winter wheat	YES
A119	82.69	Soft winter wheat	NO
A120	113.47	Potatoes and soft winter wheat	YES
A121	168.14	Potatoes and soft winter wheat	NO
A122	66.47	Other	NO
A123	#N/A	Other	NO
A124	182.35	Potatoes	YES
A125	75.05	Soft winter wheat	NO
A126++	152.65	Potatoes	YES
A127	124.73	Sugar beet	NO
A128	43.21	Other	NO
A129	69.35	Other	NO
A130	47.81	Other	NO
A131	55.5	Other	NO
A132	83.23	Potatoes	NO
A133	37.12	Other	NO
A134	54.24	Other	NO
A135	118.96	Potatoes	YES
A136	94.88	Maize	NO
A137	109.58	Potatoes	YES
A138	102.68	Sugar beet	NO
A139	80.42	Potatoes	NO
A140	263.38	Potatoes	YES
A141	80.71	Potatoes	NO
A142	79.3	Sugar beet	NO
A143	37.65	Other	NO
A144	77.67	Other	NO
A145	166.76	Sugar beet	NO
A146++	143.55	Potatoes	YES

++ corresponds to the farms surveyed

Annexe2: Guide d'entretien semi-directif utilisé lors des enquêtes en exploitations

Texte introductif

Je vous remercie d'avoir accepté ma sollicitation pour cet entretien. L'objectif de mon étude est de mieux comprendre intérêts et limites des échanges de parcelles du point de vue des agriculteurs concernés.

Au niveau de mon institut de recherche (INRAE), nous disposons de données sur le parcellaire des exploitations agricoles en France (données RPG de 2007 à 2018) qui sont anonymisées, c'est-à-dire sans les noms ni les adresses des agriculteurs. Nous avons obtenu vos contacts par l'intermédiaire de M. ANSART de la communauté d'agglomération d'Henin-Carvin. C'est grâce au traitement de ces données que nous avons constaté que dans certaines exploitations de la communauté d'agglomération, notamment la vôtre, on pouvait observer des changements dans le parcellaire agricole (parcelles qui rentrent et sortent de votre exploitation).

Concernant la structure de l'entretien, nous allons commencer par quelques informations générales sur votre exploitation et la manière dont vous gérez votre parcellaire. Ensuite, je vous poserai des questions sur vos systèmes de culture (délais de retour et rotation). Nous terminerons par vos critères de sélection des parcelles candidates aux échanges et les modalités des échanges temporaires de parcelles

Nom de l'agriculteur	
Localisation du siège de l'exploitation	

Partie 1 : Caractéristiques de votre exploitation et du parcellaire

- Etes-vous exploitant à titre individuel ? Dans le cadre d'une société agricole ? (si oui, laquelle : EARL, GAEC, SCEA, …) ? Les deux à la fois ? Avez-vous des participations dans d'autres sociétés par ailleurs.
- Est-ce que vous (ou la société) exploitez vos parcelles majoritairement en propriété ou en fermage ?
- Depuis combien d'années êtes-vous exploitant agricole ?

- Comment avez-vous débuté votre activité agricole ? Par reprise familiale ou reprise externe ?
- Combien de personnes travaillent sur l'exploitation ? (aide familiale, salariés)
- Avez-vous recours aux services d'une entreprise de travaux agricoles ? Si oui, est-ce que c'est pour 1° le semis ; 2° les récoles ; 3° autre (insisté pour savoir s'il est équipé en matériel pour la pomme de terre)
- Avez-vous des responsabilités locales ? (élu d'une collectivité, mandat syndical, membre d'association)
- Etes-vous rattaché à une coopérative ou un négoce agricole ? Pour quelles opérations (transformation, commercialisation, partage de matériel dans une CUMA) ? Pour quelles productions ?
- Si oui, est-ce qu'il y a une organisation entre les membres pour faire des échanges de parcelle ?
- Etes-vous membre de collectifs d'agriculteurs ? Par exemple, pour : l'achat d'intrants, le travail en commun, le conseil technique, la gestion de l'exploitation, l'échange de savoirs sur les pratiques agricoles. (Même question que celle posée pour les coopératives). Si oui, est-ce qu'il y a une organisation entre les membres pour faire des échanges de parcelle ?
- Quel a été l'assolement sur l'exploitation cette année (2020) ? Est-ce un assolement que vous avez depuis longtemps ?
- Pouvez-vous décrire le parcellaire de votre exploitation ? Quelle est la surface totale ? Quel est le nombre de parcelles ? Quelle est la taille approximative de vos parcelles ? Diriez-vous quelles sont peu ou très dispersées par rapport au siège ? (en termes de SAU totale, nombre de parcelles, taille des parcelles, dispersion, et organisation par rapport au siège de l'exploitation)? Avez-vous des distances importantes à parcourir ? Rencontrez-vous des problèmes de circulation pour les engins agricoles ? (exple : trafic routier important, franchissement de ponts, enclavement de certaines parcelles).

- Pouvez-vous préciser les caractéristiques de chaque parcelle (caractéristiques du sol : pierrosité, battance, excès d'eau, faible profondeur ; mais aussi en fonction de sa structure : surface, distance par rapport au siège de l'exploitation, obstacles à franchir pour y accéder, etc.) et leurs localisations sur la carte ? *Voir tableau en annexe*
- Comment regroupez-vous vos parcelles : en parcelles hétérogènes, homogènes, parcelles à haut potentiel ou au contraire de mauvaise qualité agronomique, etc.?
- Comment répartissez-vous les cultures sur votre parcellaire (affectation des cultures aux parcelles ou groupe de parcelles en fonction de leurs caractéristiques propres). *Voir tableau ci-dessous.*

Total SAU :			
Lieu où sont situées les parcelles	**Distance par rapport au siège de l'exploitation**	**Surface et caractéristiques de la parcelle**	**Cultures affectées (en commençant par la culture prioritaire)**

- Quelles sont les parcelles où vous ne faites jamais de la pomme de terre ? Quelles en sont les raisons ?

Partie 2 : spécificité des systèmes de culture en fonction des caractéristiques parcellaires

- Quelles rotations faites-vous sur chaque groupe de parcelles que vous considérez comme étant homogène (constitution des systèmes de culture pour chaque groupe de parcelles) ?
- Quels sont les délais de retour souhaités pour chacune des cultures de l'assolement (préciser pour la pomme de terre) ? Les délais de retours sont-ils les mêmes quelle que soit la parcelle ?

Culture	**Délai de retour**	**Culture précédente**	**Culture suivante**	**Raisons invoquées par l'agriculteur**

Concernant la pomme de terre :

- Quel type de production faites-vous (plant de pomme de terre, pommes de terre de table, etc.) ?
- Quelle est la place de la pomme de terre dans votre assolement (culture principale, % en SAU de la pomme de terre, etc.) ? **Faites-vous de la pomme de terre chaque année** (si oui y'at-il des objectifs de production par exemple en terme de surface ? si non pourquoi ?)?
- Avez-vous des contrats avec des industriels ? Si oui, avez-vous un cahier des charges à respecter (contenu du cahier des charges et contraintes y afférentes) ? Si non, comment écoulez-vous vos récoltes (vente au détail ? à qui et comment ?) ? Outre la pomme de terre avez-vous d'autres contrats sur d'autres cultures ?
- Disposez-vous d'un hangar de stockage ?
- Quels sont selon vous les bénéfices et les contraintes que vous pose la pomme de terre sur le plan agronomique pour la culture suivante ?

Partie3 : pratiques d'échanges temporaires de parcelles

- Quelles sont les principales raisons pour lesquelles vous faîtes des échanges temporaires de parcelles ? Depuis quand ? Avec qui?
- Les personnes avec qui vous faites des échanges le font-ils avec d'autres agriculteurs ?
- Lorsque vous faites des échanges de parcelles, est-ce que cela concerne des cultures en particulier ? Oui□ Non□ Si oui, laquelle/ lesquelles ? Pourquoi ?
- Quels sont les critères de choix d'une parcelle candidate à l'échange (Est-ce pour sa surface, son éloignement par rapport au reste du parcellaire, ses caractéristiques pédologiques, notamment son potentiel de production, l'historique des successions culturales, etc.) ?
- Combien d'échanges de parcelles faites-vous approximativement à l'année et avec combien d'agriculteurs ? Où vous rencontrez-vous pour fixer les modalités de l'échange ? Quelles sont les contreparties possible lors des échanges (exemple : Echange contre service) ?
- Quelles sont les contreparties lorsque vous effectuez les échanges (exemple : échange de parcelles contre échange de service)
- Selon vous, quels sont les avantages agronomiques des échanges temporaires de parcelles (exemple : permet de pouvoir rallonger vos rotations sans nécessairement réduire vos assolements) ? **En d'autre terme, que se pas serait-il si vous n'aviez pas la possibilité d'effectuer les échanges** ?

Partie4 : les modalités d'obtention/de transfert d'une parcelle

- A quelle période de l'année s'effectuent les négociations concernant les modalités de l'échange avec l'autre agriculteur ? Quand se termine l'échange (par exple : juste après la récolte) ?

- Lorsque vous solliciter une parcelle pour l'échange, comment faites-vous pour vous rassurer que la parcelle est compatible avec les exigences de la culture que sous souhaitez produire ?
- Toutes les parcelles de votre exploitation sont-elles échangeables ? pourquoi ?
- Comment organisez-vous et planifiez-vous de manière concrète vos opérations culturales sur votre territoire d'exploitation en intégrant le fait que certaines parcelles seront absentes une année donnée ?
- prescrivez-vous des contraintes agronomiques sur les parcelles que vous échangez ? Si oui lesquelles ? (par exemple le travail du sol, ou la fréquence de traitement phytosanitaire) ?
- Quels liens avez-vous avec l'exploitant chez qui vous transférez vos parcelles (bon voisin, famille, ami, collègue du même réseau professionnel, etc.) ? est-ce que ça fait longtemps que vous pratiquez les échanges avec cette personne (info sur la durée de la relation) ?
- Faites-vous des échanges avec un membre de votre famille qui est aussi agriculteur ?

Difficultés de mise en œuvre des échanges foncières

- Pouvez-vous nous énumérer quelques difficultés auxquelles vous faites face lors de la mise en œuvre des échanges de parcelles ?

Nous vous remercions pour votre participation à l'enquête !

Annexe 3 : Classement des exploitations de l'AAC d'Escrebieux selon la méthode de l'orientation technico- économique (OTEX)

Exploitation	Culture 1	Culture 2	Rapport PBS culture1/PBS total	Rapport PBS culture2/PBS total	Classification selon la nomenclature de l'OTEX
Exploitation1	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.35	0.32	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation2	pomme_terre_conso		0.68		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation3	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.37	0.28	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation4	pomme_terre_conso		0.67		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation5	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.39	0.25	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation6	betterave_non_fourragere	ble_tendre_hiver	0.45	0.27	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation7	mais_grain_semence		0.62		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation8	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.41	0.19	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation9	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.38	0.3	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Exploitation10	pomme_terre_conso		0.62		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation11	ble_tendre_hiver		0.65		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation12	pomme_terre_conso		0.61		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation13	pomme_terre_conso		0.64		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation14	ble_tendre_hiver		0.62		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation15	ble_tendre_hiver		0.8		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation16	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.36	0.3	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation17	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.37	0.32	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation18	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.49	0.31	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation19	pomme de terre	ble_tendre_hiver	0.4	0.24	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation20	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.45	0.36	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation21	ble_tendre_hiver		0.62		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses

Exploitation22	pomme_terre_conso	haricot_flageolet	0.38	0.38	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéa gineuses et culture de plantes sarclées
Exploitation23	pois_printemps_avant_juin		0.76		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation24	ble_tendre_hiver		0.85		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation25	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.38	0.32	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation26	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourrager e	0.39	0.37	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation27	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.43	0.31	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation28	ble_tendre_hiver		0.61		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation29	pomme_terre_conso		0.65		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation30	ble_tendre_hiver		0.69		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation31	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.48	0.24	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation32	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.46	0.28	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Exploitation33	ble_tendre_hiver		0.7		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation34	pomme_terre_conso		0.67		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation35	pomme_terre_conso	betterave_non_fourragere	0.32	0.28	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation36	pomme_terre_conso		0.64		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation37	oignon_echalote		0.6		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation38	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.44	0.23	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation39	pomme_terre_conso	betterave_non_fourragere	0.4	0.2	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation40	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.47	0.41	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation41	ble_tendre_hiver		0.99		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation42	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.43	0.2	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation43	pomme_terre_conso		0.67		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation44	pomme_terre_conso		0.68		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées

Exploitation45	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.45	0.3	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation46	pomme_terre_conso		0.64		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation47	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.45	0.26	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation48	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.51	0.38	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation49	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.35	0.33	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation50	ble_tendre_hiver		0.61		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation51	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.48	0.25	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation52	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.42	0.33	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation53	pomme_terre_conso		0.65		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation54	ble_tendre_hiver		0.65		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation55	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.66	0.26	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Exploitation56	ble_tendre_hiver		0.62		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation57	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.46	0.22	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation58	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.44	0.31	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation59	pomme_terre_conso		0.6		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation60	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.41	0.37	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation61	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.44	0.31	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation62	ble_tendre_hiver		0.66		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation63	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.45	0.24	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation64	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.4	0.28	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation65	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.37	0.37	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation66	Pomme de terre	Betterave	0.45	0.18	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Exploitation67	pomme_terre_conso		0.64		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation68	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.4	0.3	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation69	pomme_terre_conso		0.64		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation70	Pomme de terre	Betterave	0.54	0.17	Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation71	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.37	0.28	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation72	pomme_terre_conso	haricot_flageolet	0.42	0.24	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation73	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.47	0.22	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation74	pomme_terre_conso	haricot_flageol	0.54	0.18	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation75	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.45	0.22	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation76	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.35	0.28	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation77	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.42	0.2	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation78	pomme_terre_conso		0.54		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées

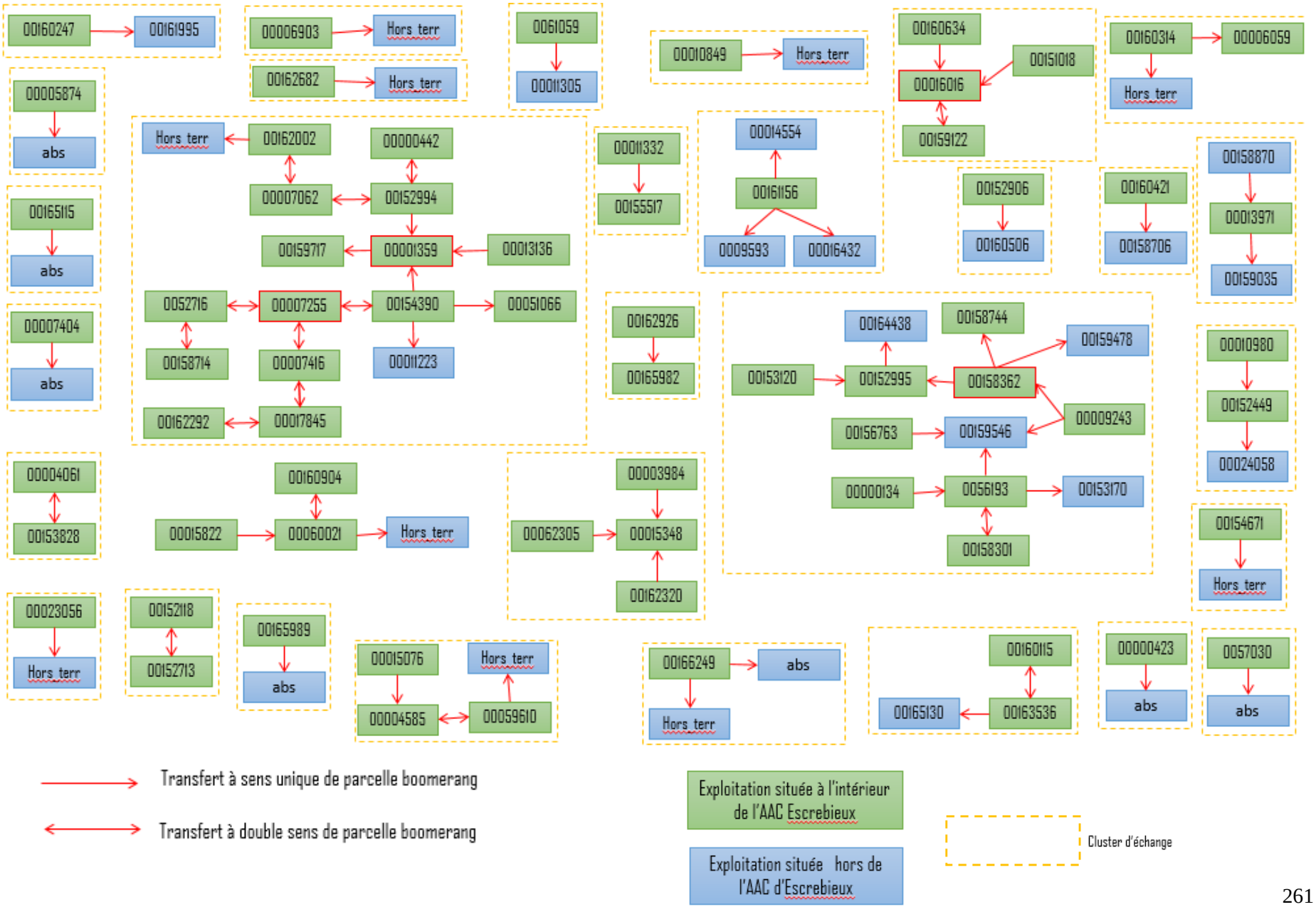
Exploitation79	pomme_terre_conso		0.54		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation80	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.4	0.2	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation81	pomme_terre_conso		0.57		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation82	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.45	0.32	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation83	Pomme de terre	Betterave	0.4	0.32	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation84	pomme_terre_conso		0.74		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation85	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.46	0.17	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation86	ble_tendre_hiver		0.74		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation87	ble_tendre_hiver		0.64		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation88	oignon_echalote	pomme de terre	0.29	0.23	Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation89	pomme_terre_conso		0.53		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation90	pomme_terre_conso		0.58		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation91	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.34	0.27	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Exploitation92	betterave_non_fourragere	ble_tendre_hiver	0.36	0.3	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation93	ble_tendre_hiver		0.6		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation94	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.38	0.25	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation95	pomme_terre_conso		0.68		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation96	ble_tendre_hiver		0.68		Exploitations spécialisées en céréaliculture (autre que le riz) et en culture de plantes oléagineuses et protéagineuses
Exploitation97	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.45	0.33	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation98	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.45	0.21	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation99	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.4	0.3	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation100	pomme_terre_conso		0.65		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation101	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.38	0.23	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation102	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.46	0.22	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Exploitation103	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.35	0.34	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation104	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.44	0.37	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation105	pomme_terre_conso		0.65		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation106	pomme_terre_conso	haricot flagelé	0.38	0.24	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation107	pomme_terre_conso		0.65		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation108	pomme_terre_conso	Carotte	0.47	0.22	Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation109	pomme_terre_conso		0.57		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation110	ble_tendre_hiver	betterave_non_fourragere	0.41	0.25	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation111	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.38	13	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation112	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.43	0.23	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation113	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.43	0.27	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation114	pomme_terre_conso		0.52		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation115	pomme_terre_conso		0.51		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées

Exploitation116	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.38	0.25	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation117	pomme_terre_conso		0.61		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation118	pomme_terre_conso		0.66		Exploitations spécialisées en culture de plantes sarclées
Exploitation119	ble_tendre_hiver	pomme de terre	0.34	0.27	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation120	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.48	0.32	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée
Exploitation121	pomme_terre_conso	ble_tendre_hiver	0.4	0.33	Exploitations combinant céréales, plantes oléagineuses et protéagineuses et culture de plantes sarclée

Annexe 4 : Illustration des dynamiques des échanges temporaires de parcelles et reconstitution des « cluster » d'échanges sur l'AAC d'Escrebieux. Pour des raisons d'anonymat, les identifiants des exploitations ont été modifiés. Travail effectué par Nadège Rabenandrasana, 2020



Annexe5 : Définition et Cadre réglementaire d'une aire d'alimentation de Captage (AAC)

Une AAC désigne la zone en surface sur laquelle l'eau qui s'infiltre ou ruisselle et alimente le captage. L'extension de ces surfaces est généralement plus vaste que celle des périmètres de protection de captage. Cette zone est délimitée dans le but principal de lutter contre les pollutions diffuses risquant d'impacter la qualité de l'eau prélevée par le captage.

Le concept d'AAC apparait pour la première fois dans l'article L.211-3 du code de l'environnement, modifié par la loi sur l'eau de 2006 qui concerne l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). Il est également inscrit dans les articles R.114-1 à R.114-5 du code rural. Ce nouvel outil réglementaire n'est ni systématique ni obligatoire ; mais à l'initiative du préfet, une zone peut être délimitée (par arrêté) et un programme d'actions visant à protéger la ressource contre les pollutions diffuses instauré.

Le Grenelle de l'environnement met en avant la nécessité de protéger les captages vis-à-vis des pollutions diffuses. L'action majeure envisagée dans ce cadre consiste à protéger les aires d'alimentation de captage les plus menacés (captages « Grenelle »).

Source : http://sigespal.brgm.fr/spip.php?article63 consulté le 12/11/2020

Annexe 6 : Estimation de la variation de l'IFT en fonction de la séquence de culture à partir des données « enquêtes pratiques culturales grandes cultures et prairie 2017 » produites par l'AGRESTE (par Rémy Ballot, UMR AGRONOMIE)

Objectif

➔ Estimer l'IFT des successions de cultures pour comparer les successions de culture des exploitations recombinantes et non recombinantes.

Choix de la Méthode

1) Modèle IFT ~ succession à partir de PK-GC 2017
2) Prédiction IFT RPG
3) Comparaison IFT séquences avec / sans échange

Choix de la Méthode

1) Modèle IFT ~ succession à partir de PK-GC 2017

Jeu de données d'apprentissage : séquence 2012-2017 + IFT 2017

Random forest (arbres de régression) :

IFT ~ fréquence blé tendre + fréquence blé dur + fréquence orge + fréquence triticale + fréquence céréales + fréquence colza + fréquence tournesol + fréquence pois + fréquence maïs + fréquence betterave + fréquence pdt + fréquence féverole + fréquence soja + fréquence lin + nombre cultures différentes + nombre période semis + cultures pluriannuelles + précédent

Méthode

1 modèle par culture (13) et catégorie IFT (total, herbicides, fongicides, insecticides)

Effectifs

(sans les parcelles en AB)

Culture	effectif
Blé tendre	1746
Blé dur	962
Orge	1897
Triticale	2140
Colza	1676
Tournesol	1143
Pois	1330
Maïs	4893
Betterave	676
Pomme de terre	997
Féverole	1035
Soja	466
Lin	778

Résultats

R^2 ⇔ part de la variance de l'IFT expliquée par les variables utilisées pour décrire la séquence

Culture	IFT total	Herbicides	Fongicides	Insecticides
Blé tendre	0,21	0,13	0,11	0,04
Blé dur	0,26	0,13	0,22	0,03
Orge	0,18	0,09	0,09	0,02
Triticale	0,20	0,12	0,13	0,00
Colza	0,06	0,04	0,03	0,05
Tournesol	0,01	0,02	0,01	0,00
Pois	0,06	0,03	0,07	0,03
Maïs	0,05	0,05	-	0,03
Betterave	0,03	0,01	0,03	0,00
Pomme de terre	0,13	0,10	0,18	0,02
Féverole	0,17	0,15	0,04	0,06
Soja	0,05	0,01	-	-
Lin	0,02	0,01	0,04	0,17

Résultats

Avec parcelles conventionnelles + AB

Culture	Effectif	IFT total	Herbicides	Fongicides	Insecticides
Blé tendre	1746	0,21	0,13	0,11	0,04
Blé tendre	1859	0,26	0,18	0,15	0,05
Pomme de terre	997	0,13	0,10	0,18	0,02
Pomme de terre	1054	0,18	0,16	0,22	0,02

Annexe7 : Guide d'entretien enquêtes auprès des acteurs agricoles (animateurs AAC, responsable chambre d'agriculture)

Texte introductif

Chercheurs à INRAE et AgroParisTech, nous réalisons une étude sur les pratiques d'échanges parcellaires entre agriculteurs dans les aires d'alimentation de captage dans plusieurs régions en France (sujet de thèse de doctorat menée par Yannick Dongmo). L'objectif de cette recherche est d'explorer les possibilités qu'offrent les pratiques d'échanges temporaires de parcelles entre agriculteurs pour réduire la pression environnementale de l'activité agricole. De manière plus spécifique, il s'agit notamment de comprendre les logiques agronomiques et sociologiques des échanges de parcelles, et d'évaluer l'intérêt environnemental de ceux-ci. Nous avons retenu les aires d'alimentation d'Aviron-Saint-Vaast et d'Escrebieux parmi les terrains que nous souhaiterions étudier. En amont de nos enquêtes auprès des agriculteurs, nous aimerions avoir l'occasion d'évoquer avec vous les spécificités dies exploitations sur votre territoire (organisation foncière, collectifs existants et enjeux environnementaux notamment).

Nous vous rassurons que l'information que nous recueillons restera totalement anonyme.

Interviewé :	**fonction et missions** :
Intervieweur :	
Date :	
Lieu :	
Observation :	

I. Présentation et caractéristique de l'AAC

Nous voudrions avoir une idée de votre structure et de son ancrage dans le territoire (le département en général et Airon st vaast en particulier)

Nature de la structure

- Pouvez-vous nous présenter les principales activités de votre structure (objectifs et principales missions) en lien avec les agriculteurs?

Actions foncières du syndicat

- Avez-vous prévu des actions foncières dans le cadre de vos missions d'animation au niveau de votre unité hydrographique?
- Si oui, ces actions foncières relèvent-elles d'une stratégie foncière rédigée ou alors de la saisie d'opportunités ? S'agit-il uniquement de l'acquisition définitive des parcelles ou alors vous déployez aussi des actions de maitrise des droits d'usage sans acquisition ? Aussi, lors des achats des parcelles, avez-vous sollicité la SAFER ? Si non, comment avez-vous procéder pour acquérir les parcelles (entente avec les propriétaires)?
- Quels sont les acteurs impliqués dans la mise en œuvre des actions foncières (rôle de chaque acteur) ?
- Pouvez-vous préciser les activités que vous autorisées sur les parcelles acquises et de manière générale sur le périmètre de protection ?
- Avez-vous arrêté des; « zones soumises aux contraintes environnementales » (ZSCE) sur votre unité hydrographique ? Ce dispositif vous a-il aidé à mobiliser le levier foncier ?

II. Lien entre la structure et les politiques publiques

Je souhaite comprendre les modes d'intervention de votre structure sur le terrain

Mode d'intervention de la structure

- Pouvez-vous nous décrire vos stratégies d'accompagnement des agriculteurs situés sur votre territoire d'intervention? Quelles sont les actions concrètes que vous mettez en place pour réduire la pression environnementale de l'activité agricole (techniques, organisationnelle, formation, financière, aspects juridiques) ?

III. Contexte agricole dans le territoire

Nous aimerions avoir la vision de la dynamique agricole du territoire notamment les dynamiques des collectifs d'agriculteurs

Collectifs agricoles existant sur le territoire

- Y-a-t-il des collectifs d'agriculteurs organisés sur votre territoire ?

- De quelle nature ? (CUMA, groupes d'échanges de pratiques, CIVAM)
- Quelle est leur ancienneté ?
- Quels secteurs géographiques sont concernés en particulier ?
- Concernent-ils beaucoup d'agriculteurs ?

IV. Pratiques foncières sur le territoire

Nous aimerions comprendre les pratiques foncières locales et plus particulièrement les échanges de parcelles entre agriculteurs

Caractéristiques générales du foncier

- Pouvez-vous nous décrire le contexte foncier de votre territoire (pratiques foncières courantes du territoire) ?
- D'après vous quelles sont les dynamiques foncières actuelles sur votre territoire (agrandissement, déprise agricole, reprise complète d'exploitations distantes par un même agri ou reprises en bordure de parcelles déjà exploitées. etc.). Quelles sont les principales difficultés du foncier (conflits fonciers, pression urbaine et concurrence sur le foncier, etc.) ?
- Avez-vous connaissance des dispositifs réglementaires sur le foncier qui s'appliquent uniquement sur votre territoire ?

Pratiques foncières des agriculteurs

- Avez-vous connaissance des pratiques d'échanges de parcelles entre agriculteurs : i) historique, ii) raisons des échanges, iii) modalités des échanges, iv) les différents types d'échanges (entre agriculteurs et éleveurs, céréaliers et patatiers, etc.), v) dimension sociale des échanges (lien familial entre agriculteurs, appartenance à un même réseau social, etc.), etc. ?
- Avez-vous connaissance d'autres pratiques foncières des agriculteurs : Location des parcelles : location précaire, fermage ; Contrat de prêt à usage, etc. ; Recours au travail à façon : présence d'ETA dans le territoire ; Assolement en commun :

connaissance des agriculteurs qui mettent en commun leurs terres pour produire, etc. ?

Stratégies de sécurisation des parcelles par les agriculteurs

- D'après vous, quelles sont les stratégies des agriculteurs pour sécuriser leurs parcelles (acquisition définitive, recours au fermage, etc.) ?

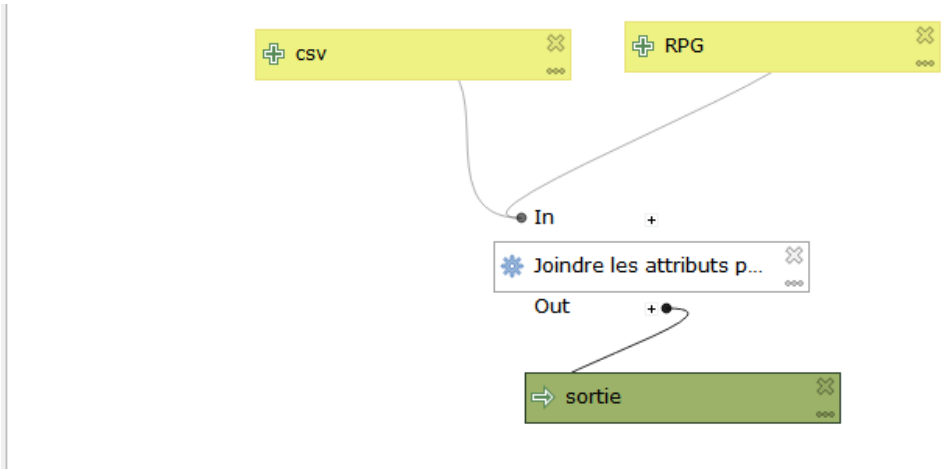
Connaissance des agriculteurs qui s'échangent des parcelles

- Connaissez-vous des agriculteurs qui s'échangent régulièrement des parcelles (demande de contact) ?
- Connaissez-vous des agriculteurs qui produisent des cultures à forte valeur ajoutée type pomme de terre pouvant favoriser le recours aux échanges de parcelles? (demande de contact)

Annexe8 : Extraction des shapes des exploitations à partir des données du RPG

Cette méthode permet d'obtenir les shapefles des exploitations à partir des données du RPG ; Elle a été développée par Philippe Martin, professeur d'Agronomie en service à Agroparistech dans le cadre de cette thèse.

Pour extraire les shapefiles des exploitations, on utilise le logiciel QGIS et le module modélisation exécuté en processus de lot. Le modèle donne en entrée deux couches vecteurs. Les deux couches constituent l'entrée de l'algorithme de sélection par attributs paramétré pour ne garder que les entités des shapefiles RPG ayant les bons numéros d'exploitation et en faisant une jointure de un à plusieurs les sorties sont les shapefiles sélection des parcellaires d'Exploitation agricole concernées par département.



Une fois ce résultat obtenu on peut fusionner tous les shapesfiles ainsi obtenus pour avoir une couche unique rassemblant toutes les parcelles de toutes les exploitations concernées.

La fusion se fait en mobilisant le menu « vecteur outil de gestion de données » puis « **fusionner des couches vecteurs** ». Avec cette méthode on vérifie qu'on a identité des numéros d'exploitation et des SAU entre celles du shape résultat et ce qu'on avait en sortie du traitement avec R pour le calcul des SAU et extraction des exploitations avec des taux importants en pomme de terre (pour Qgis la synthèse est obtenue avec le module complémentaire Group Stats de QGIS).

On peut en comparant les surfaces repérer d'éventuelles présences de doublons dans le shape final (erreurs de manip ou réalité des doublons). Il faut alors supprimer les doublons sous QGIS grâce à l'outil « supprimer les géométries dupliquées » (voir Figure 34ci-dessous).

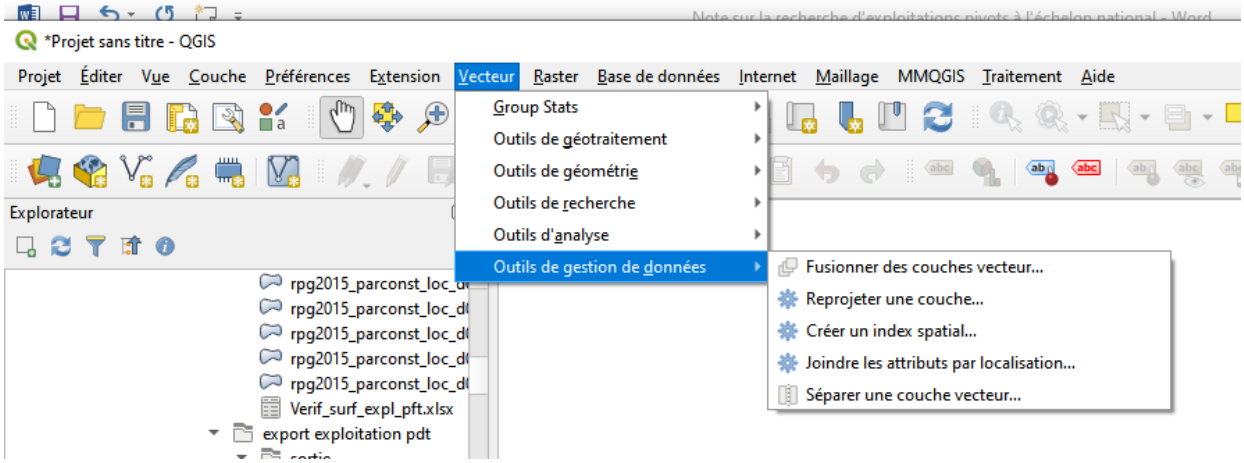


Figure 34:Illustration de la démarche d'identification et de suppression des doublons dans QGIS. Source Philippe Martin.

Pour la période 2007-2014 on la scinde en 2. Tout d'abord 2007-2009 où on est dans une situation stable du point de vue des données attributaires (identifiant anonyme identique quel que soit le département où l'exploitation a des parcelles. 2010-2014 où les numéros d'exploitation ne sont pas les mêmes d'un département à l'autre et en plus on a des doublons dans les données si on fusionne les différents shape départementaux.

Pour la période 2007-2009 on procède sensiblement de la même manière que pour 2015-2018 en calculant les ratios pour les groupes 9 plantes à fibres (lin) et le groupe 25 légumes fleurs (pomme de terre et melon). Avec 28 groupes cultures il n'est en effet pas possible de distinguer pommes de terre et melon.

Pour l'extraction des shapes des exploitations concernées il faut d'abord joindre au parcellaire le numéro d'exploitation (description_îlot). On enlève ensuite les variables surnuméraires pour éviter les problèmes de format de données sur des variables inutiles lors de la fusion des shapes. La jointure des description_ilot ne voulant pas fonctionner sous QGIS elle a été réalisée sous R (script : jointure_description_ilot_200X). Une fois la jointure faite on fait l'extraction des shapes des exploitations concernées par département avec un modèle sous QGIS et la liste des exploitations concernées (PACAGE…). On fusionne ensuite les résultats pour avoir un shape unique tous départements confondus. On effectue une vérification sur les surfaces en cumulant les surfaces des îlots dans le shape et en confrontant avec la SAU totale déclarée. Pour les années 2007 à 2009 il y a certains départements avec des buggs et donc des manques dans la reconstitution des surfaces. Le fichier vérification permet de voir les exploitations qui sont incomplètes dans le shape de synthèse..

Pour la période 2010-2014 il faut au préalable éliminer les doublons. Pour cela on commence par fusionner l'ensemble des couches shapes puis on utiliser la fonction d'élimination des doublons. Ces opérations sont réalisées sur QGIS. C'est le dbf issu de ce traitement qui sera ensuite utilisé pour calculer les assolements d'exploitation. Pour cela on concatène l'ensemble des fichiers description îlot qui contient l'identifiant exploitation et on le fusionne avec le dbf du shape de l'ensemble des îlots. On élimine les NA c'est-à-dire les situations où un numéro d'îlot issu de la concaténation des descriptions îlots ne se retrouve pas dans le shape.

On travaille ensuite sur les fichiers description îlots dont on fait la concaténation et dans lesquels on va remplacer le numéro anonyme d'exploitation (possibilité de plusieurs numéros par exploitation) par le numéro unique défini dans les tables constituées par Pierre Cantelaube (Ingénieur d'études INRAE). On renomme aussi les variables pour retomber sur les mêmes variables que pour les années

2007-2009 ce qui permet de réutiliser les scripts R. On peut ainsi déterminer le détail des assolements, ainsi que les exploitations dépassant les seuils prédéfinis.

Pour l'extraction des parcellaires il faut faire une jointure attributaire entre la table du shapefile national expurgé des doublons et la table de synthèse des descriptions îlots avec les exploitations renommées. On peut alors directement extraire les parcellaires des exploitations concernées.

Annexe 9 : synthèse traitement des enquêtes effectuées auprès des agriculteurs de l'AAC d'Escrebieux pour connaitre les motivations agricoles et sociales des échanges temporaires de parcelles. Source : DONGMO Yannick

	Caractéristique de l'agriculteur	motivation du recours aux échanges temporaires de parcelles	Type d'échange de parcelles effectué	Changement à l'échelle du territoire de l'exploitation	Organisation territoriale résultante
1	Parcellaire : SAU totale : 32ha 50% fermage et 50% propriétaire ; parcellaire n'est pas morcelé et la moyenne des distances entre les parcelles est d'1 km. Zone cultivable pomme de terre : 26,5 (bon limon). 5.5 ha de terre crayeuse. SC : succession : pomme de terre/blé/ Maïs/épinards d'hiver/betterave/blé/pomme de terre/blé/betterave. Tient au respect du DR sur la pomme de terre. Matériel : n'est pas équipé en matériel ni hangar de stockage de la pomme de terre. Travaille seul dans l'exploitation	Souhaite avoir dans son assolement la pomme de terre et est limité par la disponibilité de sa parcelle qui a été détériorée (ornières) lors de la récolte de la culture précédente. Du fait de cette contrainte, il doit chercher des parcelles ailleurs. ***Mauvaises conditions de récolte de la culture précédente + impossibilité de respecter le DR de la pomme de terre = Recours à l'échange de parcelle***	i) **Echanges réciproques** (parcelle contre parcelle pour faire de la pomme de terre. ii) Echange avec des connaissances très proches. Iii) Choix de parcelles situées à moins de 5km de ses parcelles	i) Introduction d'une nouvelle culture dans l'assolement de l'agriculteur donneur de parcelle. ii) rallongement et diversification des rotations de cultures chez les deux agriculteurs qui s'échangent les parcelles. iii) changement probable de modes de conduite de la culture suivante sur la parcelle boomerang.	i) Augmentation de la surface de la pomme de terre au niveau du territoire ii) Homogénéisation des systèmes de culture au niveau du territoire vers un système avec plus de diversité dans les successions et un allongement des rotations.
2	Parcellaire : SAU totale : 85 ha dont 60 en fermage et 25 en propriété. Le parcellaire est regroupé et la distance entre les parcelles les plus éloignés est de 1 km. Parcelles très hétérogènes sur le plan pédologique (bon limon, terre crayeuse, cailloux, etc.). Fermage à 60% SC : Successions : blé/maïs/blé/pois/blé/betterave. Des fois il lui arrive de faire maïs/maïs. On peut aussi mettre la betterave après un maïs. Contrats sur betterave et les petits pois. A une composante élevage gérée par ses enfants. Matériel : Pas d'équipement pour produire la pomme de terre	dispose de suffisamment de surface pour faire tourner ses rotations qui sont stables depuis une vingt ans. **En plus, il n'a pas beaucoup de cultures avec de fortes contraintes de retours + apport régulier de MO sur ses parcelles = pas de recours à l'échange de parcelles**	Très mauvaise image de l'échange ou la location de parcelles pour faire de la pomme de terre. « Les patatiers c'est des gourmands en terre, ils ne respectent pas les agriculteurs et éleveur.. Un patatier il s'en fou il ramasse les patates et après, démerde toi ! »	RAS	RAS

3	Travaille seul dans l'exploitation <u>Parcellaire</u> : 140 ha de SAU (avec 125 ha en terre labourable).parcelles relativement proches. Deux types de sols : la cranettes et les limons. 80ha de terres irrigables. 6 ha de terre à Caillaux <u>SC</u> : rotation sur les parcelles irrigables : blé/ pomme de terre /blé/pois Rotation sur autres terres : blé/betterave/blé/pomme de terre Ne respecte pas les DR de 6_7 ans sur le pois (envisage de changer le pois par le lin). Respecte un DR de 4 ans sur la pomme de terre. pas de pomme de terre derrière une betterave. contrat sur la betterave <u>Equipement</u> : équipé en matériel et bâtiment de stockage de la pomme de terre (peux stocker 100 ha de pomme de terre)	**Souhaite rentabiliser l'investissement sur le hangar de stockage de la pomme de terre qui peut stocker jusqu'à 100ha de pomme de terre**. Au niveau de son exploitation, il ne peut produire que 25ha de pomme de terre chaque année (contrainte de respect des DR). Pour arriver à remplir son hangar, il a besoin de chercher 75 ha supplémentaire chez d'autres agriculteurs. Il ne peut n'ont plus effectué les échanges réciproques de parcelles parce qu'il ne peut pas rendre disponible 75ha de ses surfaces (contrats sur la betterave et le pois. En plus besoin de produire le blé pour la paille). **Zone cultivable < assolement de pomme de terre nécessaire pour amortir le matériel = recours à la sous-location**	i) **Sous-location** des parcelles (location uniquement pour la culture de pomme de terre à l'année) ii) constitution d'un portefeuille d'agriculteurs avec qui il développe une relation de confiance et qui acceptent de sous-louer leurs terres. iii) en plus d'une contrepartie financière, s'ajoute une contrepartie de service : labour de la parcelle après la récolte de la pomme de terre, dépannage de l'agriculteur sur certains matériels, etc. iii) les agriculteurs qui sous-louent leurs parcelles sont généralement des connaissances proches iv) Les négociations ont lieu en Juin juillet juste avant les récoltes	<u>Chez le sous-louer (donneur)</u> i) Modification de la localisation des cultures sur les parcelles avec l'introduction de la pomme de terre dans la rotation de l'agriculteur qui sous-loue (donneur) ses parcelles. ii) nouvelle source de revenue pour l'agriculteur donneur (logique économique) iii) nouvelle organisation des systèmes de culture avec le changement au niveau des couples précédents/suivants (modification des conduites de culture pour certains couple précédents/suivants) <u>chez le locataire (receveur)</u> iv) rentabilité économique de son hangar v) augmentation du morcellement parcellaire avec pour corolaire une nouvelle organisation du travail en tenant compte du degré de dispersion des parcelles en sous-location	i) augmentation de la présence de la pomme de terre au niveau du territoire (le territoire est marque ii) mosaïque paysagère plus contrastée au niveau du territoire iii) changement au niveau de l'occupation et l'utilisation des sol au niveau du territoire

				vi) Nouvelle organisation spatiale des cultures au niveau du territoire d'exploitation avec comme conséquence l'augmentation de la charge de travail pour la production de la pomme de terre du fait de la dispersion des parcelles	
4	Parcellaire : SAU totale de 40ha en fermage (familial)à plus de 97% avec son père qui a 25ha. a 12 ha de terre crayeuse. Pâtures sur les terres crayeuses. parcellaire plus ou moins regroupé avec toutes les parcelles situées dans le village. Dispose aussi de bonnes terres. SC : succession de cultures sur les terres crayeuses : Luzerne/blé/maïs/betterave. Bonne terre : maïs/blé/betterave/blé Est polyculteur éleveur. DR sur la betterave est de 4ans.	N'éprouve aucun besoin d'effectuer les échanges de parcelles**. Etant éleveur il a beaucoup de travail, et en plus, son parcellaire lui permet de faire tourner ses cultures. N'a aucune contrainte de DR.** A effectué les échanges par le passé (pendant 6 ans) mais a arrêté pour des raisons de repousses de pomme de terre dans les parcelles (Si mauvaise récolte de pomme de terre en laissant les petites pommes de terre dans le sol, alors risque d'avoir les repousses si le sol est retourné par la suite).	I) **Echange réciproque de parcelle**. L'agriculteur avec qui il effectuait les échanges mettait la pomme de terre et lui en retour il mettait le maïs. ii) a accepté de faire des échange parce qu'il connaissait l'agriculteur. « *Lui et moi on échangeait déjà de la paille contre du fumier. Lui il me donnait la paille et je lui donnais le fumier* ». iii) stratégie socioéconomique de l'échange de parcelle dans la mesure où l'échange permettait de garder de bonne relation avec son voisin qui lui fournissait en paille. Il permettait aussi de diversifier l'rotation : pomme de terre/blé/ betterave/ble/ iv) forte proximité géographique (voisin) et	i) l'échange a permis d'introduire la pomme de terre dans ses rotations pendant un certain temps. ii) changement de mode de conduite du blé au niveau du couple pomme de terre/blé. iii) nouvelles organisation des cultures sur le territoire de l'exploitation. vi) nouvelle organisation du travail en intégrant la présence de la pomme de terre.	

			social (échange de service) avec la personne avec qui on effectue les échanges.		
5	Parcellaire : 85 ha dont 25 ha à Vitry et 60 ha à monchy. En fermage à 95% (terre familiale). Parcellaire morcelé avec deux sites d'exploitations distants de 10km. Présence de terre crayeuse et de sol de bon limon. Les petites parcelles de l'exploitation sont en prairie. SC : Est polyculteur éleveur mais souhaite abandonner l'élevage. Succession : betterave/blé/pois/blé/pomme de terre/blé/soit betterave ou blé/on peut revenir avec le pois. Contrats sur les petits pois et sur les betteraves. DR pomme de terre 5_6 ans. Pas de pomme de terre sur les terres crayeuses. Pas de labour après une pomme de terre. Avec un blé derrière pomme de terre peut économiser 20 ou 30unités d'azote. L'ensemble de la rotation permet de lutter efficacement contre les adventices. A moins de problème de vulpin. Matériel : dispose d'un bâtiment d'élevage qu'il souhaite convertir en hangar de stockage.	Etant polyculteur éléveur et ne produisant pas lui-même de la pomme de terre, il est très sollicité par les patatiers pour la sous-location. **La sous-location est d'abord économique mais il y'a aussi une logique agronomique dans la mesure où il arrive à diversifier son assolement, à rallonger ses rotations et à casser le cycle des maladies des cultures précédentes avec l'introduction de la pomme de terre**. Il lui arrive aussi d'effectuer les échanges de parcelles mais c'est rare (il l'a fait quelques fois lorsqu'il avait besoin de surface pour mettre son pois et le patatier lui a proposé une parcelle chez lui)	Lorsqu'il fait des échanges, s'il donne 10 ha pour faire de la pomme de terre il va en recevoir 15 ha pour faire du blé ou des petits pois ou encore des betteraves parce que ses terres sont plus riches en MO ii) choisis les personnes avec qui je sous-loue mes parcelles aussi en fonction de la date d'arrachage des pommes de terre iii) forte proximité sociale avec les deux agriculteurs avec qui il effectue les échanges (l'un lui presse ses paille et l'autre est un ami de son grand père)	i) nouvelle organisation du parcellaire avec repérage annuel des parcelles à mettre en location pour faire de la pomme de terre. iii) changement de mode de conduite du blé pour le couple pomme de terre/blé (un blé derrière une pomme de terre va faire 100 quintaux et plus et un blé derrière un blé va faire 60_70 quintaux.). iv) moins de traitements phyto et azote sur les parcelles dont la rotation inclue la pomme de terre. v) nouvelles localisation des systèmes de culture en distinguant les blocs de parcelles affectées aux rotations avec pomme de terre et les blocs de parcelles affectées aux rotations sans pomme de terre.	i) multiplication de zones du territoire où sont produites les pommes de terre
6	Parcellaire : SAU totale de 47ha dont 3,5 ha occupés par les sapins. la majorité de ses parcelles sont constituées de « bon limons ». Il a une petite parcelle où il y'a de la « terre crayeuse » une deuxième parcelle (de 13ha) a sur une partie de la terre crayeuse mais est dans l'ensemble argilo limoneux.	l'agriculteur avec qui il échange les parcelles est son plus gros client. Quand il a été sollicité pour effectuer les échanges, il n'a pas osé lui refuser parce que c'est un bon	i) Echange réciproque de parcelles dont l'un met la pomme de terre et l'autre met le blé. ii) la contrepartie en parcelle n'est pas la même : celui qui souhaite	i) nouvelle organisation du territoire de l'exploitation avec la constitution de deux blocs parcellaires sur lesquelles sont affectés des systèmes de culture différents, l'un avec la	i)nouveau maillage du paysage avec l'augmentation de la part de la pomme de terre dans les assolements

	<u>SC</u> : Est polyculteur éleveur. Ne produit pas de pomme de terre. contrat sur la betterave, une obligation de produire au moins 12 ha de betterave/an. contrat sur les petits pois avec la mise en place chaque année de 4 à 8 ha. DR de 4 ans sur la betterave. Ne fait pas de labour derrière la pomme de terre = permet de lutter contre les repousses de la pomme de terre. Pas de betterave derrière une pomme de terre pour limiter le risque de repousse de la pomme de terre. Raisonne ses successions par rapport aux contraintes de délais de retours mais aussi aux assolements qu'il souhaite avoir (pdt/pois/blé/btt/ble/pdt/ble) <u>Matériel</u> : Dispose du matériel agricole dans le cadre de son ETA. Pas de matériel pour faire la pomme de terre	client et ils se connaissent depuis longtemps. **Recours à l'échange de parcelle par stratégie socioéconomique (fidéliser ses clients de son entreprise) mais aussi agronomique (rallongement de la rotation)**	mettre la pomme de terre donne plus de surface que lui. La contrepartie financière est aussi possible parce que les parcelles de l'agriculteur sont situées sur de bonnes terres (bon limon) et en plus l'agriculteur est aussi éleveur, il amande régulièrement son sol avec le fumier (sol beaucoup plus riche). iii) N'effectue jamais les échanges sur ces terres crayeuses. iv) fait attention à la distance de la parcelle boomerang (où il fait du blé) par rapport au reste de son parcellaire, dans le mesure où il n'a pas envie de parcourir de plus longues distances pour transporter la paille de blé après la récolte v) La distance est un élément important lors du choix parcelles candidates à l'échange	pomme de terre et l'autre sans. ii) permet de modifier la conduite du blé sur le couple pomme de terre/blé iii)	
7	<u>Parcellaire</u> : SAU totale: 112 ha parcelles regroupé en bloc (grâce au remembrement qui a eu lieu dans la région)	Il a environ 70 ha de terre cultivable pour la pomme de terre donc lui en faisant seulement 10 ha de pomme	i) Effectue un échange triennal (c'est un autre type d'échange différent de l'échange annuel) dans	Dans le cas de l'échange triénnal, cela permet de regrouper ses parcelles. Permet aussi d'avoir une	

	SC : Est polyculteur éleveur (souhaite arrêter la production de bovin lait pour faire des allaitantes) a introduit la pdt dans son assolement depuis 5 ans. Contrat sur la pomme de terre qui tourne autour de 8_10 ha/an contrat de 1000 tonnes (environ 12ha/an) sur la betterave chaque année. Ne met pas de pommes de terre sur les terres crayeuses qui sont plus séchantes. Rotation terres crayeuses : luzerne/maïs/blé/betterave/blé/luzerne Rotation bon limon :blé/maïs/betterave/blé/pdt. DR de 5 ans sur la pomme de terre DR betterave c'est 3_4 ans.	de terre chaque année, il a suffisamment de terre disponible pour pouvoir respecter les délais de retour. Il fait donc tourner les pommes de terre sur ses parcelles sans grande contrainte de disponibilité de surface. **Pas de contraintes de terre cultivable et de délai de retour = Pas besoin d'effectuer les échanges**	le cadre du regroupement de leur parcelles qui sont proches. ii) a aussi effectué une année un échange réciproque avec son voisin qui voulait faire de la pomme de terre sur sa parcelle qui est proche de la sienne. iii) s'entend très bien (échange de service) avec le voisin en question c'est la raison pour laquelle il a accepté (**logique socioéconomique**).	parcelle plus grande sur laquelle déployer son système de culture	
8	Parcellaire : SAU : 85 ha (15% propriété et 85% fermage). Parcellaire morcelé (distance moyenne entre les parcelles les plus éloignée est de 4 km) et majoritairement composé de bonne terre (bon limon). Les prairies occupent majoritairement les petites parcelles. Il a 70 ha de terre labourables. SC : Est polyculteur éleveur (possède aussi des vaches laitières). produit la pomme de terre depuis 9 ans après l'abandon de la culture de la betterave. Fait un roulement sur ses parcelles en fonction de la conjoncture et du respect de délai de retour. Pour la pomme de terre, il revient tous les 3_4 ans. Sa sole max de pomme de terre est de 20ha mais généralement il tourne autour	Il a trop de céréales dans son exploitation donc souvent il a besoin d'une tête de rotation. Plutôt que de mettre trois fois du blé, je vais aller mettre e blé chez mon voisin et lui va venir faire le une autre culture que le blé sur sa parcelle Met peu de pomme de terre donc n'a pas besoin de faire des échanges pour la pomme de terre.	i) échange réciproque de parcelles à surface inégale (puisqu'il a plus de bonne terre) ou avec en plus compensation financière. ii) Il choisit les gens qui payent bien pour échanger (**logique économique affiché**e) iii) fait attention à la distance de la parcelle boomerang (où il fait du blé) par rapport au reste de son parcellaire, dans le mesure où il n'a pas envie de parcourir de plus longues distances pour transporter la paille de blé après la récolte	i) nouvelle organisation du travail avec les parcelles qui changent chaque année. ii) Réduction de la fréquence de retour du blé iii) rentabilité économique des parcelles de l'exploitation. iv) augmentation de la part de la pomme de terre dans son assolement chaque année (sa pomme de terre et la pomme de terre de l'agriculteur avec qui il effectue les échanges)	Augmentation de la pomme de terre au niveau du paysage

	de 10_15ha de pomme de terre (contrat à l'année). Rotation grosses parcelles : Pomme de terre/blé/blé/betterave fourragère/blé ou orge/blé Rotation Petites parcelles : betteraves fourragère/orge/blé		iv) échange uniquement avec les agriculteurs avec qui je m'entends bien. Par exemple « *lorsque tu es dans le champ et que ton voisin vient te saluer et prendre des nouvelles. Il y'en a qui ne le font pas (ils ne parlent jamais)* »		
9	Est installé depuis 2017 sur l'exploitation familiale qui est une EARL agricole avec trois salariés. Parcellaire : SAU : 160ha dont 17ha de pâture (avec certaines parcelles dans les marais). Il y'a 3 corps de ferme (parcellaire morcelé mais avec des blocs de parcelles plus regroupées). Parcelles sont majoritairement en fermage avec 75% en fermage et le reste en propriété. Trois grand types de sol : limon crayeux, de cranette et de limon argileux Système de culture : Assolement 2020 : 65ha de pdt ; 50 ha blé ; 20ha pois_haricot ; 18ha btt ; 10ha lin à fibre. Recours aux ETA pour l'arrachage de betterave, semi et récolte de pois de conserve. Contrat de 1900t sur la betterave (ce qui équivaut à 18_20ha chaque année). La pomme de terre est sa culture principale et il a besoin de produire environ 60ha chaque année. deux grandes rotations : -Sur sol irrigable : blé/pdt/ble/btt/ble/pois_haricot/blé	Sur ses parcelles, sa sole de pomme de terre possible est uniquement 30ha chaque année**. Il a donc besoin de 30 autres ha pour arriver à obtenir 60ha qu'il souhaite avoir chaque année pour arriver à rentabiliser les investissements qu'il a faits sur le matériel.** S'il n'arriverait pas à obtenir les parcelles via les échanges ou la location, il se trouverait obligé de réduire sa sole de pomme de terre, et pour ce qui est du matériel, son amortissement couterait le double de ce que ça coute aujourd'hui et il serait obligé de payer le double de charge de récolte et de plantation. A terme, il serait obligé d'arrêter.	Il fait environ 50% d'échange de parcelle et 50 de location ou de mise à disposition. Effectue les échanges avec ses voisins. Se rencontrent dans les champs et discutent sur la possibilité de faire des échanges. Il échange sur un rayon de 10 km autour de l'exploitation. la parcelle échangée doit être au moins de 1 ha. Préfère la sous-location à l'échange puisqu'elle permet d'avoir plus de surface. Remarque : un agriculteur peut en même temps échanger ses parcelles et	L'échange permet d'allonger ses rotations et réduire les problèmes de désherbage sur la pomme de terre et même sur les céréales. Le rallongement des rotations permet aussi de limiter les maladies sur la pomme de terre et sur les autres cultures. Nouvelle organisation du travail notamment lors des récoltes de la pomme de terre avec le travail qui commence sur les parcelles échangées ou louées. Augmentation de la surface irrigable lorsque les parcelles échangées sont proches du siège de son exploitation	Diversification spatiale des cultures avec l'introduction de la pomme de terre dans l'exploitation des agriculteurs qui n'en produisaient pas.

	-En fonction de la date de récolte de la betterave : blé/btt_tardif/pois_haricot/pdt -Cranette : ble/btt/ble/pdt/blé/lin (a un semoir pour le lin mais la récolte c'est le teilleur qui le fait. Le teilleur est équipé et cherche des surfaces en plus). Le DR de la pomme de terre est tous les 4ans quand il peut. Le blé c'est tous les 2ans ; pois_haricots c'est tous les 5ans minimum. A aussi un atelier élevage avec des vaches allaitantes et des poules pondeuses. <u>Matériel</u> : Est équipé en matériel de production de pomme de terre. Dispose aussi de deux hangars de stockage d'une capacité totale de 2900t (environ 60ha).		faire des échanges de parcelles. Tout dépend de l'organisation de son système de culture. Le prix de la location équivaut à la valeur de perte de culture d'un blé. Il y'a des agriculteurs qui ne veulent pas échanger et plutôt louer ; alors que certains préfèrent uniquement échanger.		
10	Il est installé sur des terres familiales depuis 2001. Travaille seul sur l'exploitation. <u>Parcellaire</u> : SAU = 107 ha dont 30% des terres en propriété et 70 en fermage (avec 70% de fermage familial). Prairie permanentes : 12ha. Parcellaire morcelé (distance la plus éloigné de sa parcelle est de 8km). il a beaucoup de bon limon mais aussi des cranettes (10ha proche de la zone de captage) il a aussi des terres argileuses très lourdes (silex). <u>Système de culture</u> : Rotation : blé/btt/blé/pois/blé/pdt/blé_mais Il lui arrive de faire du blé/blé sur 5 ha. En général il fait un blé tous les deux ans. Il lui arrive aussi de mettre du colza pour casser la rotation dans les parcelles avec du blé sur blé sur des terres plus lourdes.	ça fait juste 4 ans qu'il a commencé à faire des pommes de terre. Il a commencé à produire la pomme de terre lorsqu'il qu'il a arrêté son atelier d'élevage de laitiers. Ce qui lui a permis de se dégager plus de temps (grâce à la charge de travail sur la collecte du lait et la récolte de paille). il met environ 10ha/an ce qui lui permet de pouvoir tourner dans ses parcelles (il n'a pas encore fait de pomme de terre sur toutes ses parcelles).	il a effectué les échanges de parcelles par le passé et a arrêté. Il effectuait les échanges avec son cousin qui lui produisait les pommes de terre chez lui. Le cousin en question venait faire la pomme de terre chez lui et lui il allait mettre les betteraves chez lui. Le cousin en question ne faisait plus de betterave (arrêt lors des incitations). Il a accepté d'effectuer les échanges parce que ça lui permettait de délocaliser ses betteraves et profiter pour assainir ses	Grace aux changes de parcelles, il a réussi à assainir ses parcelles en se débarrassant des ravageurs de la betterave puisqu'il n'en mettait plus chez lui. Augmentation du nombre d'espèces cultivées dans la succession avec l'introduction de la pomme de terre.	Diversification des cultures au niveau du territoire avec l'introduction de la pomme de terre.

	Sur les parcelles où il ne met pas de betteraves il fait du ble/pdt/maïs ou colza Il a des contrats sur la btt et le pois. Il a aussi un tonnage contractuel sur la pomme de terre. Le délai de retour actuel de la betterave est de 5ans. Il a un atelier élevage de génisse pour la vente. <u>Matériel</u> : A fait le choix de ne pas renouveler le matériel et de ne pas réinvestir à cause du cours des cultures qui n'est pas élevé. Il a acheté du matériel d'occasion pour lui permettre de faire 100 ha de céréales avec son associé. Il recourt à ETA pour semi et arrachage betterave ; plantation + arrachage pdt. Il a un hangar de stockage (conversion d'une étable) mais qui ne lui a pas demandé d'effectuer d'énormes investissements.		parcelles. Il faisait une betterave derrière un blé et le cousin faisait une pomme de terre derrière un blé ou un maïs (à l'époque le maïs représentait 50% de son assolement).		
11	Est installé depuis 1972. S'est installé d'abord avec son père et maintenant il est en EARL unipersonnel. Travaille avec plusieurs ouvriers : un chef de culture, un salarié handicapé et il y'a un troisième qui va arriver bientôt. <u>Parcellaire</u> : SAU : 95 ha La famille représente environ 60% du fermage. Il a bénéficié du remembrement pour regrouper ses parcelles. Il a donc des grandes parcelles proches du siège de son exploitation. Il a 24ha de cranettes, en limon moins bon il a 27 ha et le reste c'est le bon limon. Il est en train d'installer les dispositifs d'irrigation pour pouvoir irriguer ses parcelles	Il a besoin de produire au moins 55ha de pomme de terre chaque année. En respectant un délai de retour de 4_5ans il ne peut pas faire de la pomme de terre sans recourir aux échanges de parcelles. Il a besoin de 25ha supplémentaires chaque année (et s'il pouvait en avoir plus ça l'arrangerait) pour compléter sa sole de pomme de terre.	Effectue des échanges de parcelles surface contre surface. Echange avec 4 agriculteurs qui ne font pas de pomme de terre. Il s'agit de connaissances qu'il côtoie depuis très longtemps et avec qui il a des relations sociales. Effectue aussi des locations de parcelles lorsque l'occasion se présente.		

	Système de culture : Assolement 2020 : Betterave : 20ha ; pois : 12ha ; pomme de terre fécule : 19.34ha ; pomme de terre de consommation : 35ha ; blé semence : 24ha ; Navet (en dérobé derrière un pois ou une céréale): 24ha pour faire des soupe à couscous et de la macédoine. Il a une rotation sur 6ans - sur les bonnes terres, la rotation est alléatoire et pas très mathématique: blé* :pdt/ble/pois/pomme de terre/btt/ble/pois/pomme de terre. - sur les cranettes il est sur les rotations de 4 où il met les pdt fécule et betterave : blé/btt/blé/pdt_fec Il essaye de respecter un DR de 5 ans sur la pomme de terre. A un contrat sur la pomme de terre (avec les industrielles) et du hors contrat (principalement pour l'exploitation). Tous les ans il a : blé (semence): 24ha ; 13ha pois ; btt : 1900t ; pdt_fec :900T ; pdt_conso : 30ha Toutes ses cultures sont sous contrat. Matériel : dispose du matériel pour la production de pomme de terre. A aussi un hagar de stockage de la pomme de terre. A recours aux ETA pour les semis de pois, le battage des céréales, le semi de navet pour l'industrie, épandage de drèche, fumier et fientes, arrachage de betterave et navet.				
12	Est installé depuis 1998. Il a toujours travaillé seul dans l'exploitation. Mais en temps de forte charge de travail, il se fait aider par son frère.	Il n'ya pas eu de remembrement dans la commune ce qui explique le fait que dans cette commune,	Effectue des échanges de parcelle de 10 ha chaque année (lui pour faire du	Remarque : lorsque le patatier va chercher les parcelles en sous-location très loin du village, c'est aussi une	Diversification des cultures au niveau du territoire avec l'introduction de la pomme de terre.

	<u>Parcellaire</u> : SAU : 80ha. Dont 15 ha de pâtures et 65ha de terre labourables. Il est en fermage majoritairement sur les terres familiales (1/3 de l'exploitation ; 1/3 de parts communales qui représentent 10ha essentiellement en pâture). Parcellaire modérément morcelé avec de petites parcelles dispersées sur un périmètre restreint puisque les parcelles les plus éloignées sont à plus de 10km. trois grands types de sol dans son parcellaire : -Tourbe humide (zone humifère) dans les marrais -Terre argileuse (terre amoureuse parcequ'elle est collante) et crayeuse -Bon limon : sa plus grande parcelle fait 14,2ha et c'est du bon limon. <u>Système de Culture</u> : Il est polyculteur éleveur avec dans son assolement : le blé, le maïs les autres cultures industrielles et la pomme de terre. Il a également les terres en prairie et en gel. Sa culture principale est le blé. Dans sa rotation il fait : bett/blé/blé/maïs/blé ou alors bett/ble/ble/pdt/ble (lorsqu'il a échangé la parcelle). La pomme de terre permet de diversifier sa rotation. Sur ses 45 ha de blé chaque année, il y'en a 1/3 en blé sur blé. Respecte un DR de 5 ans sur la betterave. Il fait généralement du blé/blé mais évite de faire trois fois du blé sur une même parcelle. Sur certaines	les parcelles sont beaucoup plus petites et morcelées et les agriculteurs ont une grande culture des échanges. A accepté d'effectuer les échanges de parcelles afin d'introduire la pomme de terre dans son exploitation parceque selon lui c'est une bonne tête de rotation. C'est un bon précédent (avec le lin) pour le blé. S'il n'introduisait pas la pomme de terre, il devait être obligé de mettre plus de maïs et le potentiel de récolte du blé après un maïs n'est pas très bon c'est comme un blé derrière un blé. **Pour éviter de faire trois fois de suite du blé sur certaines parcelles, il effectue des échanges avec un patatier qui lui vient mettre de la patate chez lui.** Il a connu cet agriculteur lorsqu'il vendait les engrais et l'agriculteur en question était un de ses plus grands clients. **Le choix de la parcelle à échanger est aussi fonction de la date de récolte de la culture précédente (à l'occurrence la betterave) qui est récoltée soit en**	blé et l'autre pour faire de la pomme de terre) Il effectue les échanges depuis 15ans avec la même personne (.se connaissent depuis longtemps) Ils sont voisins à moins de 500m.	contrainte pour lui dans la mesure où lors des récoltes, pour arriver à maintenir une certaine cadence, une parcelle située à plus de 15km du siège de l'exploitation oblige l'agriculteur à rajouter un chauffeur de benne en plus pour pouvoir maintenir les cadences. C'est donc une contrainte logistique qui s'ajoute lorsque les distances entre les parcelles sont très grandes.	

	parcelles, il ne produit pas de betterave parce qu'elles sont infestées de repousses de betterave. A un atelier élevage pour les bovins viandes (a arrêté les bovin allaitant parcequ'il ne parvenait pas à faire son roulement). <u>Matériel</u> : Il a recours aux ETA pour arrachage betterave, semi maïs et betterave, ensilage maïs. Dispose d'une moissonneuse batteuse pour ses céréales	**septembre (bonne condition de récolte favorable à l'implantation du blé) ou alors en décembre (mauvaise condition de récolte avec le risque d'endommager la parcelle)**			
13	Agriculteur installé en 1986 par reprise d'une exploitation d'un autre agriculteur dans un autre village. Il travaille avec son épouse. Ses enfants lui donnent un coup de main de temps en temps <u>Parcellaire</u> : SAU : 208ha dont 6ha de prairie. 80% en fermage et 20% en propriété. Ses parcelles sont sur de bons limons. Il a 10 ha en cranette (il met toutes les cultures sur ses cranettes en dehors du pois). Certaines parcelles sont irriguées <u>Matériel</u> : Est équipé en matériel pour la pomme de terre. Hangar de stockage : il a une capacité de 2500 tonnes de capacité. il essaye d'avoir des matériels neuf et performants. Il renouvelle très régulièrement son matériel. Recours aux ETA pour l'arrachage et le semi de betterave ; épandage compost <u>Système culture</u> : Assolement 2020 : 45ha pomme de terre ; 21ha btt ; 16ha lin ; 16ha pois+haricot (en double culture) ; 95ha blé tendre ; 20ha triticale.	Son objectif chaque année est de faire au moins 45ha de pomme de terre en blé pour rentabiliser on hangar de pomme de terre. Pour arriver à faire de la pomme de terre chaque année, il est amené à effectuer les échanges de parcelles. Vue que de plus en plus d'agriculteur font de la pomme de terre, il envisage de ne plus faire des échanges et de réduire sa sole de pomme de terre. Il est proche de la retraite et va bientôt céder son exploitation à ses enfants. En plus il est en conversion bio et ne devra plus échanger.	**i)échange de parcelles « parcelles contre parcelles ».** en général il fait 15ha par an d'échanges de parcelles. Il échange pour faire de la pomme de terre et les autres viennent mettre du blé. ii) Il échange avec les gens du village, des gens qu'il côtoie depuis longtemps. iii) En général, lorsqu'il effectue les échanges de parcelles, il recherche des terres vierges en pomme de terre iv) Il choisit la parcelle de l'échange en fonction de la qualité du sol (bon limon sans Caillaux)	Permet d'introduire de nouvelles têtes de rotation chez les agriculteurs avec qui il échange Permet de respecter un DR de 6ans sur ses parcelles pour les pommes de terre Diversification de la succession sur les parcelles de l'autre agriculteur	Diversification des cultures dans le paysage

	Sa culture principale c'est la pomme de terre et il respecte un DR de 6ans. Il produit le lin depuis une vingtaine d'années. Il sème, traite, desherbe et stock le lin. Les autres opérations sont effectuées par un autre agriculteur Rotation : pdt/blé/btt/blé/lin/blé/pois_haricot/ble/pdt Il ne met pas toujours lin/blé/pois ça peut changer.				
14	Il est en cours d'installation et travaille sur l'exploitation de ses parents. L'exploitation est une EARL avec 3 actifs (un salarié à temps plein, 1 saisonnier, lui, plus ses parents). <u>Parcellaire</u> : SAU : 180ha tout est labourable (pas de prairie ni de jachère). En additionnant ce qu'il a acquis en plus il a un total de 200ha. Il y'a 75% en fermage et 25% en propriété. il y'a eu deux remembrements successifs dans la commune pour l'autoroute et la ligne de TGV et donc cela a débouché sur un agrandissement des parcelles. Il est plutôt sur un parcellaire dispersé avec plusieurs sites (exploitation multi-sites) étendues sur plusieurs communes. La parcelle la plus éloigné de l'exploitation est de 10km. Il a trois grands types de sol avec une dominance bon limon qui concerne 2/3 de l'exploitation ; Sur le tiers restant, il y'a une bonne partie en cranette (8ha) et le reste est plus hétérogène type limoneux-argileux.	il pratique très peu d'échanges annuels et lorsqu'il le fait c'est essentiellement pour la pomme de terre et la carotte parcequ'il s'agit de culture exigeantes qui apprécient les terres dites « vierges ». Avec une sole de pomme de terre qui tourne toujours autour 25ha en moyenne, il arrive à faire tourner la pomme de terre sur son exploitation en respectant un DR de 5ans et plus. Il arrive tout de même sur la pomme de terre qu'il effectue les échanges de parcelles avec son voisin qui lui n'est pas producteur de pomme de terre. L'échange avec le voisin s'effectue uniquement l'année où la parcelle affectée à la	Echange de parcelle « parcelle contre parcelle » uniquement avec les agriculteurs qui sont voisins de ses parcelles (dans une logique d'agrandissement de sa parcelle de pomme de terre) Il serait intéressé par des échanges sur ses cranettes avec un éleveur qui pourrait mettre ces parcelles en prairie.	Introduction d'une tête de rotation dans l'exploitation qui ne fait pas de pomme de terre. l'échange de parcelle peut être aussi à l'origine de la spécialisation des exploitations. Par exemple, une exploitation peut décider de ne produire que de la pomme de terre et dans ce cas, il produit chez d'autres agriculteurs et eux viennent produire chez lui. Réduction de la charge de travail pour notre agriculteur dans la mesure où les parcelles de pomme de terre sont situées au même endroit	Diversification des cultures dans le paysage

	Matériel : Il a acheté un nouveau matériel bio avec un ami et semble actuellement assez équipé avec un matériel plus performant. Il a aussi un hangar de stockage d'une capacité de 800t (l'équivalent de 20ha en moyenne). Le hangar a été construit en 1982 (déjà amorti et n'est plus très performant). Système de culture : Assolement 2020 : 90 ha blé ; 9ha orge d'hiver ; 7ha orge de printemps ; 32ha betterave sucrière ; 24ha pomme de terre ; 12ha de pois de conserve ; 8ha de carotte Le raisonnement de son assolement est le suivant : derrière chaque tête de rotation il met du blé, après il case les betteraves, après les pommes de terres (si coincé en pomme de terre, possibilité de faire la pomme de terre) après il choisit une bonne parcelle pour les pois et carotte. Les têtes de rotation seront forcément aussi derrière un blé. Sur ses cranettes, il fait Blé/orge d'hiver/betterave (risque d'appauvrir la rotation avec des cultures moins exigeants en eau). Sur les bons limons la rotation est plus longue et plus diversifiée avec une alternance de céréales tous les deux ans. Ce qui donne : Blé/betterave/blé/pomme de terre/blé/…. Il y'a un pois qui revient tous les 9ans, une orge de printemps tous les 7ans et une carotte tous les 7ans. La pomme de terre c'est minimum 4 ans (mais il raisonne tous les 5_6ans).	pomme de terre est proche des parcelles du voisin en question. **L'échange est plus dans une logique de regroupement de sole de pomme de terre que de disponibilité de surface.** **Va bientôt se convertir en bio et ne pourra plus faire des échanges de parcelles (sauf avec un autre agriculteur bio ne faisant pas le pomme de terre)**			
15	Exploitation en SCEA avec trois actifs Lui, sa femme et son fils qui est revenu sur	Depuis 2015 avec la construction du bâtiment de	**Echanges parcelles contre parcelles +**	Les autres agriculteurs viennent chez lui chercher la	Diversification des cultures dans le paysage

	l'exploitation et compte reprendre après son départ à la retraite. Il est installé depuis 1993 par reprise de l'exploitation de son oncle. Son fils s'est installé en reprenant une exploitation de 15 ha dans le village d'à côté. <u>Parcellaire</u> : SAU = 156ha inclut les parcelles reprises par son fils. Il a 15ha de pâtures. Il a 50% de propriété et 50% de fermage. Il a 140 ha de terre labourables : 20% de cranette (évite de mettre la pomme de terre sur les cranettes et dans ce cas le DR est 6ans) ; 80% de bon limon (avec plus ou moins d'argile). Il a 2 ha de terre très argileuse (pas de pomme de terre sur ces terres. Depuis cette année il a l'irrigation sur ces parcelles. <u>Système de culture</u> : Assolement 2020 : 30ha pdt ; 12 btt ; 70 ha blé (moitié de l'assolement) ; 8ha pois ; 10ha de haricot. La pomme de terre revient tous les 5 _6 ans pour protéger le sol et avoir une diversité dans le sol. Plus le retour est bon, la qualité de la pomme de terre est meilleure notamment la couleur de peau. Il s'impose un délai de retour de 6 ans sur les pommes de terre. Sur certaines parcelles les rotations sont : blé/betterave/blé/pomme de terre/blé/haricot/blé Blé/pdt/blé/betterave/blé Sur les terres irrigables il peut se permettre de revenir tous les 4 ans avec la pomme de terre (blé/pdt/blé/btt/haricot/blé/pdt) sauf sur les cranettes où c'est 6ans parcequ'il	stockage, il a une capacité de stockage de 5000tonnes (100ha). Lui-même ne produit que 1500 tonnes (30ha). Il a donc fait appel à d'autres agriculteurs pour faire de la prestation de stockage. Il a aussi légèrement agrandi sa sole de pomme de terre**. Son objectif est de rentabiliser son bâtiment**. Sa cible est les agriculteurs qui produisent la pomme de terre sur de petites surfaces et ne sont pas équipés en hangar (ils le livrent pour satisfaire ses contrats). Soit l'agriculteur n'est pas intéressé par la pomme de terre et dans ce cas il propose l'échange ou la location, soit l'agriculteur décide de mettre la pomme de terre et dans ce cas il s'occupe du stockage. **L'objectif de l'échange de parcelle permet avant tout de maintenir un délai de retour d'au moins six ans et aussi d'assainir les parcelles lorsqu'il y'a la possibilité**. Cela permet de garder un potentiel de production de ses terres pour transmettre à son fils des parcelles en bon état. Donc il essaye autant	**location à l'année** (en fonction de la décision de l'agriculteur qui est sollicité) En général lorsque la confiance s'est bien installée entre agriculteurs l'échange est privilégiée dans le cas contraire, c'est la location qui prime (mais ce n'est pas systématique) Il est voisin avec les agriculteurs avec qui il effectue les échanges. En général il choisit des parcelles qui sont proches de la sienne. Pour accepter une parcelle éloignée il faut que la parcelle soit belle et grande (au moins 3ha). Lorsque les parcelles échangées sont voisines c'est une sécurité lors des coups de sec puisqu'on peut irriguer. Les agriculteurs avec qui il effectue les échanges sont des gens qu'il côtoie depuis longtemps.	rotation et surtout profiter des têtes de rotation. Un blé derrière une pomme de terre on met moins d'azote (180 unités), un blé sur betterave c'est 200unité d'azote et un blé sur blé c'est 220 unités d'azote/ha. Un blé sur maïs on est autour de 240ha.	

	insère les pois et haricots dans la rotation. Un pois va dans les cranettes. c'est sa première année qu'il produit le lin.	qu'il peut d'externaliser sa production de pomme de terre tout en restant dans une moyenne de 30 ha chaque année. Sur les parcelles prévues en pomme de terre, il prévoit aussi des cultures de substitution au cas où il arrive à trouver des parcelles à l'extérieur. Par exemple : Cette année il avait prévu 10ha de pomme de terre sur ces parcelles. Puisqu'il a réussi à trouver ses dix ha à extérieur grâce à l'échange et la location cela a permis de mettre di maïs et du lin dans son exploitation (Cas typique où l'échange permet d'introduire de nouvelles cultures dans l'assolement et de diversifier ses cultures)	Les échanges de parcelles restent aléatoires dans la mesure où il ne connait pas par avance ce que va mettre à disposition l'agriculteur avec qui il échange. Il définit son assolement en Juin dans lequel il fait une prévision sur les parcelles qu'il pourra avoir en échange ou en location. A partir de mars il fera des ajustements si ses objectifs d'assolement n'ont pas été atteints. L'un des agriculteurs avec qui il fait la location met des épinards d'hiver et il aime bien mettre la pomme de terre derrière les épinards.		
16	Parcellaire : Parcellaire regroupé. SAU : 90ha Grandes parcelles de 25ha A bénéficié du remembrement (2/3 des terre sont de bonnes terres et le reste est crayeux) Reprise de l'exploitation familiale Il est à 90% fermage et 10% en propriété Assolement 2021 45 ha blé ; 12 ha maïs ; 15 ha de colza ; 6 ha petits pois ; Il a remplacé la pomme de terre par le colza	Pas intéressé par les échanges de parcelles « les patatiers mettent en place le minimum d'azote sur la parcelle pour en tirer le max ! » Il est double actif			

	Il est double actif Avant il produisait 15 ha de pomme de terre chaque année Rotation : maïs_colza_blé Petits pois/colza/blé Avant : blé/pdt/blé/maïs/petit pois/blé/pdt				

Annexe10 : Identification des parcelles Boomerangs avec RPG Explorer. Extrait document de formation à l'utilisation de RPG Explorer 2020

Définition

- **Parcelle « boomerang »:** Parcelle qui quitte le parcellaire d'exploitation pour y revenir l'année suivante ou une parcelle qui ne faisait pas partie d'un parcellaire d'exploitation, qui l'intègre une année donnée mais le quitte l'année suivante. **Exemple**: pour une série d'années donnée (T0, T1 et T2), la parcelle est absente (PAP) ou présente (APA) dans le parcellaire au moins une fois.

Etapes dans RPG EXPLORER

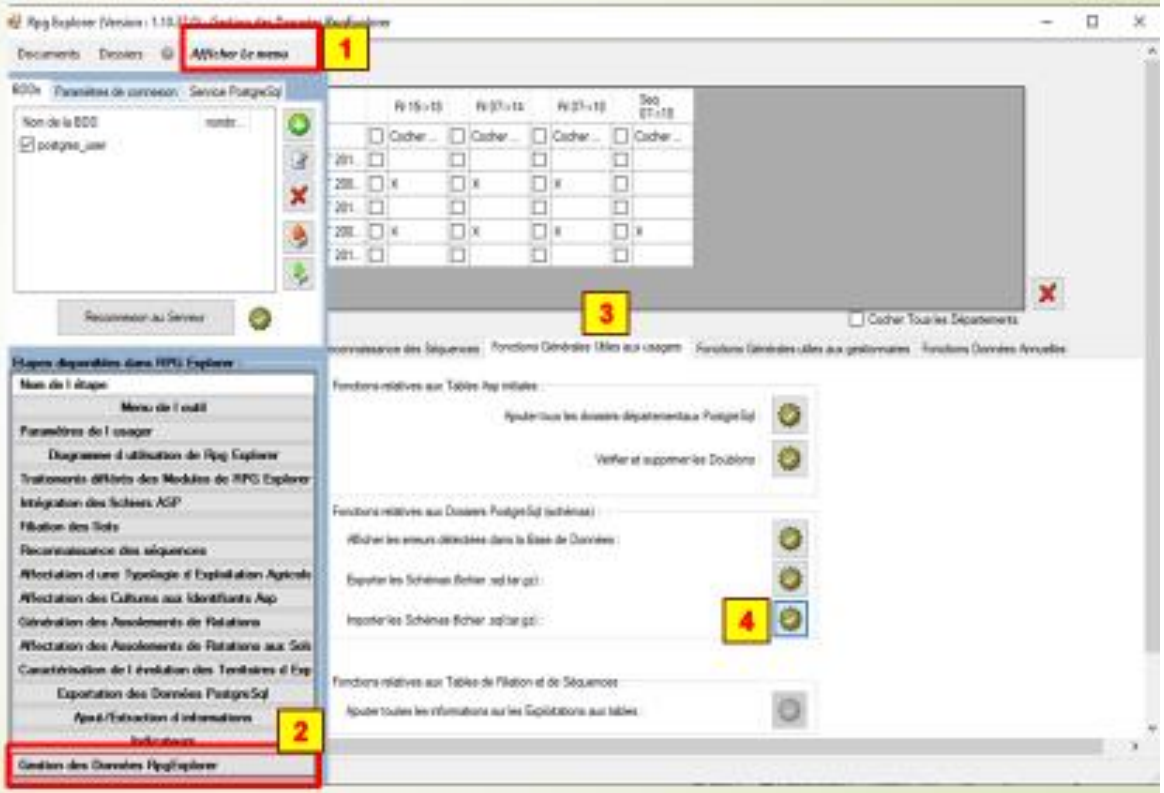
- Filiation dynamique (avec références toutes les années)
- Reconnaissance des séquences
- Caractérisation de l'évolution globale des trajectoires des exploitations
- Générations des fiches EA

- Plus : extraction du shape parcellaire

- Données Intégrées :
  - Département 62 et 80 (années 2015 à 2019)
  - Territoire : AAC Escrebieux

Intégration des données volumineuses

- Isoler les tables des 2 départements dans un dossier
- Mobiliser le module gestion des données
- Onglet Fonctions Générales Utiles aux usagers
- Importer les Schémas
- Sélectionner le dossier isolé

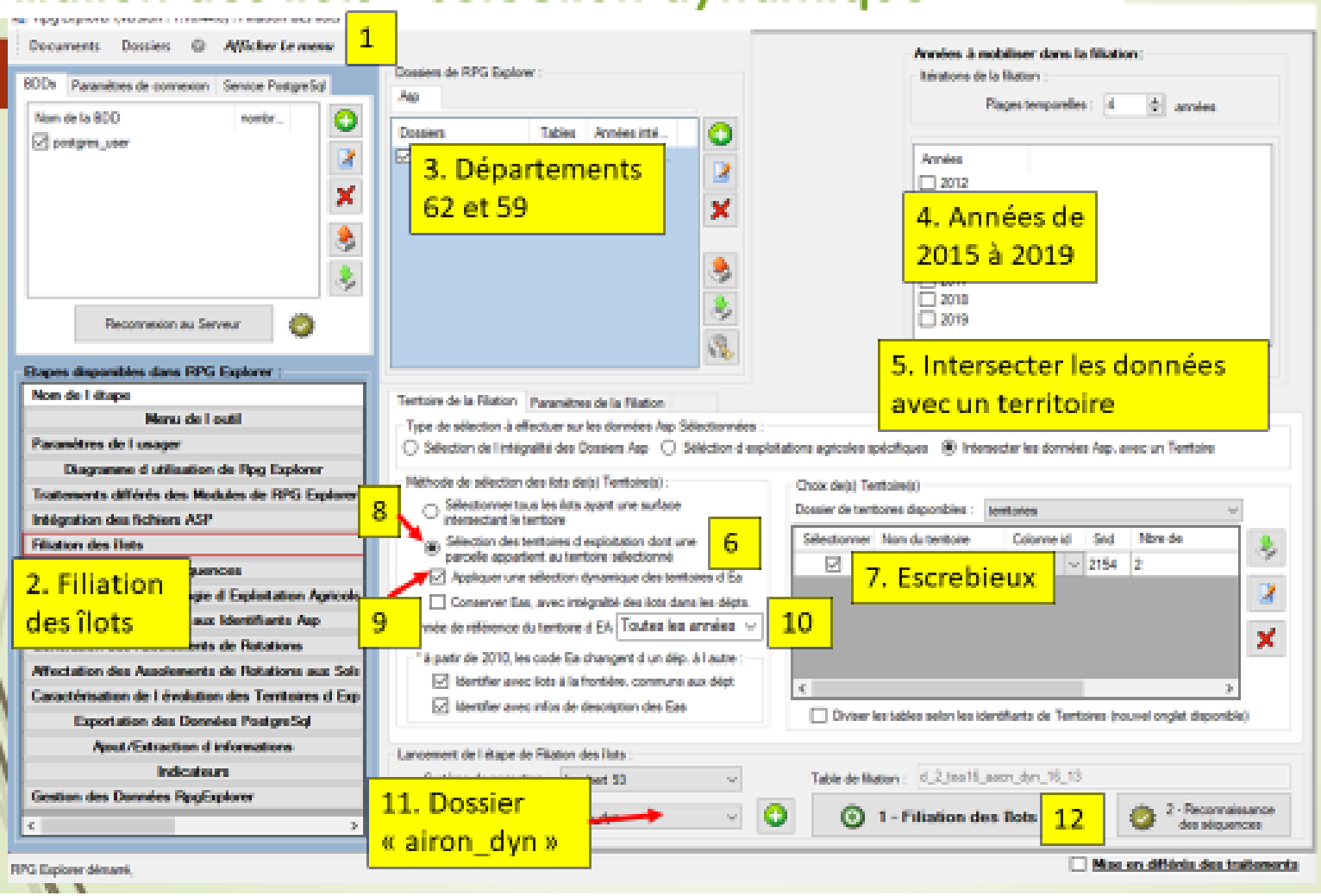


Filiation des îlots - principe

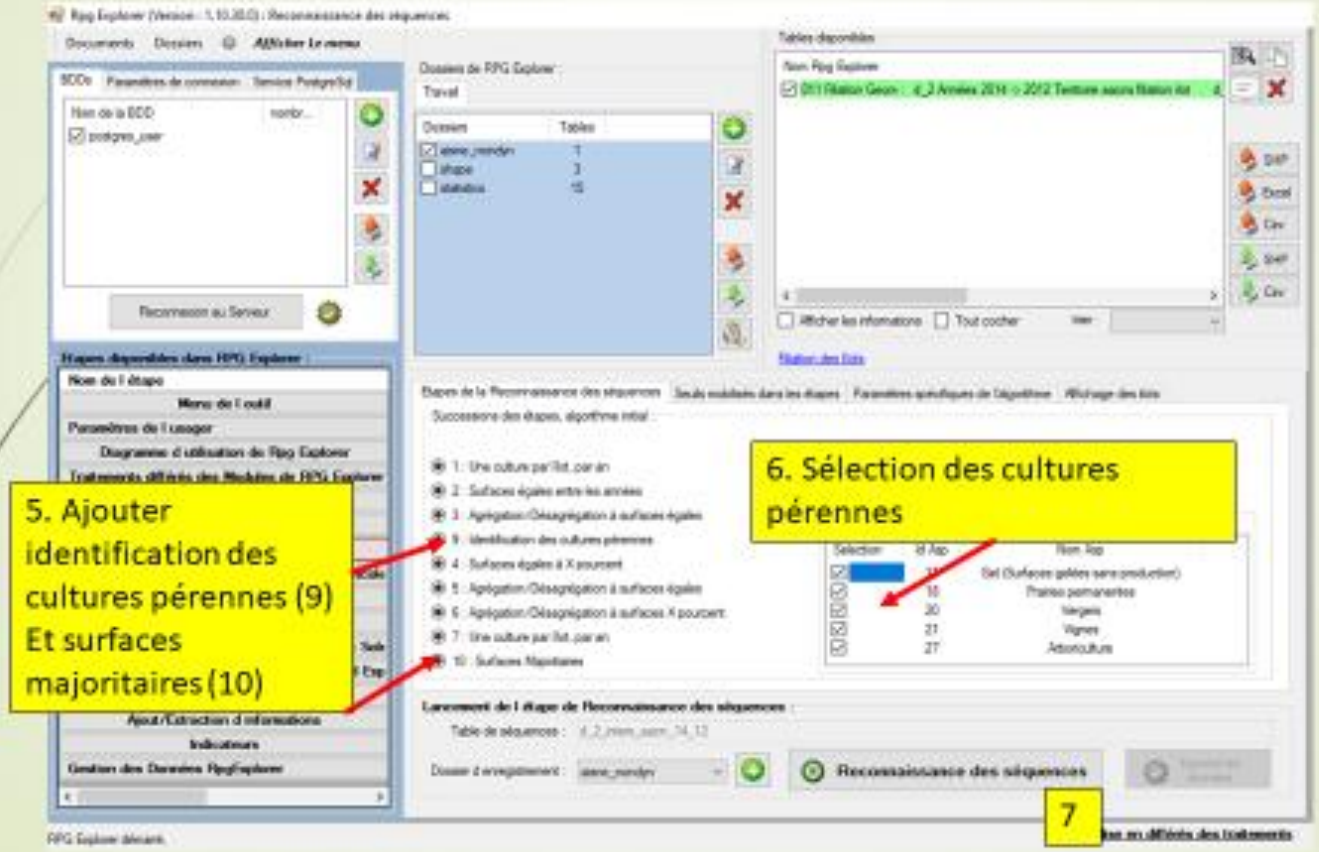
- Extraire les parcelles sur une zone d'intérêt, avec ou sans prise en compte des territoires d'exploitation *(sauf pour les données RPG de l'IGN).*
- Réaliser une intersection cartographique des fichiers SIG de l'ASP pour recréer le lien entre les îlots des différents fichiers d'une année sur l'autre.

- Deux modes de sélection possible des parcelles : dynamique et non dynamique…dont le choix dépend de la question qu'on se pose
  - Non dynamique : établissement de séquences sur un espace fixe
  - Dynamique: évolution des parcellaires d'exploitations

2. Filiation des îlots – sélection dynamique



Reconnaissance des séquences



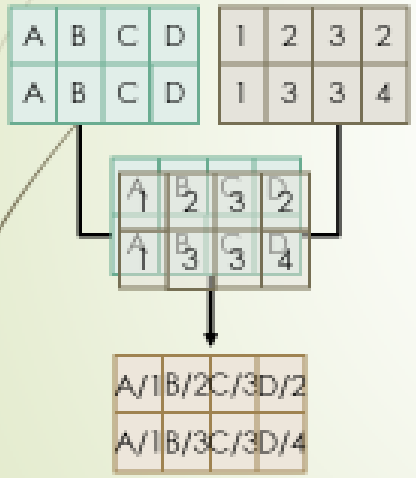
Caractérisation des évolutions des territoires d'EA - intérêts

- Connaitre les dynamiques à l'origine d'une évolution du nombre d'exploitations et de leur représentation sur le territoire.
- Mettre en regard l'évolution des structures d'exploitation et celles des systèmes de culture.
- Permettre un suivi individuel et non agrégé des différentes composantes de l'exploitation (assolement, structure…) grâce à la filiation des exploitations issue des correspondances entre identifiants d'exploitation.
- Prendre en compte différentes échelles dans l'analyse des dynamiques d'un territoire (îlots échangés, exploitations dont le parcellaire est instable…).

Caractérisation des évolutions des territoires d'EA – principe

Intersection géométrique des couches du RPG

pour établir les correspondances entre codes EA.



Identification des évolutions par pas de 2 ans

à partir des correspondances, puis des

6 principales classes d'évolution sur 2 ans

- Stabilité / pseudo-stabilité
- Accroissement / regroupement
- Réduction / séparation
- Reconfiguration
- Éclatement
- Non déclaré

+

Filiation des exploitations

identification de l'EA en année n+1 qui découle majoritairement de l'EA en année n

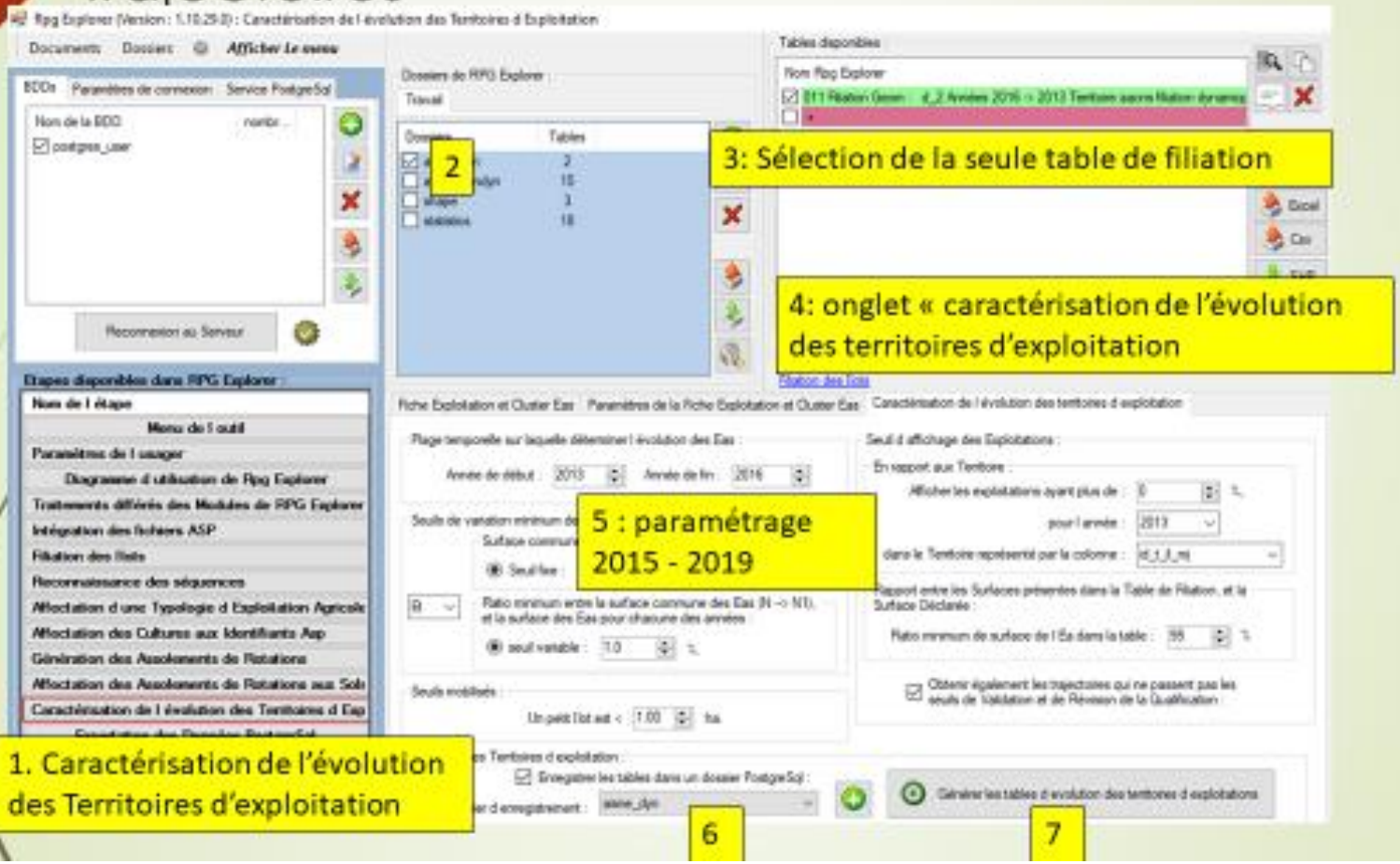
Identification des évolutions sur une période pluriannuelle

selon la nature des évolutions par pas de 2

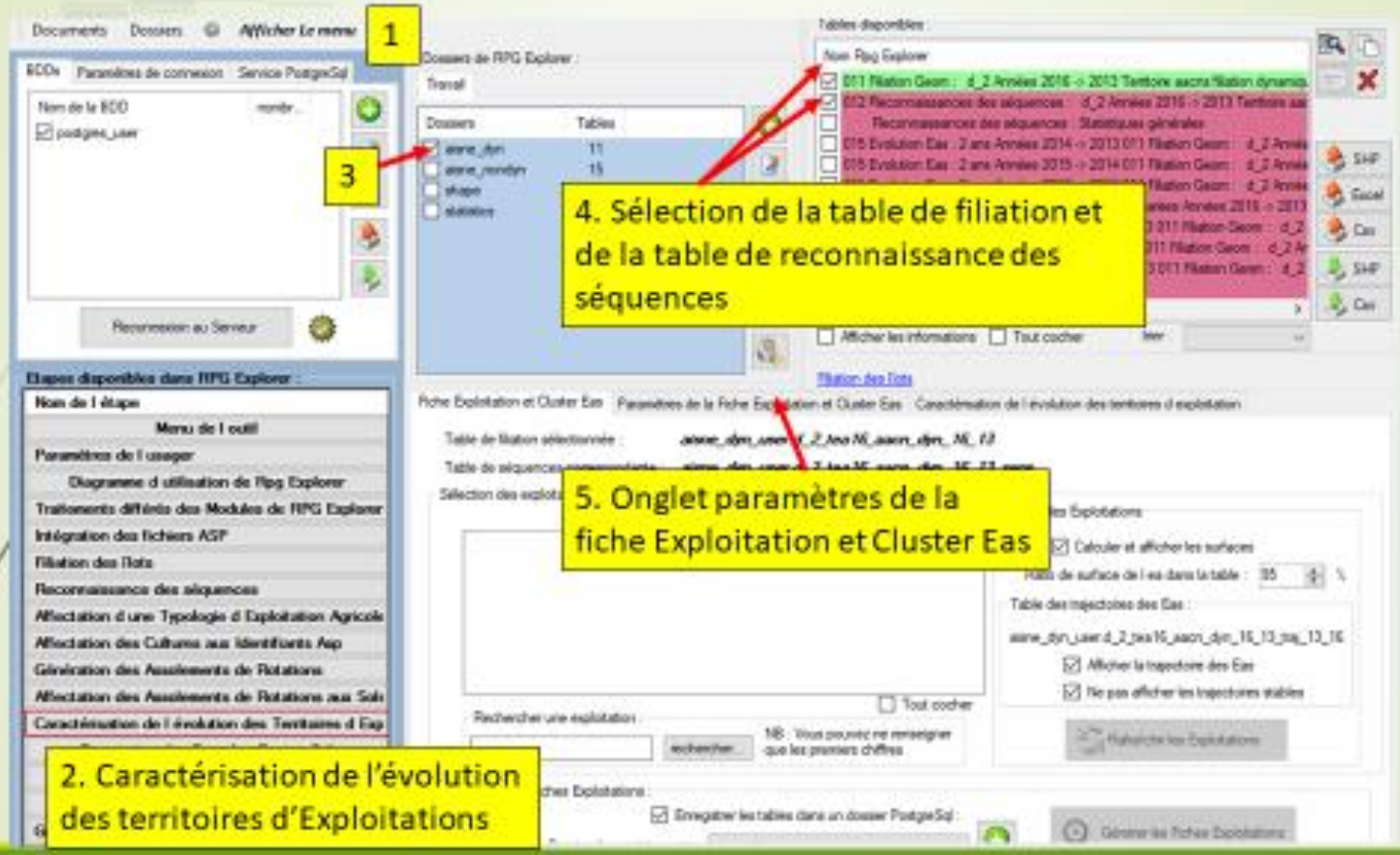
11 trajectoires d'évolution pluriannuelles

- Stabilité
- Croissance
- Croissance avec reconfiguration
- Réduction
- Réduction avec reconfiguration
- Reconfiguration à même surface
- Trajectoire mixte
- Trajectoire incomplète
- Disparition
- Entrée système de déclaration
- Sortie du système de déclaration

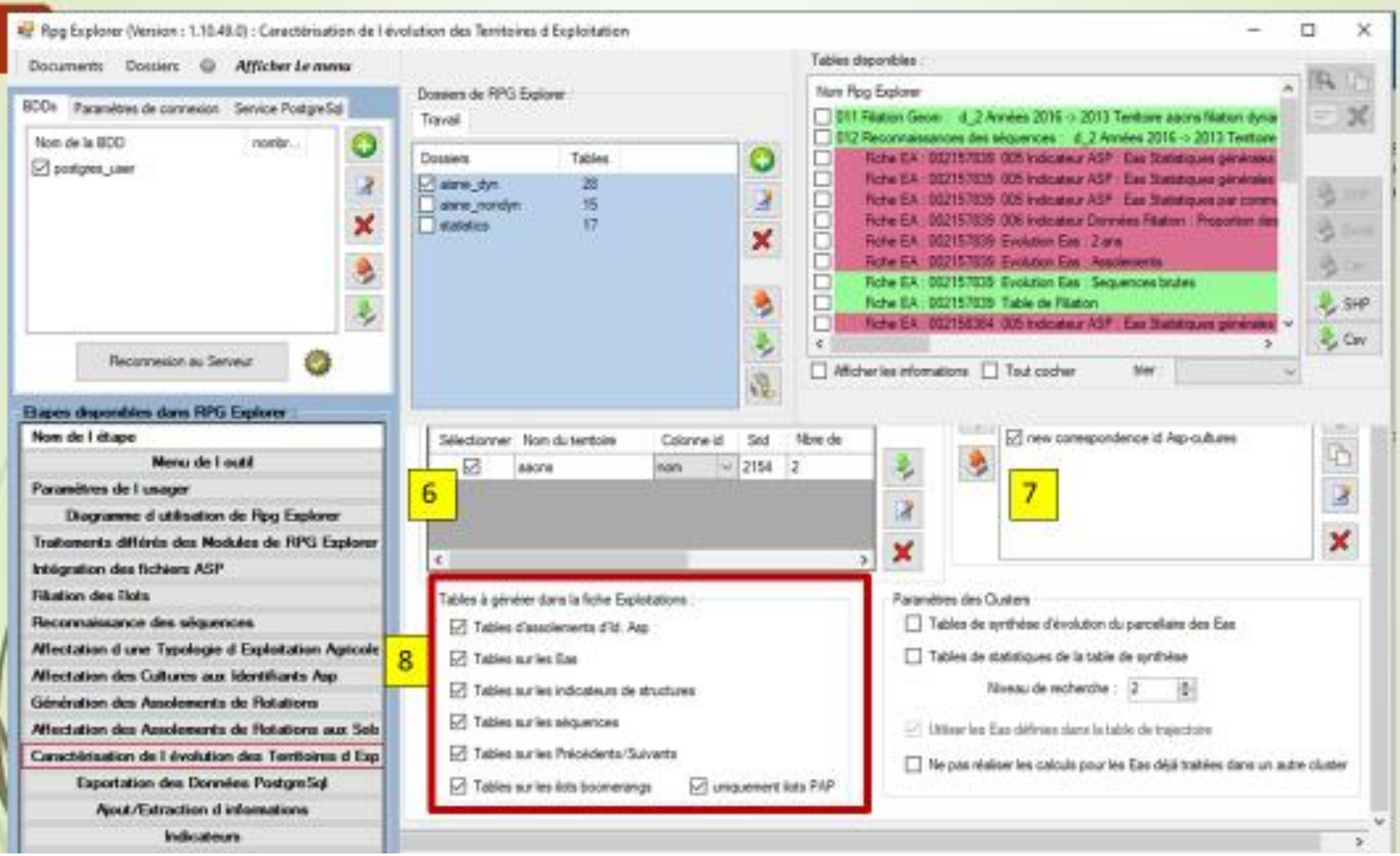
Caractérisation de l'évolution globale des trajectoires



Génération des fiches EA



Génération des fiches EA



Les sorties de RPG Explorer

1. Fiche Séquence brute

Numéro unique des ilots/parcelles

Séquence de culture chaque année en 28 groupes

Numéro de l'ilot/parcelle par année

Numéro de l'exploitation par année

Séquence de culture chaque année en 311 classes

Absence ou présence de chaque parcelle chaque année

A	B	C	D	E	H	I	J	M	N	O	P	Q	R	S
id_unique	qualif_seq	seq_surf	seq_id2016	seq_id2015	id_ea	idilot2013	idilot2014	id_ea2016	id_ea2015	id_ea2014	id_ea2013	seq_c311_20	seq_c311_20	il_in_ea
002-83099_0	1	1.17	0	1	002-5934_00	002-83099	002-123014	abs	2159454	002-6219	002-5934	0	BTH	A_A_A_A
002-119122_	1	16.35	0	1	002-3935_00	002-119122	002-119648	abs	2006461	002-3856	002-3935	0	BTH	A_A_A_A
002-79566_0	1	1.96	0	0	002-3615_00	002-79566	002-119764	abs	abs	002-5021	002-3615	0	0	A_A_A_A
002-119120_	1	4.97	0	1	002-3935_00	002-119120	002-119657	abs	2006461	002-3856	002-3935	0	BTH	A_A_A_A
002-119119_	1	4.8	0	1	002-3935_00	002-119119	002-119650	abs	2006461	002-3856	002-3935	0	BTH	A_A_A_A
002-119121_	1	1.42	0	11	002-3935_00	002-119121	002-119654	abs	2006461	002-3856	002-3935	0	J6S	A_A_A_A
002-83076_0	1	0.31	28	1	002-5934_00	002-83076	002-123027	2159454	2159454	002-6219	002-5934	SNE	BTH	A_A_A_A
002-119124_	1	0.03	0	2	002-3935_00	002-119124	002-119656	abs	2006461	002-3856	002-3935	0	MIS	A_A_A_A
002-119117_	1	0.34	0	2	002-3935_00	002-119117	002-119651	abs	2006461	002-3856	002-3935	0	MIS	A_A_A_A
002-69863_0	1	3.19	0	5	002-6394_00	002-69863	002-101948	abs	2154567	002-6485	002-6394	0	CZH	P_P_A_A
002-83076_0	1	0.1	28	24	002-5934_00	002-83076	002-123027	2159454	2159454	002-6219	002-5934	SNE	BTN	A_A_A_A
002-77961_0	1	1.21	24	1	002-3969_00	002-77961	002-95239	2006165	2009049	002-3709	002-3969	BTN	BTH	A_A_A_A
002-69935_0	1	0.29	25	1	002-4658_00	002-69935	002-119762	2006291	2006291	002-5021	002-4658	PTF	BTH	A_A_P_P
002-97198_0	1	0.98	1	1	002-7772_00	002-97198	002-77748	2001935	2001935	002-7470	002-7772	BTH	BTH	A_A_A_A
002-97199_0	1	0.2	18	19	002-7772_00	002-97199	002-77749	2001935	2001935	002-7470	002-7772	PPH	PTR	A_A_A_A
002-83076_0	1	0.74	1	1	002-5934_00	002-83076	002-123027	2159454	2159454	002-6219	002-5934	BTH	BTH	A_A_A_A

Annexe 10 : Délai de retour des cultures obtenus à dire d'expert à partir des données de la chambre d'agriculture du pas de calais

Nom_culture	**Délai de retour (année)**
ail	5
avoine_hiver	2
avoine_printemps	2
ble_tendre_hiver	2
betterave_non_fourragere	4
ble_tendre_printemps	2
betterave_fourragere	4
carotte	6
chicoree_endive_scarole	4
chou_fourrager	3
colza_hiver	5
dactyle_temporaire	
epeautre	2
epi0rd	1
fraise	2
feverole_avant_juin	4
haricot_flageolet	4
salade	4
lin_fibres	6
luzerne	6
mais_ensilage	2
mais_grain_semence	2
melange_legumineuses_preponderantes_au_semis_graminees_fourrageres_temporaire	1
oignon_echalote	5
orge_hiver	2
orge_printemps	2
poireau	6
prairie_permanente_herbe_predomi0nte	1
petits_pois	5
pois_printemps	5
pomme_terre_conso	4
pomme_terre_fec	4
radis	4
tomate	4
trefle_2015	7
ble_dur_hiver	2
potiron_potimarron	4
pois_fourrager_printemps_2016	1
mais_doux	2