



Doctorat ParisTech

THÈSE

pour obtenir le grade de docteur délivré par

**L'Institut des Sciences et Industries
du Vivant et de l'Environnement**

(AgroParisTech)

Spécialité : Agronomie

présentée et soutenue publiquement par

Clémence BOUTY

le 18 décembre 2015

Liens entre évolutions des parcelles d'exploitation et évolutions des systèmes de culture : analyse à l'échelle d'un petit territoire agricole (plaine Sud de Niort)

Directeur de thèse : **Philippe MARTIN**

Co-encadrement de la thèse : **Aude BARBOTTIN**

Jury

M. Thierry DORE, Professeur, UMR Agronomie, AgroParisTech
M. Jacques CANEILL, Professeur, UMR Agroécologie, AgroSup Dijon
M. Sylvain PLANTUREUX, Professeur, UMR LAE, Université de Lorraine (ENSAIA)
M. Maxime MARIE, Maître de conférences, UMR ESO, Université de Caen-Basse Normandie
Mme Aude BARBOTTIN, Chargée de recherche, UMR SAD-APT, INRA Grignon
M. Philippe MARTIN, Professeur, UMR SAD-APT, AgroParisTech

Président
Rapporteur
Rapporteur
Examinateur
Co-encadrante
Directeur

*A mon grand-père,
pour m'avoir donné le goût de faire pousser les plantes.*

*« La logique vous mènera d'un point A à un point B. L'imagination vous emmènera partout »
(Albert Einstein)*

REMERCIEMENTS

Au moment d'écrire ces quelques lignes, j'en arrive à me demander comment décrire la manière dont se vit la thèse. Pour moi, la thèse, c'est comme une formidable aventure en mer, faite de jours où le vent nous porte, d'autres où le calme plat nous oblige à rester sur place, et de rares tempêtes. Arrivant aujourd'hui à destination après moult tribulations, je souhaite adresser mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, au bon déroulement de ce voyage.

Ce travail a bénéficié d'un contrat doctoral financé par AgroParisTech et du soutien financier de l'ONEMA dans le cadre du projet de recherche EMADEC. Je tiens à remercier AgroParisTech et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), et plus particulièrement le département SAD et l'unité SAD-APT, de m'avoir offert une structure d'accueil, un cadre d'interaction intellectuelle riche et d'avoir mis à ma disposition tous les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.

Je remercie l'ensemble des membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail malgré leurs nombreuses obligations en cette fin d'année : Jacques Caneill et Sylvain Plantureux pour avoir accepté la lourde tâche associée à la fonction de rapporteur, ainsi que Thierry Doré et Maxime Marie pour avoir accepté d'examiner mon travail. Je vous en suis très reconnaissante.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements aux agriculteurs de la plaine de Niort qui ont accepté de me rencontrer et sans qui une partie de ce travail n'aurait pu être réalisée. Merci pour votre accueil chaleureux, pour votre patience face à des entretiens parfois un peu plus long que prévu et pour tout le temps que vous m'avez accordé : c'est avec plaisir et grand intérêt que j'ai échangé avec vous. Vous m'avez beaucoup apporté et j'espère que ce travail vous sera également utile. Merci à Marc Lambert du Syndicat des Eaux du Vivier (SEV), aux animateurs des programmes Ressources du Vivier et de la Courance, ainsi qu'à Vincent Bretagnolle du Centre d'Etude Biologique de Chizé (CEBC) pour leur connaissance des problématiques agricoles et environnementales sur la zone et pour leur accueil. Je tiens également à remercier le CEBC et Fabrice Allier de l'Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation (ITSAP) pour m'avoir fait bénéficier de leur réseau d'agriculteurs.

J'ai commencé ces remerciements par une métaphore pour le moins étonnante, au vu de la discipline de ma thèse qui semble bien ancrée sur la terre ferme. On peut voir dans cette image l'ascendance d'une petite-fille de marin, mais pas seulement je crois... Pour l'illustrer, je souhaiterais revenir, non sans émotion, sur les nombreux moments qui ont ponctué ce voyage de 3 ans.

Tout a commencé par une belle journée ensoleillée (si si, même à Grignon ça arrive !), du moins c'est le souvenir que j'en ai. Face à moi, un océan de questions et parmi elles, le choix de me lancer dans une thèse alors que certaines de mes attaches affectives prenaient le large vers le sud. Finalement, pleine d'enthousiasme et entourée du soutien de mon entourage, me voilà décidée à lever les voiles !

Si j'ai été la pilote de cette thèse, rien n'aurait été possible sans mes deux commandants en chef, Aude Barbottin et Philippe Martin. A tous les deux, merci de m'avoir fait confiance et de m'avoir laissé les commandes du navire : si j'écris ces lignes, c'est bien que je ne me suis pas échouée sur les quelques récifs qui ont ponctué ce long voyage ! Merci d'avoir été ma boussole dans cette aventure et d'avoir toujours su, par vos conseils avisés, m'aider à retrouver le droit chemin malgré mon côté quelques fois obstiné (les racines normandes dirons-nous...) : vous avez su trouver le juste équilibre entre observation des

manœuvres en cours et autonomie. Un très grand merci pour votre disponibilité sans faille : c'est une chance de savoir qu'on peut toujours compter sur des marins aguerris lorsqu'on est secoué par les vents. Merci Aude de m'avoir donné l'énergie de remettre le navire à flot lorsque celui-ci prenait un peu l'eau : si le chou fermenté aide à lutter contre le scorbut, le chocolat est un très bon remède contre les petits coups de cafard ! Merci aussi pour ces nombreuses fois où tu n'as pas hésité à mettre les mains dans le cambouis pour m'aider à trouver une solution opérationnelle à mes questions. Merci à toi Philippe pour m'avoir enseigné la brasse coulée : j'étais souvent tentée par l'apnée, mais tu étais là pour me rappeler à quel point il est important de reprendre une bouffée d'air frais et surtout de la hauteur sur les questions auxquelles je cherchais une réponse. J'ai également appris à ton contact qu'un bon schéma, même s'il est parfois fortement empreint du patatoïde, vaut mieux qu'un long discours ! J'avais déjà eu l'occasion de partager avec vous quelques aventures (l'Eure en 2011 et la Seine-et-Marne en 2012). J'ai eu beaucoup de plaisir à travailler à nouveau avec vous, et ce sur un projet de bien plus grande envergure. J'espère bien que ce ne sera pas la fin !

Je souhaiterais également remercier les nombreuses personnes et collectifs qui, par leur expérience et leurs conseils pertinents, m'ont permis de présenter mon parcours et/ou m'ont aidé à orienter la suite du plan de navigation. Je tiens à remercier tout spécialement les membres de mon comité de pilotage pour le temps qu'ils m'ont consacré lors de ces trois années de thèse et pour les riches discussions qui ont stimulé ma réflexion : Marc Benoît, Vincent Bretagnolle, Laurence Guichard, Marc Lambert, Claudine Thenail, Olivier Therond et Frédéric Zahm. Merci également aux organisateurs des JDD du SAD, aux animateurs de l'école EDEN, au groupe MODELISAD, au groupe PAYOTE, aux membres du programme EMADEC et du programme DEPHY'Abeille, ainsi qu'aux nombreuses personnes que j'ai rencontrées lors des colloques et dont les échanges m'ont beaucoup apporté.

Un voyage en mer, ça demande un bon navire ! Merci donc à toutes les personnes qui m'ont offert un environnement scientifique et matériel propice au bon déroulement de ce travail. Merci au personnel administratif de l'unité SAD-APT, Véronique Latte, Morgane Le Moigno et Florence Barré, pour leur disponibilité. Florence, un grand merci pour ta réactivité qui a toujours permis de trouver une solution dans les situations les plus inattendues, et bien souvent urgentes. Merci bien sûr aux membres de l'équipe CONCEPTS pour les nombreux échanges formels et informels que nous avons eu sur des sujets aussi variés que le sont les thématiques de recherche au SAD.

Du navire, j'en viens inévitablement à l'équipage. Merci tout d'abord à Mathilde, ma toute première stagiaire, ainsi qu'à Erika et Alexia, pour leur travail, les bons moments passés lors de nos déplacements à Niort et l'apprentissage que vous m'avez offert de l'encadrement. Merci également à Valentin et à Marine qui ont été amenés à visiter la plaine de Niort dans le cadre du projet Dephy'Abeille et qui, en plus de partager leur expérience, ont égayé certaines de mes longues soirées d'enquêtes. Merci également à Nicolas Piskiewicz pour nos nombreuses discussions sur RPG Explorer. J'ai eu la chance d'être accompagnée durant ces trois années par de formidables colocataires de bureaux : merci Eva pour ton ambiance détonante et les pauses thé, Florent pour ta sérénité contagieuse et tes remarques toujours très pertinentes, Sarah pour ta bonne humeur lors de tes visites mensuelles, Pierre-Yves pour ta spontanéité déroutante, Maëlle pour ton indulgence lors des deux derniers mois. Merci aussi aux nombreuses personnes qui, en plus d'Aude et Philippe, ont relu avec soin, et parfois candeur, ce manuscrit pour en faire « un manuscrit presque parfait » d'un point de vue stylistique et graphique : Sarah (palme de la relecture bienveillante), Florent (palme des sigles), Pierre-Yves (palme de la traduction), Mourad (palme de l'ornithologie), Elodie (palme des « petits détails qui tuent »), Pauline et Anne (palme ex-aequo du service de dernière minute), Bérénice (palme du style), maman (palme de l'argumentation), papa (palme de

l'impression), Max (palme de la gestion des marges). Merci pour toutes vos idées géniales et vos encouragements !

Et le fameux couloir grignonais et ses affiliés ? Venons-y : en voilà un équipage de farceurs (impossible de de tenir un inventaire de tous nos jeux de mots foireux), de complimenteurs (« t'as de beaux yeux glauques, tu sais »), de cuistots (et son traditionnel duel Tup' maison vs. plat Picard), d'amateurs de bonne boisson (gazeuse de préférence parce que le cidre...), d'emprunteurs de conserves (merci de m'avoir donné à voir l'évolution des parcellaires au travers d'un pot de raviolis), de festoyeurs (ah, les inoubliables repas de couloir !), de pique-niqueurs (avec vue imprenable sur le green costumisé de l'amphi !), de récalcitrants au doodle (On fait quoi d'ailleurs le 2 février ?), de dictateurs (n'oubliez pas la règle n°17 !!!), de sportifs (du badminton à l'orange bleue, et surtout vive le Jette-ski !), de chanteurs (« mais t'es pas là ?... »), de danseurs, d'architectes d'intérieur (malgré parfois un léger penchement pour le rose), de dessinateurs (« femme qui-rit, femme vache ? »), de comédiens (« Eva faire quoi ? »), de spectateurs de M6, de corses (enfin, y en a qu'une, mais quelle corse), de topiteurs (surtout ceux sur les robots et les requins)... Merci à tout l'équipage : Aude, François, Brigitte, Elo, Agnès, Cyrille, Véro L., Maud, Mourad, Véro S., Anne, Florent, Pierre-Yves, Sarah, Maëlle, Catoche, Catherine P., Philippe L. Marianne, Philippe M., Alain, Pauline, Joëlle, Fred ainsi que les nombreux stagiaires qui ont partagé un temps les locaux. Merci pour ces supers souvenirs !

Il ne faudrait pas non plus oublier les équipes à terre. Merci à tous mes amis de longue date pour leur amitié et les souvenirs partagés durant ces trois ans bien que j'aie été plus accaparée ces derniers temps. Merci au « Vrai-Ultra-Best-Fat Group' de la 184 » – Justine, Clarisse, Laure, Eulalie et Joséphine – pour nos soirées entre filles ; à Jérémy pour tes messages d'encouragement et de solidarité entre thésards malgré la distance ; à l'Agross'Team pour ces weekends de « déconnexion totale » et tout particulièrement à Anaïs et Damien (« profitez-bu ! ») pour les apéro Bourgogne-tisane et les vidéos dantesques, à Rémy et Sabine pour vos desserts et vos cocktails à tomber, à Fred et Gentiane pour le partage des coins de paradis que vous vivez à l'autre bout du monde, à Baptiste et Léa pour m'avoir fait découvrir le Nord et la roussitude, à Pierre et Claire pour nos discussions sur la substantifique moelle de la vie.

Merci à ma famille d'avoir été un port d'attache et mon point d'ancrage. Merci pour votre amour, votre écoute, votre compréhension, votre soutien et vos encouragements. A mes parents, merci de m'avoir donné d'être telle que je suis aujourd'hui, à mon frère, de m'avoir montré la route et à mes sœurs de m'avoir offert mes meilleurs fous rires (Longue vie aux plumes, aux rayures et aux carottes !). Je sais que tout peut s'écrouler, mais que les liens très forts que nous avons ne se briseront jamais.

3 ans, c'est le temps nécessaire pour vivre une thèse en agronomie, mais c'est l'histoire de bien d'autres choses encore. Maxime, merci de m'avoir tant soutenue durant ces 3 ans, d'avoir supporté sans broncher mes « craquages » émotionnels et surtout, tel un phare dans la nuit, d'avoir éclairé jour après jour mon quotidien. Tu sais tout ce que tu représentes pour moi et que ces quelques lignes ne sauraient l'exprimer.

Voilà, je pense qu'il est temps de conclure et de dire maintenant : cette thèse est a-boutie !

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	7
TABLE DES MATIERES	11
INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE	17
1. Evolution des territoires agricoles et enjeux sociétaux	19
2. Evolution des territoires agricoles et enjeux méthodologiques : la question du changement d'échelle	23
2.1. Articulation de l'échelle de l'exploitation et de celle du territoire agricole	23
2.2. Articulation de deux sources de données	25
3. Problématique de la thèse.....	29
4. Démarche de la thèse.....	33
5. Présentation de la zone d'étude : le territoire agricole de la plaine Sud de Niort.....	39
5.1. Une diversité de systèmes de production.....	39
5.2. Un foncier agricole sous tension	41
5.3. Une diversité d'enjeux environnementaux.....	41
PARTIE 1 : CARACTERISATION DES EVOLUTIONS DE PARCELLAIRES D'EXPLOITATION SUR UN PETIT TERRITOIRE AGRICOLE	47
1. Parcelle d'exploitation et trajectoire d'évolution	51
1.1 Les parcelles d'exploitation : éléments de gestion à l'échelle des exploitations et du territoire agricole	53
1.2 Comment caractériser les évolutions des parcelles d'exploitation ?	57
1.3 Comment caractériser la structure d'un parcelle d'exploitation ?	59
2. Matériel et méthodes : Caractérisation des évolutions des parcelles d'exploitation	65
2.1 Présentation des données utilisées.....	65
2.2 Caractérisation des évolutions des parcelles d'exploitation.....	67
2.3 Caractérisation du morcellement et de la dispersion des parcelles d'exploitation.....	79
2.4 Caractérisation de la distribution des changements de parcelles d'exploitation sur le territoire agricole	81
3. Evolution des parcelles d'exploitation sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013.....	87

3.1	Trajectoires d'évolution des parcelles d'exploitation entre 2007 et 2013	87
3.2	Changements de structure des parcelles associés à une variation de la SAU dans les exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013	93
3.3	Distribution des changements de parcelles d'exploitation observés entre 2007 et 2013 sur la plaine Sud de Niort	101
PARTIE 2 : ANALYSE DES LIENS ENTRE EVOLUTIONS DES PARCELLAIRES D'EXPLOITATION ET EVOLUTION DES SYSTEMES DE CULTURE POUR UN ECHANTILLON D'EXPLOITATIONS		105
1.	Systèmes de culture : description et identification des changements.....	109
1.1.	Comment caractériser les systèmes de culture d'une exploitation ?	109
1.2.	Comment caractériser un changement de système de culture dans une exploitation ? ...	119
2.	Matériel et méthodes : recueil des données et méthode de caractérisation des systèmes de culture et de leurs changements	125
2.1.	Dispositif d'enquêtes.....	125
2.2.	Caractérisation des systèmes de culture en 2007 et 2014	127
2.3.	Caractérisation des changements de systèmes de culture entre 2007 et 2014	139
2.4.	Identification des facteurs incitant aux changements de systèmes de culture	141
3.	Résultats : Systèmes de culture et changements observés dans un échantillon d'exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2014	145
3.1.	Validation des trajectoires de parcelle d'exploitation établies grâce aux données du RPG	145
3.2.	Description des systèmes de culture dans les exploitations en 2007 et 2014.....	145
3.3.	Analyse des évolutions des systèmes de culture dans les exploitations entre 2007 et 2014	155
3.4.	Identification des facteurs de changement de systèmes de culture dans les exploitations enquêtées sur la période 2007-2014	161
PARTIE 3 : ANALYSE DES LIENS ENTRE EVOLUTIONS DES PARCELLAIRES D'EXPLOITATION ET EVOLUTIONS DES SUCCESSIONS DE CULTURES SUR UN PETIT TERRITOIRE AGRICOLE		175
ANALYSE DES ASSOLEMENTS COMME EXPRESSION DES SUCCESSIONS DE CULTURES.....		175
1.	Des successions de cultures à l'assolement	179
1.1.	Méthodes mobilisées pour caractériser la diversité des successions de cultures sur un territoire agricole	181
1.2.	Limites de ces méthodes pour caractériser les évolutions des successions de cultures dans l'ensemble des exploitations d'un territoire agricole	183
1.3.	Choix de l'assolement comme expression des successions de cultures et de leurs changements dans les exploitations d'un territoire agricole	185

1.4.	Caractérisation des assolements comme résultantes des successions de cultures	187
1.5.	Caractérisation des changements d'assolement comme résultantes des changements de successions de cultures	189
2.	Matériel et méthodes : Caractérisation des successions de cultures et de leurs changements à partir des assolements	195
2.1.	Présentation des données utilisées.....	195
2.2.	Caractérisation des successions de cultures et de leurs changements entre 2007 et 2013 à partir des assolements	197
2.3.	Caractérisation d'une succession de cultures spécifique et de ses changements entre 2007 et 2013 : le cas des prairies permanentes.....	205
3.	Résultats : Assolements et changements observés sur un large ensemble d'exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013	213
3.1.	Description des assolements dans les exploitations en 2007 et 2013 sur la plaine Sud de Niort.....	213
3.2.	Evolution des assolements au niveau de chaque exploitation de la plaine Sud de Niort et lien avec les évolutions de parcellaires	225
3.3.	Structuration spatiale des changements d'assolement sur la plaine Sud de Niort : effet des moteurs territoriaux.....	235
3.4.	Liens entre changements d'usage des sols et évolutions des parcellaires d'exploitation entre 2007 et 2013 sur la plaine Sud de Niort	243
 PARTIE 4 : INTERETS ET LIMITES DES ASSOLEMENTS COMME MARQUEURS DES SUCCESSIONS DE CULTURES SUR UN PETIT TERRITOIRE AGRICOLE.....		255
 CONCLUSION ET DISCUSSION GENERALES		269
1.	Principaux résultats de ce travail	271
2.	Discussion des apports de la thèse.....	275
2.1	De la nécessité de tenir compte de l'échelle exploitation dans l'analyse des dynamiques de territoire	275
2.2	De l'intérêt d'une analyse des dynamiques d'exploitation à des pas de temps courts.....	277
2.3	Un couplage de dispositifs original, articulant des données d'enquêtes et des bases de données.....	281
3.	Perspectives de ce travail	287
3.1	De nouvelles pistes de réflexion sur la caractérisation des systèmes de culture dans un large ensemble d'exploitations sur un territoire agricole.....	287
3.2	Mise en œuvre des méthodes développées sur d'autres territoires agricoles.....	289
 GLOSSAIRE.....		293

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	297
LISTE DES PUBLICATIONS	309
ANNEXES.....	313
Annexe n°1 : Récapitulatif des principales bases de données et unités cartographiques disponibles sur la zone d'étude.....	315
Annexe n°2 : Choix des exploitations pour lesquelles les évolutions du parcellaire sont analysées..	317
Annexe n°3 : Précisions sur la procédure d'intersection réalisée sur les couches du RPG pour deux années successives.....	321
Annexe n°4 : Sélection des couples de code exploitation pertinents pour la classification	323
Annexe n°5 : Lien entre indicateurs de morcellement des parcellaires et SAU de l'exploitation en absence de normalisation	329
Annexe n°6 : Lien entre indicateurs de dispersion des parcellaires et SAU de l'exploitation en absence de normalisation	331
Annexe n°7 : Guide d'entretien semi-directif utilisé lors des enquêtes en exploitations.....	333
Annexe n°8 : Successions de cultures relevées pour l'année 2007 dans les exploitations enquêtées	349
Annexe n°9 : Successions de cultures relevées pour l'année 2014 dans les exploitations enquêtées	353
Annexe n°10 : Extraits du projet d'ingénieur mené en 2013-2014.....	357
Annexe n°11 : Cartographie des surfaces associées à un changement d'assolement sur la plaine de Niort.....	363
Annexe n°12 : Règles mobilisées pour la reconnaissance des séquences d'occupation du sol (extrait de la notice de RPG Explorer).....	367

INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE

1. Evolution des territoires agricoles et enjeux sociétaux

Les dernières décennies ont été marquées par une forte évolution des exploitations agricoles, évolution dont les conséquences sur le nombre d'emplois agricoles, la qualité des ressources naturelles ou la biodiversité sont sources de fortes préoccupations sociétales. Pour assurer la pérennité de leur exploitation tout en répondant aux nouvelles opportunités ou contraintes des marchés agricoles et des réglementations, les agriculteurs mènent une course à l'investissement qui exclut progressivement un certain nombre d'entre eux. Les exploitations voient leur taille croître et leur nombre se réduire (451 600 exploitations en 2013 contre 663 800 en 2000 en France métropolitaine – enquêtes structure, 2013 ; recensement agricole, 2000). Les exploitations sont aujourd'hui fortement spécialisées. Par exemple, dans le bassin parisien, les systèmes de production en grandes cultures se sont développés au détriment des systèmes d'élevage ou de polyculture-élevage (Mignolet et *al.*, 2007)¹. Ce mouvement de concentration et de spécialisation des exploitations s'est accompagné d'une intensification des modes de production. Cette intensification se caractérise par une simplification des assolements et des successions de cultures, ainsi qu'un recours accru aux intrants de synthèse (Mignolet et *al.*, 2012 ; Guichard 2010). L'évolution des exploitations agricoles et des modes de production s'est traduite également par de profondes transformations à l'échelle des territoires agricoles. La réduction du nombre d'espèces cultivées et l'augmentation de la taille des parcelles ont favorisé la diminution de l'hétérogénéité de la mosaïque de cultures alors que celle-ci est généralement considérée comme favorable aux processus biogéochimiques (Beaujouan et *al.*, 2001 ; Joannon et *al.*, 2006) et écologiques (Benton et *al.*, 2003).

La spécialisation et l'intensification des modes de production, stigmatisées en raison de leurs impacts environnementaux, visent souvent à accroître le potentiel productif des exploitations. Cette fonction de production a longtemps été favorisée par les dispositifs réglementaires (PAC jusqu'à la réforme dite de l'Agenda 2000 et aux accords de Luxembourg de 2005, qui voit l'introduction d'abord des deux piliers de la PAC, puis de la conditionnalité des aides). Elle n'est plus aujourd'hui la seule fonction attendue de l'agriculture (Benoît et *al.*, 2012). Les attentes se portent également sur la protection de la ressource en eau, la préservation de la biodiversité, le façonnement du paysage... (Millenium Ecosystem Assesment, 2005). Pour favoriser ces services écosystémiques issus des activités agricoles, les politiques européennes et nationales ont doté les territoires agricoles d'un nombre important de dispositifs réglementaires et institutionnels au niveau d'aires d'action spécifiques telles que les sites Natura 2000, les aires d'alimentation de captage d'eau (AAC)... La plupart des dispositifs mis en place encouragent les changements de systèmes de culture, *i.e.* le choix des cultures ou leur mode de conduite (Sebillotte, 1990), pour que ceux-ci soient plus favorables aux processus biogéochimiques et écologiques. Toutefois, la capacité de certains dispositifs, comme par exemple les MAE², à impulser des changements de pratiques durables dans les exploitations est parfois limitée (Sutherland et *al.*, 2012). D'une part, les changements de systèmes de culture mis en œuvre peuvent se restreindre à certaines portions de l'exploitation sans être intégrés de façon durable dans son fonctionnement d'ensemble (Burton, 2004). D'autre part, les facteurs qui

¹ En France métropolitaine, les exploitations en grande culture représentent 24,2% de l'effectif national en 2010 contre 17,2% en 1988 et 19,0% en 2000 (recensements agricoles)

² Les mesures agro-environnementales (MAE) visent à réduire les risques environnementaux associés aux systèmes de production et à préserver la nature et les espaces cultivés (European Commission, 2005).

favorisent ou contraignent les pratiques des agriculteurs, et donc leur capacité à évoluer, ne sont que rarement pris en compte dans ces mesures. C'est le cas par exemple de la structure du parcellaire des exploitations.

Le parcellaire d'une exploitation peut être défini comme l'ensemble des parcelles gérées par un agriculteur ou un groupe d'agriculteurs. Il conditionne fortement l'organisation spatiale des cultures et les pratiques qui leur sont associées (Thenail et Baudry, 2004 ; Morlon et Trouche, 2005 ; Marie et *al.*, 2009). Connaître les dynamiques d'évolution des parcellaires d'exploitation et comprendre les liens avec l'évolution des systèmes de culture est un défi posé aux gestionnaires de territoire en zones sensibles. **Améliorer la compréhension de ce lien permettrait 1) de renforcer l'efficacité et la durabilité des mesures environnementales en y intégrant les contraintes liées aux parcellaires d'exploitation et à leurs évolutions et 2) de cibler les exploitations dont l'évolution du parcellaire s'accompagne d'une évolution des systèmes de culture en contradiction avec les objectifs environnementaux fixés.**

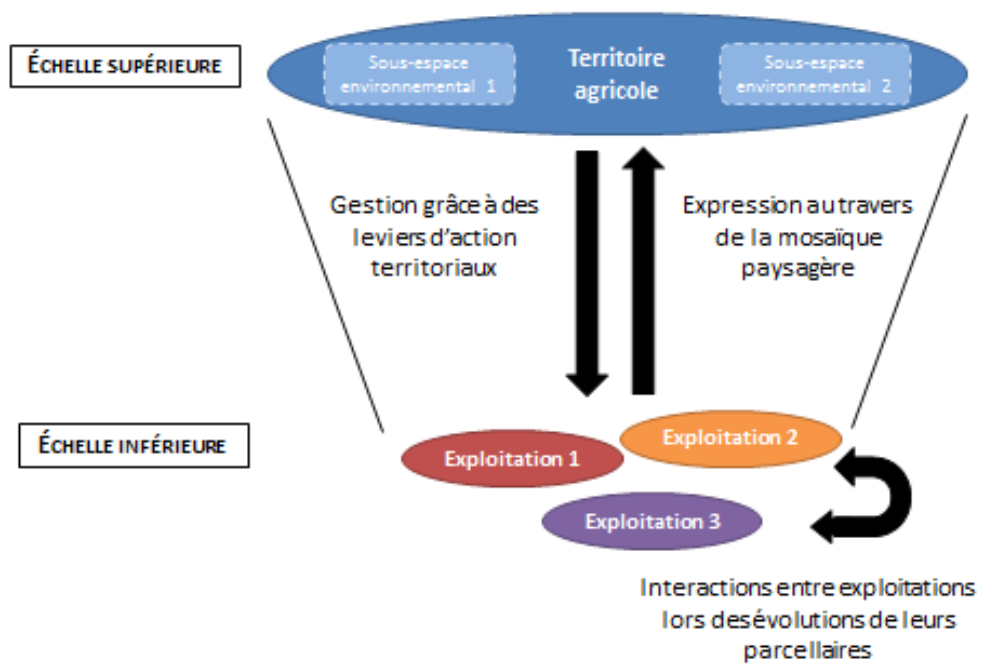


Figure 1 : Représentation schématique des relations existant entre l'échelle de l'exploitation agricole et celle du territoire agricole.

2. Evolution des territoires agricoles et enjeux méthodologiques : la question du changement d'échelle

2.1. Articulation de l'échelle de l'exploitation et de celle du territoire agricole

L'analyse des évolutions des territoires agricoles invite à envisager deux échelles spatiales : l'exploitation et le territoire agricole dans son ensemble (**Figure 1**). L'**exploitation** constitue l'échelle spatiale à laquelle sont mis en œuvre les systèmes de culture en fonction de contraintes pédoclimatiques, techniques, logistiques ou économiques propres à l'exploitation. Une exploitation est spatialement délimitée par son parcellaire, *i.e.* l'ensemble des parcelles gérées par un ou plusieurs agriculteurs à la tête de l'exploitation. Contrairement au « territoire d'exploitation », l'espace délimité par le parcellaire d'une exploitation ne prend pas en compte les éléments du paysage ayant un rôle dans la gestion de l'exploitation et des ressources naturelles tels que les haies, les chemins... (Thenail et Baudry, 2004). Cet espace, de l'ordre de quelques dizaines ou centaines d'hectares, est généralement discontinu du fait de la présence de routes ou de cours d'eau, mais aussi en raison du degré de morcellement et de dispersion des parcelles. Le **territoire agricole** correspond à l'échelle spatiale supérieure. Cet espace, de l'ordre de plusieurs centaines à quelques milliers d'hectares, est constitué d'un ensemble continu de parcelles appartenant à plusieurs exploitations (Leenhardt et *al.*, 2010). Il est structuré par les activités humaines et correspond au support des processus biogéochimiques et écologiques. Ce territoire agricole est traversé par différents sous-espaces (tels que les parcellaires d'exploitation, mais aussi les communes, les Aires d'Alimentation de Captage...) qui sont définis et limités par leur usage, leur fonction et leur appropriation par un ou plusieurs acteurs (Papy, 1999).

La distribution spatiale des systèmes de culture mis en œuvre sur chaque parcellaire d'exploitation crée sur le territoire agricole une mosaïque dynamique de cultures et de pratiques (Vasseur et *al.*, 2009). Cette mosaïque oriente plus ou moins favorablement les processus biogéochimiques et écologiques suivant la proportion des différents éléments qui la composent (nombre de cultures différentes ou proportion d'une culture donnée) et leur agencement spatial (Fahrig et *al.*, 2011). Une des difficultés qui se pose aux gestionnaires en charge de ressources naturelles tient à la conciliation entre objectifs productifs et objectifs environnementaux³ sur des espaces (aire d'alimentation de captage par exemple) recoupant différents sous-espaces d'appropriation (exploitations). Pour que les mesures mises en place soient efficaces et durables, il leur faut construire sur les territoires agricoles des organisations spatiales des cultures et des pratiques qui soient favorables aux processus biogéochimiques et écologiques au niveau des sous-espaces environnementaux, tout en s'insérant au mieux dans les logiques productives des agriculteurs au niveau de leur parcellaire pour en limiter les coûts de mise en œuvre.

Une disjonction entre l'échelle de l'exploitation à laquelle sont mis en œuvre les systèmes de culture et celle du territoire agricole à laquelle s'expriment et se gèrent les impacts environnementaux liés au choix des systèmes de culture est souvent observée. Cette disjonction est d'autant plus marquée que les limites des parcellaires d'exploitation ne recoupent généralement pas les limites des sous-

³ La conciliation peut aussi s'attacher à plusieurs objectifs environnementaux.

espaces environnementaux (Martin, 2009 ; Durpoix et Barataud, 2014). **Traiter de l'articulation entre les échelles exploitation et territoire agricole constitue un enjeu méthodologique.** En effet, considérer seulement l'une des deux échelles ne permet pas simultanément de décrire les systèmes de culture mis en œuvre dans une exploitation agricole, d'identifier les moteurs de leurs évolutions et d'évaluer les conséquences de leur organisation spatiale sur les ressources naturelles d'un territoire.

A l'échelle du territoire, il est possible d'appréhender les impacts de l'organisation des systèmes de culture sur les ressources naturelles pour proposer de nouvelles formes d'organisation permettant de les préserver (Murgue, 2014, pour la gestion quantitative de l'eau par exemple). C'est également à cette échelle qu'il est possible de mesurer les effets des acquisitions ou échanges de parcelles sur la composition et la configuration de la mosaïque de cultures. Cependant, cette évaluation de l'organisation des systèmes de culture à l'échelle du territoire n'est possible qu'après avoir caractérisé les systèmes de culture et leurs évolutions au niveau inférieur, *i.e.* à l'échelle de chaque exploitation. A cette échelle, il est possible d'identifier les règles de décision de l'agriculteur qui expliquent le choix des systèmes de culture et leur allocation sur le parcellaire (Schaller, 2011). On accède alors aux déterminants qui contraignent ou favorisent les systèmes de culture et leurs évolutions (contractualisation de mesures environnementales, intégration d'une filière de production selon la zone de collecte des coopératives...) (Biarnès et *al.*, 2004 ; Aouadi et *al.*, 2015).

2.2. Articulation de deux sources de données

L'articulation des deux échelles spatiales – exploitation et territoire agricole – conduit à un **deuxième enjeu méthodologique** pour l'analyse des évolutions des territoires agricoles : **celui de l'accès à des données** permettant 1) **de caractériser les évolutions des parcellaires d'exploitation et des systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation** et 2) **de disposer d'une couverture suffisante à l'échelle du territoire** pour rendre compte des évolutions des exploitations à cette échelle et de leurs conséquences en termes de pression agricole sur les ressources naturelles.

Les données à mobiliser pour l'analyse des parcellaires d'exploitation et des systèmes de culture doivent être disponibles chaque année pour permettre un suivi fin de leurs évolutions, tout en présentant une profondeur temporelle suffisante pour être à même d'identifier des changements (celle par exemple des mesures environnementales, dont les contrats sont établis pour des durées de cinq ans). Sur des laps de temps courts (une dizaine d'années) par rapport au cycle de vie d'une exploitation, des évolutions de systèmes de culture et de parcellaires d'exploitation peuvent en effet être observées. C'est le cas par exemple des échanges de terre qui permettent une meilleure gestion de l'irrigation, de la reprise de parcelles suite à une cessation d'activité ou de la conversion à l'agriculture biologique. Les données sur la structure des parcellaires d'exploitation et les systèmes de culture doivent également être à la fois disponibles à l'échelle de l'exploitation – *i.e.* non agrégées à une échelle supérieure (commune, canton, région) – et spatialisées pour pouvoir être utilisées pour analyser le lien entre la localisation des changements de systèmes de culture et les évolutions des parcellaires d'exploitation.

Deux grands modes de recueil de données sont envisageables : la réalisation d'enquêtes en exploitations et l'utilisation de bases de données donnant des informations à la fois sur la structure des parcellaires et sur les différentes composantes des systèmes de culture (successions de cultures et pratiques). Les enquêtes permettent de recueillir l'ensemble des informations nécessaires à

l'analyse, moyennant un fort investissement en temps (Biarnès et *al.*, 2004). C'est pourquoi les enquêtes s'adressent souvent à un échantillon d'exploitations et ne permettent pas de mener un travail exhaustif sur un territoire continu au-delà de quelques exploitations (Joannon et *al.*, 2008 ; Ryschawy et *al.*, 2012). Par ailleurs, la qualité des informations peut être biaisée par la mémoire de l'agriculteur (Ryschawy et *al.*, 2013). A l'inverse, bien que les informations contenues dans les bases de données soient parfois lacunaires, elles présentent l'avantage d'être disponibles pour un nombre important d'exploitations et sur de larges superficies, ce qui renforce le caractère générique des résultats obtenus. Ces bases de données agricoles, et notamment les données des Land Parcel Identification Systems (LPIS), ont fait l'objet ces dernières années d'une valorisation croissante sur des thématiques aussi variées que les changements d'usage des sols (Nitsch et *al.*, 2012 ; Trubins, 2013), la coexistence de modes d'occupation du sol (Moser et *al.*, 2013), la conception de systèmes innovants (Murgue et *al.*, 2015), la réalisation de scénarios prospectifs (Martin et *al.*, 2014), l'évaluation de la complexité des paysages (Persson et *al.*, 2010) ou le morcellement des exploitations (Latruffe et Piet, 2014).

L'hybridation de bases de données disponibles au niveau du territoire agricole et de données d'enquêtes issues d'un échantillon d'exploitations permettrait de renseigner aussi bien le niveau territoire que le niveau exploitation et de combler les manques de chacune des méthodes prises séparément (Schaller et *al.*, 2011). Il s'agit alors de développer les méthodes adaptées pour caractériser les évolutions des parcelles d'exploitation et celles des systèmes de culture de façon spatialement explicite, continue dans le temps et l'espace, à partir de ces deux sources de données.

3. Problématique de la thèse

S'intéresser conjointement aux évolutions des parcellaires d'exploitation et des systèmes de culture permettrait de comprendre en quoi l'évolution des parcellaires d'exploitation constitue une contrainte ou une opportunité à l'évolution des systèmes de culture sur les territoires agricoles, et plus particulièrement au niveau de sous-espaces environnementaux, sur lesquels sont mises en œuvre les mesures environnementales. C'est dans cette perspective que s'inscrit cette thèse. **L'objectif de ce travail est d'instruire les liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation et dans l'ensemble des exploitations d'un petit territoire agricole pour évaluer les conséquences de ces changements aux échelles pertinentes pour des enjeux environnementaux.**

Ma problématique de thèse se définit de la façon suivante :

Les systèmes de culture évoluent-ils à la faveur d'un changement du parcellaire d'exploitation ? Comment se traduisent, au niveau du territoire agricole, ces changements de systèmes de culture et/ou de parcellaire d'exploitation qui ont lieu à l'échelle de l'exploitation ?

Compte tenu des enjeux méthodologiques associés au changement d'échelle soulevés précédemment, il s'agit :

- d'articuler l'échelle de l'exploitation à laquelle l'agriculteur définit ses règles de décision et l'échelle du territoire à laquelle se déploient les processus biogéochimiques et écologiques ;
- de combiner l'analyse de base de données disponibles à une échelle territoriale avec de l'analyse de données d'enquêtes issues d'un échantillon d'exploitations pour permettre de renseigner ces deux échelles ;
- de développer des méthodes pour caractériser les changements de parcellaires d'exploitation et de systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation pour un large ensemble d'exploitations sur un territoire agricole.

Ce travail de thèse s'articule autour de trois grandes questions :

1. *Quelles sont les trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation sur un petit territoire agricole ? (partie 1)*
2. *Les exploitations dont le parcellaire évolue font-elles l'objet de changements de systèmes de culture différents de ceux observés dans les exploitations dont le parcellaire n'évolue pas ? (Parties 2 et 3)*
3. *La caractérisation des successions de cultures mises en œuvre sur une exploitation à partir de son assolement permet-elle de rendre compte des changements ayant lieu sur un large ensemble d'exploitations et d'analyser la répartition spatiale de ces changements sur un territoire agricole ? (Parties 3 et 4)*

Cette thèse se positionne dans le champ disciplinaire de l'agronomie des territoires ou *landscape agronomy* qui vise à comprendre les interactions entre les activités agricoles, leur environnement et les ressources que fournit cet environnement (Benoit et *al.*, 2012). Il s'agit entre autres de comprendre en quoi les systèmes agricoles (ici, structures de parcelles d'exploitation et systèmes de culture) et leurs évolutions exercent une pression sur le territoire afin d'améliorer la gestion des ressources naturelles. Réciproquement, on cherche à voir si certains moteurs territoriaux (externes au fonctionnement des exploitations) peuvent également influencer l'évolution des systèmes de culture des exploitations (comme par exemple l'opportunité d'intégrer une filière de diversification ou la possibilité de souscrire à une MAE).

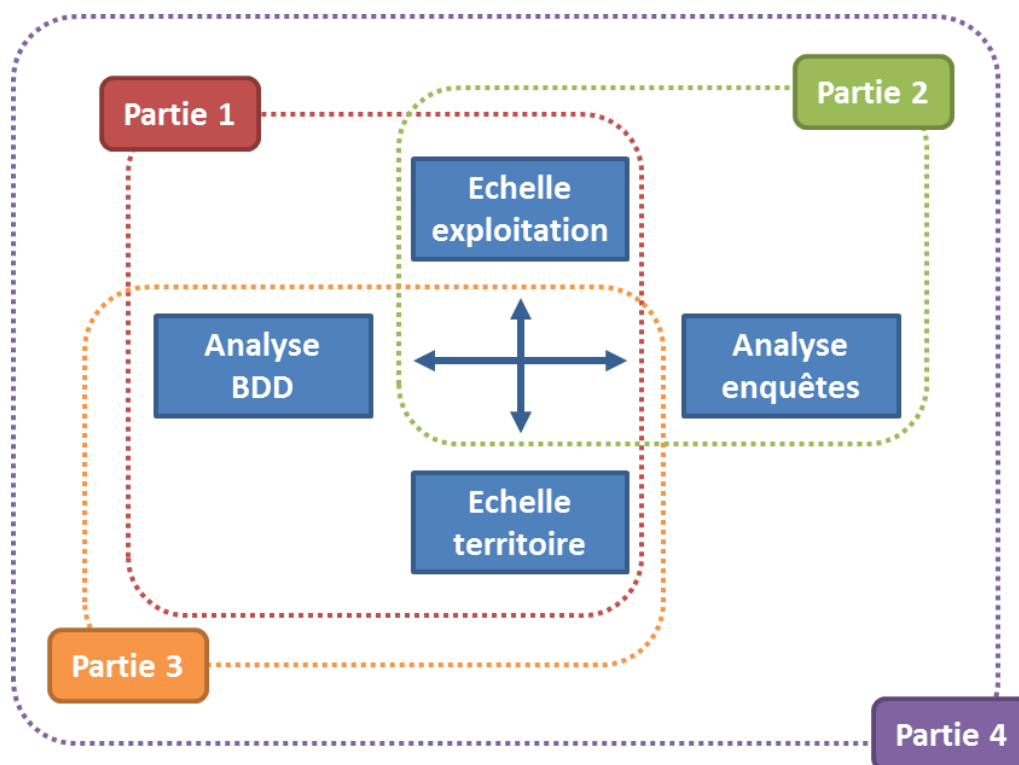


Figure 2 : Présentation schématique de la démarche de la thèse. La thèse articule plusieurs échelles (exploitation et territoire agricole) et plusieurs sources de données (bases de données – BDD – et enquêtes). Chaque partie se rapporte à une ou plusieurs échelles, ainsi qu'à une ou plusieurs sources de données. La partie 1 traite de la caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation sur un petit territoire agricole. La partie 2 porte sur l'analyse des liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture pour un échantillon d'exploitations. La partie 3 porte sur la même analyse à l'échelle d'un territoire agricole en se concentrant sur la composante « successions de cultures » dans les systèmes de culture. La partie 4 évalue l'utilisation des assolements comme marqueur des successions de cultures et de leurs changements.

4. Démarche de la thèse

Cette thèse s'articule en quatre parties. Chaque partie mobilise une ou plusieurs échelles spatiales – exploitation et/ou territoire agricole – et une ou plusieurs sources de données – base de données et/ou enquêtes – (Figure 2).

Partie 1 : Caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation sur un petit territoire agricole

Les travaux portant sur les trajectoires d'évolution des exploitations ont généralement été menés sur des pas de temps longs, d'une quinzaine à une cinquantaine d'années, au travers d'études de cas (Garcia-Martinez *et al.*, 2009 ; Ryschawy *et al.* 2013). Dans ces travaux, la notion de parcellaire d'exploitation est souvent réduite à la taille de l'exploitation (approche non spatialisée). Ils n'abordent pas l'évolution de la structure des parcellaires d'exploitation (morcellement et dispersion), facteur connu pour orienter le choix des systèmes de culture. A l'inverse, les travaux qui portent sur la structure des parcellaires d'exploitation adoptent le plus souvent une approche statique et ne prennent pas en compte les dynamiques d'acquisition de surface agricole (Gonzales *et al.*, 2004 ; Latruffe et Piet, 2014).

L'objectif de cette partie est 1) de caractériser les trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation, 2) d'analyser l'évolution du morcellement et de la dispersion des parcelles en fonction des variations de taille des parcellaires d'exploitation et 3) d'analyser la distribution spatiale des changements de parcellaires d'exploitation sur un petit territoire agricole. Cette partie comporte l'un des principaux apports méthodologiques de la thèse : le développement d'une méthode permettant d'identifier les évolutions des parcellaires d'exploitation à l'aide des données du Registre Parcellaire Graphique (RPG)⁴. Ces données permettent d'avoir une approche dynamique dans le temps et de prendre en compte l'ensemble des caractéristiques des parcellaires d'exploitation (taille, morcellement et dispersion) lors de l'analyse de leurs évolutions. Le recours à une base de données telle que le RPG dont les données sont continues dans l'espace⁵ et le temps permet d'analyser les évolutions des parcellaires d'exploitation sur de larges territoires et un pas de temps annuel, contrairement aux études de cas. Pour la réalisation de ce travail, les données du RPG étaient disponibles sur une plage temporelle encore relativement limitée (7 ans pour la période 2007-2013), mais leur mise à disposition régulière sous un format quasi-identique leur confère un avenir prometteur pour l'analyse des dynamiques d'évolution des exploitations sur de plus longues plages temporelles.

⁴ Les données du RPG sont des données spatialement explicites qui contiennent des informations cartographiques sur la structure des parcellaires d'exploitation : chaque unité spatiale est associée à un code exploitation spécifique de l'exploitation à laquelle l'unité est rattachée, permettant ainsi de reconstruire les parcellaires d'exploitation. Il s'agit de la déclinaison française du LPIS.

⁵ A noter que certaines exploitations, non professionnelles et/ou de très petite taille, qui ne bénéficient pas d'aides PAC ne sont pas intégrées dans le RPG.

Partie 2 : Analyse des liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture pour un échantillon d'exploitations

Thenail et Baudry (2004) soulignent l'importance de prendre en compte la structure des parcellaires d'exploitation dans la caractérisation de la mosaïque paysagère à laquelle les systèmes de culture des exploitations contribuent. De nombreux travaux s'adressent au lien entre évolution de la taille des exploitations et durabilité des exploitations (Cialdella et *al.*, 2008 ; García-Martínez et *al.*, 2009 ; Rueff et *al.*, 2012 ; Ryschawy et *al.* 2013). Ces travaux se sont intéressés aux répercussions des évolutions de la taille des exploitations sur les ateliers de production présents (culture et élevage), mais ces études ne s'intéressent pas aux liens entre agrandissement des exploitations et évolutions des systèmes de culture à proprement parler (successions de cultures et pratiques associées).

L'objectif de cette partie est de caractériser les liens entre évolution de la structure du parcellaire d'exploitation et évolution des systèmes de culture mis en œuvre sur l'exploitation. Afin de caractériser les changements de systèmes de culture et leurs déterminants, et notamment le poids du changement de parcellaire parmi ces déterminants⁶, un dispositif d'enquêtes a été mis en œuvre sur un échantillon d'exploitations établi grâce à la caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation menée dans la partie 1. Ces enquêtes nous ont permis 1) de caractériser les combinaisons de successions de cultures et le raisonnement des pratiques associées à ces successions, 2) d'analyser leurs évolutions depuis 2007, et enfin 3) de déterminer les facteurs incitant aux changements observés.

Partie 3 : Analyse des liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des successions de cultures sur un petit territoire agricole

L'objectif de cette partie est de tester sur un large ensemble d'exploitations la généralité des résultats obtenus en partie 2. A l'échelle du territoire agricole dans son ensemble, compte tenu du nombre d'exploitations impliquées, les liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture ne peuvent pas être testés tel que cela a été réalisé en partie 2, *i.e.* en ayant recours à des enquêtes exhaustives. Le RPG, qui a déjà été exploité en partie 1 pour les informations qu'il donne sur la structure des parcellaires d'exploitation, fournit également des informations sur l'occupation du sol dans chaque exploitation. En l'absence de données sur les pratiques, l'analyse des changements de systèmes de culture à l'échelle du territoire agricole a été restreinte à la composante « successions de cultures ».

Les méthodes développées jusqu'ici pour caractériser les successions de cultures à partir de bases de données spatialisées rendent difficile l'analyse des changements de successions, car 1) elles n'envisagent pas la possibilité d'un changement du modèle de succession dans la séquence de cultures observée sur une parcelle⁷ et 2) ne prennent pas en compte les limites du parcellaire

⁶ Du fait de la multiplicité des moteurs de changement, les systèmes de culture peuvent évoluer dans des exploitations dont le parcellaire évolue, mais aussi dans des exploitations dont le parcellaire n'évolue pas.

⁷ Une séquence colza / blé / orge / tournesol / blé / orge est associée à la succession sur 6 ans du même type alors qu'il pourrait également s'agir du passage d'une succession sur 3 ans colza / blé / orge à une autre succession sur 3 ans tournesol / blé / orge.

d'exploitation et leurs évolutions⁸. La diversité temporelle des successions de cultures mises en œuvre sur une exploitation une année donnée a donc été approchée par la diversité spatiale de l'assolement présent la même année. **Les changements d'assolement connus entre deux dates pour une même exploitation ont été considérés comme des marqueurs des changements de successions de cultures.**

Les assolements et leurs changements ont été caractérisés 1) en considérant l'ensemble des cultures présentes sur le parcellaire et 2) en suivant les changements d'usage des sols impliquant des prairies permanentes, surfaces stratégiques aussi bien pour des enjeux de protection de la ressource en eau que de préservation de la biodiversité. Dans les deux cas, les changements ont été analysés à l'échelle de chaque exploitation et de chaque îlot⁹ du territoire agricole de façon à localiser des zones de changement préférentiel.

Partie 4 : Intérêts et limites de l'utilisation des assolements comme marqueur des successions de cultures sur un petit territoire agricole
--

Dans la partie précédente, les combinaisons de successions de cultures présentes sur une exploitation et leurs changements ont été caractérisés à partir de l'assolement des exploitations. **L'objectif de cette partie est de voir si la méthode développée en partie 3 permet d'identifier les mêmes successions de cultures que celles relevées à partir de données d'enquêtes en partie 2.** Dans l'affirmative, cela permettrait d'extrapoler les changements de successions de cultures identifiés à partir de quelques enquêtes en exploitations à l'ensemble des exploitations d'un territoire agricole grâce à des données génériques d'occupation du sol. Pour cela, on met en regard les résultats issus de l'analyse des données d'enquêtes menée en partie 2 et ceux issus de l'analyse des données du RPG menée en partie 3. Il s'agit de valider que la caractérisation des assolements par leur orientation (nature des cultures), leur diversité (nombre de cultures) et leur complexité (nombre de cultures constituant la majorité de l'assolement) permet bien de rendre compte des successions de cultures présentes sur l'exploitation ; les changements d'assolement seraient alors bien un marqueur de l'évolution des successions de cultures.

⁸ La probabilité que les parcelles perdues, acquises ou échangées par une exploitation relèvent d'une autre logique de gestion des successions sur une partie de la plage temporelle étudiée est assez élevée.

⁹ Un îlot est un regroupement de parcelles culturales contiguës exploitées par un même agriculteur, portant une ou plusieurs cultures, limité par des éléments facilement repérables et permanents (comme un chemin, une route, un ruisseau...) ou par d'autres exploitations, et dont le contour est a priori stable d'une année sur l'autre (Notice explicative du dossier PAC 2013, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt).

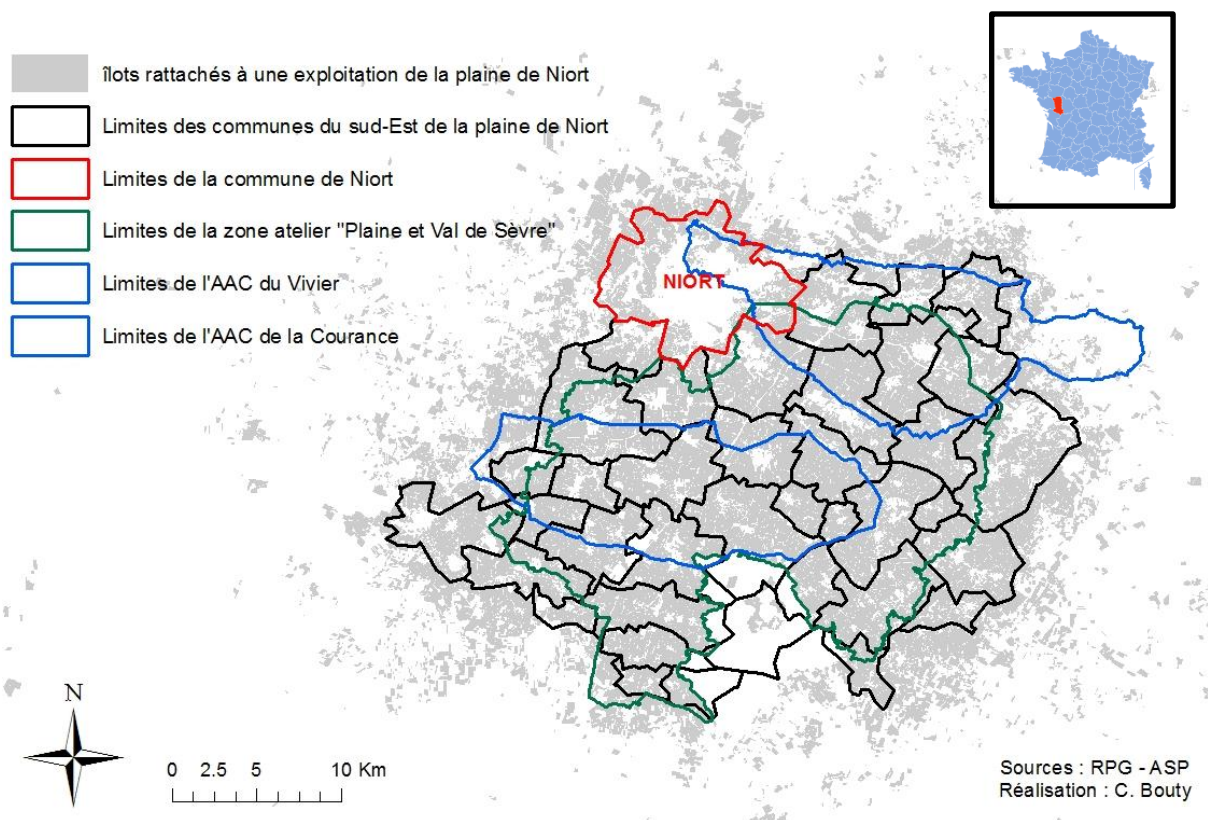


Figure 3 : Carte du territoire de la plaine Sud-Est de Niort. L'enjeu « biodiversité » est matérialisé par la zone atelier « Plaine et Val de Sèvre » l'enjeu « ressource en eau » par les aires d'alimentation de captage et l'enjeu « étalement périurbain » par la commune de Niort. Compte tenu de leur éloignement, certains îlots rattachés à une exploitation de la plaine Sud de Niort ne sont pas représentés ici.

Tableau 1 : Projets de recherche action mis en œuvre sur la plaine Sud de Niort au cours des 10 dernières années

Projets	Période	Objectifs
Projet ANR PRAITERRE « PRAiries Territoire Ressource et Environnement »	2005-2008	Identifier les leviers pour faire évoluer les pratiques agricoles vers des systèmes plus durables dans lesquels la prairie jouerait un rôle clé
Projet ANR BioDivAgriM « Conservation de la BioDiversité dans les Agro-écosystèmes, une Modélisation spatialement explicite des paysages »	2008-2011	Analyser et modéliser les dynamiques d'organisation spatiale des paysages agricoles et leurs impacts sur le fonctionnement écologique des agro-écosystèmes pour aider à la construction de nouvelles politiques publiques
Projet CASDAR POLINOV	2010-2012	Concevoir et évaluer les performances de systèmes de culture innovants par rapport aux enjeux de la préservation des abeilles et de la durabilité de l'agriculture
Prair'Innov	2012-2014	Concevoir une filière courte et innovante de production et commercialisation de luzerne pour optimiser les services écosystémiques à l'échelle d'un territoire
Projet DEPHY-Abeille	2013-2018	Expérimenter des systèmes de culture qui réduisent de 50% l'utilisation de produits phytosanitaires
Projet ONEMA EMADEC « Elaboration d'outils et Méthodes d'analyse de la Dynamique des Espaces cultivés »	2014-2015	Constituer des outils de référence permettant d'accéder à une meilleure connaissance des dynamiques des espaces cultivés dans les AAC pour aider à la réalisation et à l'actualisation de diagnostics territoriaux et de construction de scénarios d'évolution

5. Présentation de la zone d'étude : le territoire agricole de la plaine Sud de Niort

L'ensemble des analyses conduites ont été réalisées sur le territoire agricole de la plaine Sud de Niort. Ce territoire correspond à 39 communes au Sud/Sud-Est de l'agglomération de Niort. Ces communes délimitent la plaine Sud de Niort, située dans le Sud des Deux-Sèvres (79) en France (**Figure 3**). Sachant que les parcellaires d'exploitation ne recoupent pas toujours les limites administratives des communes, le territoire considéré correspond à l'ensemble des parcellaires des exploitations ayant au moins un îlot dans une des 39 communes, soit 702 exploitations et plus de 79 500 ha en 2007.

La plaine Sud de Niort constitue un territoire agricole particulièrement intéressant pour ce travail, en ce sens qu'il est le lieu d'une diversité de systèmes de production et de structures de parcellaires d'exploitation, mais aussi porteur de nombreux enjeux environnementaux : ressource en eau (2 AAC), biodiversité (zone atelier « Plaine et Val de Sèvre ») et étalement urbain (agglomération de Niort) (**Figure 3**). L'analyse des dynamiques d'exploitations et de leurs conséquences sur le territoire en termes de composition et de configuration de la mosaïque de cultures est donc au cœur des préoccupations des gestionnaires de territoire ; ceux-ci doivent concilier des organisations spatiales favorables à la fois à la production agricole et à la préservation de l'environnement.

Compte tenu de ces nombreux enjeux environnementaux, la plaine Sud de Niort présente un historique de travaux de recherche conséquent (**Tableau 1**). Au niveau de la zone atelier « Plaine et Val de Sèvre », la plaine Sud de Niort fait dans le même temps l'objet d'un suivi continu (relevé de l'occupation du sol depuis 1996, enquêtes auprès d'agriculteurs...) par le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC, CNRS UMR 7372). Les projets de recherche qui se sont déroulés dans cette zone ont principalement porté sur la caractérisation des systèmes de culture (notamment occupation du sol) et de leurs dynamiques. Ce travail de thèse, qui s'inscrit dans le projet EMADEC (Convention INRA-ONEMA), propose d'y intégrer les dynamiques des parcellaires d'exploitation.

5.1. Une diversité de systèmes de production

La plaine Sud de Niort se trouve à l'interface de plusieurs entités paysagères : la ville de Niort au Nord, le marais poitevin et la plaine céréalière du Nord de Saintonge à l'Ouest, la forêt de Chizé au Sud et le plateau mellois à l'Est. Sur ce petit territoire agricole, les exploitations ont des systèmes de production très diversifiés : systèmes céréaliers, de polyculture-élevage (caprin, ovin, bovin lait et viande) ou encore d'élevage qui se structurent selon un gradient pédoclimatique Nord-Est / Sud-Ouest (Lelaure, 2006). Bien que les exploitations de polyculture-élevage prédominent toujours sur ce territoire (Schaller, 2011), elles montrent depuis quelques années une tendance à la spécialisation vers la céréaliculture.

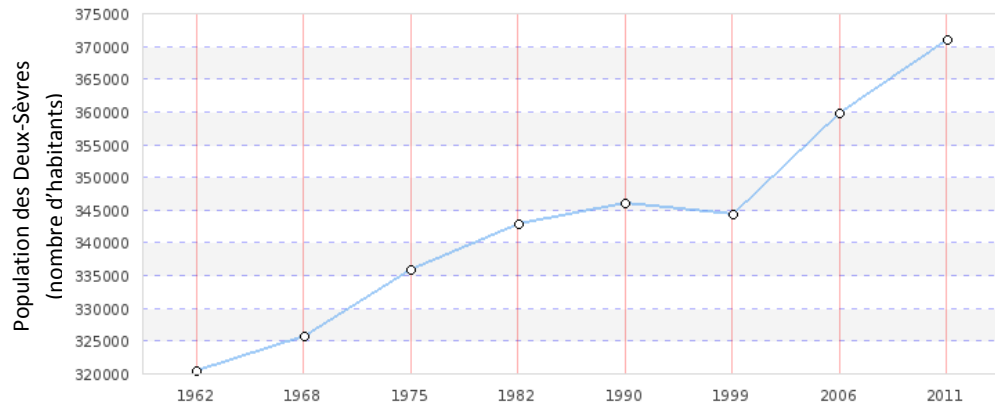


Figure 4 : Evolution de la population dans le département des Deux-Sèvres de 1962 à 2011 (sources : www.webvilles.fr)

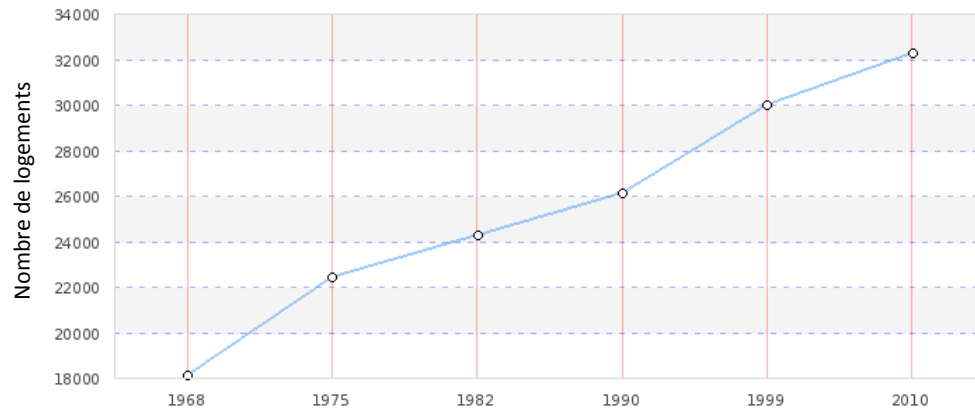


Figure 5 : Evolution du nombre de logement sur la commune de Niort de 1968 à 2010 (sources : www.webvilles.fr)



Zone d'étude =
plaine Sud de Niort

Figure 6 : Carte des principaux axes routiers dans le département des Deux-Sèvres et dans la région de Niort (sources : www.webvilles.fr)

5.2. Un foncier agricole sous tension

La diversité des structures de parcelles d'exploitation sur la plaine Sud de Niort résulte en partie de l'historique des remembrements sur les différentes communes¹⁰, des difficultés d'accès aux terres agricoles qui limitent l'acquisition de parcelles à proximité du siège et favorisent leur dispersion, et de la concurrence entre usages agricoles et non agricoles (étalement urbain qui rogne les surfaces agricoles). Depuis les années 2000, la population des Deux-Sèvres est en forte augmentation (**Figure 4**), notamment dans les communes en limite d'aires urbaines. Cette évolution démographique a pour conséquence la construction de logements neufs à Niort et dans les communes limitrophes (**Figure 5**), à laquelle s'ajoute le développement des réseaux de transport (**Figure 6**) du fait de l'intensification des déplacements entre domicile et lieu de travail. Ces tensions foncières sont principalement localisées autour de l'espace périurbain de Niort et sur l'axe La Rochelle-Niort-Saint-Maixent (Jourdin et Kerisit, 2014). A noter que les remembrements actuels autour d'infrastructures de transports, comme par exemple la ligne LGV Sud-Europe-Atlantique (Paris-Bordeaux), ne concernent pas la plaine Sud de Niort. Cependant, le développement de Nantes pourrait conduire à l'avenir à la construction de nouvelles zones industrielles ou commerciales.

5.3. Une diversité d'enjeux environnementaux

La plaine Sud de Niort présente des zonages à enjeu eau et biodiversité. On compte deux aires d'alimentation de captage (AAC) : celle du Vivier au Nord-Est qui combine zone urbaine et zone agricole, ainsi que celle de la Courance au Sud-Ouest à dominante agricole. Plus minoritaire sur la zone d'étude, l'AAC de la Boutonne inclut une commune du Sud-Est de la plaine Sud de Niort. La Plaine Sud de Niort est également classée pour partie en site Natura 2000 au titre de la Directive Oiseaux.

Le maintien de la qualité de la ressource en eau, tant du point de vue des nitrates que des produits phytosanitaires, est un enjeu fort de la plaine Sud de Niort (Jourdin et Kerisit, 2014). Avec des sols assez superficiels et un sous-sol karstique, les transferts d'eau sont rapides et les captages d'eau potable très sensibles aux pollutions d'origine agricole, aussi bien ponctuelles que diffuses. Par conséquent, la plaine Sud de Niort est classée en Zone Vulnérable tout comme l'ensemble du département. Chacune des AAC compte également un captage Grenelle qui est l'objet prioritaire des actions mises en place.

La gestion quantitative de la ressource en eau est un autre enjeu fort pour l'agriculture sur la plaine Sud de Niort. En effet, même si la pluviométrie annuelle est importante (entre 800 et 900 mm par an) et permet une recharge des nappes souterraines, elle est inégalement répartie au cours de l'année avec un déficit hydrique important durant la période estivale (Agenis-Nevers et Galdi, 2006). Cette contrainte hydrique concerne notamment les sols superficiels de petites groies (**Figure 7**, page suivante) qui recouvrent la majeure partie de la zone et dont la réserve utile en eau est limitée (20 à 50 mm). L'irrigation est souvent nécessaire sur ces terres, en particulier pour les cultures de printemps telles que le maïs, et fait l'objet de restrictions de plus en plus fréquentes. Les zones

¹⁰ Le dernier remembrement majeur a eu lieu en 1982 à l'occasion de la construction de l'autoroute A10.

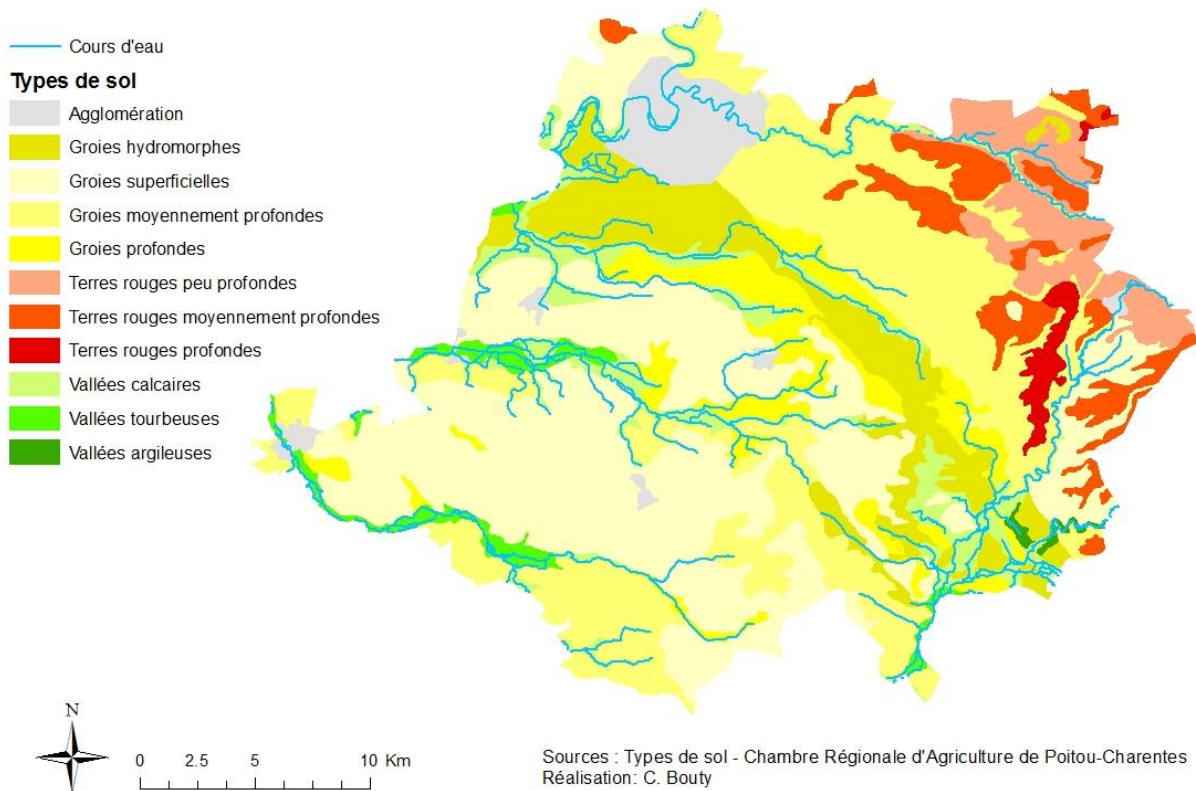


Figure 7 : Carte de répartition des différents types de sols sur la plaine Sud de Niort. La majorité de la plaine Sud de Niort est couverte par des sols de groies qui présentent des contraintes hydriques limitant l'implantation de certaines cultures (maïs par exemple) en l'absence d'irrigation.

basses où l'on trouve des sols tourbeux et des sols calcaires (Lelaure, 2006) ont une réserve utile plus importante, mais présentent des risques d'inondation : elles sont donc adaptées à la culture du maïs sans irrigation. Les terres rouges à châtaigniers sont quant à elles peu présentes, si ce n'est à l'Est de la zone. Ces terres plus profondes permettent de bons rendements sur céréales et oléo-protéagineux (Agenis-Nevers et Galdi, 2006).

Les 20 760 hectares de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) « Plaine Sud de Niort Sud-Est » sont entièrement inclus dans la Zone Atelier « Plaine et Val de Sèvres ». Dix-sept espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire, telles que l'Oedicnème criard (*Burhinus oedicanus*) et l'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*) y font l'objet de mesures de protection (Bretagnolle, 2004 ; Bretagnolle et al., 2012). La plaine Sud de Niort est d'ailleurs l'une des huit zones de plaine à Outarde canepetière en Poitou-Charentes avec 5% des effectifs régionaux.

La suite du manuscrit est organisée en quatre parties reprenant les quatre axes de la démarche de la thèse. Chacune des trois premières parties suit la même organisation : 1) cadres théoriques, 2) matériel et méthodes et 3) résultats. La partie 4 est quant à elle plus courte, car il s'agit d'une mise en regard des résultats de la partie 2 et de la partie 3. L'ensemble des résultats de ces quatre parties est discuté en fin de manuscrit.

**PARTIE 1 : CARACTERISATION DES EVOLUTIONS DE PARCELLAIRES
D'EXPLOITATION SUR UN PETIT TERRITOIRE AGRICOLE**

La structure d'un territoire agricole est fortement influencée par la structure des parcellaires d'exploitation qui le composent, *i.e.* l'ensemble des parcelles gérées par un agriculteur ou un groupement d'agriculteurs. Les cultures et les pratiques mises en œuvre sur celles-ci s'organisent spatialement sur le territoire agricole en fonction de la gestion que fait chaque agriculteur de son parcellaire et de l'imbrication des parcellaires de différentes exploitations selon leur degré de morcellement et de dispersion. La manière dont un agriculteur gère son parcellaire et l'imbrication de ces parcelles avec celles d'autres exploitations sont susceptibles d'évoluer lorsque le parcellaire d'exploitation s'agrandit, se réduit ou se réorganise.

L'objectif de cette partie est de caractériser les trajectoires d'évolution des parcellaires de l'ensemble des exploitations d'un petit territoire agricole sur une période de temps court (inférieure à 10 ans). **Il s'agit d'identifier les évolutions des parcellaires d'exploitation qui ont lieu sur un pas de temps court et de déterminer s'il existe un modèle d'évolution dominant sur ce laps de temps.** Compte tenu de la superficie du territoire étudié et du nombre d'exploitations considérées, des enquêtes exhaustives s'avèrent impossibles pour relever le parcellaire de chaque exploitation et analyser leurs évolutions. C'est pourquoi ce travail s'est appuyé sur les données spatialement explicites du Registre Parcellaire Graphique (RPG) qui renseignent, entre autres, les limites des parcellaires de chaque exploitation réalisant une déclaration à la PAC.

Le travail a été mené pour la période 2007-2013, période pour laquelle les données du RPG étaient disponibles, et pour l'ensemble des exploitations ayant au moins 75% de leur SAU dans les 39 communes de la plaine Sud de Niort. Ces exploitations ont été considérées comme les exploitations composant majoritairement le territoire agricole étudié et dont les évolutions représentent le mieux l'influence de déterminants locaux.

Dans un premier temps, les différentes trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation ont été identifiées entre 2007 et 2013 (stabilité, croissance, réduction...). La structure des parcellaires d'exploitation (morcellement et dispersion) a été ensuite caractérisée pour chacune des exploitations du territoire étudié. On a alors analysé si une variation de SAU associée aux trajectoires identifiées conduisait à une plus forte ou plus faible structuration des parcellaires, *i.e.* à une augmentation ou une diminution du morcellement et de la dispersion. Enfin, la répartition spatiale des changements de parcellaires d'exploitation sur le territoire agricole a été mise en évidence.

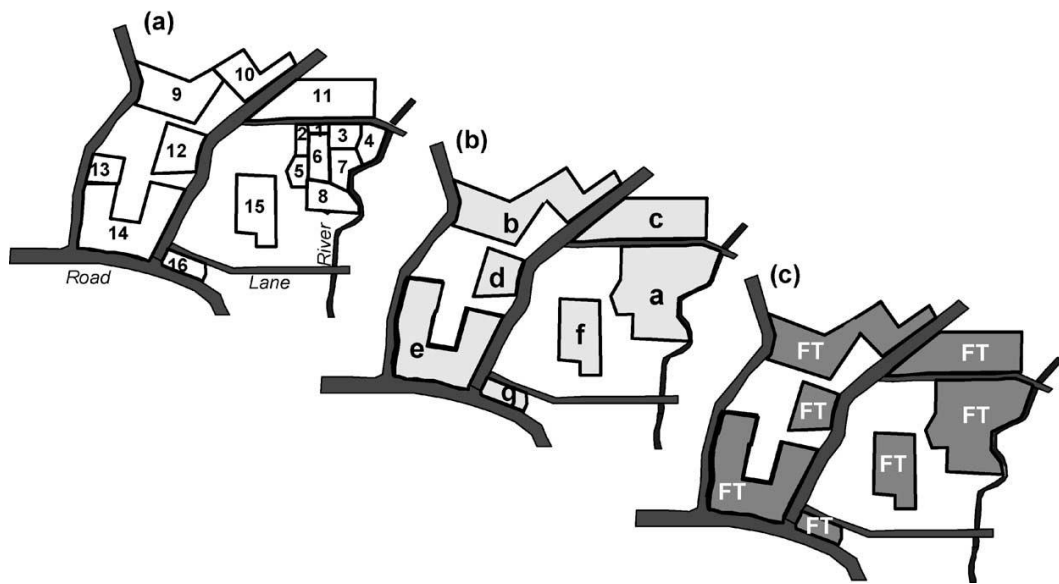


Figure 8 : Représentation d'un parcellaire d'exploitation et des différents niveaux de découpage possibles en tenant compte des limites (a) des parcelles, (b) des blocs de parcelles ou îlot, (c) de l'exploitation (Sources : Thenail et Baudry, 2004).

1. Parcellaire d'exploitation et trajectoire d'évolution

Un parcellaire d'exploitation est une **entité de gestion agricole discontinue**. Cet espace correspond à l'ensemble des parcelles gérées par un agriculteur ou un groupement d'agriculteurs. Contrairement à la notion de territoire d'exploitation (Thenail et Baudry, 2004), le parcellaire d'exploitation ne prend pas en compte les autres éléments de paysage ayant un rôle dans la gestion de l'exploitation et des ressources naturelles (haies, chemins...). Dans la très grande majorité des cas, un parcellaire d'exploitation ne se constitue pas d'une entité d'un seul tenant à proximité du siège de l'exploitation, mais se découpe en un certain nombre d'unités de plus ou moins grande taille et plus ou moins connectées. Il peut être appréhendé suivant deux niveaux de découpage : la parcelle et le bloc de parcelles (**Figure 8**). Le premier découpage rend compte d'entités caractérisées par un même usage, tandis que le second rend compte des proximités entre parcelles. D'un point de vue fonctionnel, la parcelle, au sens de parcelle d'usage¹¹, est une unité agronomique délimitée par la gestion homogène qu'en fait l'agriculteur (Milleville, 1972). Elle correspond à la plus petite unité spatiale constituant un parcellaire d'exploitation. Le **bloc de parcelles** correspond quant à lui à un ensemble de parcelles proches voir continues, souvent séparées des autres par des obstacles importants tels qu'un cours d'eau, une route... (Joannon et al., 2005). Ce découpage du parcellaire d'exploitation en blocs de parcelles se rapproche du découpage administratif en **îlots** mis en place dans le cadre de la PAC. Un îlot PAC regroupe une ou plusieurs parcelles contiguës, entourées de limites permanentes (chemin, route, cours d'eau) ou par les parcelles d'autres exploitations¹².

Le parcellaire d'une exploitation est une **structure dynamique** qui évolue au gré du cycle de vie de l'exploitation¹³ (Brossier 1997) et des opportunités d'acquisition de nouvelles surfaces. Avec la diminution du nombre d'exploitations, **l'augmentation de la taille des parcellaires d'exploitation est devenue une dynamique majeure sur les territoires agricoles non soumis à la déprise agricole** (Butault et Delame, 2005). Cette augmentation permet d'accroître l'efficacité de l'exploitation en réalisant des économies d'échelle (Bartolini et Viaggi, 2013). L'augmentation de la taille moyenne des exploitations agricoles est rendue possible par la disparition des plus petites structures qui manquent de rentabilité ou la fragmentation des structures trop grandes qui ne trouvent pas de repreneur. Cette dynamique d'agrandissement et de réduction du nombre d'exploitations se retrouve en France¹⁴, mais également dans d'autres pays européens tels que les Pays-Bas (van Apeldoorn et al., 2013). **L'augmentation de la taille des parcellaires d'exploitation s'est accompagnée d'un important remaniement de leur structure**, *i.e.* d'une modification de la répartition spatiale des parcelles de l'exploitation sur le territoire agricole. Ainsi, les parcelles nouvellement acquises ou

¹¹ Elle se distingue de la parcelle cadastrale, définie comme une portion de terrain d'un seul tenant, appartenant au même propriétaire et constituant une unité du cadastre (Larousse agricole, édition 2002)

¹² Notice Explicative « Comment renseigner votre dossier PAC ? », Dossier .PAC, Campagne 2013 (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt)

¹³ Le cycle de vie d'une exploitation peut être décrit en 4 phases : une phase d'installation, une phase de transition, une phase alternant croissance et stabilité et une phase de déclin jusqu'à la disparition ou la reprise de l'exploitation (Brossier, 1997).

¹⁴ En France, on comptait 490 000 exploitations en 2010 contre 1 017 000 exploitations en 1988 (Agreste - recensement agricole de 1988 et 2010). Cette diminution du nombre d'exploitations touche particulièrement les exploitations de moins de 50 ha tandis que le nombre d'exploitations supérieures à 100 ha a plus que doublé.

échangées dans le cadre de remembrements ou d'échanges à l'amiable peuvent se retrouver proches voire contiguës à des parcelles existantes, permettant ainsi d'augmenter la taille des parcelles en les fusionnant. A l'inverse, dans un contexte de concurrence pour l'accès aux terres, les nouvelles parcelles acquises peuvent se retrouver éloignées du siège d'exploitation (Croix, 1997).

Supports de l'activité agricole, les parcellaires d'exploitation représentent un élément stratégique pour le fonctionnement des exploitations agricoles. Eléments structurant fortement les territoires agricoles, ils constituent également un élément décisif pour les gestionnaires de territoire lors de la mise en œuvre de dispositifs institutionnels sur des zones à enjeux environnementaux. De nombreux travaux se sont attachés à caractériser les structures des parcellaires d'exploitation une année donnée (Bonin, 2001 ; Gonzales et *al.*, 2007 ; Piet et Cariou, 2014). Ils ont notamment étudié leur taille, leur degré de fractionnement en parcelles, ainsi que l'éloignement des parcelles. Mais peu se sont intéressés à leurs évolutions et aux effets potentiels de ces évolutions à l'échelle de l'exploitation et du territoire agricole.

1.1 Les parcellaires d'exploitation : éléments de gestion à l'échelle des exploitations et du territoire agricole

1.1.1. Effets de la structure des parcellaires d'exploitation sur la gestion de l'exploitation

La structure des parcellaires d'exploitation, *i.e.* l'organisation des parcelles dans l'espace, influence fortement la **gestion de l'exploitation**.

La taille et la distance relative des parcelles entre elles et aux bâtiments de l'exploitation jouent sur la **rentabilité de l'exploitation**. Par exemple, Gonzalez et *al.* (2007) montrent au travers d'un modèle conceptuel que l'augmentation de la taille des parcelles, la réduction de leur nombre et l'aménagement en polygones réguliers permettent d'augmenter la marge brute par hectare en réduisant les coûts de travail et de transport.

La structure du parcellaire d'exploitation est également un des **facteurs qui conditionnent fortement l'organisation spatiale des cultures**. Thenail et Baudry (2004) montrent que des descripteurs de la structure des parcellaires d'exploitation expliquent jusqu'à plus de 60% de la diversité d'usage des sols en zone bocagère Normande, alors que les descripteurs socio-économiques n'en expliquent que 20 à 25%. La structure du parcellaire d'exploitation constitue une contrainte majeure pour l'allocation des cultures aux parcelles, notamment selon l'éloignement des parcelles aux bâtiments de stockage ou leur accessibilité aux engins agricoles (Joannon et *al.*, 2006). Morlon et Trouche (2005) montrent ainsi que les exploitations de grande culture organisent leur assolement de façon à minimiser la logistique des travaux agricoles. Cela conduit par exemple à implanter une seule culture sur les parcelles éloignées ou à regrouper géographiquement la sole de chaque culture dans les parcellaires structurés en blocs pour synchroniser les opérations culturales. La distance des parcelles au siège d'exploitation et leur surface jouent également un rôle clé dans la localisation de certaines cultures industrielles et fourragères. Par exemple, dans les exploitations laitières, les prairies sont situées préférentiellement à proximité du siège d'exploitation pour faciliter la surveillance du troupeau (Marie et *al.*, 2009 ; Marie et Delahaye, 2009) et le maïs ensilage implanté à proximité des aires de stockage (Joannon et *al.*, 2006). La localisation des cultures industrielles, telles que la

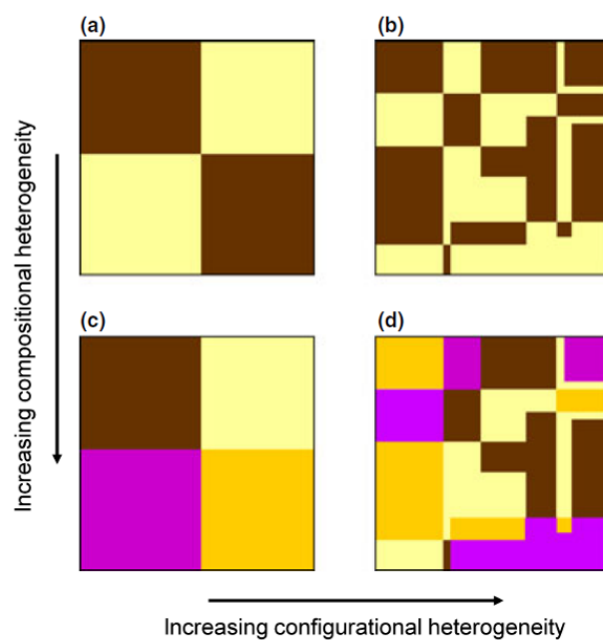


Figure 9 : Représentation des deux composantes de l'hétérogénéité spatiale : composition et configuration (Source : Fahrig et al., 2011). Chaque carré représente un territoire agricole et chaque couleur un type de couvert ; l'hétérogénéité spatiale liée à la composition augmente avec le nombre de couverts, celle liée à la configuration augmente avec la complexité des motifs. La taille et le nombre de parcelles joue sur l'hétérogénéité de configuration en augmentant ou diminuant la probabilité d'implanter une même culture sur une large surface.

betterave sucrière et le lin textile, est également contrainte par la forme et l'accessibilité des parcelles de façon à faciliter les opérations techniques pour les engins agricoles (Joannon et *al.*, 2006).

De même que l'assolement, **les pratiques culturales peuvent également être contraintes par la structure du parcellaire d'exploitation**. Un agriculteur raisonne généralement ses pratiques par lots de parcelles, ces lots pouvant être constitués selon leur proximité (Aubry, 2007). Soulard (2005) montre ainsi que l'organisation de l'épandage des engrais répond aussi à une recherche d'optimisation des déplacements entre parcelles en plus de répondre à des logiques d'ajustement de la fertilisation aux parcelles. Les exploitations peuvent par exemple différencier la fertilisation azotée selon des groupes de parcelles, construits entre autres selon leur éloignement au siège. A l'inverse, des exploitations devant faire face à des contraintes structurelles trop fortes (grande surface agricole à gérer ou morcellement important en l'absence d'une main d'œuvre suffisante) peuvent être amenées à réaliser des apports uniformes aux parcelles.

La structure du parcellaire d'une exploitation est un déterminant fort de sa gestion logistique, ainsi que de ses choix techniques. **L'évolution du parcellaire d'une exploitation peut donc aussi bien conduire à un renforcement qu'à une diminution des contraintes que le parcellaire exerce sur les choix productifs de l'exploitation**. Par exemple, l'acquisition de parcelles qui se trouvent isolées ou éloignées du reste de l'exploitation peut entraîner une simplification de leur mode de conduite et localement une homogénéisation du paysage (Thenail et *al.*, 2009).

1.1.2. Effets de l'évolution des parcellaires d'exploitation à l'échelle d'un territoire agricole

Suivant le degré d'imbrication des parcellaires d'exploitation sur un territoire agricole, la variation de la taille et de la structure des parcellaires individuels va influencer la représentation des exploitations et la distribution des cultures sur ce territoire.

Les évolutions des parcellaires d'exploitation peuvent conduire aussi bien à une augmentation du nombre d'exploitations ayant des parcelles dans des zones à enjeux environnementaux (*e.g.* disparition d'une exploitation dont les parcelles sont reprises par des exploitations extérieures à la zone) qu'à une diminution de leur nombre (*e.g.* reprise d'une exploitation par une autre déjà présente sur la zone). Ces variations de taille et de structure des parcellaires d'exploitation vont jouer 1) sur **le poids des exploitations dans ces zones à enjeux** selon la part de la surface agricole de la zone appartenant à chaque exploitation, et 2) sur **le degré de concernement de chaque agriculteur par rapport aux enjeux environnementaux** selon la part de SAU de l'exploitation qui se situe dans ces zones (Durpoix et Barataud, 2014). Les gestionnaires de zones à enjeux doivent mobiliser une diversité de leviers d'action pour mettre en œuvre les pratiques qu'ils jugent favorables à l'environnement, quel que soit le nombre d'agriculteurs impliqués sur la zone suivie et leur degré de concernement, ces deux facteurs étant susceptibles de varier avec les dynamiques d'évolution des parcellaires d'exploitation.

Les évolutions des parcellaires d'exploitation peuvent également conduire à une diminution du nombre de parcelles et à une augmentation de leur taille moyenne à l'échelle du territoire agricole. Ces changements peuvent alors s'accompagner d'une **diminution de l'hétérogénéité de la mosaïque de cultures**, et en particulier de l'hétérogénéité de configuration qui est liée à la distribution spatiale des cultures en motifs plus ou moins complexes (**Figure 9**). Plus le nombre de parcelles et leur taille

est importante, plus l'hétérogénéité de configuration risque d'être faible. L'agrandissement des parcelles peut par exemple conduire à l'implantation d'une même culture sur une surface continue plus grande, réduisant ainsi l'hétérogénéité spatiale des couverts. Cette perte d'hétérogénéité peut alors dans certains cas avoir un effet sur les processus biogéochimiques et écologiques. Par exemple, Souchère et al. (2001) montrent qu'à proportion de couverts similaire, le ruissellement érosif simulé dans un bassin versant est plus important lorsque ces couverts sont concentrés au centre du bassin versant que lorsqu'ils sont dispersés sur l'ensemble du bassin versant. Du point de vue de la biodiversité, la taille des parcelles affecte également la disponibilité et l'accessibilité de ressources alimentaires variées pour les petits passereaux (Tschardt et al., 2005 ; Concepcion et Diaz, 2011).

1.2 Comment caractériser les évolutions des parcellaires d'exploitation ?

Les travaux portant sur les trajectoires d'évolution des exploitations se sont intéressés à l'évolution des systèmes de production sur les exploitations, mais aussi à **l'évolution de la taille des exploitations** (Garcia-Martinez et al., 2009 ; Ryschawy et al. 2013). Ces travaux, généralement menés sur des **pas de temps longs** (d'une quinzaine à une cinquantaine d'années) **au travers d'études de cas**, mettent en évidence des dynamiques d'agrandissement ou de déclin en comparant les SAU des exploitations à deux dates éloignées. L'analyse de l'évolution des parcellaires d'exploitation se trouve alors réduite à l'analyse des variations de leur superficie sans prise en compte de l'évolution de leur structure, *i.e.* la distribution spatiale des parcelles de l'exploitation, alors même que celle-ci est susceptible de changer à la faveur des acquisitions, pertes ou échanges de parcelles.

Certains travaux en géographie ont mobilisé des **méthodes de modélisation graphique ou chorèmes pour rendre compte d'une évolution de la taille et de la structure des parcellaires d'exploitation**. Ces modèles représentent de façon simplifiée le morcellement des parcelles, *i.e.* le degré de fractionnement de la surface agricole d'une exploitation en un certain nombre de parcelles de plus ou moins grande taille, ainsi que la dispersion des parcelles, *i.e.* le degré d'éloignement des parcelles entre elles ou au siège d'exploitation. A partir de données d'enquêtes, Bonin (2001) identifie ainsi différentes trajectoires d'évolution des parcellaires (taille et structure) en **comparant des modèles spatiaux successifs de la structure du parcellaire** depuis la date d'installation de l'agriculteur jusqu'à la date de l'enquête.

Dans ce travail, on souhaite caractériser les évolutions de parcellaires d'exploitation **à l'échelle d'un territoire agricole** en rendant compte non seulement d'une **évolution de la taille des parcellaires** (agrandissement ou réduction), mais aussi **de leur structure** (reconfiguration associée ou non à ces variations de taille) et **des mécanismes qui y conduisent** (agrandissement par acquisition de quelques parcelles ou par regroupement de plusieurs exploitations). Cet objectif demande d'avoir accès aux limites exactes des parcellaires de l'ensemble des exploitations d'un territoire agricole et ce, sur plusieurs années. Comme il n'est guère envisageable de collecter ces informations par enquêtes compte tenu du temps nécessaire à la saisie et aux traitements de telles données, on a choisi d'avoir **recours à une base de données générique** : le Registre Parcellaire Graphique (RPG)¹⁵. Cette approche se distingue donc des travaux précédents qui ont été menés à partir d'enquêtes sur un échantillon restreint d'exploitations.

¹⁵ Leur présentation sera détaillée au début du matériel et méthode.

Tableau 2 : Indicateurs de structure des parcellaires d'exploitation relevés dans la littérature.

	Descripteurs	Indicateurs	Corrélation avec le morcellement ou la dispersion	Références
Morcellement	Nombre de parcelles		positive	Morlon et Trouche (2005) Piet et Cariou (2014)
	Taille des parcelles		négative	Marie et Delahaye (2009) Morlon et Benoit (1990) Morlon et Trouche (2005) Piet et Cariou (2014) Thenail et Baudry (2004)
		Surface utilisable = surface tenant compte de la forme de la parcelle, <i>i.e.</i> de la surface inaccessible aux engins agricoles	négative	Gonzalez et <i>al.</i> (2004) Gonzalez et <i>al.</i> (2007)
	Forme des parcelles	<i>Field Shape Compacity</i> = rapport entre l'aire de la parcelle et l'aire du disque ayant le même périmètre que la parcelle	négative	Thenail et Baudry (2004)
		<i>Areal Form factor</i> ou <i>indice d'allongement</i> = rapport entre l'aire de la parcelle et le périmètre de la parcelle élevé au carré	négative	Gonzalez et <i>al.</i> (2004) Marie et Delahaye (2009)
		Rapport entre le périmètre et la racine de l'aire de la parcelle	positive	Piet et Cariou (2014)
		<i>Indice de complexité morphologique</i> = rapport entre nombre de sommet de la parcelle et son périmètre	?	Marie et Delahaye (2009)
	Descripteur complexe	<i>Combined Size and Shape Index</i> = estimation du temps de labour par unité de SAU selon la taille et la forme de la parcelle	positive	Gonzalez et <i>al.</i> (2004) Gonzalez et <i>al.</i> (2007)
Dispersion	Eloignement des parcelles	Distance absolue d'une parcelle au siège d'exploitation	positive	Marie et Delahaye (2009) Marie et <i>al.</i> (2009) Morlon et Benoit (1990) Piet et Cariou (2014)
		<i>Distance relative d'une parcelle au siège d'exploitation</i> = localisation dans un anneau centré autour du siège de l'exploitation et comprenant 30%, 60%, 100% de la SAU de l'exploitation	positive	Houet (2006) Thenail et Baudry (2004)
	Eparpillement des parcelles	Distance d'une parcelle à la parcelle voisine la plus proche	positive	Piet et Cariou (2014)
		Distance maximale entre deux parcelles de l'exploitation	positive	Morlon et Trouche (2005) Piet et Cariou (2014)
		Nombre de communes sur lesquelles se trouvent les parcelles	positive	Morlon et Trouche (2005)
	Descripteur complexe	Estimation du temps de transport en tenant compte de la distance entre le siège d'exploitation et un groupe de parcelles, de la distance entre parcelles constituant le groupe et du nombre de fois où le trajet (A/R) doit être fait	positive	Gonzalez et <i>al.</i> (2007)

Les données du RPG ont déjà été mobilisées pour caractériser la structure des parcellaires d'exploitation une année donnée (Piet et Cariou, 2014). Ces auteurs montrent les nombreuses perspectives de travaux qu'offrent ces données malgré leurs limites¹⁶. On propose ici une méthode originale pour caractériser les évolutions des parcellaires d'exploitation à partir des informations graphiques et déclarées présentes dans cette base de données. Compte tenu de leur relativement faible profondeur temporelle, les évolutions ne peuvent être **caractérisées qu'à un pas de temps court**, ce qui constitue une autre différence avec les travaux de Bonin (2001), Garcia-Martinez et al. (2009) et Ryschawy et al. (2013). Toutefois, ces données présentent l'avantage d'être disponibles chaque année ce qui permet **un suivi continu des parcellaires d'exploitation dans le temps**, contrairement aux données d'enquêtes mobilisées par les précédents auteurs.

Le morcellement des parcelles, de même que la dispersion des parcelles peuvent varier conjointement à une variation de la superficie du parcellaire. C'est pourquoi, en raison de leurs effets sur la logistique et les choix techniques de l'exploitation montrés précédemment, on souhaite les caractériser pour être à même de comparer l'état initial du parcellaire d'exploitation avant évolution et son état final après évolution.

1.3 Comment caractériser la structure d'un parcellaire d'exploitation ?

Une méthode largement développée dans le champ de l'agronomie pour décrire la structure des parcellaires à une date donnée consiste à utiliser des indicateurs quantitatifs et/ou qualitatifs qui rendent compte du morcellement et de la dispersion des parcellaires d'exploitation. Chaque parcelle est généralement associée à une valeur de l'indicateur, puis l'information est agrégée aux échelles supérieures (moyenne à l'échelle de l'exploitation notamment) (Thenail, 1996). Les informations permettant de renseigner ces indicateurs peuvent être issues d'enquêtes en exploitations (Thenail et Baudry, 2004 ; Morlon et Trouche, 2005) et/ou de la combinaison d'une ou plusieurs couches d'informations géographiques (Marie et Delahaye, 2009 ; Piet et Cariou, 2014). Deux grandes catégories de descripteurs peuvent être utilisées pour caractériser les parcellaires d'exploitation (**Tableau 2**) :

- ceux relatifs à la géométrie des parcelles qui caractérisent le **morcellement du parcellaire** ;
- ceux relatifs aux relations spatiales entre les parcelles qui caractérisent la **dispersion du parcellaire**.

➤ Indicateurs de morcellement

Trois types de descripteurs permettent de caractériser le morcellement des parcellaires : le **nombre de parcelles**, la **taille des parcelles** et la **forme des parcelles**¹⁷ (**Tableau 2**). La plupart des indicateurs relevés dans la littérature sont des indicateurs simples, *i.e.* qui s'adressent à seulement un des trois descripteurs. Pour leur part, Gonzalez et al. (2004, 2007) ont développé un indicateur plus complexe

¹⁶ Les données du RPG correspondent aux données de déclaration PAC des agriculteurs et n'ont donc pas été conçues intrinsèquement pour des questionnements géographiques ou agronomiques.

¹⁷ La forme des parcelles est un des facteurs susceptibles de contraindre le choix et la conduite des cultures. Dans la mesure où ce descripteur renvoie à la géométrie des parcelles, tout comme le nombre et la taille des parcelles, il est généralement rattaché aux indicateurs de morcellement pour décrire le degré de fractionnement de la SAU en entités de gestion plus ou moins complexes.

tenant compte à la fois de la taille et de la forme des parcelles, deux paramètres sur lesquels jouent les projets de remembrement mis en place sur les territoires agricoles.

Le nombre de parcelles et la taille des parcelles sont les descripteurs de morcellement les plus fréquemment utilisés, leur interprétation étant en effet assez aisée. Un nombre important de parcelles et une taille limitée contraignent par exemple la logistique de l'exploitation en augmentant le nombre de chantiers agricoles et en diminuant leur débit. Le nombre de parcelles est généralement mobilisé conjointement à la surface moyenne des parcelles (Morlon et Trouche, 2005 ; Piet et Cariou, 2014) pour rendre compte de l'effet de la SAU de l'exploitation.

La forme d'une parcelle est également connue pour influencer l'efficacité des opérations techniques qui y ont lieu. Cela s'explique entre autres par les coûts supplémentaires générés sur les lisières des parcelles (usage accru de carburant, risque de recouvrement des passages de fertilisation et de traitements pesticides...). Ce descripteur a fait l'objet du développement de nombreux indicateurs. Ces indicateurs sont choisis de façon à être indépendants de la taille de la parcelle, qu'il s'agisse du « Field Shape Compacity » utilisé par Thenail et Baudry (2004) ou du « Areal Form Factor » utilisé par Gonzalez et *al.* (2004).

➤ Indicateurs de dispersion

Deux types de descripteurs permettent de caractériser la dispersion des parcellaires : **l'éloignement des parcelles** et **l'éparpillement des parcelles (Tableau 2)**. Ces deux critères caractérisent une distance au siège d'exploitation dans le premier cas et entre parcelles dans le second. Ils rendent donc compte des contraintes exercées par la structure du parcellaire en termes de temps de déplacement pour l'agriculteur et d'accessibilité aux parcelles (obligation de contournement d'une agglomération par exemple). Le critère d'éparpillement est généralement choisi pour caractériser la dispersion des parcelles lorsque l'information sur la localisation du siège d'exploitation n'est pas disponible. Plutôt que la distance moyenne des parcelles au siège de l'exploitation, c'est alors la distance moyenne d'une parcelle à sa plus proche voisine (Morlon et Trouche, 2005 ; Piet et Cariou, 2014) ou la distance maximale entre deux parcelles de l'exploitation (Piet et Cariou, 2014) qui est mesurée. Des indicateurs plus complexes tenant compte de ces deux descripteurs simultanément – éloignement et éparpillement – peuvent également être calculés pour caractériser la dispersion des parcellaires (Gonzalez et *al.*, 2007).

Le calcul de la distance (au siège ou entre parcelles) peut être fait en approchant plus ou moins précisément les contraintes réelles de temps de déplacement pour l'agriculteur. La distance euclidienne, *i.e.* calculée à vol d'oiseau, (Thenail, 1996 ; Houet, 2006) est ainsi moins précise que celle calculée en empruntant le réseau routier. Une contrainte au transport peut aussi être ajoutée dans le calcul de cette distance *via* le réseau routier pour tenir compte des conditions d'accessibilité des parcelles aux engins agricoles (Marie et *al.*, 2009). La caractérisation de la distance des parcelles au siège d'exploitation peut enfin faire mention de la présence d'obstacles sur le parcours tels que des routes infranchissables ou des villages (Morlon et Benoit, 1990 ; Morlon et Trouche, 2005).

La distance entre les parcelles et le siège d'exploitation peut être mesurée de façon absolue ou en tenant compte de la taille de l'exploitation. En effet, des parcelles situées à une certaine distance du siège d'exploitation ne représenteront pas la même contrainte si l'exploitation est de petite ou de grande taille. Par exemple, Thenail et Baudry (2004) et Houet (2006) caractérisent l'éloignement des

parcelles en les localisant dans 3 disques concentriques autour du siège d'exploitation contenant chacun 30%, 60% et 100% de la SAU de l'exploitation. Piet et Cariou (2014) proposent pour leur part d'utiliser la distance moyenne des parcelles au siège d'exploitation après l'avoir pondérée par la SAU de l'exploitation¹⁸.

Synthèse et conclusion :

Un parcellaire d'exploitation correspond à l'ensemble des parcelles gérées par une exploitation. Il s'agit d'une entité discontinue en raison du morcellement et de la dispersion des parcelles. Cette entité est également dynamique : ses évolutions sont rythmées par le cycle de vie de l'exploitation, les opportunités d'acquisition de nouvelles surfaces et les projets d'aménagement du territoire (urbanisation de terres agricoles, remembrement autour de projets d'aménagement routier...). Compte tenu des contraintes exercées par les parcellaires d'exploitation à l'échelle de l'exploitation (logistique, localisation des cultures) et de leurs effets à l'échelle du territoire agricole (nombre d'exploitations, hétérogénéité de la mosaïque de cultures), il est important de s'intéresser à leurs évolutions pour mieux les prendre en compte dans les dispositifs cherchant à mettre en place des organisations spatiales des cultures et des pratiques favorables aux processus biogéochimiques et écologiques, tout en s'insérant au mieux dans les logiques agricoles des exploitations.

Les travaux menés jusqu'ici sur les trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation présentent deux principales limites. D'une part, ils portent généralement sur les évolutions de la taille des parcellaires d'exploitation et ne prennent pas toujours en compte l'évolution de leur structure alors que cette composante constitue, par exemple, une contrainte pour la logistique et les choix techniques de l'exploitation. D'autre part, la caractérisation des évolutions nécessite le recours à des enquêtes en exploitations, ce qui est difficilement envisageable si on souhaite couvrir un territoire agricole, échelle pertinente pour la gestion des enjeux environnementaux par exemple.

On se propose dans ce qui suit de **mener une caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation pour un large ensemble d'exploitations à partir de données génériques pour limiter le recours à des enquêtes**. Cette caractérisation rend compte non seulement d'une **évolution de la taille des parcellaires** (agrandissement ou réduction), mais aussi **de leur structure** (reconfiguration associée ou non à ces variations de taille) et **des mécanismes qui y conduisent** (agrandissement par acquisition de quelques parcelles ou par regroupement de plusieurs exploitations). Les évolutions du morcellement et de la dispersion de chaque parcellaire sont quantifiées à l'aide de **3 indicateurs** et mises en regard des évolutions de SAU. On a choisi **d'adapter ces indicateurs (nombre de parcelles, distance moyenne des parcelles au siège d'exploitation et étendue d'une exploitation) pour qu'ils ne soient plus ou peu corrélés à la taille des exploitations**. Cela permet alors de caractériser la structure du parcellaire en distinguant les contraintes productives qui relèvent du morcellement et de la dispersion de celles qui sont associées à la taille de l'exploitation. La prise en compte d'un large ensemble d'exploitations permet enfin d'analyser la distribution de ces changements de parcellaires sur le territoire agricole.

¹⁸ « Si on normalise les distances au centre pour tenir compte de la surface totale de l'exploitation, on ne constate plus de différence significative entre petites et grandes structures sur le critère de la distance moyenne d'un hectare ; seule la distance maximale des îlots reste significativement croissante avec la taille de l'exploitation. » (Piet et Cariou, 2014)

Tableau 3 : Présentation de quelques travaux français et européens ayant utilisé les données des LPIS (occupation du sol, limites des parcellaires d'exploitation ou informations associées).

Pays	Thématiques	Sources
Allemagne	Analyse des dynamiques de retournements des prairies	Nitsch et <i>al.</i> , 2012
Autriche	Analyse des conditions requises de coexistence entre colza GM et non GM	Moser et <i>al.</i> , 2013
	Construction d'assolements de rotation sur un territoire agricole	Schönhart et <i>al.</i> , 2011
Belgique	Identification du potentiel de mise en herbe des bordures de parcelles	De Longueville et <i>al.</i> , 2007
	Evaluation agro-environnementale des séquences de cultures	Leteinturier et <i>al.</i> , 2006
France	Analyse de l'emprise des exploitations dans des AAC	Durpoix et Barataud, 2014
	Analyse de la relation entre morcellement et performance économique	Latruffe et Piet, 2014
	Identification des types d'exploitations et des parcelles à aménager pour réduire ruissellement	Martin et <i>al.</i> , 2014
	Représentation des successions de cultures comme support de scénario dans des territoires irrigués	Murgue et <i>al.</i> , 2015
	Identification des zones d'implantation potentielles de Miscanthus, un des critères étant les caractéristiques des parcelles	Rizzo et <i>al.</i> , 2014
Portugal	Construction d'une typologie d'exploitations à partir de données d'occupation du sol	Ribeiro et <i>al.</i> , 2014
Suède	Etude de la relation entre intensité agricole et complexité / hétérogénéité des paysages (occupation du sol, taille des îlots)	Persson et <i>al.</i> , 2010
	Analyse des dynamiques de changement d'usage des sols	Trubins (2013)

Tableau 4 : Informations disponibles selon les différents niveaux de mise à disposition des données du RPG (sources : www.asp-public.fr). Le niveau 4 est celui utilisé dans ce travail, car c'est celui qui permet d'avoir accès aux identifiants d'exploitation et donc de reconstruire les parcellaires de chaque exploitation.

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Données graphiques	X	X	X	X
Identifiant numérique et non significatif par îlot	X	X	X	X
Commune de localisation de l'îlot		X	X	X
Cultures de l'îlot regroupées selon une nomenclature de 28 groupes cultures		X	X	X
Surfaces associées à chaque groupe culture		X	X	X
Surface de référence de l'îlot			X	X
Caractère irrigué ou non de l'îlot (<i>jusqu'en 2009</i>)			X	X
Forme juridique de l'exploitation			X	X
Surface déclarée de l'exploitation			X	X
Département de rattachement			X	X
Classe d'âge pour les exploitants individuels			X	X
Identifiant numérique non significatif de l'exploitation				X

2. Matériel et méthodes : Caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation

2.1 Présentation des données utilisées

2.1.1. Présentation du Registre Parcellaire Graphique (RPG)

Le Règlement communautaire (CE) n°1593/2000 a institué l'obligation, pour tous les Etats Membres, de localiser et d'identifier les parcelles agricoles. Pour répondre à cette exigence, les Etats Membres ont mis en place des systèmes d'informations géographiques utilisés pour la gestion des aides européennes à la surface : les « Land Parcel Identification System (LPIS) ». Le LPIS français correspond au Registre Parcellaire Graphique (RPG) mis en place depuis 2002 et administré par l'Agence de Services et de Paiement (ASP). Depuis 2007, l'ASP diffuse une version anonyme des données graphiques du RPG associées à certaines des données déclarées par les exploitants. Ces données, mises à jour annuellement contrairement à d'autres bases de données (**Annexe n°1**), fournissent des informations spatialisées sur l'occupation du sol et les structures foncières à l'échelle nationale¹⁹ ce qui permet d'analyser les évolutions des exploitations sur des pas de temps annuels et sur de grands espaces. Les données du RPG disponibles dans le cadre de cette thèse étaient celles de 2006 à 2013.

Thinon (2005) soulignait déjà l'intérêt que pourrait présenter de telles données pour cartographier et suivre dans le temps les utilisations agricoles du territoire français à un échelon fin. Depuis, les bases de données disponibles dans le cadre des LPIS ont fait l'objet de nombreuses études sur l'occupation du sol en France comme dans d'autres pays européens (**Tableau 3**). Mais aucune étude n'a utilisé à notre connaissance les données du LPIS pour analyser les évolutions des parcellaires d'exploitation.

Quatre niveaux d'informations sont disponibles dans le RPG (**Tableau 4**). Le quatrième niveau est celui pour lequel l'ensemble des informations (y compris l'identifiant de l'exploitation permettant de reconstruire les parcellaires d'exploitation) est disponible à l'utilisateur. Dans le cadre de ce travail, ce sont donc les données du RPG au niveau 4 qui ont été mobilisées pour la période de 2007 à 2013 et pour 5 départements (16, 17, 79, 85, 86). Les données de 2006, disponibles uniquement au niveau 2, n'ont pas pu être exploitées dans ce travail en raison de l'absence d'informations sur les exploitations (seules les cultures à l'échelle de l'îlot y sont décrites).

2.1.2. Echantillon d'exploitations analysées dans le RPG

Seules les exploitations ayant au moins 75% de leur SAU dans les 39 communes en 2007 ont été considérées dans ce travail (**Figure 10**, page suivante). Elles représentent les exploitations dont les évolutions de parcellaire reflètent le mieux les dynamiques locales. Même si le nombre d'exploitations analysées sur la plaine Sud de Niort se trouve réduit avec l'application de ce seuil, la part du territoire étudié reste élevée (plus de 80% des îlots et de la surface agricole de ces 39 communes). La méthode détaillée qui a motivé le choix de ce seuil est présentée en **Annexe n°2**.

¹⁹ Le RPG contient environ 6 millions d'îlots (ensemble contigu de parcelles culturales exploitées par un même agriculteur), soit plus de 27 millions d'hectares, déclarés annuellement par près de 400 000 agriculteurs.

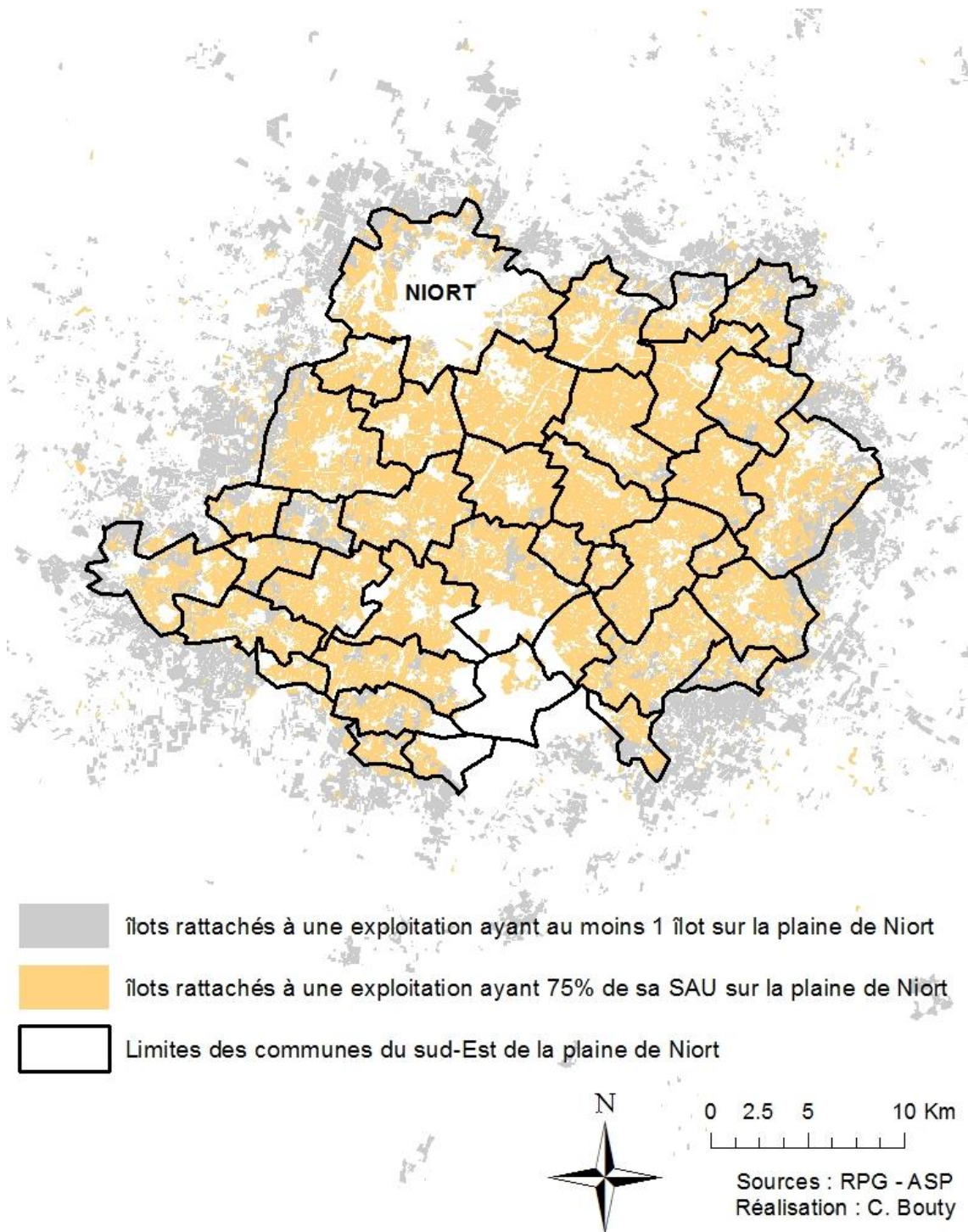


Figure 10 : Carte des îlots rattachés aux exploitations de la plaine Sud de Niort et de ceux effectivement analysés (rattachés à des exploitations ayant 75% ou plus de leur SAU dans la zone sur la plaine Sud de Niort). Compte tenu de leur éloignement, certains îlots rattachés à une exploitation de la plaine Sud de Niort ne sont pas représentés ici. Les îlots en orange représentent plus de 80% des îlots et de la surface agricole inclus dans les 39 communes. Les évolutions des exploitations associées à ces îlots reflètent les dynamiques locales.

L'ensemble du parcellaire de ces exploitations, c'est-à-dire les îlots présents dans et hors des 39 communes étudiées, a été pris en compte dans les analyses. Les exploitations étudiées sont au nombre de 459 en 2007 pour un total de 11 556 îlots ; elles recouvrent cette année-là 46 160 ha, 44 614 ha étant inclus dans les limites des 39 communes étudiées (sur les 53 104 ha que comptent ces 39 communes).

2.1.3. Reconstitution des parcellaires d'exploitation

Chaque année entre 2007 et 2013, les parcellaires d'exploitation ont été construits en considérant l'ensemble des îlots ayant un même code exploitation. En effet, à chaque polygone cartographié correspond entre autres un code îlot unique et un code exploitation caractéristique de l'exploitation à laquelle l'îlot est rattaché. A partir de l'information disponible sur les cultures, il a été possible de calculer la surface cultivée (ha) de chaque îlot et la SAU totale (ha) de l'exploitation, considérée comme la somme des surfaces cultivées de chaque îlot rattaché à l'exploitation²⁰.

A partir de 2010, l'extraction départementale des données du RPG réalisée par l'ASP attribue un code exploitation différent aux îlots d'une même exploitation s'ils sont situés sur des départements différents. Cette nouvelle configuration des données RPG limite donc la construction des parcellaires des exploitations présentes sur plusieurs départements de 2010 à 2013²¹. Toutefois, les îlots aux frontières de deux départements (bande d'environ 500 m de large) se retrouvent dans les extractions départementales du RPG de ces deux départements. Il est donc possible d'établir des correspondances entre codes exploitation pour les exploitations présentant des îlots à la frontière entre deux départements. Pour compléter ces correspondances, nous avons également recherché les exploitations qui partageaient les mêmes caractéristiques sur quatre des champs disponibles dans le RPG au niveau 4 (forme juridique de l'exploitation, surface déclarée de l'exploitation, département de rattachement et classe d'âge).

2.2 Caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation

Les codes attribués aux îlots et aux exploitations dans la base du RPG changent chaque année. Il n'est donc pas possible de reconstituer l'évolution des parcellaires d'exploitation en associant les codes exploitation identiques d'une année à l'autre. Une procédure spécifique a donc été développée dans le cadre de la thèse pour suivre les changements des parcellaires d'exploitation. Cette procédure comprend une phase d'analyse des changements pour des couples d'années successives, puis une phase d'analyse des trajectoires d'évolution sur sept ans de 2007 à 2013 à partir des évolutions identifiées par pas de deux ans.

²⁰ La surface cultivée sur l'îlot correspond a priori à la « surface de référence » qui est renseignée dans la table de description du RPG et qui est calculée selon la même formule (somme des surfaces associées à chaque culture présente sur l'îlot). Mais des erreurs de saisie (surface de référence = 0 alors que des cultures sont présentes sur l'îlot) ont conduit à recalculer la surface cultivée pour chaque îlot. Cette surface cultivée peut différer de la surface géométrique du polygone représentant l'îlot. De même, la valeur renseignée dans le champ « surface déclarée » est souvent prise comme étant la SAU de l'exploitation. Mais il est apparu qu'elle différait pour certaines exploitations de la somme des surfaces cultivées de chaque îlot. La valeur de SAU a donc été recalculée comme expliqué ici.

²¹ En 2007, 30 des 459 exploitations analysées possédaient au moins un îlot en Charente-Maritime (département limitrophe de la plaine Sud de Niort).

2.2.1. Analyse des changements pour deux années successives

➤ Préliminaire : logiciels mobilisés

L'ensemble des procédures décrites ci-après ont été réalisées à l'aide du logiciel © ArcGIS 10.2 développé par ESRI (www.esri.com) pour les analyses spatiales et du logiciel R 2.15.2 (www.r-project.org) pour l'élaboration des algorithmes permettant de réaliser les opérations de classification en routine.

➤ 1^{ère} étape : définition des classes d'évolution pour deux années successives

Six principales classes d'évolution des parcellaires d'exploitation ont été définies pour deux années successives : la stabilité, la réduction/séparation, l'accroissement/regroupement, la reconfiguration, l'éclatement, la sortie du système de déclaration (« non déclaré »)²². Les définitions de chacune de ces classes sont données dans le **Tableau 5** (page suivante) et schématisées dans la **Figure 11** (page suivante). Elles peuvent être déclinées en sous-classes qui relèvent d'une ou plusieurs principales classes d'évolution (**Figure 12**, page suivante). Ces sous-classes rendent compte 1) des mécanismes à l'œuvre lors de l'évolution des parcellaires d'exploitation (*e.g.* augmentation de surface par accroissement strict ou par regroupement de plusieurs exploitations), 2) de la possibilité que plusieurs mécanismes soient conjointement à l'œuvre (*e.g.* accroissement lié à la fois à un regroupement entre deux exploitations et à l'acquisition supplémentaire d'îlots extérieurs à ces exploitations) et 3) des variations de SAU lorsque la classe fait intervenir conjointement des acquisitions et des pertes d'îlots (reconfiguration à même surface, avec augmentation ou réduction de surface).

➤ 2^e étape : intersection des couches du RPG

Une correspondance entre les identifiants îlot et exploitation des couches RPG de deux années successives doit être établie pour suivre le devenir des parcellaires d'exploitation (**Annexe n°3**). Pour cela, une intersection chronologique des couches géo-référencées du RPG a été réalisée à l'aide du logiciel © ArcGIS 10.2. Cette intersection (**Annexe n°3**) a été construite de façon à prendre en compte :

- en année n, l'ensemble des îlots rattachés aux exploitations analysées,
- en année n+1, l'ensemble des îlots rattachés à une exploitation qui intersectent les îlots retenus pour l'année n²³,
- les îlots ou portions d'îlot qui ne sont présents qu'une des deux années²⁴.

²² Le cas contraire (l'ensemble des îlots associés à une exploitation en année n+1 n'était pas présent dans la base de déclaration PAC en année n) n'a été observé pour aucun des couples d'années successives sur la zone d'étude entre 2007 et 2013.

²³ Il peut donc s'agir d'une exploitation ayant des îlots dans la zone d'étude, ou d'une exploitation extérieure à la zone d'étude mais qui récupère un îlot appartenant en année n à une exploitation de la zone d'étude.

²⁴ Certains polygones associés à un code exploitation en année n n'ont pas de correspondance en année n+1 et inversement (intersection vide). Cela correspond dans la majorité des cas à des îlots qui ne sont donc plus recensés dans le RPG. Il peut s'agir aussi de réelles apparitions/disparitions d'îlots liés à un changement d'usage des sols (agricole vs. non agricole). Dans ce travail, ces deux situations n'ont pas été distinguées. Cela aurait pu être réalisé en analysant des photographies aériennes ou satellites dans la mesure où celles-ci auraient été disponibles chaque année.

Tableau 5 : Définition des six principales classes d'évolution des parcellaires d'exploitation pour deux années successives.

Stabilité	Le parcellaire d'exploitation conserve exactement les mêmes îlots.
Réduction / Séparation	Le parcellaire d'exploitation perd l'année n+1 certains de ses îlots présents l'année n, sans en acquérir de nouveaux. Lorsque l'ensemble des îlots perdus sont intégrés dans une ou plusieurs nouvelles exploitations, la réduction prend la forme d'une séparation : deux (ou plus) exploitations sont créées à partir du parcellaire d'une exploitation. Les phénomènes de réduction et séparation peuvent avoir lieu simultanément.
Accroissement / Regroupement	Le parcellaire d'exploitation gagne l'année n+1 des îlots qui étaient absents de son parcellaire l'année n, sans en perdre parmi ceux qui étaient présents l'année n. Lorsque l'ensemble des îlots gagnés correspondent à l'ensemble des îlots d'une ancienne exploitation, l'accroissement prend la forme d'un regroupement : une exploitation est créée à partir du parcellaire de deux (ou plus) exploitations. Les phénomènes d'accroissement et de regroupement peuvent avoir lieu simultanément.
Reconfiguration	Le parcellaire d'exploitation perd et gagne simultanément des îlots entre deux années successives. Le gain (resp. la perte) d'îlot peut être majoritaire ou équivalente à la perte (resp. le gain) d'îlots. Le gain (resp. la perte) d'îlots peut se faire par regroupement avec une autre exploitation (resp. séparation en plusieurs exploitations).
Eclatement	L'ensemble des îlots d'une exploitation présents en année n sont répartis dans de très nombreux parcellaires d'autres exploitations en année n+1.
Non déclaré	L'ensemble des îlots associés à l'exploitation en année n n'apparaissent plus dans la base de déclaration PAC en année n+1. Le cas contraire (apparition d'îlots en année n+1 n'étant pas rattachés à une exploitation en année n) n'a pas été observé.

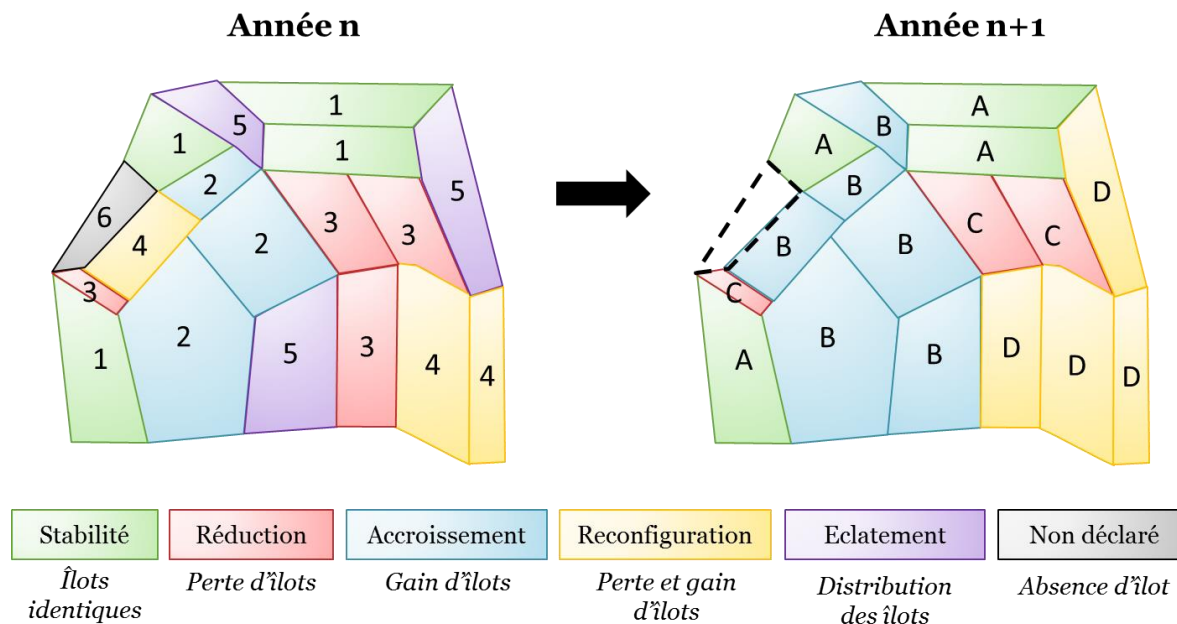


Figure 11 : Schématisation des six principales classes d'évolution des parcellaires d'exploitation pour deux années successives. Chaque identifiant renvoie à une exploitation (chiffre en année n et lettre en année n+1 pour représenter la façon dont les données sont anonymisées dans le RPG). La couleur associée à chaque identifiant indique l'évolution connue par le parcellaire d'exploitation. Les mécanismes à l'échelle des îlots justifiant cette évolution sont précisés en italique.

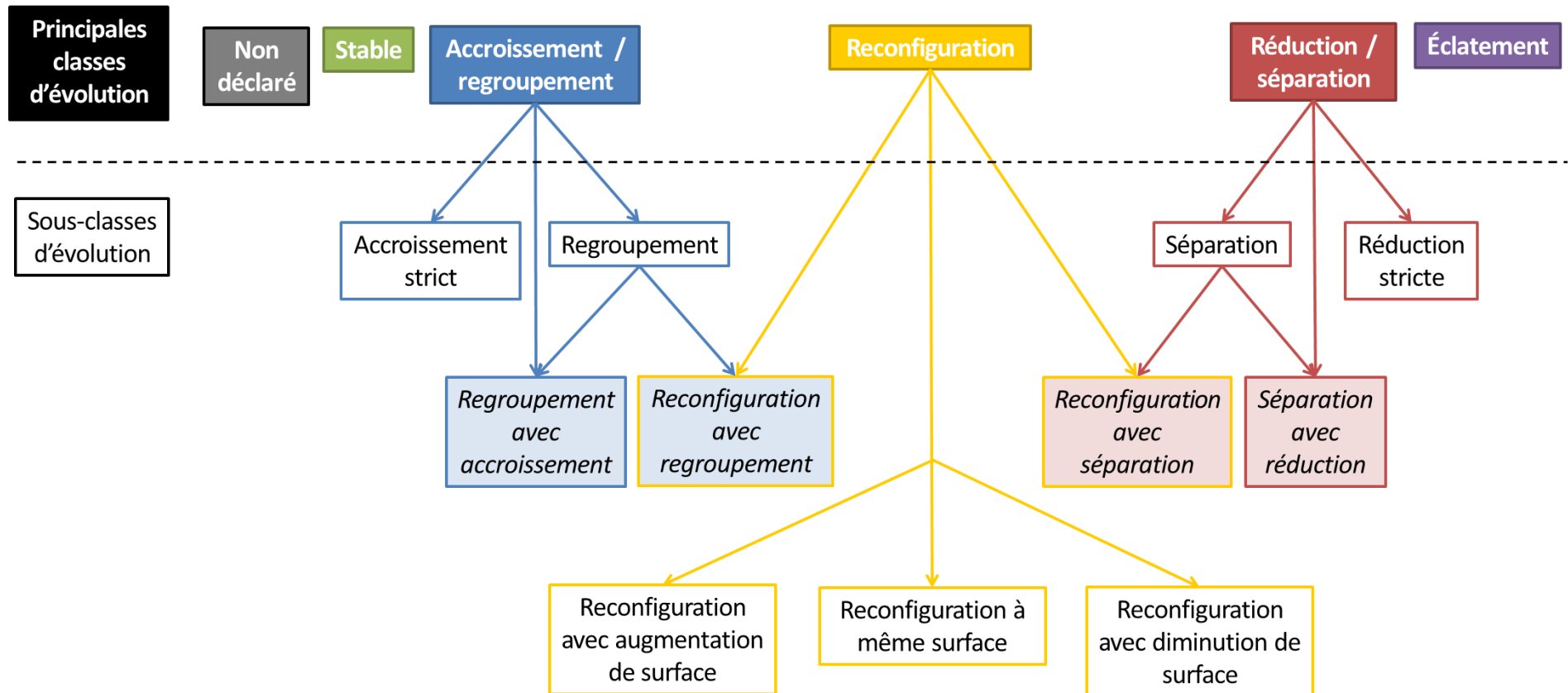
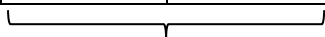


Figure 12 : Principales classes d'évolution des parcellaires d'exploitation et leurs sous-classes définies pour deux années successives. Les classes d'évolutions principales renseignent si une exploitation perd, gagne ou échange des îlots. Les sous-classes d'évolution renseignent 1) les mécanismes qui ont conduit à l'acquisition, la perte ou l'échange de ces îlots (par exemple, accroissement par acquisition stricte d'îlots ou par regroupement entre plusieurs exploitations), 2) si plusieurs mécanismes sont conjointement à l'œuvre (par exemple accroissement lié à la fois à un regroupement entre deux exploitations et à l'acquisition supplémentaire d'îlots extérieurs à ces exploitations) et 3) les variations de SAU lorsque la classe fait intervenir conjointement des acquisitions et des pertes d'îlots (reconfiguration à même surface, avec augmentation de surface, avec réduction de surface...).

Tableau 6 : Structure de la table de correspondances établie par intersection deux années successives.

Id_ea_n	Id_ea_n+1	Surf_inters	SAU_n	SAU_n+1	Nb_inters	Nb_n	Nb_n+1
---------	-----------	-------------	-------	---------	-----------	------	--------



Couple de codes exploitation

Id_ea_n représente le code exploitation de l'année n et **Id_ea_n+1** celui de l'année n+1. **Surf_inters** correspond à la surface d'intersection entre les îlots de l'exploitation année n **Id_ea_n** et ceux de l'exploitation année n+1 **Id_ea_n+1**, soit de la surface commune aux 2 exploitations. Cette valeur est calculée comme la somme des surfaces géométriques de l'ensemble des polygones d'intersection codés par le couple **Id_ea_n / Id_ea_n+1**. **SAU_n** et **SAU_n+1** correspondent respectivement aux SAU des exploitations de l'année n et de l'année n+1. Il s'agit d'une valeur calculée sur la base de surfaces déclarées (somme des groupes cultures pour tous les îlots ayant un même code EA). **Nb_inters** correspond au nombre de polygones d'intersection (îlots ou portions d'îlots) codés par le couple **Id_ea_n / Id_ea_n+1**. C'est un nombre de polygones géométriques. **Nb_n** et **Nb_n+1** correspondent au nombre d'îlots présents dans les exploitations l'année n et l'année n+1. C'est un nombre de polygones déclarés.

Tableau 7 : Règles d'identification des 6 principales classes d'évolution des parcellaires d'exploitation pour 2 années successives (Id_ea_n : code exploitation de l'année n ; Id_ea_n+1 : code exploitation de l'année n+1).

SI ...	ALORS le parcellaire d'exploitation associé à Id_ea_n est en situation de ...
un Id_ea_n est associé à un et un seul Id_ea_n+1	stabilité
un Id_ea_n est associé à plus d'un Id_ea_n+1 dont un est associé au seul Id_ea_n étudié	réduction/séparation
un Id_ea_n est associé à un seul Id_ea_n+1 lui-même associé à plus d'un Id_ea_n	accroissement/regroupement
un Id_ea_n est associé à plus d'un Id_ea_n+1, chacun de ces Id_ea_n+1 étant associé à plus d'un Id_ea_n	reconfiguration OU éclatement
un Id_ea_n est associé au seul champ vide	non déclaré

➤ 3^e étape : construction de la table de correspondances entre codes îlot

L'intersection des couches du RPG deux années successives produit une table de correspondances des codes îlot entre années, appelée table de correspondances « îlots ». Toutefois, les limites imprécises des îlots RPG (superposition des dessins d'îlot, déplacement des limites entre années²⁵...) créent des polygones d'intersection excédentaires qui constituent un biais au moment de l'identification des évolutions des parcellaires d'exploitation (leur présence est liée à la nature des données et non aux évolutions des parcellaires d'exploitation). Ces polygones ont été écartés lorsqu'ils ne répondaient pas aux valeurs seuils spécifiées pour deux critères (surface et allongement²⁶).

➤ 4^e étape : construction de la table de correspondances entre codes exploitation

Dans le RPG, chaque polygone cartographié est associé non seulement à un unique code îlot, mais aussi à un code exploitation spécifique de l'exploitation à laquelle est rattaché l'îlot. Cette information sur les codes exploitation a été ajoutée dans la table de correspondances « îlots ». Un regroupement des champs sur la base des codes exploitation a ensuite permis de créer une table de correspondances entre codes exploitation de deux années successives, appelée table de correspondances « exploitation » (**Tableau 6**).

Dans cette table de correspondances « exploitation », chaque couple de codes exploitation est présent en version unique. Ces couples constituent l'information de base pour l'identification des évolutions des parcellaires d'exploitation. A chaque couple, sont adjointes, entre autres, des informations telles que le nombre de polygones d'intersection et la surface d'intersection associés au couple. Ces informations seront utilisées lors de la validation des évolutions identifiées à partir des couples.

➤ 5^e étape : sélection des couples de codes exploitation pertinents pour la classification

Au sein de la table de correspondances « exploitation », il a été décidé de ne pas retenir les couples qui représentent des modifications peu significatives de la structure et/ou de la taille du parcellaire pour réaliser la classification des évolutions des parcellaires d'exploitation. Il s'agit des couples de codes exploitation qui représentent une faible surface d'intersection en absolu et au regard des SAU des deux exploitations du couple (en année n et n+1). Pour ce faire, deux critères de sélection ont été appliqués à la table de correspondances « exploitation » :

- le premier porte sur la surface commune entre les deux codes exploitation (notée Surf_inters) qui doit être au moins égale à 1 ha,
- le second porte sur le taux de réarrangement des parcellaires entre les années n et n+1 (défini comme le rapport entre la surface issue de l'intersection Surf_inters et les SAU des années n et n+1) qui doit être supérieur à 1%.

Pour choisir la valeur de ces paramètres (1 ha et 1%), la sensibilité de la méthode de classification a été testée pour différentes valeurs de seuils. Les résultats de cette analyse sont présentés en

²⁵ Le dessin des îlots est mis à jour chaque année par les agriculteurs sur la base de l'orthophoto de l'Institut Géographique National (BD ORTHO® de l'IGN). Même si les cas sont rares et ne concernent que de très faibles surfaces, il arrive que des recouvrements entre îlots déclarés une même année apparaissent faute de mise à jour précise des limites.

²⁶ Seuil de surface égal à 500m² ; seuil d'allongement défini comme $IF = \frac{\text{aire du polygone}}{(\text{périmètre du polygone})^2}$ égal à 0.005.

Tableau 8 : Règles permettant de confirmer les principales classes d'évolution des parcelles d'exploitation et d'identifier les sous-classes (Id_ea_n : code exploitation de l'année n ; Id_ea_n+1 : code exploitation de l'année n+1 ; surf_inters : la surface commune entre les codes exploitations en année n et n+1 ; surf_inters / SAU de Id_ea_n : part du parcellaire d'exploitation de l'année n qui se maintient dans le parcellaire d'exploitation de l'année n+1 ; surf_inters / SAU de Id_ea_n+1 : part du parcellaire d'exploitation de l'année n+1 qui provient du parcellaire d'exploitation de l'année n).

Classe d'évolution associée en amont à Id_ea_n	Règles s'appuyant sur les caractéristiques surfaciques	Nb de couples impliquant Id_ea_n	Nb de couples impliquant Id_ea_n qui doit vérifier la règle	Classe et sous-classe associée en aval à Id_ea_n
Stabilité	La SAU de Id_ea_n+1 est égale à la SAU de Id_ea_n (+/- 5%).	1	1	Stabilité
Réduction / séparation	La SAU de Id_ea_n+1 est inférieure à la SAU de Id_ea_n ET la SAU de Id_ea_n+1 est égale à surf_inters (+/- 5%).	> 1	1	Réduction
			Tous	Séparation
			Plusieurs	Séparation avec réduction
Accroissement / regroupement	La SAU de Id_ea_n+1 est supérieure à la SAU de Id_ea_n ET la SAU de Id_ea_n est égale à surf_inters (+/- 5%).	> 1	1	Accroissement
			Tous	Regroupement
			Plusieurs	Regroupement avec accroissement
Reconfiguration OU éclatement	Le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n) est supérieur à 70% ET le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n+1) est supérieur à 70%.	> 1	1	Reconfiguration
	Le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n) est compris entre 50% et 70% ET le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n+1) est compris entre 50% et 70% ET la SAU de l'année n+1 est égale à surf_inters (+/- 5%).			
	Le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n) est supérieur à 70% ET le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n+1) est inférieur à 70%.		1	Reconfiguration avec regroupement
	Le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n) est inférieur à 70% ET le rapport (surf_inters / SAU de Id_ea_n+1) est supérieur à 70%.		1	Reconfiguration avec séparation
	Aucune des règles de validation précédentes associée au cas de reconfiguration n'est vérifiée.		Tous	Eclatement
Non déclaré				Non déclaré

Annexe n°4. Les valeurs retenues reflètent un compromis entre finesse dans l'identification des évolutions et quantité / qualité du classement des parcellaires d'exploitation selon leurs évolutions.

➤ 6^e étape : Identification des évolutions selon les principales classes d'évolution

Selon le nombre de codes exploitation associés en année n+1 à un code exploitation de l'année n et réciproquement, on a identifié à quelle principale classe d'évolution se rattachait chaque parcellaire d'exploitation. Les règles d'identification des 6 principales classes sont décrites dans le **Tableau 7** (page précédente). Contrairement aux autres classes d'évolution, les cas de reconfiguration et d'éclatement n'ont pas pu être distingués à ce stade à partir des couples de codes exploitation (cf. étape n°7).

➤ 7^e étape : Confirmation des classes établies et déclinaison en sous-classes

Pour confirmer la nature de l'évolution associée à une exploitation en année n et lui rattacher la sous-classe représentative des mécanismes à l'œuvre, on considère l'ensemble des couples de codes exploitation (année n / année n+1) dans lesquels figure le code de l'exploitation (année n) dont on souhaite préciser l'évolution du parcellaire entre les années n et n+1. A partir de ces couples, la nature de l'évolution identifiée pour l'exploitation considérée a été confirmée grâce aux caractéristiques surfaciques suivantes :

- la SAU de l'exploitation en année n,
- les SAU de chaque exploitation en année n+1 associée à l'exploitation considérée en année n,
- les surfaces communes entre l'exploitation considérée en année n et chacune des exploitations en année n+1 associée à l'exploitation considérée en année n,
- le rapport entre la surface commune entre les deux exploitations en année n et n+1 et la SAU de l'exploitation en année n (*idem* avec la SAU de l'exploitation en année n+1)

Ces informations sont disponibles ou calculables à partir des données de la table de correspondances « exploitation » (cf. étape n°4). Les règles appliquées pour confirmer les classes d'évolution sont présentées dans le **Tableau 8**. Elles ont été mises en œuvre pour chaque exploitation considérée.

Cette étape a également permis de distinguer les cas de reconfiguration et d'éclatement grâce aux caractéristiques surfaciques présentées ci-dessus. Dans les cas d'éclatement, les rapports entre surface commune et SAU sont faibles pour tous les couples considérés, contrairement au cas de reconfiguration. Cela laisse supposer que peu de surface du parcellaire d'origine se maintient dans une exploitation et donc que l'exploitation distribue ses parcelles à des exploitations extérieures sans préserver d'identité à part entière.

Les règles présentées dans le **Tableau 8** ont permis d'identifier les sous-classes au sein des principales classes d'évolution. Dans les cas de réduction/séparation et d'accroissement/réduction, c'est le nombre de couples vérifiant respectivement les conditions d'accroissement et de réduction qui a permis de déterminer les sous-classes²⁷. Dans le cas des reconfigurations, ce sont la part de surface de l'exploitation en année n qui se maintient dans l'exploitation en année n+1 ainsi que la

²⁷ Si plusieurs exploitations en année n sont en accroissement vers la même exploitation en année n+1, alors ces exploitations se regroupent. De même, si une même exploitation en année n est en réduction vers plusieurs exploitations en année n+1, alors cette exploitation se sépare.

Tableau 9 : Exemple de filiation (cas de la classe réduction/séparation) qui peut être établie grâce aux règles qui permettent de confirmer les principales classes d'évolution des parcellaires d'exploitation.

Id_ea_n	Id_ea_n+1	Ev_n_n+1	Surf_inters	SAU_n	SAU_n+1	
1	A	Réduction / séparation	80	100	80	Evolution confirmée => couple retenu
1	B	Réduction / séparation	10	100	110	Evolution non confirmée (SAU_n+1 > SAU_n) => couple non retenu
1	C	Réduction / séparation	10	100	95	Evolution non confirmée (SAU_n+1 < SAU_n mais surf_inters ≠ SAU_n+1) => couple non retenu

Tableau 10 : Définition des neuf trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation en fonction des classes d'évolution identifiées pour les 6 couples d'années successives entre 2007 et 2013. Les chiffres renvoient au nombre de fois où un parcellaire d'exploitation doit être associé à une classe d'évolution entre 2007 et 2013 pour satisfaire la trajectoire d'évolution en question.

	Stabilité	Accroissement / regroupement	Réduction / séparation	Reconfiguration à même SAU	Reconfiguration avec augmentation de SAU (dt avec regroupement)	Reconfiguration avec diminution de SAU (dt avec séparation)	Eclatement	Non déclaré
Stabilité	6	0	0	0	0	0	0	0
Réduction	<6	0	≥1	0	0	0	0	0
Réduction avec reconfiguration	<6	0	≥1	≥1	0	≥0	0	0
	<6	0	≥0	≥0	0	≥1	0	0
Croissance	<6	≥1	0	0	0	0	0	0
Croissance avec reconfiguration	<6	≥1	0	≥1	≥0	0	0	0
	<6	≥0	0	≥0	≥1	0	0	0
Reconfiguration	<6	0	0	≥1	0	0	0	0
Trajectoire mixte	≥0	≥1	≥1	≥0	≥0	≥0	0	0
	≥0	≥0	≥1	≥0	≥1	≥0	0	0
	≥0	≥1	≥0	≥0	≥0	≥1	0	0
	≥0	≥0	≥0	≥0	≥1	≥1	0	0
Disparition	≥0	≥0	≥0	≥0	≥0	≥0	1	0
Sortie du système de déclaration	≥0	≥0	≥0	≥0	≥0	≥0	0	1

part de surface en année n+1 qui provient de l'exploitation en année n qui ont permis d'identifier les éventuels regroupements et séparations de parcellaires d'exploitation.

➤ 8^e étape : filiation des exploitations

Pour chaque exploitation en année n, un ou plusieurs couples satisfont la règle de validation associée à la classe d'évolution identifiée (**Tableau 9**). Ces couples vérifient les conditions suivantes :

- la majorité de l'exploitation en année n se maintient dans l'exploitation en année n+1,
- la majorité de l'exploitation en année n+1 provient de l'exploitation en année n.

Ces couples ont donc permis de réaliser la filiation de chaque exploitation entre deux années successives, *i.e.* d'associer à une exploitation en année n à une exploitation en année n+1²⁸. Dans les cas d'éclatement et de sortie du système de déclaration, aucune filiation n'est établie sachant que l'exploitation disparaît ou n'est plus déclarée dans le RPG. Cette étape de filiation est indispensable pour 1) analyser l'évolution de la structure des parcellaires grâce à des métriques spatiales et 2) caractériser des trajectoires d'évolution des parcellaires.

2.2.2. Analyse des changements sur une période de sept ans

En réalisant la jointure des évolutions pour deux années successives grâce à la filiation des exploitations, des séquences d'évolutions sont obtenues par pas de deux ans entre 2007 et 2013 pour chaque exploitation. La définition des types de trajectoire d'évolution des parcellaires d'exploitation sur l'ensemble de la période 2007-2013 s'appuie alors sur le nombre et la nature des changements de parcellaire connus ou non par les exploitations pour deux années successives (**Tableau 10**). Neuf types de trajectoire d'évolution des parcellaires d'exploitation ont été distingués sur la période de sept ans :

- stabilité : le parcellaire d'exploitation ne présente aucun changement sur l'ensemble de la période 2007-2013 ;
- réduction : le parcellaire d'exploitation présente au moins une phase de perte d'îlots (présence de réduction/séparation) sans phase d'acquisition d'îlots (absence d'épisodes d'accroissement/regroupement ou de reconfiguration) entre 2007 et 2013 ;
- réduction avec reconfiguration : le parcellaire d'exploitation est associé au moins une année à une phase de perte d'îlots et au moins une année à une phase de perte et d'acquisition simultanée d'îlots, l'ensemble conduisant à une diminution de la SAU (présence d'épisodes de réduction/séparation et de reconfiguration à même surface ou présence d'épisodes de reconfiguration qui diminuent la SAU de l'exploitation) entre 2007 et 2013 ;
- croissance : le parcellaire d'exploitation présente au moins une phase d'acquisition d'îlots (présence d'épisodes d'accroissement/regroupement) sans phase de perte d'îlots (absence d'épisodes de réduction/séparation ou de reconfiguration) entre 2007 et 2013 ;
- croissance avec reconfiguration : le parcellaire d'exploitation est associé au moins une année à une phase d'acquisition d'îlots et au moins une année à une phase d'acquisition et de perte simultanée d'îlots, l'ensemble conduisant à une augmentation de la SAU (présence

²⁸ Dans les cas de séparation, une exploitation en année n est associée à plusieurs exploitations en année n+1. Il s'agit en quelque sorte d'une création d'exploitation.

Tableau 11 : Indicateurs retenus pour caractériser la structure des parcellaires d'exploitation et ses évolutions. Afin de décrire de la même façon le morcellement et la dispersion des parcelles dans les petites et les grandes exploitations, chaque indicateur calculé dans une exploitation a été ramené par une relation de proportionnalité à la valeur qu'il prendrait pour une surface de référence de 100 ha.

	Indicateurs	Définition	Sens de variation
Morcellement (toutes exploitations)	Nombre d'îlots	Nombre d'îlots	Quand la valeur de l'indicateur augmente, le morcellement du parcellaire augmente.
Dispersion (exploitations ayant au moins deux îlots)	Eloignement des îlots	Distance (euclidienne) moyenne des centroïdes des îlots au centre de l'exploitation	Quand la valeur de l'indicateur augmente, la dispersion des îlots dans le parcellaire augmente.
	Eparpillement des îlots	Distance (euclidienne) maximale entre les centroïdes des îlots de l'exploitation pris deux à deux	Quand la valeur de l'indicateur augmente, la dispersion des îlots dans le parcellaire augmente.

d'épisodes d'accroissement/regroupement et de reconfiguration à même surface ou présence d'épisodes de reconfiguration qui augmentent la SAU de l'exploitation) entre 2007 et 2013 ;

- reconfiguration : le parcellaire d'exploitation présente au moins une phase d'acquisition d'îlots et au moins une phase de perte d'îlots mais celles-ci doivent être simultanées et ne pas faire varier la SAU entre 2007 et 2013 ;
- trajectoire mixte : le parcellaire d'exploitation présente au moins une phase d'acquisition d'îlots et au moins une phase de perte d'îlots. Ces pertes et ces acquisition n'ont pas lieu la même année ce qui fait donc varier la SAU tantôt dans le sens d'une augmentation, tantôt dans le sens d'une diminution ;
- disparition : pour un des couples d'années successives entre 2007 et 2013, le parcellaire d'exploitation subit un éclatement, peu importe les évolutions qui ont eu lieu auparavant ;
- sortie du système de déclaration : pour un des couples d'années successives entre 2007 et 2013, le parcellaire d'exploitation n'est plus déclaré, peu importent les évolutions qui ont eu lieu auparavant.

2.3 Caractérisation du morcellement et de la dispersion des parcellaires d'exploitation

Pour les 459 exploitations ayant au moins 75% de leur SAU dans la zone d'étude en 2007, la structure des parcellaires d'exploitation en 2007 et 2013 a été caractérisée selon deux critères : le morcellement et la dispersion. Pour déterminer si une variation de la SAU s'accompagne d'une plus grande structuration ou non des parcellaires d'exploitation, la structure des parcellaires d'exploitation a ensuite été comparée entre 2007 et 2013 pour ces mêmes exploitations, à condition que :

- la trajectoire ait pu être établie de 2007 à 2013,
- le parcellaire d'exploitation change et connaisse une variation de SAU entre 2007 et 2013, *i.e.* hors exploitations stables et en reconfiguration,
- l'information sur la structure du parcellaire soit disponible en 2013, *i.e.* hors exploitations qui suivent une trajectoire « disparition » ou « sortie du système de déclaration ».

Les exploitations dont les parcellaires suivent cinq des neuf trajectoires établies (réduction, réduction avec reconfiguration, croissance, croissance avec reconfiguration, trajectoire mixte) ont donc été analysées.

Trois indicateurs ont permis de caractériser la structure des parcellaires d'exploitation en 2007 et en 2013 : le **nombre d'îlots**, la **distance moyenne des îlots au centre de l'exploitation** et la **distance entre les deux îlots les plus éloignés**. Le calcul et l'interprétation de ces indicateurs sont donnés dans le **Tableau 11**. Le centre de l'exploitation, défini comme le barycentre de l'îlot central²⁹ de l'exploitation en 2007, a été utilisé comme approximation de la localisation du siège de l'exploitation, cette donnée n'étant pas renseignée dans le RPG.

²⁹ L'îlot central d'une exploitation est l'îlot associé à la plus petite distance cumulée à tous les autres îlots de l'exploitation ; il a été identifié sous ArcGIS 10.2 (boîte à outils « statistiques spatiales »).

Équation 1 : Méthode de calcul de la valeur d'indicateur de morcellement et de dispersion pour le ramener à une surface de référence de 100 ha. Cette pondération permet de comparer la structure des parcelles d'exploitation associés à des grandes et des petites exploitations.

$$\text{indicateur pondéré par la SAU} = \frac{\text{indicateur}}{\text{SAU}} \times 100$$

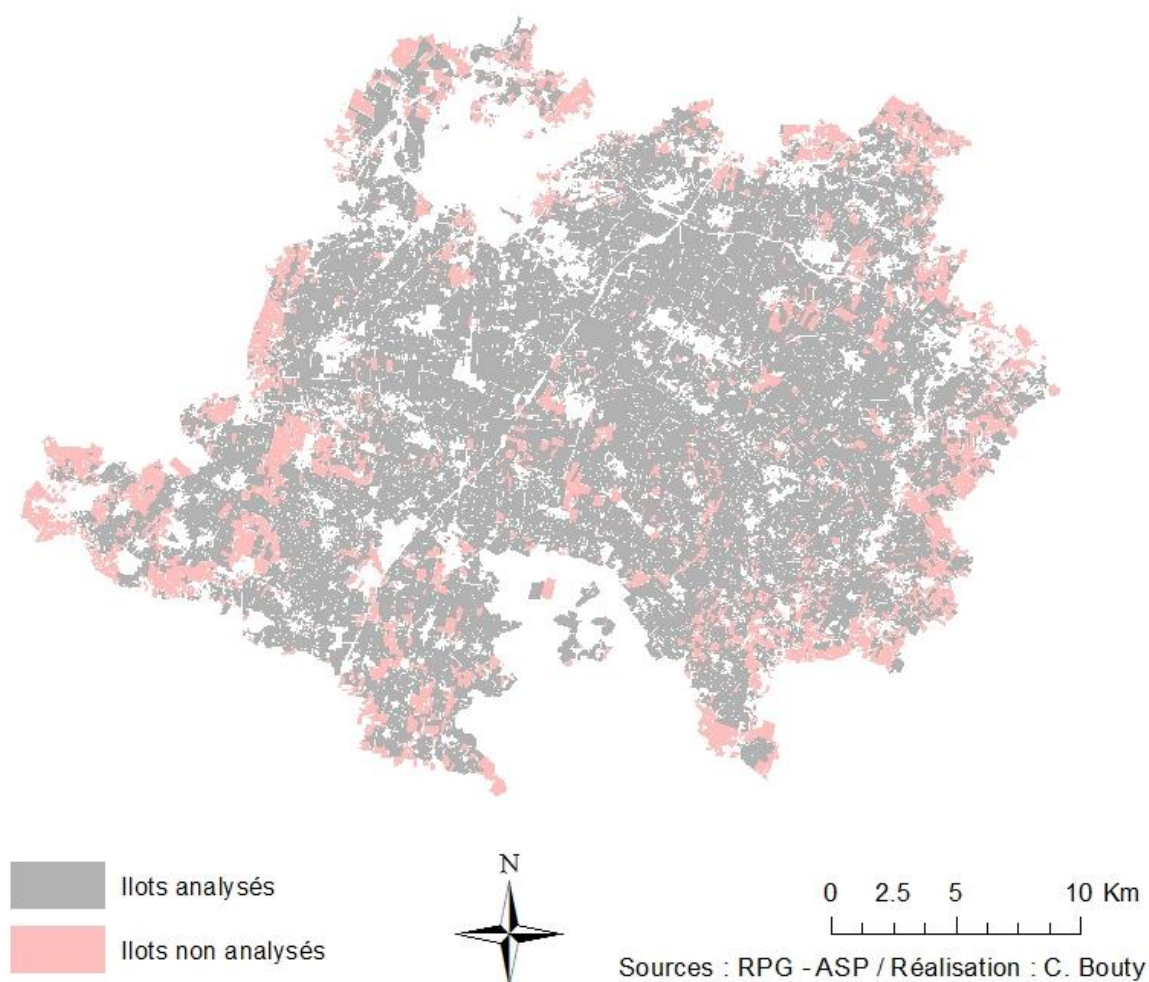


Figure 13 : Carte localisant les îlots dont le devenir (maintien dans l'exploitation d'origine stable, maintien dans l'exploitation d'origine instable, changement d'exploitation) a pu être caractérisé. Ces îlots (« îlots analysés ») correspondent à ceux inclus dans les limites des 39 communes de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013 et appartenant au moins une des années entre 2007 et 2013 aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée.

Les deux indicateurs de distance n'ont été renseignés que pour les exploitations ayant au moins deux îlots. Dans le cas d'une exploitation ayant deux îlots, l'îlot central correspond à l'îlot de plus grande taille. Le recours au barycentre de l'îlot central, plutôt qu'au barycentre de l'ensemble des îlots tel que proposé par Piet et Cariou (2014), permet une meilleure approximation du ou d'un des sièges dans le cas d'une exploitation multipolaire : le siège d'exploitation issu de cette approximation est toujours situé à proximité de la majeure partie des îlots.

Comme proposé par Piet et Cariou (2014), nous avons tenu compte de la taille de l'exploitation en ramenant chaque indicateur à la valeur qu'il prendrait pour une surface de référence de 100 ha (**Équation 1**). Les indicateurs de morcellement et de dispersion révèlent bien ainsi les contraintes en termes de débit de chantiers et de temps de déplacement par hectare cultivé, et ne traduisent pas le temps global de travail lié à la taille de l'exploitation. La différence entre les valeurs d'indicateurs en 2007 et les valeurs d'indicateurs en 2013 a été mesurée pour évaluer l'évolution du morcellement et de la dispersion des parcellaires, et donc des contraintes qui y sont associées pour l'exploitation.

Comme pour la caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation, les données du RPG ont été mobilisées pour caractériser la structure des parcellaires d'exploitation. En l'absence des limites des parcelles dans le RPG, c'est l'échelle de l'îlot qui a été retenue tel que cela a été fait par Piet et Cariou (2014). Cette échelle se rapproche en effet du concept de bloc de parcelles qui est une des trois échelles spatiales mobilisées pour caractériser la structure des parcellaires d'exploitation (Thenail et Baudry, 2004).

2.4 Caractérisation de la distribution des changements de parcellaires d'exploitation sur le territoire agricole

- Analyse de l'agrégation spatiale des surfaces associées à une évolution ou une stabilité des parcellaires d'exploitation

Les changements de parcellaires observés dans les exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013 ont été cartographiés. Pour cela, nous avons identifié pour chaque îlot du territoire s'il était associé à une exploitation dont le parcellaire est stable entre 2007 et 2013 ou s'il était associé à une exploitation dont le parcellaire évolue au cours de la même période. Les îlots considérés (**Figure 13**) correspondent à ceux inclus dans les limites des 39 communes de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013 et appartenant au moins une des années entre 2007 et 2013 aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée, soit 78% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude.

Une analyse des autocorrélations spatiales a été menée sur cette carte pour rendre compte de la structuration des changements sur le territoire (Teillard et *al.*, 2012 ; Chopin et *al.*, 2015). Il s'agit notamment de mettre en évidence les zones où la surface agricole est associée préférentiellement à une stabilité ou à un changement des parcellaires d'exploitation. L'autocorrélation spatiale mesure le degré auquel un phénomène est corrélé à lui-même dans l'espace (Cliff et Ord, 1973). Elle permet de montrer aussi bien si des valeurs identiques sont statistiquement regroupées (autocorrélation positive), ou au contraire dispersées (autocorrélation négative), dans l'espace considéré. Les *hot spots*, les *cold spots* et les points spatiaux aberrants statistiquement significatifs ont été identifiés, à l'aide de la statistique Anselin Local Moran's I (p -value < 0.05, soit Z-score supérieur à + 1,96 ou inférieur à - 1,96), sous le logiciel ©ArcGIS 10.2. Une variable quantitative décrivant la présence ou

non d'un changement de parcelle d'exploitation a été créée pour cette analyse : elle prend la valeur 0 sur les îlots associés à des exploitations dont le parcelle n'évolue pas entre 2007 et 2013 et la valeur 1 sur les îlots associés à des exploitations dont le parcelle évolue entre 2007 et 2013.

➤ Mesure de la surface agricole effectivement soumise à un changement d'exploitation

Lorsque le parcelle d'une exploitation évolue, toute la surface de cette exploitation ne fait pas l'objet d'un changement : certains îlots se maintiennent dans leur parcelle d'origine, tandis que d'autres changent d'exploitation. Sur le territoire agricole, la surface associée aux exploitations dont le parcelle évolue ne rend donc pas compte des surfaces effectivement échangées entre exploitations. Pourtant, on peut faire l'hypothèse que c'est sur ces surfaces que les changements des systèmes de culture sont les plus fréquents et que ce sont celles sur lesquelles les gestionnaires de territoire devraient particulièrement porter leur attention. En effet, lorsqu'un îlot change d'exploitation, la probabilité que l'exploitant qui acquiert cet îlot mette en place un système de culture différent de celui qui préexistait apparaît plus élevée que dans le cas où cet îlot ne changerait pas d'exploitation.

Pour ces raisons, la surface agricole associée à un transfert d'îlot d'une exploitation à une autre a été quantifiée. Pour cela, trois catégories d'îlots ont été considérées :

- les îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine (stable) : il s'agit là de l'ensemble des îlots associés aux parcelles d'exploitation stables entre 2007 et 2013 ;
- les îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine (instable) : il s'agit là de l'ensemble des îlots qui ne changent pas d'exploitation bien qu'ils soient associés à une exploitation dont le parcelle évolue entre 2007 et 2013 ;
- les îlots qui sont transférés d'une exploitation à une autre : il s'agit là nécessairement d'îlots associés à une exploitation dont le parcelle évolue entre 2007 et 2013.

Le devenir de l'îlot – maintien dans l'exploitation d'origine stable, maintien dans l'exploitation d'origine instable, changement d'exploitation – a été identifié en s'appuyant sur 1) les codes exploitation associés à l'îlot chaque année et 2) la séquence de codes exploitation associée à la trajectoire d'évolution du parcelle auquel appartient l'îlot en 2007. On considère que les îlots pour lesquels les codes exploitation entre 2007 et 2013 sont identiques à ceux de cette séquence se maintiennent dans leur exploitation d'origine entre 2007 et 2013 ; la trajectoire d'évolution du parcelle de l'exploitation d'origine renseigne alors le caractère stable ou instable. Pour les autres îlots, on considère qu'ils sont transférés d'une exploitation à une autre.

Synthèse sur la méthode de caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation

Pour chaque couple d'années successives entre 2007 et 2013, les évolutions des parcellaires d'exploitation ont été caractérisées selon six principales classes d'évolution : la stabilité, la réduction/séparation, l'accroissement/regroupement, la reconfiguration, l'éclatement et la sortie du système de déclaration. La démarche s'appuie sur une table d'association des codes exploitation entre les années n et n+1. Cette table est issue de l'intersection chronologique des couches du RPG.

Une classification réalisée sur la seule base des couples de codes exploitation a permis de distinguer cinq des six principales classes d'évolution. Les évolutions identifiées à l'issue de cette classification ont été confirmées ou infirmées par les caractéristiques surfaciques associées à chaque couple de codes exploitation (SAU notamment). Cette dernière étape a permis d'affiner les classes d'évolution et de réaliser la filiation des exploitations (identification de l'exploitation en année n+1 qui découle majoritairement de l'exploitation en année n). En associant les évolutions pour deux années successives grâce à la filiation des exploitations, une séquence d'évolutions entre 2007 et 2013 a été obtenue pour chaque exploitation. Selon la nature des évolutions impliquées dans ces séquences, neuf trajectoires d'évolution ont alors été caractérisées pour l'ensemble de la période 2007-2013.

Pour cinq des neuf trajectoires d'évolution établies (celles associées à une variation de SAU), on a cherché à déterminer si une variation de la SAU s'accompagnait d'une plus grande structuration ou non des parcellaires d'exploitation. Pour cela, la structure des parcellaires d'exploitation en 2007 et 2013 a été comparée en s'appuyant sur un indicateur de morcellement (nombre d'îlots) et deux indicateurs de dispersion (distance moyenne des îlots au centre de l'exploitation et distance maximale entre deux îlots de l'exploitation). Ces indicateurs ont été rapportés à une surface de référence prise ici à 100 ha pour pouvoir analyser de la même façon les petites et les grandes exploitations. Il s'agit d'évaluer l'évolution des contraintes logistiques sur l'exploitation associées au morcellement (débit de chantier moyen sur les îlots) et à la dispersion (temps de déplacement par hectare de SAU cultivé) du parcellaire, tout en décorrélant ces contraintes de celles qui relèvent de la SAU (temps de travail global sur l'exploitation).

Les évolutions de parcellaires observées dans les exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013 ont enfin été cartographiées. La distribution spatiale des surfaces associées à une évolution des parcellaires d'exploitation a été analysée en mesurant l'agrégation spatiale des îlots selon s'ils sont associés à une exploitation dont le parcellaire évolue ou non. Dans la mesure où toute la surface d'une exploitation ne fait pas l'objet d'un changement lorsque son parcellaire évolue, la surface effectivement échangée entre les exploitations sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013 a été quantifiée.

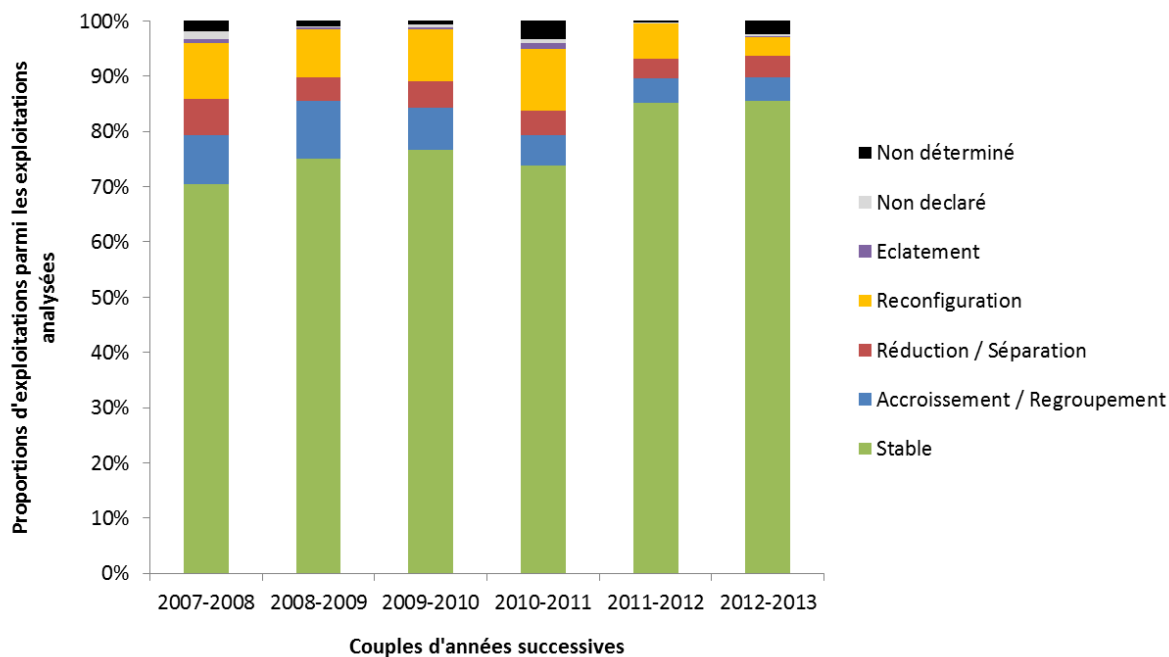


Figure 14 : Nombre d'exploitations rattachées à chaque classe d'évolution de parcellaire pour deux années successives entre 2007 et 2013.

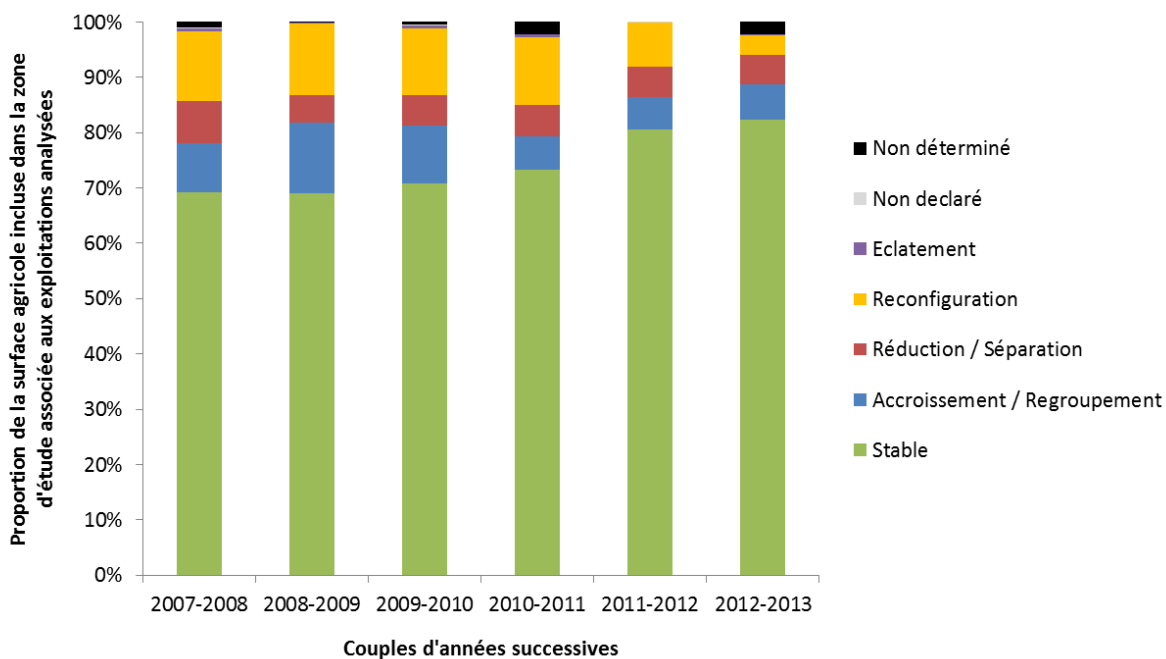


Figure 15 : Surface agricole associée à chaque classe d'évolution de parcellaire pour deux années successives entre 2007 et 2013.

3. Evolution des parcellaires d'exploitation sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

3.1 Trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation entre 2007 et 2013

3.1.1. Efficacité de la méthode de classification

Pour chaque couple d'années successives, la méthode de classification des évolutions de parcellaires a permis de caractériser les évolutions de parcellaires pour 96,8% à 99,7% des exploitations analysées et plus de 80% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude chaque année. Pour les 1 à 14 exploitations qui n'ont pas pu être classées pour chaque couple d'années successives, soit la comparaison des SAU en année n et en année n+1 ne permettait pas de valider l'évolution identifiée à partir des codes exploitation, soit l'exploitation était de trop petite taille (SAU < 1ha) pour passer les seuils de l'étape d'intersection.

Sur une période de 7 ans, la trajectoire d'évolution des parcellaires d'exploitation n'a pas pu être caractérisée pour 43 des 459 exploitations analysées. Pour 37 d'entre elles, la classe d'évolution du parcellaire n'a pas pu être identifiée pour un des couples d'années successives entre 2007 et 2013. 6 autres exploitations ont connu une séparation ou un regroupement de leur parcellaire au cours de la période. Comme les évolutions connues par les exploitations issues de cette séparation ou à l'origine du regroupement étaient différentes, une trajectoire univoque n'a pas pu être établie ce qui a conduit à écarter ces exploitations. **Les trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation sur une période de 7 ans ont donc été déterminées pour 416 des 459 exploitations analysées (90,6%), soit 41 646 ha inclus dans la zone d'étude en 2007 (78,4% de la surface agricole).**

3.1.2. Evolutions des parcellaires d'exploitation pour deux années successives

Les **Figure 14** et **Figure 15** présentent respectivement le nombre d'exploitations et la surface agricole associés à chaque classe d'évolution pour deux années successives de 2007 à 2013. Entre 2007 et 2013, les parcellaires d'exploitation stables représentent entre 70,4 et 85,6% des exploitations analysées et 69,0 à 82,3% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude. **La stabilité correspond donc au comportement majoritaire des parcellaires d'exploitation sur la plaine Sud de Niort pour deux années successives.**

Pour autant, **le nombre de parcellaires d'exploitation qui connaît un changement n'est pas négligeable.** Les parcellaires d'exploitation qui changent se répartissent d'abord plutôt en faveur des classes « accroissement/regroupement » et « reconfiguration » jusqu'en 2010-2011, puis de façon assez équitable entre les classes « accroissement/regroupement », « réduction/séparation » et « reconfiguration » en 2011-2012 et 2012-2013. En termes de surface agricole incluse dans la zone d'étude, les mêmes tendances sont observées. Le nombre d'exploitations qui subissent un éclatement de leur parcellaire, *i.e.* une répartition du parcellaire initial dans plusieurs exploitations sans que l'une d'elles conserve la majorité du parcellaire, est largement minoritaire (1 à 5 exploitations, aucune entre 2011 et 2012). Toutefois, cette évolution brutale du parcellaire, qui touche moins de 1% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude, révèle une tendance de fond de déclin de certaines exploitations qui ne trouvent pas de repreneur.

Tableau 12 : Nombre d'exploitations associées à chaque type de trajectoire d'évolution des parcelles sur la période 2007-2013

Trajectoires d'évolution sur 7 ans	Nombre d'exploitations en 2007	Nombre d'exploitations en 2013 (issues des évolutions)	Surface incluse dans la zone en 2007 (ha)	SAU moyenne en 2007 (ha)	SAU moyenne en 2013 (ha)	Variation moyenne de SAU entre 2007 et 2013 (%)
Stabilité	137	137	10 693	80,0	79,9	-0,1
Croissance	64	60	7 353	119,3	145,0	21,5
Croissance avec reconfiguration	49	46	5 603	121,3	151,3	24,7
Réduction	48	49	4 984	106,4	89,7	-15,7
Réduction avec reconfiguration	14	14	1 469	108,4	102,5	-5,4
Reconfiguration à même surface	38	38	4 807	129,6	129,3	-0,2
Trajectoire mixte	40	36	5732	148,0	158,8	7,3
Disparition	13	-	840	66,3	-	-100.0
Sortie du système de déclaration	13	-	165	12,7	-	-100.0
TOTAL	416	380	41 646	-	-	-

Les accroissements (resp. les réductions) s'expliquent majoritairement par l'acquisition (resp. la perte) stricte d'îlots provenant d'une ou plusieurs autres exploitations. Les phénomènes de regroupement ou de séparation de parcelles restent quant à eux très limités (resp. 1 à 6 exploitations et 1 ou 2 exploitations de 2007 à 2013) et ne s'observent pas chaque année. Bien que minoritaires sur la plaine Sud de Niort, les regroupements et les séparations de parcelles d'exploitation restent des **événements remarquables, car ils s'accompagnent de fortes variations de SAU** (jusqu'à +485 ha pour les regroupements et -208 ha pour les séparations). Des gains ou des pertes de même ampleur peuvent aussi s'observer dans des exploitations qui acquièrent ou perdent un grand nombre d'îlots sans réaliser de regroupement ou de séparation (jusqu'à +317 ha pour les accroissements stricts et -168 ha pour les réductions strictes). Lorsque la surface perdue est proche de la SAU initiale de l'exploitation, **la réduction du parcellaire s'apparente même à une quasi-disparition de l'exploitation.** Néanmoins, les acquisitions ou les pertes d'îlots conduisent souvent à de **faibles variations de SAU** (inférieure à 5 ha).

Pour la classe « reconfiguration », on observe trois types de situation : des **réorganisations du parcellaire à surface quasi-constante**, des **réorganisations du parcellaire avec diminution de surface** et des **réorganisations du parcellaire avec augmentation de surface**. Comme pour les classes « accroissement/regroupement » et « réduction/séparation », la différence de SAU est faible entre les années successives (environ 5 ha) pour la majorité des exploitations. Etant donné qu'une reconfiguration du parcellaire correspond à une réorganisation des parcelles dans l'espace, le maintien de la même SAU ne signifie pas pour autant l'absence de changement. Tout dépend de la surface initiale du parcellaire en reconfiguration qui est échangée deux années successives. Les reconfigurations peuvent aussi bien être marginales (moins 5% de la surface initiale est soumise à reconfiguration) que relativement importantes (jusqu'à 40% de la surface initiale). Dans ces derniers cas, elles sont **vraisemblablement l'illustration de remembrements ou d'échanges de parcelles à l'amiable pour faciliter la gestion logistique du parcellaire.**

3.1.3. Evolutions des parcelles d'exploitation sur une période de 7 ans

- Nombre d'exploitations et surface agricole associés à chaque trajectoire d'évolution

Le **Tableau 12** présente les résultats obtenus sur les trajectoires d'évolution entre 2007 et 2013 pour les 416 exploitations associées à une seule trajectoire (mêmes évolutions avant regroupement et après séparation lorsque cela a lieu). **Sur l'ensemble de la période 2007-2013, la principale trajectoire d'évolution des parcelles d'exploitation correspond à la stabilité.** Néanmoins, bien que près de 75% des exploitations soient stables pour deux années successives de 2007 à 2013, la stabilité ne concerne plus que 32,9% des 416 exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée sur l'ensemble de la période 2007-2013, soit 25,7% des 41 646 ha associés à ces 416 exploitations.

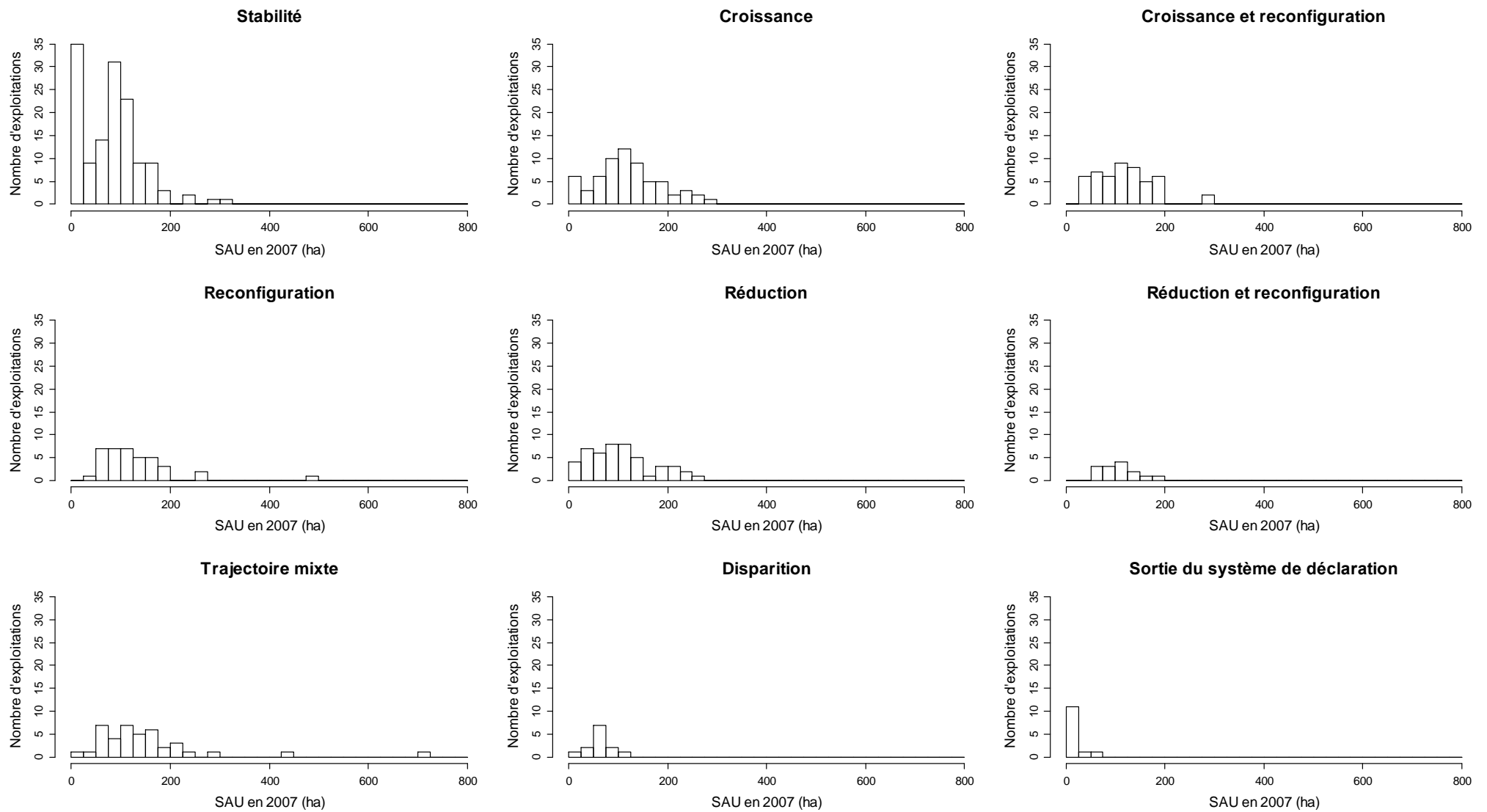


Figure 16 : SAU initiale (2007) des exploitations selon la trajectoire d'évolution de leur parcellaire entre 2007 et 2013

Parmi les exploitations dont le parcellaire change entre 2007 et 2013, **la majorité d'entre elles sont en croissance, avec ou sans reconfiguration de leur parcellaire**. 64 exploitations acquièrent strictement de nouvelles parcelles entre 2007 et 2013 ; 49 autres acquièrent de nouvelles parcelles en même temps qu'elles réorganisent leur parcellaire la même année ou connaissent au moins un épisode d'accroissement et un épisode de reconfiguration au cours de la période 2007-2013. **La surface incluse dans la zone d'étude et associée à ces deux trajectoires est plus importante que la surface associée aux exploitations stables** (12 956 ha contre 10 693 ha). Le nombre d'exploitations en croissance est également supérieur au nombre d'exploitations en réduction (48 exploitations en réduction et 14 exploitations en réduction avec reconfiguration) ou qui disparaissent (13 exploitations). Les agrandissements s'effectuent à la faveur de ces réductions ou disparitions qui libèrent respectivement 799 et 840 ha dans la zone d'étude pour la période 2007-2013.

Le nombre d'exploitations qui résultent des évolutions entre 2007 et 2013 (380) est inférieur au nombre d'exploitations présentes en 2007 (416). Cette différence (36 exploitations) s'explique d'une part par la disparition d'une partie d'entre elles (13 exploitation disparaissent suite à l'éclatement de leur parcellaire et 13 autres sortent du système de déclaration) et d'autre part par le regroupement de 24 exploitations (création de GAEC par exemple). La séparation de 6 exploitations en plusieurs structures distinctes (rupture d'un GAEC par exemple) ne compense pas cette diminution du nombre d'exploitations.

Les 380 exploitations issues de ces trajectoires d'évolution représentent, en 2013, 40 896 ha de la surface agricole incluse dans la zone d'étude, contre 41 646 ha en 2007 pour les 416 exploitations à l'origine de ces trajectoires d'évolution. A même surface agricole, **cela représente donc moins d'interlocuteurs pour les gestionnaires de territoire** (un agriculteur en moyenne pour 107 ha en 2013 contre 1 agriculteur en moyenne pour 100 ha en 2007).

➤ Lien entre trajectoire d'évolution du parcellaire et SAU initiale

Les SAU initiales des exploitations sont très variables au sein de chaque trajectoire d'évolution (**Figure 16**). Les exploitations stables et les exploitations qui sortent du système de déclaration se distinguent des autres exploitations par leur profil de SAU en 2007 (test multiple de Kruskal-Wallis, p-value < 0,05). **Les exploitations qui sortent du système de déclaration présentent une SAU (entre 1 et 72 ha) significativement inférieure à celles des autres trajectoires**. Les exploitations stables se distinguent quant à elles des exploitations en croissance, en croissance et reconfiguration ou avec une trajectoire mixte, mais ne présentent pas un profil de SAU (entre 1 et 315 ha) significativement différent de celui des exploitations en réduction (entre 4 et 256 ha) ou en réduction et reconfiguration (entre 56 et 190 ha).

Les exploitations stables présentent en effet un profil particulier de SAU en 2007. On observe 30 exploitations avec une SAU inférieure à 10 ha. La moitié d'entre elles ne possède que 1 ou 2 îlots. On ne retrouve pas cette catégorie d'exploitations pour les autres trajectoires d'évolution des parcelles d'exploitation, hormis celle caractérisée par une sortie du système de déclaration. Les exploitations qui présentent les plus petits parcellaires sont donc presque toujours stables entre 2007 et 2013 sur la Plaine Sud de Niort. **Ces exploitations stables peuvent correspondre soit à des exploitations ayant des activités hors-sol, soit à des exploitations qui ont arrêté leur activité avant 2007 et qui n'ont conservé que quelques parcelles pour un usage non professionnel.**

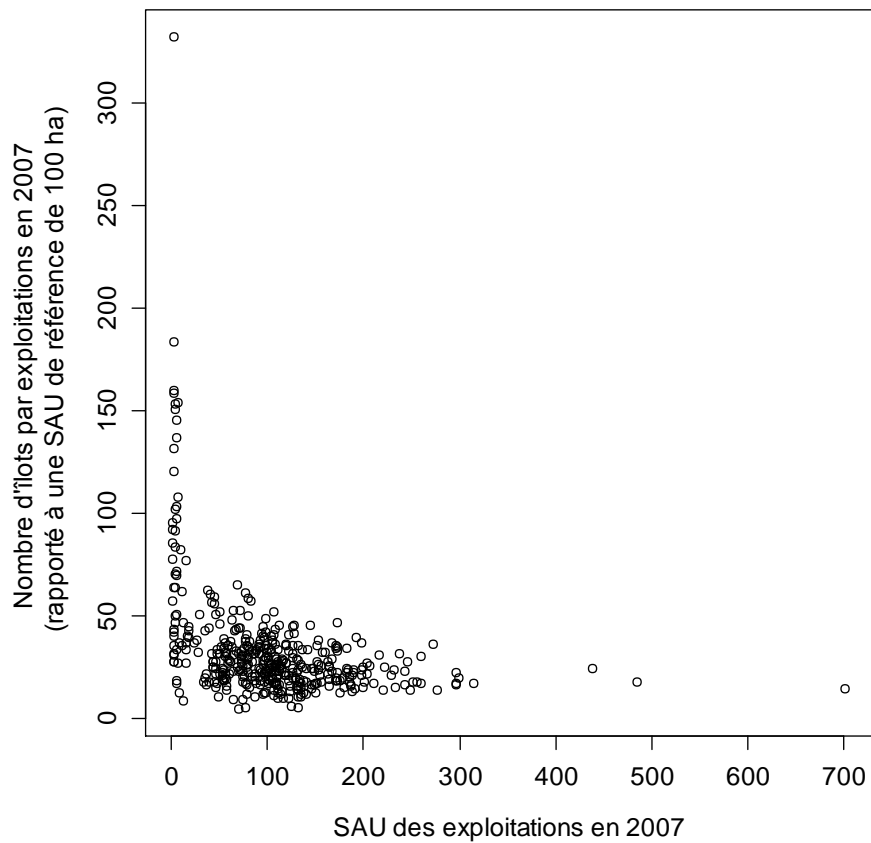


Figure 17 : Représentation du nombre d'îlots par exploitation (rapporté à une SAU de référence de 100 ha) en fonction de la SAU des exploitations en 2007. Le nombre d'îlots par exploitation (rapporté à une SAU de référence de 100 ha) est un indicateur de morcellement du parcellaire, décorrélé de la taille de l'exploitation. Plus ce nombre est important, plus le morcellement de l'exploitation est élevé. Cet indicateur rend compte du temps de travail sur l'exploitation lié au débit de chantier sur les îlots et du temps de travail sur la surface totale de l'exploitation.

➤ Composition des trajectoires d'évolution et importance des changements de SAU

Compte tenu de la durée de la période étudiée (7 ans), le nombre de changements associés à une même exploitation est relativement restreint : **plus de la moitié des exploitations ne connaissent qu'un seul épisode de changement entre 2007 et 2013**. Aucune trajectoire d'acquisition continue (54 des 64 exploitations en croissance ne connaissent qu'un épisode d'accroissement de leur parcelle) ou de déclin progressif des exploitations (44 des 48 exploitations en réduction ne connaissent qu'un épisode de réduction de leur parcelle) n'a donc été observée au cours de cette période. Bien que l'éclatement des parcelles soit parfois précédé d'un épisode de réduction, la période de temps considérée ne présente également pas assez de profondeur pour mettre en évidence une dynamique de déclin progressif avant l'éclatement du parcelle.

Il arrive que le parcelle d'une exploitation change jusqu'à quatre fois ou plus entre 2007 et 2013 (27 exploitations). C'est le cas des exploitations dont la trajectoire combine plusieurs types de changements (« croissance et reconfiguration », « réduction et reconfiguration », « trajectoire mixte »). Certaines exploitations (4 cas) reconfigurent leur parcelle régulièrement, voire chaque année (3 à 6 épisodes de reconfiguration), en maintenant la même surface. On peut penser que ces 4 exploitations réalisent des **échanges en routine avec des exploitations voisines pour répondre à des contraintes agronomiques** (temps de retour d'une culture sous contrat par exemple).

3.2 Changements de structure des parcelles associés à une variation de la SAU dans les exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

Nous nous intéressons ici à l'évolution du morcellement et de la dispersion des parcelles d'exploitation sur la plaine Sud de Niort. Le choix a été fait **de décorrélérer ces descripteurs de la SAU des exploitations** en les rapportant à une SAU de référence de 100 ha afin de caractériser :

- 1) des changements de morcellement représentatifs d'une évolution des contraintes de débit de chantiers (et non du temps de travail global sur la surface totale de l'exploitation) ;
- 2) des changements de dispersion représentatifs d'une évolution des contraintes de temps de transport par hectare cultivé (et non de façon globale sur la surface totale de l'exploitation).

3.2.1. Diversité des structures de parcelles d'exploitation en 2007 : lien aux SAU des exploitations

➤ Morcellement des parcelles d'exploitation

Les 416 exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcelle a été identifiée comptent en moyenne 33,1 îlots (ce nombre étant rapporté à une surface de référence de 100 ha) en 2007. La valeur moyenne de cet indicateur (tenant compte de la SAU des exploitations) montre que **le morcellement des parcelles est assez important dans les exploitations de la plaine Sud de Niort**, toutes tailles d'exploitation confondues. **Le morcellement des parcelles d'exploitation est également très variable entre exploitations** : le nombre d'îlots nécessaires pour représenter 100 ha de SAU varie entre 4,2 et 332,2 en 2007. Ce nombre d'îlots est inférieur à 15 dans 45 des 416 exploitations étudiées (10,8%) et supérieur à 50 dans 47 exploitations (11,3%).

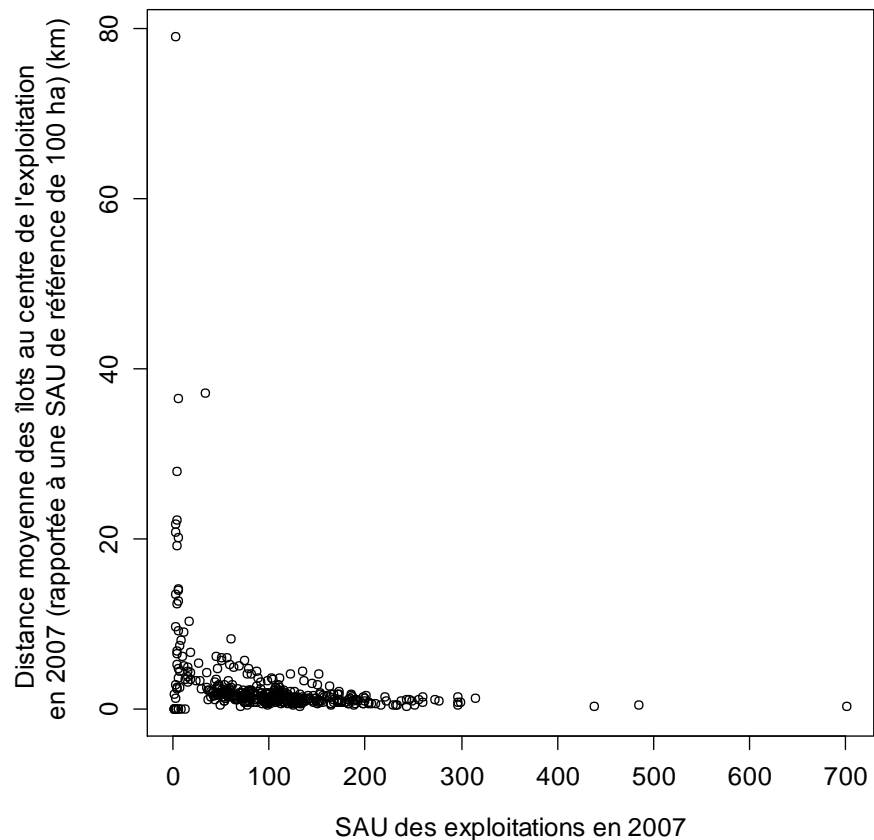


Figure 18 : Représentation de la distance moyenne des îlots à l'îlot central de l'exploitation à laquelle ils sont rattachés (rapportée à une SAU de référence de 100 ha) en fonction de la SAU des exploitations en 2007. La distance moyenne des îlots à l'îlot central de l'exploitation à laquelle ils sont rattachés (rapportée à une SAU de référence de 100 ha) est un indicateur de dispersion du parcellaire, décorrélé de la taille de l'exploitation. Plus cette distance moyenne est importante, plus la dispersion des parcelles sur l'exploitation est élevée. Cet indicateur rend compte du temps de transport par ha cultivé et non du temps de transport pour la surface totale de l'exploitation.

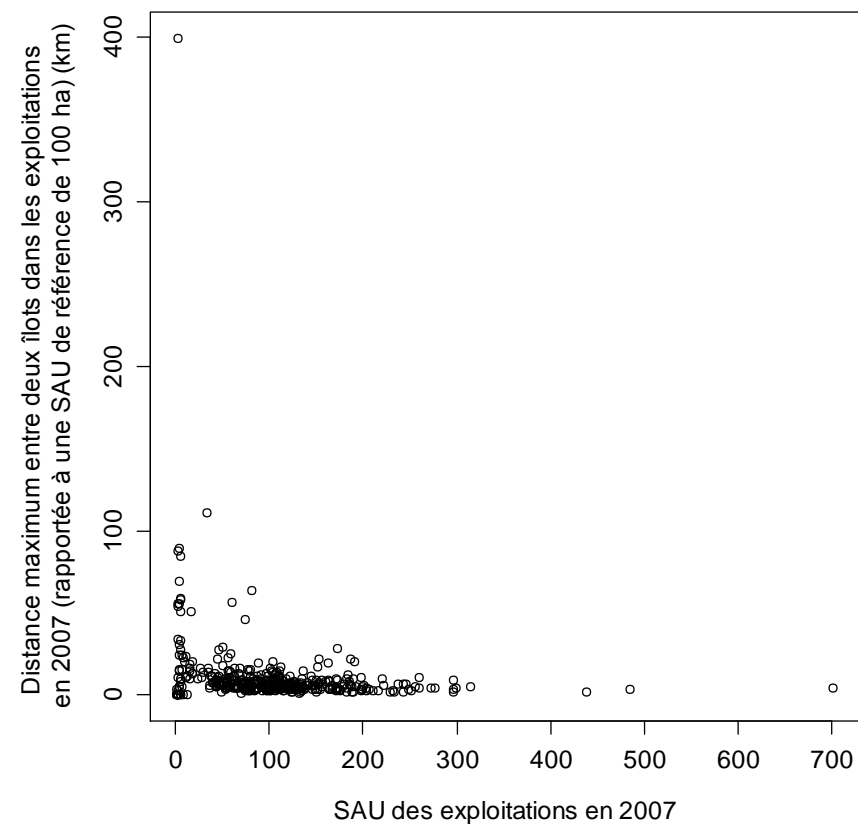


Figure 19 : Représentation de la distance maximum entre deux îlots d'une même exploitation (rapportée à une SAU de référence de 100 ha) en fonction de la SAU des exploitations en 2007. La distance maximum entre deux îlots d'une même exploitation – ou étendue – (rapportée à une SAU de référence de 100 ha) est un indicateur de dispersion du parcellaire, décorrélé de la taille de l'exploitation. Plus cette distance est importante, plus la dispersion des parcelles sur l'exploitation est élevée. Cet indicateur rend compte du temps de transport par ha cultivé et non du temps de transport pour la surface totale de l'exploitation.

Plus la SAU est importante, plus le nombre d'îlots est élevé (**Annexe n°5**). Toutefois, lorsque la SAU est rapportée à une surface de référence de 100 ha, le nombre d'îlots est identique, voire inférieur, dans les petites et les grandes exploitations (**Figure 17**, page précédente). Ce sont les plus petites exploitations (principalement celles de moins de 20 ha) qui présentent les morcellements les plus élevés. On observe aussi, à SAU égale, une grande variabilité du nombre d'îlots nécessaires pour représenter 100 ha de SAU. C'est particulièrement le cas pour les exploitations dont la SAU est comprise entre 50 et 200 ha. Pour les exploitations de la zone d'étude, **le morcellement des exploitations ne peut donc pas être considéré comme plus important dans les exploitations ayant une SAU importante**. D'un point de vue logistique dans les exploitations de la plaine Sud de Niort, les contraintes en temps de travail sur les exploitations de grande taille sont **davantage liées à leur capacité de prendre en charge une surface importante, qu'à des débits de chantiers peu rapides en raison d'un morcellement important du parcellaire**, *i.e.* d'un degré de fractionnement plus important de leur SAU en entités de gestion.

➤ Dispersion des parcellaires d'exploitation

Pour les exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée et ayant au moins 2 îlots (400 des 416 exploitations), en 2007, la distance des îlots à l'îlot central d'un même parcellaire est en moyenne de 2,7 km et la distance maximale entre les îlots d'un même parcellaire est en moyenne de 10,9 km (chaque exploitation étant ramenée à une surface de référence de 100 ha). Les valeurs moyennes de ces indicateurs (tenant compte de la SAU des exploitations) montrent que la **dispersion des parcellaires est assez importante dans les exploitations de la plaine Sud de Niort**, toutes tailles d'exploitation confondues. **La dispersion des parcellaires d'exploitation est également très variable entre exploitations** : jusqu'à 79,1 km pour la distance moyenne à l'îlot central du parcellaire (rapportée à une surface de référence de 100 ha) et jusqu'à 399,8 km pour la distance maximum entre deux îlots appartenant à un même parcellaire (rapportée à une surface de référence de 100 ha).

Plus la SAU de l'exploitation est importante, plus la distance entre les îlots et l'îlot central de l'exploitation tend à être importante, de même que la distance entre les deux îlots les plus éloignés (**Annexe n°6**). En revanche, rapportée à une SAU de référence de 100 ha, la distance moyenne des îlots à l'îlot central de l'exploitation, ainsi que la distance maximale entre deux îlots sont comparables pour les exploitations dont la SAU est égale ou supérieure à 50 ha (**Figure 18** et **Figure 19**). Tout comme pour le morcellement, les plus forts degrés de dispersion s'observent sur les exploitations de petite taille (principalement celles de moins de 20 ha). D'un point de vue logistique dans les exploitations de la plaine Sud de Niort, les contraintes en temps de travail sur les exploitations de grande taille sont **davantage liées à leur capacité de prendre en charge une surface importante, qu'à des temps de transport importants par hectare cultivé en raison d'une dispersion importante du parcellaire**, *i.e.* d'un degré d'éloignement plus important de leurs entités de gestion.

3.2.2. Lien entre évolution de la SAU et évolution du morcellement et de la dispersion des parcelles entre 2007 et 2013

L'analyse de l'évolution du morcellement et la dispersion des parcellaires d'exploitation a été menée pour 215 exploitations ayant connu entre 2007 et 2013 une évolution de leur SAU (exploitations en croissance avec ou sans reconfiguration, exploitations en réduction avec ou sans reconfiguration et exploitations dont la trajectoire est mixte).

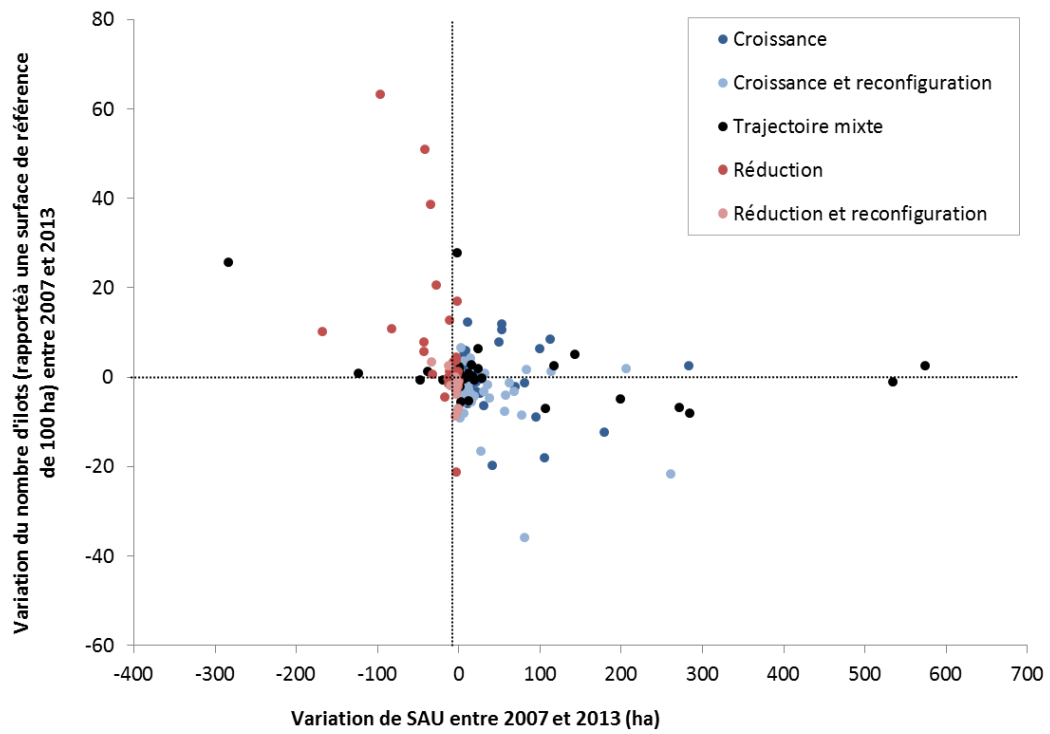


Figure 20 : Variation du nombre d'îlots (rapporté à une surface de référence de 100 ha) en fonction de la variation de SAU entre 2007 et 2013. Les exploitations ont été distinguées en fonction de la trajectoire d'évolution de leur parcellaire d'exploitation.

➤ Lien entre évolution de la SAU et évolution du morcellement

L'évolution du morcellement des parcellaires en fonction de la variation de SAU de celui-ci entre 2007 et 2013 est représentée **Figure 20** en fonction du type de trajectoires d'évolution du parcellaire. Une variation négative du nombre d'îlots (ramené à une SAU de référence de 100 ha) correspond à une réduction du morcellement du parcellaire ; inversement, une variation positive du nombre d'îlots (ramené à une SAU de référence de 100 ha) correspond à une augmentation du morcellement du parcellaire.

La croissance des parcellaires sur la période considérée conduit aussi bien à une augmentation du morcellement (32 exploitations sur 64) qu'à une réduction de celui-ci (32 exploitations sur 64). L'augmentation du morcellement peut être importante (jusqu'à + 12,3 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha) ainsi que la réduction du morcellement (jusqu'à -19,9 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha) (**Figure 20**). **Dans les exploitations dont le parcellaire est en croissance et se reconfigure, le morcellement est majoritairement réduit suite à l'évolution du parcellaire.** Seules 10 exploitations sur 49 voient le niveau de morcellement de leur parcellaire augmenter sur la période considérée. Cette augmentation du morcellement est toutefois limitée (+ 2,2 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha).

Comme pour les exploitations dont le parcellaire est en croissance entre 2007 et 2013, les exploitations dont la trajectoire du parcellaire est mixte connaissent aussi bien une augmentation qu'une diminution du morcellement de celui-ci (respectivement 19 exploitations sur 40 et 21 sur 40). L'augmentation du morcellement peut être importante (jusqu'à + 27,7 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha) alors que la réduction du morcellement est plus limitée (jusqu'à -8,2 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha) (**Figure 20**).

Les exploitations dont le parcellaire est en réduction ou réduction avec reconfiguration entre 2007 et 2013 suivent les mêmes tendances que les exploitations respectivement en croissance et en croissance avec reconfiguration. La réduction conduit aussi bien à une augmentation du morcellement (22 exploitations sur 48) qu'à une réduction de celui-ci (26 exploitations sur 48). L'augmentation du morcellement peut être importante (jusqu'à + 63,1 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha) ainsi que la réduction du morcellement (jusqu'à - 21,4 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha) (**Figure 20**). **Pour les exploitations dont le parcellaire est en réduction et se reconfigure, le morcellement est majoritairement réduit suite à l'évolution du parcellaire.** Seules 2 exploitations sur 14 voient le niveau de morcellement de leur parcellaire augmenter sur la période considérée. Cette augmentation du morcellement est toutefois limitée (+ 3,2 îlots sur la base d'une SAU de référence de 100 ha).

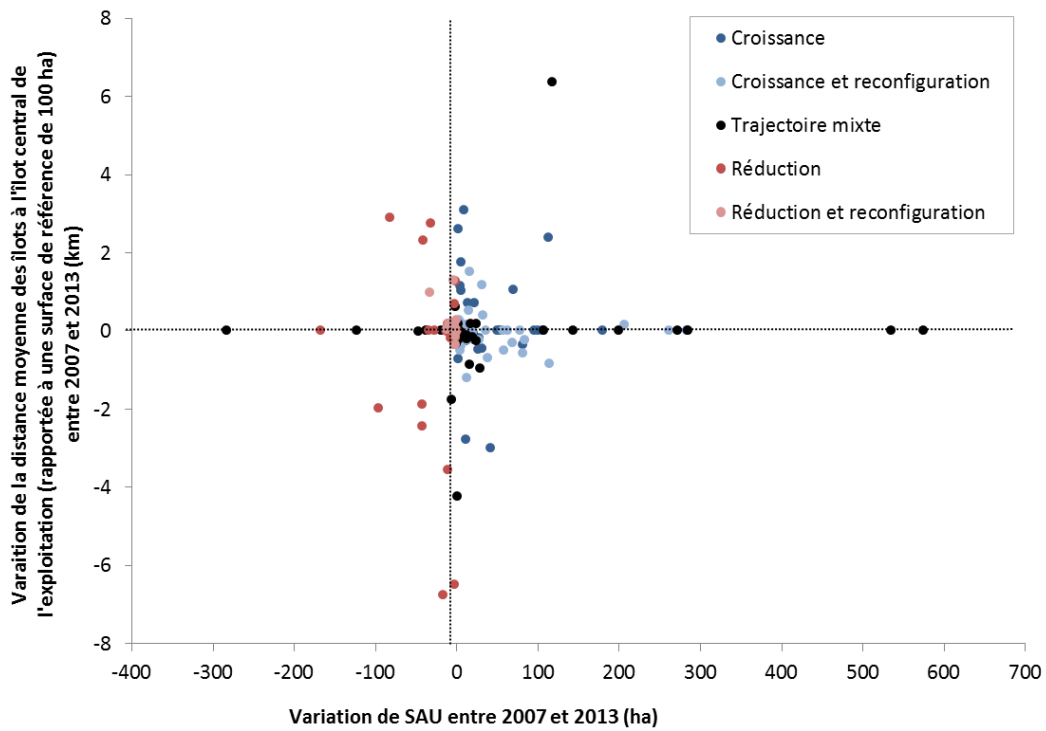


Figure 21 : Variation de la distance moyenne des îlots à l'îlot central de l'exploitation (rapportée à une surface de référence de 100 ha) en fonction de la variation de SAU entre 2007 et 2013. Les exploitations ont été distinguées en fonction de la trajectoire d'évolution de leur parcellaire d'exploitation.

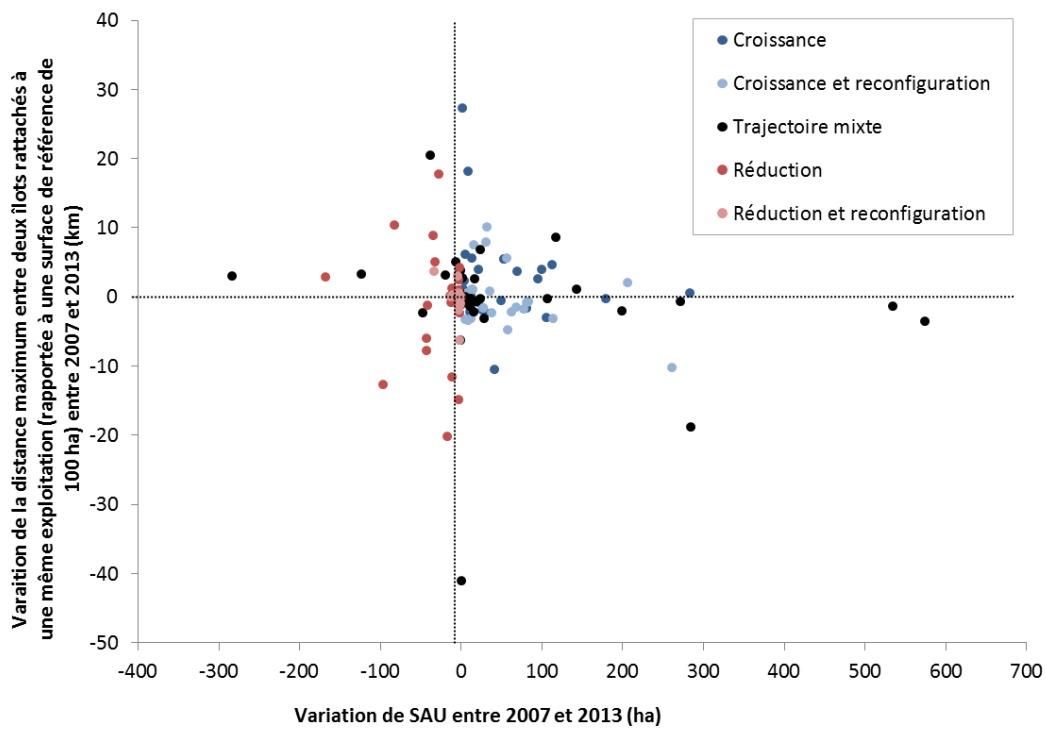


Figure 22 : Variation de la distance maximale entre deux îlots d'une même (rapportée à une surface de référence de 100 ha) en fonction de la variation de SAU entre 2007 et 2013. Les exploitations ont été distinguées en fonction de la trajectoire d'évolution de leur parcellaire d'exploitation.

➤ Lien entre évolution de la SAU et évolution de la dispersion

L'évolution de la dispersion des parcellaires en fonction de la variation de SAU de celui-ci entre 2007 et 2013 est représentée **Figure 21** pour l'éparpillement des îlots (distance moyenne des îlots d'un parcellaire à l'îlot central de l'exploitation) et **Figure 22** pour l'éloignement des îlots (distance maximale entre deux îlots d'un même parcellaire) en fonction du type de trajectoires d'évolution du parcellaire. Une variation négative de distance (ramenée à une SAU de référence de 100 ha) correspond à une réduction de la dispersion du parcellaire ; inversement, une variation positive de la distance (ramenée à une SAU de référence de 100 ha) correspond à une augmentation de la dispersion du parcellaire.

En dehors des exploitations dont le parcellaire est en réduction, quelle que soit la trajectoire d'évolution du parcellaire entre 2007 et 2013, aucune tendance n'est observée lorsque l'on s'intéresse à l'éparpillement des îlots, *i.e.* à la distance moyenne des îlots à l'îlot central des exploitations (**Figure 21**). En effet, L'évolution des parcellaires conduit aussi bien à une augmentation de la dispersion (respectivement 28 exploitations en croissance sur 64, 23 exploitations en croissance avec reconfiguration sur 49, 22 exploitations ayant une trajectoire mixte sur 40 et 9 exploitations en réduction avec reconfiguration sur 14) qu'à une réduction de celle-ci. La variation de la dispersion suite à ces épisodes d'évolution du parcellaire est assez limitée (entre -3,0 km et + 6,3 km de distance moyenne à l'îlot central de l'exploitation, ramenée à une SAU de référence de 100 ha). **Les exploitations dont le parcellaire est en réduction entre 2007 et 2013 connaissent principalement une augmentation de l'éparpillement de leur parcellaire entre 2007 et 2013** (35 exploitations sur 48). L'augmentation de la distance moyenne à l'îlot central de l'exploitation (ramenée à une SAU de référence de 100 ha) est cependant limitée (jusqu'à + 2,9 km).

L'analyse de la dispersion vue à travers la distance maximale entre îlots, *i.e.* l'éloignement des îlots, met en évidence un effet plus important des différentes trajectoires d'évolution du parcellaire sur la dispersion de celui-ci (**Figure 22**). La croissance des parcellaires entre 2007 et 2013 conduit principalement à une réduction de la distance maximale entre îlots (44 exploitations sur 64) qu'à une augmentation de celle-ci (20 exploitations sur 64) lorsque cette distance est ramenée à une SAU de référence de 100 ha. L'augmentation de la distance maximale entre îlots (ramenée à une SAU de référence de 100 ha) peut être néanmoins parfois importante (jusqu'à + 27,3 km) (**Figure 22**). Dans les exploitations dont le parcellaire est en croissance et se reconfigure, là encore, les évolutions de parcellaire conduisent principalement à une réduction de la distance maximale entre îlots normalisée. Seules 12 exploitations sur 49 voient le niveau de dispersion de leur parcellaire augmenter sur la période considérée. Cette augmentation de l'éloignement des îlots est plus limitée que dans le cas des exploitations en croissance sans reconfiguration (+ 10,1 km). Les exploitations dont la trajectoire du parcellaire est mixte connaissent aussi bien une augmentation qu'une diminution de l'éloignement de leurs îlots (respectivement 17 et 23 exploitations sur 40). La réduction de la distance maximale entre îlots (ramenée à une SAU de référence de 100 ha) peut être importante (jusqu'à - 42,1km). **Les exploitations dont le parcellaire est en réduction entre 2007 et 2013 connaissent principalement une augmentation l'éloignement de leurs îlots (rapporté à une surface de référence de 100 ha) entre 2007 et 2013** (37 exploitations sur 48). L'augmentation de la distance maximale entre îlots est cependant limitée (jusqu'à + 17,7 km). Les exploitations dont le parcellaire est en réduction et se reconfigure connaissent aussi bien une augmentation qu'une diminution de l'éloignement de leurs îlots (respectivement 8 exploitations sur 14 et 6 sur 14). L'évolution de la distance maximale entre îlots est toutefois limitée (entre - 6,2 km et + 3,7km).

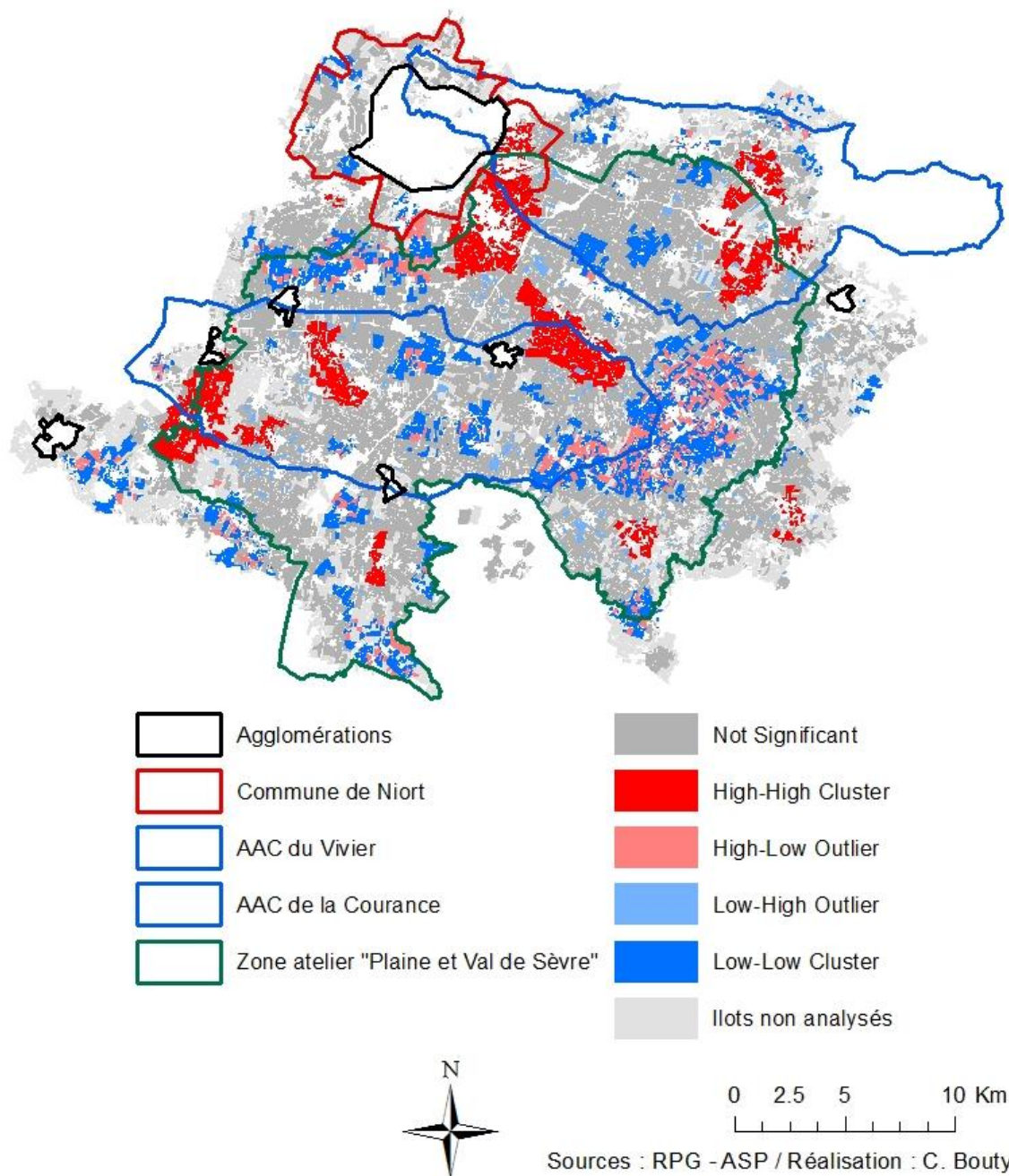


Figure 23 : Cartographie des autocorrélations spatiales selon la présence (= 1) ou l'absence (= 0) d'évolution entre 2007 et 2013 du parcellaire d'exploitation auquel est associé l'îlot en 2007. Les îlots analysés correspondent aux îlots qui appartiennent au moins une des années entre 2007 et 2013 aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée (n=416 en 2007).

Les high-high clusters représentent des zones où les îlots sont associés préférentiellement à des parcellaires d'exploitation qui évoluent (agrégats statistiquement significatifs de valeurs élevées à p-value < 0,05). Les low-low clusters représentent des zones où les îlots sont associés préférentiellement à des parcellaires d'exploitation qui n'évoluent pas (agrégats statistiquement significatifs de valeurs faibles à p-value < 0,05). Les outliers représentent les îlots ayant un comportement atypique : les high-low outliers représentent les îlots sont associés à des parcellaires d'exploitation qui évoluent où les îlots tendent à être associés à des parcellaires d'exploitation qui n'évoluent pas (valeur élevée entouré par des valeurs faibles), tandis que les low-high outlier représentent les îlots qui sont associés à des parcellaires d'exploitation qui n'évoluent pas dans une zone où les îlots tendent à être associés à des parcellaires d'exploitation qui évoluent (valeur faible entouré par des valeurs élevées)

3.3 Distribution des changements de parcelles d'exploitation observés entre 2007 et 2013 sur la plaine Sud de Niort

- Agrégation spatiale des changements de parcelles d'exploitation observés sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

La **Figure 23** rend compte des résultats de l'analyse des autocorrélations spatiales selon la présence ou l'absence d'évolution entre 2007 et 2013 du parcelle d'exploitation auquel est associé un îlot en 2007. Cinq zones distinctes peuvent être identifiées où les surfaces associées à un changement des parcelles d'exploitation sont significativement plus importantes qu'une distribution aléatoire. Ces zones se situent sur les communes de Thorigné, d'Aiffres, de Saint-Martin-de-Bernegoue, à l'ouest de la commune de Granzay-Gript, ainsi qu'au point de rencontre des communes de Rothenard, d'Epannes et de Mauzé-sur-le-Mignon. Hormis pour les communes d'Aiffres et de Granzay-Gript qui sont limitrophes de celle de Niort, **ces zones de changements ne semblent pas s'expliquer par leur proximité aux plus grandes agglomérations de la plaine Sud de Niort.**

La proximité à un axe routier majeur semble avoir un double effet. Lorsque cet axe est ancien (A10), les surfaces associées à des évolutions des parcelles d'exploitation ne semblent pas significativement plus agrégées de part et d'autre, car des remembrements importants ont eu lieu sur ces communes au moment de sa construction (1982). A l'inverse, lorsque cet axe est récent (déviations des villages entre Niort, Celles-sur-Belle et Melle terminée il y a quelques années), des évolutions de parcelles semblent encore en cours le long de cet axe, notamment au niveau de la commune de Thorigné.

Il est important de noter que ces zones de changements recouvrent pour partie les AAC du Vivier et de la Courance. Du fait de leur agrégation spatiale, **une attention particulière devrait être portée aux changements de systèmes de culture qui accompagnent les évolutions de parcelles d'exploitation sur ces AAC.** En particulier, au niveau de l'AAC de la Courance où la population de céréaliers (dont certains disposant d'irrigation) est plus importante, les surfaces associées à des changements de parcelles pourraient être associées à des réorganisations des parcelles d'exploitation (forme et taille des parcelles) de façon à faciliter l'irrigation.

Les zones de stabilité montrent quant à elles des emprises moindres, si ce n'est une large zone sur la commune de Brûlain et ses environs. **La difficulté d'accès à la terre pourrait expliquer une plus forte stabilité des parcelles d'exploitation sur cette zone.**

- Part de la surface agricole effectivement soumise à un transfert d'exploitation

Entre 2007 et 2013, 74,3% de la surface agricole incluse dans les limites des 39 communes de la plaine Sud de Niort est associée à des îlots appartenant à des exploitations dont le parcelle évolue au cours de la période. **L'évolution des parcelles d'exploitation est un mécanisme observable et dominant sur la plaine Sud de Niort, y compris à un pas de temps court.** Toutefois, les îlots qui sont effectivement à la source de ces changements, *i.e.* qui sont transférés d'une exploitation à une autre, représentent une surface minoritaire (8,7% de la surface agricole analysée). Autrement dit, malgré la part importante de surface agricole associée à des exploitations dont le parcelle évolue, **on n'observe pas de changement d'exploitants sur 91,3% de la surface agricole.**

Synthèse : Evolutions des parcellaires d'exploitation sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

Sur la plaine Sud de Niort, une diversité d'évolutions des parcellaires d'exploitation a été observée, même sur un pas de temps court. Nous avons montré que la stabilité du parcellaire représentait la principale trajectoire entre 2007 et 2013, mais qu'elle ne concernait que 32,9% des exploitations. Les évolutions des parcellaires d'exploitation se font majoritairement dans le sens d'un agrandissement, associé ou non à une reconfiguration. Ces mouvements conduisent à une diminution du nombre d'interlocuteurs (à surface équivalente) pour les gestionnaires de territoire.

L'analyse des trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation nous a permis de mettre en évidence un effet seuil de SAU dans les exploitations, en deçà duquel la probabilité de se maintenir sur la zone était limitée. Cet effet seuil est sans doute à analyser au regard de la rentabilité de exploitations compte tenu des fortes contraintes pédoclimatiques de la zone.

L'analyse de l'évolution du morcellement des parcellaires en fonction des trajectoires d'évolution montre qu'il n'y a pas à proprement parler de stratégie mise en œuvre par les exploitations qui s'agrandissent strictement (pas de tendance à une réduction du morcellement). La reconfiguration du parcellaire, qu'il s'agisse d'une reconfiguration associée à la croissance ou à la réduction de celui-ci, est un moyen d'améliorer l'organisation des chantiers, en réduisant le morcellement. L'analyse de l'évolution de la dispersion des parcellaires montre que l'agrandissement des exploitations conduit globalement à une réduction de la dispersion alors que la réduction de la taille des parcellaires conduit en général à une augmentation de la dispersion. Les exploitations gagnent préférentiellement des îlots qui sont dans le périmètre de leur parcellaire lorsque cela est possible.

Une analyse de la distribution spatiale des changements de parcellaires en cours sur la plaine Sud de Niort montre une structuration assez forte sur la zone d'étude autour de quelques communes. L'urbanisation et les aménagements routiers expliquent pour partie ces phénomènes. Bien qu'une diversité de trajectoires d'évolution soit à l'œuvre et que les évolutions concernent un nombre conséquent d'exploitations, la surface effectivement échangée reste faible.

**PARTIE 2 : ANALYSE DES LIENS ENTRE EVOLUTIONS DES
PARCELLAIRES D'EXPLOITATION ET EVOLUTION DES SYSTEMES DE
CULTURE POUR UN ECHANTILLON D'EXPLOITATIONS**

La partie précédente s'est attachée à caractériser les évolutions des parcellaires d'exploitation sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013. Neuf trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation ont été mises en évidence sur cette période. Deux d'entre elles représentent plus de 60% des évolutions observées sur la zone : la stabilité et la croissance (associée ou non à une reconfiguration des parcellaires). Dans le premier cas, les surfaces et la localisation des îlots déclarés par les exploitations n'évoluent pas ou peu (< 0,5 ha dans 85% des cas). Dans le second cas, les exploitations connaissent une augmentation des surfaces cultivables par l'acquisition ou la mise à disposition de nouveaux îlots (de 1 à 261 ha de gain de SAU).

L'objectif de cette partie est de déterminer s'il existe un lien entre ces trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation et les évolutions des systèmes de culture sur la zone d'étude. Je me suis concentrée sur les exploitations dont le parcellaire ne change pas et celles dont le parcellaire s'agrandit entre 2007 et 2013. en effet, ce processus d'accroissement des exploitations est un phénomène important en France (Butault et Delame, 2005) et serait associé au phénomène de spécialisation des exploitations, notamment en grande culture.

Contrairement à la partie 1, le travail s'appuie ici sur un échantillon d'exploitations construit *a priori* pour y mener des enquêtes. Ce choix résulte de la volonté d'accéder à trois informations majeures : 1) la composante « pratiques » des systèmes de culture, cette information n'étant pas accessible *via* des bases de données à l'échelle de l'exploitation, 2) la façon dont les agriculteurs organisent leurs successions et leurs pratiques et 3) les facteurs incitant aux changements de systèmes de culture. Les exploitations ont été choisies parmi les 137 exploitations identifiées comme stables et les 113 exploitations identifiées en croissance (avec ou sans reconfiguration du parcellaire) dans la partie 1. Etant donnée la grande diversité des productions en élevage (bovin lait, bovin viande, caprin lait...) pour lesquelles on trouve des systèmes de culture difficilement comparables, j'ai choisi de ne m'intéresser qu'aux seules exploitations de grande culture ou ayant un atelier d'élevage annexe déconnecté de la gestion des cultures (hors-sol ou seulement herbager). Ce choix d'une seule orientation technico-économique des exploitations permet d'homogénéiser les contextes de production dans la comparaison des systèmes de culture (Chantre et *al.*, 2010).

Le travail a été mené sur la plaine Sud de Niort pour la période 2007-2014. Comme aucun changement de parcellaire n'a été relevé dans les exploitations enquêtées entre 2013 et 2014, les trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation pour la période 2007-2014 sont identiques à celles identifiées grâce au RPG pour la période 2007-2013. Cela a permis d'élargir la plage temporelle analysée pour la caractérisation des changements de systèmes de culture (8 ans contre 7 ans en partie 1). Dans un premier temps, j'ai caractérisé la diversité des systèmes de culture mis en œuvre dans les exploitations enquêtées pour les campagnes 2007 et 2014. Cette caractérisation a porté d'une part sur les successions de cultures, d'autre part sur le raisonnement des pratiques associées aux successions. Dans un deuxième temps, j'ai mené une analyse des évolutions observées sur ces deux volets entre 2007 et 2014. Cela a permis d'identifier les changements réalisés par les agriculteurs sur l'une, l'autre ou les deux composantes des systèmes de culture au cours de la période étudiée. Les informations recueillies lors des entretiens ont également permis d'analyser l'effet d'une évolution du parcellaire d'exploitation sur les systèmes de culture et d'identifier les autres facteurs explicatifs des changements observés.

Tableau 13 : Facteurs influençant le choix des systèmes de culture

Déterminants techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Conditions pédoclimatiques présentes sur le parcellaire d'exploitation (Schaller <i>et al.</i>, 2011 ; Murgue, 2015) - Accès à l'irrigation - Moyens techniques disponibles (main d'œuvre, équipement agricole)
Déterminants structurels	<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de production : valorisation des cultures dans les ateliers d'élevage de l'exploitation (Mignolet <i>et al.</i>, 2007 ; Murgue, 2015) - Structure du parcellaire d'exploitation en lien avec la logistique des travaux agricoles : éloignement des parcelles du siège de l'exploitation, taille, forme (Morlon et Trouche, 2005 ; Marie et Delahaye, 2009 ; Marie <i>et al.</i>, 2009)
Déterminants économiques	<ul style="list-style-type: none"> - Prix de vente des produits agricoles et évolutions du marché des matières premières agricoles - Prix d'achat des intrants, coût de pratique de l'irrigation - Opportunités de filières et/ou de contrats de production qui peuvent spécifier le mode de conduite : contraintes d'isolement, critère de qualité, obligation d'irrigation pour assurer un certain calibre
Déterminants réglementaires et environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes liés la gestion de ressources naturelles (période d'épandage, couverture des sols) - Plan de gestion des eaux pour l'irrigation - PAC : découplage progressif des aides depuis 1992, mise en place de mesures agro-environnementales introduites en 1992, éco-conditionnalité des aides en 2000, verdissement dans la réforme de 2014 (diversification des cultures, maintien de prairies permanentes et préservation de 5% de zones d'intérêt écologique).

1. Systèmes de culture : description et identification des changements

Un **système de culture** est défini comme « l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par : (i) la nature des cultures et leur ordre de succession, (ii) les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues » (Sebillotte, 1990). Meynard et *al.* (2001) insistent sur la cohérence temporelle des systèmes de culture en montrant que les opérations techniques ne sont pas indépendantes, mais s'inscrivent dans une succession logique et coordonnées d'actions. Les décisions des agriculteurs conduisent également à une distribution non aléatoire des systèmes de culture sur le parcellaire d'exploitation, et donc sur le territoire agricole. Cette structuration non aléatoire produit alors des régularités spatiales des occupations du sol (Schaller et *al.*, 2011).

Le choix des systèmes de culture dépend de facteurs internes ou externes au fonctionnement des exploitations. Ces déterminants qui conditionnent l'élaboration des systèmes de culture par les agriculteurs peuvent être regroupés en quatre grandes catégories : les déterminants techniques, les déterminants structurels, les déterminants économiques, et enfin les déterminants réglementaires et environnementaux (**Tableau 13**). Chaque agriculteur définit sa stratégie d'exploitation, *i.e.* les objectifs généraux de l'exploitation (d'ordre économique, technique, environnemental ou social) et la façon d'y parvenir (critères de choix des systèmes de culture), en prenant en compte ces déterminants et en leur accordant plus ou moins d'importance.

1.1. Comment caractériser les systèmes de culture d'une exploitation ?

Les systèmes de culture présents dans une exploitation sont généralement décrits selon deux niveaux emboîtés et dépendants de cohérence technique : les **successions de cultures** et les **itinéraires techniques** associés à chaque culture de la succession.

Le manque ou la difficulté d'accès aux informations nécessaires pour décrire ces deux niveaux rend le concept de système de culture tel que défini par Sebillotte (1990) difficilement opérationnel. C'est le cas notamment lorsqu'un grand nombre de parcelles est concerné et/ou lorsqu'un même système de culture est suivi sur plusieurs années. Une première difficulté est liée à la collecte des données lorsqu'un nombre important de parcelles et/ou d'années est suivi. Une seconde difficulté tient à l'identification, à partir de cette grande quantité d'informations, de ce qui constitue un système de culture dans les exploitations. En effet, la variabilité des successions de cultures et des pratiques observées entre parcelles et entre années peut être liée à des phénomènes d'ajustement ponctuels sur certaines parcelles (selon l'état de salissement de la culture par exemple) et certaines années (selon les conditions pédoclimatiques par exemple). Ces ajustements ne traduisent pas pour autant la mise en place d'un nouveau système de culture si le raisonnement de l'agriculteur n'est pas différent (même stratégie de désherbage sur céréales s'appuyant sur un passage systématique et d'un rattrapage si besoin ou même règle de gestion des cultures précédent/suivant dans sa succession par exemple).

Compte tenu des nombreux facteurs qui interviennent dans l'élaboration des systèmes de culture, leur description se concentre :

- a) **soit sur des éléments clés des systèmes de culture vis-à-vis de la question posée** : c'est le cas par exemple des travaux de Fargue-Lelièvre et *al.* (2011) qui caractérisent la durabilité des systèmes de culture de 32 exploitations vis-à-vis du phoma du colza en se concentrant sur les principales pratiques impliquées dans la gestion de cette maladie. Les pratiques clés sont alors préalablement identifiées à dire d'experts.
- b) **soit sur la mesure d'un ou de quelques indicateurs³⁰ caractéristiques des deux niveaux (successions de cultures et/ou itinéraires techniques associés)** : cette approche est notamment privilégiée lorsqu'il s'agit de décrire la diversité des systèmes de culture présents sur une zone ou de comparer des systèmes de culture entre eux à plusieurs dates. Une difficulté majeure tient alors à la représentation des systèmes de culture selon un juste équilibre entre prise en compte de leur diversité et simplification en lien avec la thématique étudiée et les informations accessibles (Clavel et *al.*, 2011).

Sur la base des descripteurs retenus, les systèmes de culture peuvent être décrits *in extenso* ou regroupés en types. Les typologies sont généralement construites à partir de données quantitatives (intégrées dans des analyses par composantes principales et des classifications), de dire d'experts ou en ayant recours au deux (Madry et *al.*, 2013). Elles permettent de regrouper les individus étudiés en « un jeu de types qui simplifie la réalité tout en respectant les particularités principales » des individus étudiés (Perrot et Landais, 1993). Cette approche typologique permet notamment de rapprocher des systèmes de culture proches (Fargue-Lelièvre et *al.*, 2011), d'identifier des systèmes de culture relevant de logiques agronomiques différentes (Salembier et Meynard, 2013) ou de caractériser leurs évolutions (Mignolet et *al.*, 2007).

Mon travail ne s'adresse pas à une question environnementale particulière, mais s'attache à développer une approche la plus générique possible sur une gamme de thématiques environnementales. **Des indicateurs caractéristiques des deux éléments des systèmes de culture seront donc mobilisés ici.** Le choix des indicateurs retenus peut être orienté si la question à traiter le permet, mais la démarche générale reste identique.

³⁰ Selon Gras et *al.* (1989), « un indicateur est une variable qui fournit des informations sur d'autres variables qui sont difficilement accessibles ».

Tableau 14 : Indicateurs mobilisés dans la littérature pour caractériser ou modéliser les successions de cultures.

Descripteurs	Indicateurs	Références
Diversité des cultures	Nombre de cultures différentes sur la succession	Leteinturier <i>et al.</i> , 2006 Salembier et Meynard, 2013
	Proportion d'une même culture ou d'un groupe de cultures dans la rotation	Dogliotti <i>et al.</i> , 2003 Plourde <i>et al.</i> , 2013 Salembier et Meynard, 2013
	Proportion de cultures d'hiver, de cultures de printemps et de cultures pluriannuelles	Boissinot <i>et al.</i> , 2011
	Composition des motifs de successions	Joannon <i>et al.</i> , 2006 Mignolet <i>et al.</i> , 2007 Joannon <i>et al.</i> , 2008 Long <i>et al.</i> , 2014
	Distinction entre cultures prioritaires, complémentaires et facultatives	Schaller, 2011
Nature des couples précédent-suivant (P/S)	Distinction entre couples P/S avec des effets bénéfiques négatifs et ceux avec des effets négatifs	Dogliotti <i>et al.</i> , 2003 Joannon <i>et al.</i> , 2006 Leteinturier <i>et al.</i> , 2006 Bachinger et Zander, 2007 Schönhart <i>et al.</i> , 2011
	Distinction entre couples P/S fixes (systématiques ou interdits) et couples P/S flexibles (préférentiels, possibles, à éviter)	Castellazzi <i>et al.</i> , 2008 Schaller, 2011
	Nature de la tête d'assolement précédant une céréale	Mignolet <i>et al.</i> , 2007 Joannon <i>et al.</i> , 2008
	Nombre de céréales successives (couple céréale / céréale)	Mignolet <i>et al.</i> , 2007 Joannon <i>et al.</i> , 2008
	Nombre de cycles successifs pour les cultures permanentes	Schaller, 2011
Temps de retour des cultures	Temps de retour minimum de la culture	Dogliotti <i>et al.</i> , 2003 Joannon <i>et al.</i> , 2006 Schaller, 2011
	Différence entre le temps de retour observé et le temps de retour préconisé pour la culture	Leteinturier <i>et al.</i> , 2006
	Nombre de céréales successives (temps de retour = 1an)	Mignolet <i>et al.</i> , 2007 Joannon <i>et al.</i> , 2008
Durée de la succession	Nombre d'années pour les successions fixes	Boissinot <i>et al.</i> , 2011
	Nombre moyen d'années pour les successions flexibles	Salembier et Meynard, 2013

1.1.1. Indicateurs caractérisant les successions de cultures

Les successions de cultures³¹ correspondent à l'arrangement temporel des cultures sur une parcelle. 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.

Quatre descripteurs sont fréquemment mobilisés pour décrire les successions de cultures d'un point de vue agro-environnemental³² : la **diversité des cultures**, la **nature des couples précédent/suivant (P/S)**, les **temps de retour des cultures** et la **durée de la succession (Tableau 14)**. Comme les successions de cultures ne sont généralement pas fixes, certains auteurs se sont attachés à décrire les successions de cultures en tenant compte de leur flexibilité (Joannon et al., 2008 ; Mignolet et al., 2007). Cette flexibilité des successions offre une marge d'adaptation à l'agriculteur s'il est confronté à des conditions pédoclimatiques exceptionnelles ou s'il souhaite profiter d'opportunités économiques.

➤ Diversité des cultures présentes dans la succession

Les successions de cultures mobilisant une diversité de cultures ou d'espèces (appelées ici diversifiées) sont souvent opposées aux successions de cultures simplifiées, dont le cas exemplaire est la monoculture. Les successions diversifiées permettent de valoriser un spectre large de régulations biologiques ; elles sont traditionnellement associées à un mode de conduite considéré comme moins intensif en intrants chimiques. La diversité des cultures présentes dans une succession peut se mesurer au travers du **nombre de cultures différentes intégrées dans la succession** (Leteinturier et al., 2006 ; Salembier et Meynard, 2013) ou de la **proportion d'une même culture dans la succession** (Plourde et al., 2013 ; Salembier et Meynard, 2013). Pour leur part, Boissinot et al. (2011) caractérisent la diversité des cultures dans les successions en distinguant **cultures d'hiver**, **cultures de printemps** et **cultures pluriannuelles**.

³¹ Succession de cultures et rotation sont deux notions proches qui correspondent toutes deux à l'arrangement temporel des cultures sur une parcelle. Toutefois, le terme de rotation fait généralement référence à une succession fixe qui revient de façon cyclique, alors que la notion de succession de cultures, plus flexible, se limite à l'ordre d'apparition des cultures. Cet ordre de succession des cultures n'est pas pour autant aléatoire du fait de certaines règles agronomiques (Maxime et al., 1995 ; Joannon et al., 2006 ; Joannon et al., 2008 ; Schaller, 2011).

³² Les indicateurs associés sont aussi régulièrement repris par les outils informatiques qui modélisent des rotations culturales, soit pour filtrer les rotations infaisables d'un point de vue agronomique dans un jeu de combinaisons de successions préalablement établies (modèle ROTOR³² de Dogliotti et al., 2003), soit pour contraindre la construction des rotations (modèle ROTAT de Bachinger et Zander, 2007 ; modèle CropRota³² de Schönhart et al., 2011). Par exemple, ROTOR (ROTations in ORganic farming systems) génère et évalue les performances de rotations pour des systèmes biologiques. CropRota génère quant à lui des rotations types dans des exploitations et des territoires à partir de données d'occupation des sols.

Lorsque les successions de cultures ne sont pas fixes, une première façon de les caractériser consiste à les **décomposer en motifs de succession**, *i.e.* en doublets ou triplets de cultures qui permettent de prendre en compte les irrégularités temporelles (Joannon et *al.*, 2006 ; Joannon et *al.*, 2008 ; Mignolet et *al.*, 2007 ; Long et *al.*, 2014). C'est alors la diversité des cultures de ces séquences élémentaires à la base de la succession qui est mesurée. **La présence systématique ou non d'une culture dans une succession** peut également être mobilisée pour caractériser la diversité d'une succession. La présence systématique ou non d'une culture est liée aux fonctions qu'elle porte au sein de l'exploitation, selon ses avantages ou contraintes agronomiques (consommation en intrants...) et son poids économique (valeur ajoutée) (Schaller, 2011). Trois types de cultures peuvent alors être distingués : les **cultures prioritaires** (elles remplissent une fonction indispensable au bon fonctionnement de l'exploitation et sont donc systématiquement présentes), les **cultures complémentaires** (elles remplissent une même fonction et sont donc interchangeables entre elles), les **cultures facultatives** (elles remplissent des fonctions qui peuvent être ponctuellement intéressantes et ne sont donc pas systématiquement présentes). Ces notions, établies à l'échelle de l'assolement d'une exploitation, pourraient être mobilisées pour caractériser les successions de cultures.

➤ Nature des couples précédent/suivant (P/S)

Les couples P/S rendent compte de l'ordre d'agencement des cultures dans la succession selon les effets bénéfiques ou dépressifs de la culture précédente sur la culture suivante (par exemple, effet dépressif si la flore adventice, les maladies ou les ravageurs sont partagés par les deux cultures, effet bénéfique pour une céréale si le précédent est une légumineuse...). Une quantification de ces effets, en termes de structuration du sol, de maladies, de ravageurs, d'adventices et de fertilisation, a été proposée par Leteinturier et *al.* (2006) afin d'évaluer la durabilité des successions de cultures. Schaller (2011) classe également les couples P/S en cinq catégories qui permettent de rendre compte de ces effets bénéfiques ou dépressifs et de justifier la présence ou l'absence de certains couples P/S dans la succession : les **couples systématiques**, les **couples préférentiels**, les **couples possibles**, les **couples à éviter** et les **couples interdits** (à causes de contraintes agronomiques, logistiques ou contractuelles). Certains auteurs se sont intéressés plus particulièrement aux couples P/S impliquant des céréales qui composent une grande part des assolements. Ils considèrent alors la **nature des têtes d'assolement (cultures précédant les céréales)** et le **nombre de céréales successives** (Mignolet et *al.*, 2007 ; Joannon et *al.*, 2008).

➤ Temps de retour des cultures

Le temps de retour d'une culture est souvent mobilisé comme indicateur indirect du niveau de risque sanitaire associé à la succession de cultures. Plus la durée de ce temps de retour est faible, plus la pression en adventices et en bio-agresseurs risque d'être élevée. Le temps de retour d'une culture est souvent caractérisé en mesurant le **temps de retour minimum de la culture** et en le comparant au temps de retour préconisé (Dogliotti et *al.*, 2003 ; Joannon et *al.*, 2006 ; Schaller, 2011). Leteinturier et *al.* (2006) proposent quant à eux de mesurer directement la **différence entre le temps de retour observé et le temps de retour préconisé** (effet négatif dans le cas d'une valeur négative). Comme pour les couples P/S, certains auteurs accordent une attention particulière au temps de retour des céréales en considérant le **nombre de céréales successives** (Mignolet et *al.*, 2007 ; Joannon et *al.*, 2008).

➤ Durée de la succession

Cet indicateur est plus englobant que les précédents, car il mobilise à la fois la notion de diversité des cultures et celle du temps de retour d'une même culture : plus la durée de la succession est longue, plus la diversité des cultures et les temps de retour de chacune des cultures sont susceptibles d'être importants. Lorsque la succession est fixe, on peut lui associer une **durée en nombre d'années** (Boissinot et al., 2011). En revanche, lorsque la succession est variable, la durée de la succession ne peut être qu'approximée par la **valeur moyenne** (Salembier et Meynard, 2013).

1.1.2. Indicateurs caractérisant les pratiques

La caractérisation des pratiques est sans doute le volet le plus délicat de la description des systèmes de culture. En effet, bien que les pratiques soient dépendantes de la succession et de la stratégie globale de l'exploitation (gestion des intrants et logistique notamment), les pratiques sont mises en œuvre à l'échelle d'une culture. Chaque culture de la succession est alors conduite selon un itinéraire technique qui lui propre, *i.e.* selon un « ensemble de pratiques culturales ordonnées dans le temps, appliquées à une culture ou une association de cultures, depuis la préparation du terrain et le choix des variétés jusqu'à la récolte » (Ferraton et Touzard, 2009). L'organisation des itinéraires techniques associés à chaque culture peut être décrit en distinguant les **postes de pratiques** (*e.g.* travail du sol, fertilisation, protection des cultures), les différentes **interventions à mettre en œuvre** à chacun de ces postes (*e.g.* pour le poste travail du sol : passage d'outil après récolte du précédent, implantation de l'interculture, destruction de l'interculture, passage d'outil avant semis, semis) et les **opérations techniques effectivement réalisées** pour chacune de ces interventions (*e.g.* date tardive et densité élevée de semis) (Renaud-Gentié et al., 2014).

Compte tenu de l'échelle à laquelle sont mises en œuvre les pratiques, les travaux qui s'intéressent à la caractérisation des pratiques dans les systèmes de culture se concentrent généralement sur une culture clé de la succession par rapport au processus biogéochimique étudié. Par exemple, dans un contexte de restriction d'eau, Maton et al. (2009) se concentrent sur la culture du maïs, tout comme Clavel et al. (2011), et caractérisent son mode de conduite en identifiant les pratiques considérées comme des leviers de gestion de l'irrigation (date de semis, précocité des variétés, nombre de variétés). Pour leur part, Mignolet et al. (2007) caractérisent les dynamiques agricoles sur le bassin de la Seine au cours des 30 dernières années en analysant, en plus des évolutions des successions de cultures, les évolutions du mode de conduite du blé tendre. Pour leur part, Fargue-Lelièvre et al. (2011) identifient à dire d'experts les pratiques qui interviennent dans la gestion du risque de phoma du colza.

Certain travaux se sont attachés à rendre compte des pratiques à l'échelle des successions en mesurant des pratiques moyennes à l'échelle de la succession. Par exemple, Salembier et Meynard (2013) comparent les pratiques dans des systèmes de culture innovants par rapport à un modèle dominant en considérant les pratiques les plus représentatives des cohérences agronomiques de ces systèmes de culture sur leur zone d'étude (nombre moyen d'applications de glyphosate par an, nombre moyen d'applications de pesticides hors herbicides par an et la fréquence d'un travail du sol superficiel et profond). Cette caractérisation des pratiques à l'échelle des successions de cultures d'une exploitation peut également être appréhendée par des approches plus qualitatives. Les travaux qui mobilisent ces méthodes s'attachent à décrire les principes d'action mobilisés par un agriculteur, *i.e.* les « méta-raisonnements à l'origine concrète des pratiques » sur son exploitation (Gratecap, 2014). L'analyse menée à partir du discours de l'agriculteur vise soit à étudier

la proximité technique entre ces pratiques et celles conduites en agriculture biologique sur des territoires à enjeux eau (Gratecap et *al.*, 2013), soit à étudier les trajectoires de changements de pratiques en vue de la réduction d'utilisation des pesticides en grande culture (Chantre et *al.*, 2010). Dans le second cas, le cadre « Efficiency-Substitution-Redesign » (ESR) est alors mobilisé pour étudier les stratégies de transition de l'agriculture conventionnelle vers des agricultures « écologiquement intensives ». Appliqué aux pratiques phytosanitaires, il peut être élargi aux pratiques de fertilisation. Ce cadre prend en compte non seulement les pratiques mises en œuvre à l'échelle d'une culture, mais également celles mises en œuvre à l'échelle de la succession de cultures³³.

Enfin, de nombreux travaux ont été développés pour évaluer l'intensité des pratiques agricoles susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement (Bockstaller et *al.*, 2008). Les pratiques y sont décrites à l'aide d'indicateurs simples ou complexes qui permettent d'évaluer des risques ou des pressions (indicateurs agro-environnementaux). Les itinéraires techniques sont souvent décrits à travers la quantité d'intrants mobilisée, dans l'absolu ou en référence à un seuil. Pour caractériser l'intensité du mode de conduite d'un type d'occupation du sol, Roschwitz et *al.* (2005) considèrent ainsi la quantité d'azote, le nombre d'applications de produits phytosanitaires (en distinguant herbicides, fongicides et insecticides) et le rendement de la culture. Le recours à l'Indice de Fréquence de Traitement ou IFT est une autre façon de caractériser l'intensité d'un itinéraire technique et de mesurer sa performance environnementale (Boissinot et *al.*, 2011).

1.2. Comment caractériser un changement de système de culture dans une exploitation ?

Une des principales difficultés lorsqu'on souhaite caractériser les changements de systèmes de culture tient à la distinction entre adaptations ponctuelles suite par exemple à des conditions climatiques particulières, et changements significatifs associés à un remaniement global du système. Pour distinguer ces deux types de changement, certains auteurs ont analysé les changements de systèmes de culture en prenant en compte les trajectoires d'évolution des exploitations, *i.e.* en délimitant des **phases de cohérence**³⁴ séparées par des **événements de rupture**³⁵ (Madelrieux et *al.*, 2002 ; Moulin et *al.*, 2008 ; Chantre, 2011).

A l'échelle d'un échantillon d'exploitations, les règles d'organisation des assolements mobilisées par les agriculteurs ont trait pour certaines à l'organisation des successions de cultures (délai de retour minimum d'une culture et couples précédent/suivant notamment) (Maxime et *al.*, 1995 ; Aubry et *al.*, 1998 ; Schaller, 2011). Ces règles, auxquelles il est possible d'accéder par enquêtes, pourrait également être mobilisées pour identifier i) une adaptation ponctuelle aux conditions climatiques sans changement profond des règles à l'origine de l'organisation des successions et ii) un réel changement de successions de cultures se traduisant par un changement de ces règles. Un

³³ La phase d'efficiencia est marquée par l'optimisation de l'utilisation d'intrants (e.g. réduction des doses) et caractérise « l'agriculture raisonnée ». La phase de substitution correspond à un remplacement des intrants chimiques par des techniques mécaniques ou biologiques, première étape dans le passage à « l'agriculture intégrée ». Enfin, la phase de reconception consiste à transformer la structure et les fonctions de l'agroécosystème, en particulier en mettant en place des mesures prophylactiques (gestion de la fertilisation à l'échelle de la rotation et durant l'interculture, réduction de la part de cultures consommatrices en intrants).

³⁴ Une phase de cohérence correspond à une période au cours de laquelle une exploitation ne connaît pas de changements ou alors des ajustements mineurs ne remettant pas en cause la cohérence du système.

³⁵ Les événements de rupture se définissent quant à eux comme de véritables transformations du système, remettant en cause les objectifs stratégiques de l'exploitant et nécessitant de modifier ses règles de décisions.

changement de pratiques peut quant à lui être caractérisé en comparant à deux dates les niveaux de dépendance aux intrants chimiques dans le mode de conduite des cultures (Chantre et *al.*, 2010). La comparaison des pratiques cherche alors à mettre en évidence la présence ou l'absence de pratiques clés (usage de variétés résistantes, réduction de doses, désherbage mécanique...) caractérisant un niveau de dépendance plus ou moins prononcé aux intrants.

Synthèse et conclusion :

Les systèmes de culture présents dans une exploitation peuvent être décrits selon deux niveaux emboîtés : les successions de cultures et les itinéraires techniques associés à chaque culture de ces successions. Compte tenu de la difficulté d'accès à l'ensemble des informations permettant de décrire les systèmes de culture, la caractérisation des systèmes de culture s'appuie généralement sur la mesure de quelques indicateurs choisis selon les objectifs de l'étude.

Dans le cadre de ce travail, une première difficulté tient à l'identification de changements de successions de cultures qui se distinguent de changements ponctuels ou de phénomènes d'ajustement. **Il a été choisi de décrire les successions de cultures en tenant compte de leur flexibilité**, *i.e.* de la marge d'adaptation que s'accorde l'agriculteur pour faire face à des conditions pédoclimatiques exceptionnelles ou profiter d'opportunités économiques. Pour cela, les notions de cultures prioritaires, complémentaires et facultatives définies par Schaller (2011) à l'échelle de l'assolement ont été déclinées à l'échelle de la succession pour tenir compte de la présence systématique ou non d'une culture. Par ailleurs, les changements ont été analysés sur la base de types de successions de cultures les plus homogènes possibles, un changement de successions ne représentant pas nécessairement un changement de leur raisonnement.

La caractérisation des pratiques associées aux successions représente une seconde difficulté de ce travail, sachant que cette caractérisation doit permettre dans le même temps d'analyser les évolutions des pratiques. Tout d'abord, **l'échelle d'analyse correspond à celle du système de culture**, ce qui nécessite de caractériser les pratiques de façon globale, sans se concentrer sur une culture. Par ailleurs, l'analyse de l'évolution des systèmes de culture demande d'être à même de comparer des pratiques à deux dates distinctes. Même en s'attachant à caractériser les pratiques pour l'ensemble des cultures de la succession, la comparaison des pratiques, culture par culture, à deux dates n'est plus possible lorsque les successions de cultures évoluent ; cette évolution peut en effet conduire à l'introduction de nouvelles cultures pour lesquelles on ne dispose pas de référence antérieure. Enfin, l'analyse de l'évolution des systèmes de culture conduit à évaluer si le changement porte sur l'une ou l'autre des composantes du système de culture, alors même qu'il est difficile de décorrélérer les successions et les pratiques. En effet, un changement de successions peut répondre à un objectif d'évolution des pratiques (par exemple, limiter l'usage d'azote minéral en introduisant des légumineuses dans la succession). **Il a donc été choisi dans ce travail d'analyser les pratiques et leurs changements à travers des méta-raisonnements** comme proposé par Chantre (2011) et Gratecap (2014). Le recours à des méta-raisonnements permet, tout comme pour les successions de cultures, de distinguer les changements ponctuels ou les ajustements des évolutions profondes.

Les changements de systèmes de culture ont été caractérisés sur une période de temps court (7 ans) en comparant, aux deux dates extrêmes, les successions de cultures présentes dans les

exploitations et les pratiques associées à ces successions. J'ai choisi de réaliser ce travail sur un échantillon restreint de 21 exploitations céréalières stables ou en accroissement sur la période 2007-2014. Le recours à un échantillon d'exploitations permet d'accéder *via* des enquêtes à l'ensemble des données nécessaires à la caractérisation des systèmes de culture, de leurs évolutions et des déterminants de ces évolutions. Afin d'identifier des changements de systèmes de culture qui soient significatifs et qui ne correspondent pas à des ajustements limités, j'ai choisi i) de **regrouper les successions observées dans les exploitations en 2007 et 2014 en un nombre réduit de types de successions bien différenciés** et ii) de **caractériser les pratiques au travers de méta-raisonnements**. La typologie des successions de cultures s'est appuyée sur **11 indicateurs décrivant les cultures dominantes, la longueur et la diversité des successions**. La description du raisonnement des pratiques s'est attaché à **trois postes de pratiques** (protection des cultures, fertilisation et irrigation) décrits chacun à partir d'un jeu de pratiques clés adapté à notre zone d'étude. **Les changements de successions et de pratiques ont été analysés au regard de facteurs de changement identifiés lors des enquêtes**. Une attention particulière a été accordée à l'effet de l'évolution du parcellaire d'exploitation.

Tableau 15 : Caractéristiques des exploitations enquêtées (la SAU de 2007 et 2013 sont issues du RPG tandis que la date d'installation, le nombre de personnes travaillant sur l'exploitation et le mode de production sont des données terrain ; NR = non renseigné).

Numéro d'enquête d'exploitation	SAU 2007 (ha)	Variation de SAU entre 2007 et 2013 (ha)	Date d'installation	Nombre de personnes travaillant sur l'exploitation (2007)	Mode de production
S1	96	-	NR	1 (double activité)	Céréaliier conventionnel avec irrigation (60 ha), arrêt de l'atelier bovin en 2008
S2	50	-	NR	1 (double activité)	Céréaliier conventionnel
S3	147	-	Environ 1978	1	Céréaliier conventionnel
S4	111	-	Environ 1965	NR (retraite active)	Céréaliier conventionnel avec irrigation (51 ha)
S5	77	-	2009	1 (retraite active)	Céréaliier conventionnel
S6	136	-	1998	1	Céréaliier conventionnel
S7	134	-	1982	1 + main d'œuvre saisonnière	Céréaliier conventionnel avec irrigation (70 ha)
S8	77	-	NR	1 (double activité)	Céréaliier conventionnel
S9	139	-	1975	1 (retraite active)	Céréaliier conventionnel avec irrigation (25 ha)
S10	111	-	Environ 2005	1	Céréaliier conventionnel en agriculture de conservation (AC)
A1	189	5	1995	NR	Céréaliier conventionnel
A2	81	10	Environ 1985	1	Céréaliier conventionnel
A3	106	32	1992	1	Céréaliier conventionnel
A4	64	36	1998	1 (activité ETA)	Céréaliier conventionnel jusqu'à la campagne 2013-2014 (conversion en cours à l'agriculture biologique), avec irrigation depuis la campagne 2010-2011 (27 ha), atelier cunicole indépendant
A5	206	9	1979	1 + 1 salarié (mi-temps pas trouvé)	Céréaliier conventionnel avec arrêt définitif de l'irrigation (50 ha)
A6	143	230	1991	1 + 1 salarié	Céréaliier conventionnel avec irrigation depuis la campagne 2009-2010 (60 ha)
A7	79	16	1983	1	Céréaliier conventionnel
A8	56	26	2009	1	Céréaliier conventionnel
A9	116	9	1989	1	Céréaliier conventionnel
A10	131	18	1988	1	Céréaliier en agriculture biologique depuis la campagne 2010-2011, avec irrigation (75 ha), gestion collective et indépendante de l'atelier bovin depuis 2008, arrêt pour la campagne 2013-2014
A11	167	3	1993	1	Céréaliier conventionnel

2. Matériel et méthodes : recueil des données et méthode de caractérisation des systèmes de culture et de leurs changements

La caractérisation des systèmes de culture et de leurs évolutions s'est déclinée en trois étapes. Une première partie descriptive reconstitue de façon aussi précise que possible les systèmes de culture en considérant les successions de cultures et les pratiques associées. Une deuxième partie analytique évalue les changements de systèmes de culture affectant chacun de ces deux volets. La dernière partie explicative identifie les déterminants des systèmes de culture et de leur évolution au sein des exploitations. Cet exercice s'appuie sur un ensemble de données concernant les systèmes de culture, réunies lors d'entretiens sur un échantillon d'exploitations.

2.1. Dispositif d'enquêtes

2.1.1. Objectifs des enquêtes

Les enquêtes réalisées avaient pour objectif 1) de caractériser les systèmes de culture pour la campagne achevée au moment de l'enquête (récolte 2014) et les changements ayant eu lieu entre 2007 et 2014, et 2) de mener une analyse du lien entre évolutions de la structure du parcellaire et celles des systèmes de culture. Ces enquêtes ont également été l'occasion de valider les trajectoires d'évolution des parcellaires identifiées en partie 1 pour ces exploitations et de relever les changements de parcellaires ayant eu lieu entre 2013 et 2014³⁶.

2.1.2. Constitution de l'échantillon d'exploitations

Le dispositif d'enquêtes s'appuie sur 21 exploitations en système céréalier pour la campagne 2013-2014. L'échantillonnage des exploitations a été réalisé à partir des 416 exploitations dont la trajectoire des parcellaires avait été caractérisée en partie 1 en considérant : 1) le type de trajectoire d'évolution du parcellaire et 2) le type de système de production identifié grâce aux acteurs de terrain³⁷. Les noms et coordonnées des exploitants ont été obtenus grâce aux acteurs de terrain (CEBC - Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, ITSAP - Institut Technique et Scientifique de l'Abeille et de la Pollinisation, Chambre d'agriculture des Deux-Sèvres).

Parmi les 21 exploitations retenues, 10 d'entre elles avaient été identifiées comme stables entre 2007 et 2013 à partir du RPG et 11 en croissance (avec ou sans reconfiguration). L'échantillon regroupe une grande diversité d'exploitations (**Tableau 15**), que ce soit en termes de SAU (entre 50 et 206 ha en année de référence 2007), de variation de SAU entre 2007 et 2013 pour les exploitations en croissance (entre 3 et 230 ha) et de mode de production (conventionnel ou biologique, avec ou sans irrigation, en agriculture de conservation...).

³⁶ Les données du RPG pour l'année 2014 n'étaient pas disponibles au moment de ce travail.

³⁷ Données non disponibles dans le RPG.

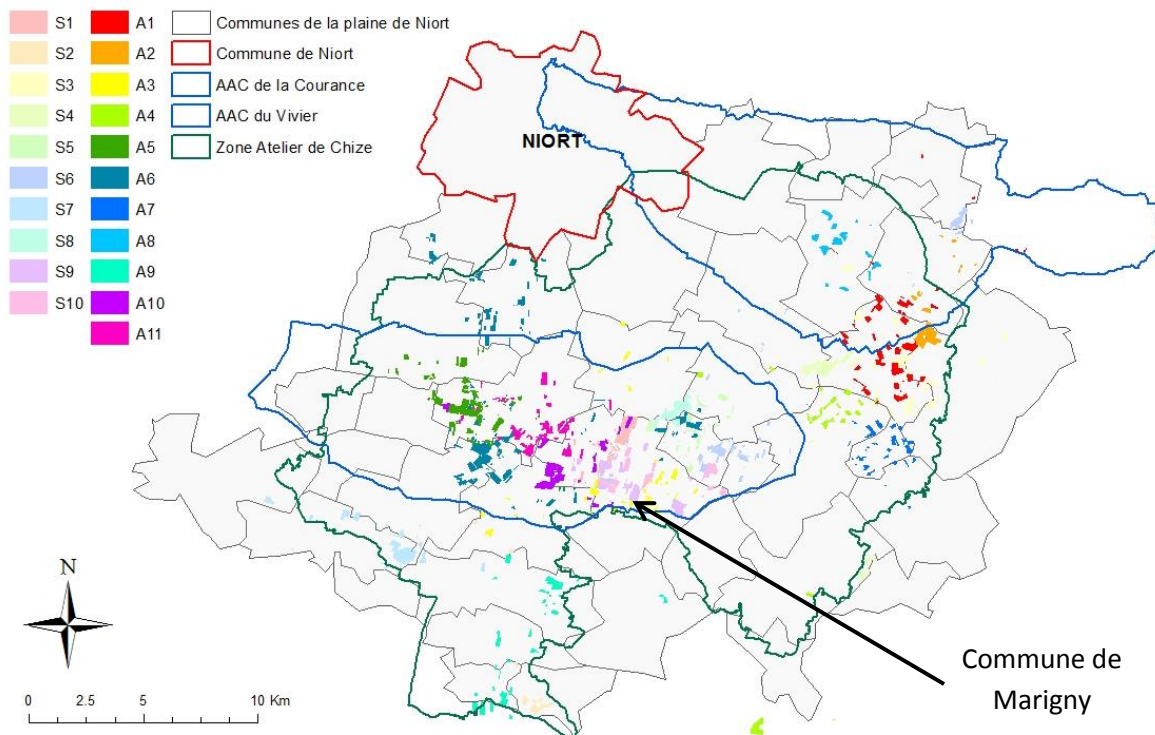


Figure 24 : Localisation des 21 exploitations enquêtées sur la plaine Sud de Niort. Les codes S1 à S10 font références aux 10 exploitations stables, les codes A1 à A 11 aux 11 exploitations en croissance. Les différents zonages illustrent la diversité des contextes environnementaux dans lesquelles évoluent les exploitations (en rouge l’agglomération de Niort, en vert la Zone Atelier « Plaine et Val de Sèvre » et en bleu, les Aires d’Alimentation de Captage du Vivier et de la Courance).

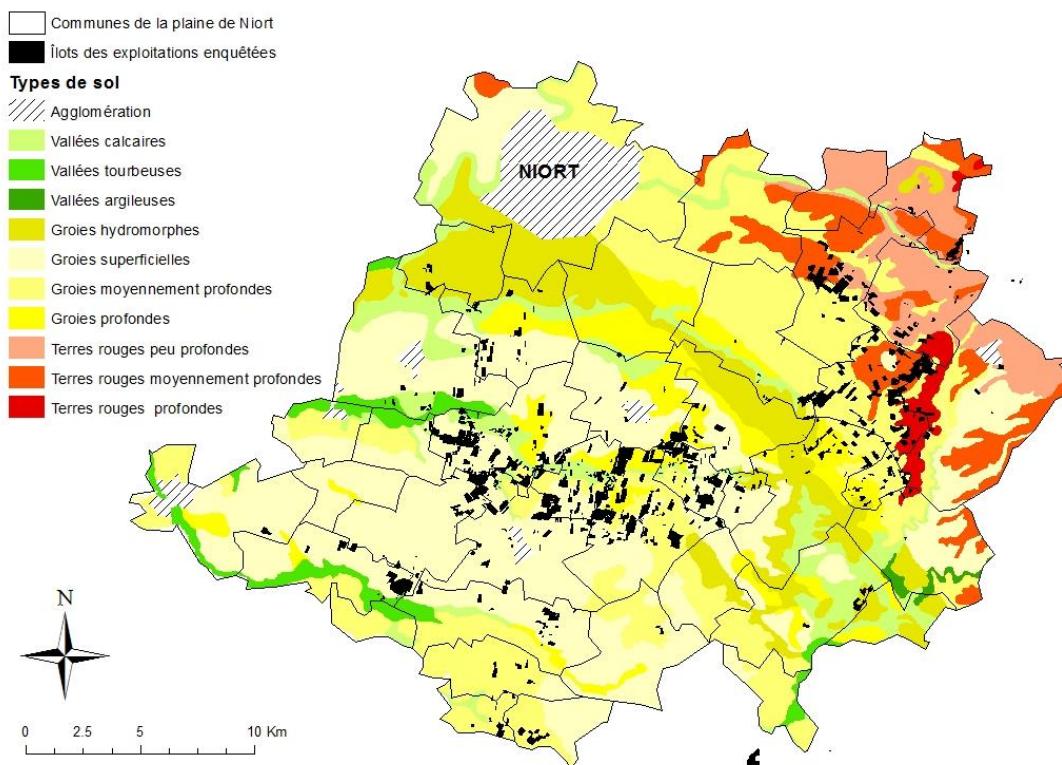


Figure 25 : Localisation des îlots des 21 exploitations enquêtées sur la plaine de Niort. Les différents types de sol illustrent la diversité des conditions pédoclimatiques dans lesquelles évoluent les exploitations. Les sols de groies superficielles et moyennement profondes, dominants dans les exploitations enquêtées, présentent une faible réserve hydrique.

Les exploitations enquêtées (**Figure 24**) sont réparties sur une grande étendue de la zone d'étude, ce qui permet de balayer une diversité de contextes :

- pédoclimatiques (**Figure 25**) : groies superficielles à faible réserve utile, terres rouges à châtaigniers plus profondes, terres alluvionnaires et hydromorphes des fonds de vallées... ;
- économiques : rattachement à un projet de réserve de substitution, proximité avec des bassins d'approvisionnement pour des filières de diversification (œillette par exemple) ;
- environnementaux (**Figure 24**) : proximité avec la commune de Niort, localisation dans l'AAC du Vivier ou de la Courance et/ou dans la zone atelier de Chizé.

Une part importante des exploitations enquêtées se situe dans la commune de Marigny, au centre de la zone d'étude.

2.1.3. Contenu et déroulement des enquêtes

Les enquêtes ont été réalisées à partir d'un questionnaire semi-directif (**Annexe n°7**) abordant l'exploitation dans sa globalité (système de production, surface, main d'œuvre...), la structure du parcellaire et les différentes composantes du système de culture : assolement, successions et mode de conduite par culture (travail du sol, protection de culture, fertilisation...). La caractérisation des systèmes de culture a d'abord été réalisée pour la campagne tout juste achevée au moment de l'enquête (récolte 2014). Les changements connus par l'exploitation depuis 2007 (année de référence des évolutions de parcellaires) et les moteurs de ces changements ont ensuite été relevés. Des questions fermées ont permis de décrire les successions de cultures et les pratiques associées aux cultures, d'identifier la présence de changements sur ces deux composantes et de les quantifier. Ces informations ont été complétées par des questions ouvertes qui visaient à comprendre la logique de gestion de l'agriculteur (règle de construction des successions par exemple) et les facteurs d'évolution de l'exploitation.

Un support visuel (orthophotos des communes sur lesquelles se situent les parcelles de l'exploitation) a permis de cartographier les parcelles de l'exploitation, les évolutions depuis l'installation de l'exploitant et, de façon plus précise, celles sur la période 2007-2014. Les facteurs de variabilité intra-parcellaire (type de sol, possibilité d'irrigation...) et leurs conséquences sur les systèmes de culture (aire de répartition des cultures, succession...) ont également été identifiés.

Les entretiens ont duré de une à quatre heures selon la complexité des systèmes enquêtés et des évolutions connues entre 2007 et 2014.

2.2. Caractérisation des systèmes de culture en 2007 et 2014

Les systèmes de culture ont été caractérisés suivant deux composantes : les successions de cultures présentes sur les exploitations et les pratiques associées à ces successions.

2.2.1. Caractérisation des successions de cultures en 2007 et 2014

- Etape 1 : identification des successions de cultures en 2007 et 2014

Lors des enquêtes, les différentes successions présentes dans les exploitations ont été relevées et localisées sur un fond cartographique en précisant les facteurs conditionnant cette allocation spatiale (type de sol, irrigation...). Grâce à cette localisation, les surfaces associées à chaque type de

Tableau 16 : Formalisme utilisé pour décrire les successions de cultures dans les exploitations enquêtées à partir du discours des agriculteurs et conséquences sur la caractérisation des successions de cultures (le temps de retour minimum des cultures et la durée de la succession sont pris ici comme exemple). Les termes « culture complémentaire » et « culture facultative » sont dérivés du travail de Schaller (2011).

Description de la succession faite par l'agriculteur	Formalisme d'écriture de la succession tenant compte de son éventuelle flexibilité	Conséquences sur la caractérisation des successions (exemple de 2 indicateurs)
Chaque culture est présente systématiquement dans la succession.	Colza / Blé Dur / Tournesol / Blé Tendre d'Hiver	Le temps de retour de chaque culture est fixe (4 ans). La durée de la succession est fixe (4 ans).
Il n'y a pas de prérequis sur l'ordre d'apparition du pois et du tournesol (= cultures complémentaires).	Colza / Blé Tendre d'Hiver / Pois OU Tournesol / Blé Tendre d'Hiver	Le temps de retour du pois et du tournesol est irrégulier (4 ou 8 ans), mais le temps de retour du blé et du colza est fixe (resp. 2 et 4 ans). La longueur de la succession est fixe (4 ans).
La seconde céréale (orge d'hiver) est une culture introduite de façon irrégulière (= culture facultative).	Colza / Blé Tendre d'Hiver (/ Orge d'Hiver) / Tournesol / Blé Tendre d'Hiver	Le temps de retour du colza, du tournesol et du blé tendre est irrégulier (resp. supérieur ou égal à 4 et à 2 ans selon l'introduction d'orge d'hiver). La longueur de la succession est variable (supérieur ou égale à 4 ans).
La seconde céréale (orge d'hiver ou blé tendre d'hiver) est introduite de façon irrégulière (= cultures complémentaires facultatives).	Colza / Blé Tendre (/ Orge d'Hiver ou Blé Tendre d'Hiver) / Tournesol / Blé Tendre d'Hiver	Le temps de retour du colza, du tournesol et du blé est irrégulier (supérieur ou égal à 4 ans pour le colza et le tournesol, supérieur ou égal à 1 an pour le blé tendre d'hiver). La longueur de la succession est variable (supérieur ou égale à 4 ans).

succession ont pu être calculées à partir des informations cartographiques du RPG lorsqu'elles n'avaient pas été précisées directement par l'agriculteur.

Pour éviter un biais lié à la mémoire de l'agriculteur, l'information sur les successions issue des enquêtes a été croisée avec les données d'occupation du sol présentes dans le RPG pour valider les successions de cultures énoncées pour l'année 2007³⁸. Pour cela, les données du RPG ont été mobilisées afin de i) valider les cultures présentes dans les successions annoncées par l'agriculteur³⁹, ii) vérifier la cohérence entre leur proportion dans les successions annoncées par l'agriculteur et celle dans l'assolement vu par le RPG comme montré par Dury et al. (2011)⁴⁰ et iii) valider les couples précédent/suivant (P/S) dans les successions annoncées par l'agriculteur pour 2007 à partir des séquences de cultures établies entre 2006 et 2007 sur les îlots de l'exploitation à l'aide du logiciel © RPG Explorer⁴¹ (présence et nature de la seconde céréale notamment).

Afin de prendre en compte les échanges entre cultures (cultures complémentaires) et l'allongement d'une succession par l'introduction d'une culture sans que celle-ci soit systématique (culture facultative), les successions ont été retranscrites suivant le formalisme présenté dans le **Tableau 16**. Les termes de « culture complémentaire » et « culture facultative » sont issus du travail de Schaller (2011) qui définit ces concepts à l'échelle de l'assolement. On se propose ici de décliner ces notions à l'échelle de la succession de cultures⁴². Ces deux mécanismes diffèrent des ajustements ponctuels réalisés par l'agriculteur du fait d'accidents climatiques par exemple, et ont une incidence sur le calcul des indicateurs permettant de caractériser les successions. **66 successions de cultures ont ainsi été identifiées en 2007 et 68 en 2014 dans l'ensemble des exploitations enquêtées**. Ces successions de cultures sont présentées de façon détaillée en **Annexe n°8** pour l'année 2007 et **Annexe n°9** pour l'année 2014.

➤ Etape 2 : caractérisation des successions de cultures à l'aide de 11 indicateurs

Les successions de cultures identifiées en enquêtes ont été caractérisées à l'aide de 11 indicateurs. Ces indicateurs, issus de la littérature, permettent de rendre compte entre autres de la **longueur** (durée de la succession, nombre de céréales successives), de la **diversité** (nombre de céréales différentes, nombre de cultures de diversification et nombre de cultures pluriannuelles possibles dans la succession ; proportion de cultures de printemps et proportion de cultures précédées d'un couvert intermédiaire), ainsi que des **cultures dominantes** de la succession (proportions de blé tendre, de maïs, de colza et de tournesol dans la succession). Les indicateurs retenus et leur méthode de calcul sont présentés dans le **Tableau 17** (page suivante).

³⁸ Les données RPG de 2014 n'étaient pas disponibles au moment de ce travail.

³⁹ Une culture présente dans l'assolement vu par le RPG doit a priori se retrouver dans les successions annoncées par l'agriculteur et réciproquement, à moins que l'agriculteur ait mentionné un accident de culture ou un essai de culture cette année-là.

⁴⁰ Selon Dury et al., (2011), la composition de l'assolement d'une exploitation peut être dérivée de la nature de ses successions de cultures. Par exemple, une succession Colza / Blé / Tournesol / Blé conduit à un assolement composé environ pour moitié de blé, pour un quart de colza et pour un quart de tournesol.

⁴¹ Outil développé dans le cadre des projets ADEME « ABC'Terre » et ONEMA « EMADEC » au sein de l'unité SAD-APT. Le taux de reconnaissance des séquences sur notre zone d'étude de 2007 à 2013 est de 68,0%.

⁴² Une culture facultative à l'échelle de la succession de culture ne signifie pas qu'elle l'est nécessairement à l'échelle de l'assolement. De même, deux cultures sont jugées ici complémentaires si elles peuvent être interchangeables dans la succession, mais cela ne signifie pas nécessairement qu'elles remplissent les mêmes fonctions à l'échelle de l'assolement.

Tableau 17 : Indicateurs mobilisés pour caractériser les successions de cultures.

Code indicateur	Nom indicateur	Calcul indicateur
long	Durée de la succession	<p>Nombre de cultures pondéré selon l'introduction systématique ou non de chaque culture :</p> <ul style="list-style-type: none"> - / X : une culture systématique compte pour 1 an. - / X ou Y : un groupe de cultures complémentaires systématique compte pour 1 an. - (/X) : une culture non systématique compte pour 0,5 an. - (/ X ou Y) : un groupe de cultures complémentaires non systématique compte pour 0,5 an.
nb_cere	Nombre de céréales différentes <u>possibles</u> dans la succession	<p>Chaque culture qu'elle soit systématique, complémentaire ou facultative compte pour 1 dès lors qu'elle apparait une fois.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les céréales observées sont le blé tendre d'hiver, le blé dur d'hiver, l'orge d'hiver et de printemps, le triticale et l'engrain. - Les cultures de diversification correspondent soit à des légumineuses (pois, féverole, lentille, petits pois, luzerne), soit à des oléagineux (lin oléagineux, œillette), soit à des semences, soit à des cultures industrielles (légumes de plein champ). - La luzerne est la seule culture pluriannuelle retrouvée dans les successions.
nb_div	Nombre de cultures de diversification différentes <u>possibles</u> dans la succession	
nb_pluri	Nombre de cultures pluriannuelles différentes <u>possibles</u> dans la succession	
prop_prtps	Proportion de cultures de printemps dans la succession	- Nombre d'années en culture de printemps (pondéré de la même façon que pour la durée de la succession) sur la durée de la succession
céré_succ	Nombre maximum de céréales successives dans la succession	<ul style="list-style-type: none"> - pas de céréales dans la succession = 0 - alternance d'une céréale et d'une autre culture = 1 - n céréales successives systématiquement = n - n+1^e céréale pas systématique = n+0.5 - 10 si monoculture (valeur arbitraire pour éviter ∞)
prop_blé	Proportion du blé (tendre ou dur) dans la succession	<p>Nombre d'années associées à la culture (pondéré de la même façon que pour la durée de la succession) sur la durée de la succession.</p> <p>La proportion la culture dans la succession est une approximation de son temps de retour : plus la proportion est élevée, plus le temps de retour est court. Cela permet de donner une valeur à l'indicateur, y compris lorsque la culture est absente de la succession, contrairement au temps de retour.</p>
prop_mais	Proportion du maïs dans la succession	
prop_colza	Proportion du colza dans la succession	
prop_tsol	Proportion du tournesol dans la succession	
prop_IC	Proportion de cultures précédées d'un couvert intermédiaire dans la succession	Nombre d'années associées à une culture précédée d'un couvert intermédiaire (pondéré de la même façon que pour la durée de la succession) sur la durée de la succession.

➤ Etape 3 : classification des successions de cultures en 2014

Afin de rendre compte de la diversité des successions présentes dans les exploitations tout en regroupant les successions présentant des caractéristiques proches, une typologie a été réalisée selon la méthodologie décrite par Köbrich et *al.* (2003). Dans la mesure où les indicateurs sur lesquels se base cette typologie ont été choisis de façon à être peu ou pas corrélés, une analyse par composante principale n'a pas été ici réalisée en amont de la classification hiérarchique ascendante. La typologie a été construite pour l'année 2014, année pour laquelle une plus grande diversité de successions avait été observée lors des enquêtes.

La classification hiérarchique ascendante a été réalisée à l'aide du logiciel R 2.15.3. Chaque individu de notre jeu de données correspond à une succession dans une exploitation⁴³ et chaque variable correspond à la valeur prise pour un des 11 indicateurs décrits ci-dessus. Comme les variables ont des unités différentes, elles ont été centrées et réduites avant de procéder à la classification. Pour construire les classes, la distance euclidienne a été choisie pour représenter l'éloignement entre individus et l'indice d'agrégation choisi est l'indice de Ward. Le nombre de classes a été défini de façon à minimiser le nombre de classes en même temps que l'inertie intra-classe (méthode de Ward). 7 types de successions de cultures ont ainsi été retenus en 2014 à partir des 68 successions identifiées.

➤ Etape 4 : classification des successions de cultures en 2007

Les 66 successions relevées lors des enquêtes pour l'année 2007 ont été classées selon les mêmes critères que ceux mobilisés en 2014. Cette condition est indispensable pour pouvoir comparer les successions de cultures en 2007 et 2014 et identifier les évolutions.

Comme proposé par Chopin et *al.* (2015), un arbre de régression (basé sur CART) a été réalisé pour identifier les valeurs seuils d'indicateurs discriminant les 7 types de successions de cultures de 2014 issus de la classification hiérarchique ascendante (étape 3). Dans cet arbre de régression produit sous le logiciel R 2.15.3 grâce à la fonction *rpart*, la variable à expliquer correspond au type de successions de cultures (7 types) et les variables explicatives correspondent aux 11 indicateurs mobilisés dans la classification hiérarchique ascendante. Pour éviter que l'arbre de régression soit sur-adapté à l'échantillon d'apprentissage (successions de 2014), il a été simplifié en contrôlant le paramètre de complexité. Le modèle d'arbre de régression construit a ensuite été utilisé pour prédire le type associé à chaque succession de cultures en 2007.

2.2.2. Caractérisation des pratiques en 2007 et 2014

Les pratiques ont été caractérisées en ayant recours à une **approche plus qualitative** que celle mobilisée pour caractériser les successions de cultures pour être à même de décrire non pas de simples associations de pratiques, mais le raisonnement expliquant le choix des pratiques sur l'exploitation. Comme proposé par Chantre (2011) et Gratecap (2014), les pratiques ont été décrites à une échelle plus large qu'une seule culture en identifiant les principes d'action ou **méta-raisonnements à l'origine du choix des pratiques** à l'échelle de l'exploitation. Ces méta-

⁴³ Deux successions différentes dans une même exploitation comptent pour deux individus différents. Deux successions identiques, à partir du moment où elles sont présentes dans deux exploitations différentes, comptent aussi pour deux individus différents.

raisonnements permettent de rendre compte de l'organisation concrète des pratiques associées à l'ensemble des cultures présentes dans les systèmes de culture.

Contrairement aux auteurs cités précédemment, la description des méta-raisonnements ne s'est pas ici appuyée sur l'analyse des discours des agriculteurs. Dans notre cas, la description a fait appel aux informations relevées lors des enquêtes sur i) les **itinéraires techniques « moyens » des cultures** présentes dans les successions en 2007 et/ou 2014, et ii) les **facteurs de variabilité interannuelle** de ces itinéraires techniques.

5 types de méta-raisonnements, inspirés de ceux de Gratecap (2014), ont été décrits :

- **R1 - Maximiser le rendement et la qualité des cultures** : dans ce méta-raisonnement, les pratiques sont mises en œuvre de façon systématique et sont assez intensives (forte aversion au risque) ;
- **R2 - Maximiser la marge de la culture** : dans ce méta-raisonnement, le choix des pratiques correspond à un optimum entre des critères techniques (état de la parcelle) et des critères économiques (prix de vente des cultures, prix d'achat des intrants) ;
- **R3 - Privilégier le potentiel de production à long terme** : dans ce méta-raisonnement, les pratiques sont intégrées à l'échelle de la succession et non plus de la seule culture (valorisation des effets bénéfiques associées à certaines cultures présentes dans la succession) ;
- **R4 - Limiter l'usage des intrants** : dans ce méta-raisonnement, la limitation des pratiques vise à réduire les charges pour l'exploitation et/ou la pression sur l'environnement ;
- **R5 - Limiter le temps de travail** : dans ce méta-raisonnement, la simplification des pratiques passe par la mise en place de pratiques uniformes, d'intensité variable, sans recours à des techniques alternatives lorsqu'elles sont coûteuses en temps.

Trois postes de pratiques ont ainsi été caractérisés par le méta-raisonnement qui leur est associé : la **protection des cultures**, la **fertilisation** et l'**irrigation** (pour les exploitations qui en disposent). On fait en effet l'hypothèse que le méta-raisonnement appliqué sur un poste de pratiques peut différer de celui appliqué sur un autre poste⁴⁴. Par exemple, dans une même exploitation, les pratiques d'irrigation peuvent viser à maximiser la marge de la culture en respectant des critères de qualité (R2), tandis que les pratiques de fertilisation s'appuient sur une valorisation des bénéfices agronomiques des légumineuses (R3). La distinction de méta-raisonnements associés à chacun de ces trois postes permet de décrire plus finement les changements de pratiques dans les systèmes de culture qu'une approche globale. Les trois postes de pratiques ont été choisis pour leurs effets attendus sur la qualité et la quantité de la ressource en eau sur le territoire. Le travail du sol n'a pas été considéré comme un poste de pratiques à part entière, mais comme un levier de gestion des adventices et des ravageurs dans la protection des cultures.

Pour chacun des trois postes de pratiques, nous avons identifié des **pratiques clés** dont les différentes **modalités** permettent de discriminer les 5 méta-raisonnements. Ces modalités, représentant des niveaux d'intensité des pratiques, sont exclusives les unes des autres et adaptées

⁴⁴ Gratecap (2014) montrait que plusieurs méta-raisonnements pouvaient être présents sur une exploitation. On se propose ici d'identifier si des postes de pratiques différents peuvent être associés dans une même exploitation à des méta-raisonnements et une évolution de ces méta-raisonnements différents.

Tableau 18 : Pratiques clés associées à chaque poste de pratiques et leur déclinaison en différentes modalités. Le choix d'une modalité pour chaque pratique clé permet de discriminer les méta-raisonnements relatifs à chaque poste de pratiques.

Postes de pratiques	Pratiques clés	Modalités de pratiques
Protection des cultures	Nombre de passages en herbicides sur céréales	<ul style="list-style-type: none"> - 1 passage et 1 rattrapage systématique - 1 passage et 1 rattrapage si besoin - 1 passage sans rattrapage
	Doses employées sur céréales	<ul style="list-style-type: none"> - Pleine dose (1^{er} passage et rattrapage ou sur un seul passage) - Pleine dose (1^{er} passage) puis réduction des doses - Réduction des doses (1^{er} passage et rattrapage)
	Fractionnement des apports en fongicides sur céréales	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs passages à pleine dose (IFT >>1) - Plusieurs passages à dose réduite (½ ou ¼ de dose et IFT ≥1) - Plusieurs passages à dose réduite (½ ou ¼ de dose et IFT =1) - 1 passage à pleine dose (IFT =1)
	Utilisation du travail du sol avant implantation pour gérer le stock semencier d'adventices	<ul style="list-style-type: none"> - travail du sol variable sans objectif de gestion du stock semencier d'adventices - travail du sol pour gérer le stock semencier d'adventices (labour, faux-semis) - travail simplifié sans possibilité de gestion du stock semencier d'adventices
	Critères d'ajustement des traitements entre années	<ul style="list-style-type: none"> - Pratiques uniformes - Variabilité selon prix de vente des cultures et prix d'achats des intrants - Variabilité selon les précédents et les conditions pédoclimatiques
	Echelle à laquelle est gérée la protection des cultures	<ul style="list-style-type: none"> - culture - succession (allongement des tps de retour, alternance des familles de cultures)
	Cultures concernées par du désherbage mécanique	<ul style="list-style-type: none"> - pas de désherbage mécanique ou limité - désherbage mécanique systématique sur maïs et tournesol - désherbage mécanique sur un large spectre de cultures (céréales, colza...)
Fertilisation	Dose moyenne en N minéral sur blé tendre d'hiver (BTH) et/ou blé dur (BD)	<ul style="list-style-type: none"> - Apports élevés (>180u. sur BTH ; >200u. sur BD) - Apports intermédiaires (entre 150 et 180u. sur BTH ; entre 180 et 200u. sur BD) - Apports réduits (≤150u. sur BTH ; ≤180u ; sur BD)
	Présence de fertilisation sur tournesol	<ul style="list-style-type: none"> - Apport sur tournesol (minéral ou organique) - Impasse sur tournesol
	Critères d'ajustement de la fertilisation entre années	<ul style="list-style-type: none"> - Pratiques uniformes - Variabilité selon prix de vente des cultures et prix d'achats des intrants - Variabilité selon les précédents et les conditions pédoclimatiques
	Echelle à laquelle est gérée la fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Culture - Succession (présence et valorisation des légumineuses)
	Recours à des OAD	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de recours - Recours pour des raisons économiques - Recours pour des raisons agronomiques
	Objectifs de production	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement et qualité des produits - Marge à la culture - Marge à la succession
Irrigation	Utilisation de l'irrigation à disposition	<ul style="list-style-type: none"> - Systématique - Selon prix de vente des cultures - Pas utilisée
	Nature des cultures irriguées	<ul style="list-style-type: none"> - Cultures dépendantes des conditions pédoclimatiques (maïs) - Cultures spécialisées (irrigation parfois spécifiée dans les contrats)
	Objectif du recours à l'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement et/ou qualité avant tout

aux conditions techniques et pédoclimatiques de la zone d'étude. Les pratiques clés retenues sont les suivantes et les modalités associées sont présentées de façon détaillée dans le **Tableau 18** :

- La **protection des cultures** a été décrite au travers de 7 pratiques clés⁴⁵ : le nombre de passages en herbicides sur céréales et les doses employées⁴⁶, le nombre d'apports en fongicides sur céréales, l'utilisation du travail du sol avant implantation pour gérer le stock semencier d'adventices, les critères d'ajustement des traitements entre années, l'échelle à laquelle est gérée la protection des cultures (culture ou succession), les cultures concernées par du désherbage mécanique ;
- La **fertilisation** a été décrite au travers de 6 pratiques clés : la dose moyenne en N minéral sur blé tendre d'hiver et/ou blé dur (l'une de ces céréales étant systématiquement présente dans les exploitations), la présence de fertilisation sur tournesol (culture généralement présente sur les exploitations), les critères d'ajustement de la fertilisation entre années, l'échelle à laquelle est gérée la fertilisation (culture ou succession), le recours à des Outils d'Aide à la Décision (OAD), les objectifs de production (en termes de rendement, de qualité des produits et/ou de marge) ;
- L'**irrigation** a été décrite au travers de 3 pratiques clés : l'utilisation systématique ou non de l'irrigation à disposition, la nature des cultures sur lesquelles est valorisée l'irrigation et l'objectif du recours à l'irrigation (rendement et/ou qualité).

Les 5 méta-raisonnements ont été rattachés, pour chaque poste de pratiques (protection des cultures, fertilisation, irrigation), à une des modalités possibles pour les différentes pratiques clés. Une même modalité de pratiques peut être associée à plusieurs méta-raisonnements, mais la raison justifiant le choix de cette modalité diffère généralement. Par exemple, le recours à un outil d'aide à la décision pour ajuster la fertilisation se fait à des fins économiques dans le méta-raisonnement R2 et à des fins environnementales dans le méta-raisonnement R3. Par ailleurs, chaque méta-raisonnement diffère sur au moins une pratique clé. Les modalités caractérisant les méta-raisonnements pour l'ensemble des pratiques clés sont précisées dans le **Tableau 19** (page suivante) pour les trois postes de pratiques.

A partir des informations recueillies en enquêtes sur les itinéraires techniques des cultures présentes dans les successions, les agriculteurs ont été rattachés pour chaque poste de pratiques à un type de méta-raisonnements en 2007 et en 2014. Lorsqu'un agriculteur présentait des pratiques potentiellement associées à des méta-raisonnements différents, le méta-raisonnement retenu correspond à celui pour lequel les pratiques de l'agriculteur étaient majoritairement en adéquation avec celles définies dans le méta-raisonnement.

⁴⁵ Le choix variétal n'a pas été retenu comme critère pour qualifier les méta-raisonnements relatifs à la protection des cultures, car cette information s'est avérée non discriminante ou insuffisamment précise sur notre échantillon d'exploitation enquêtées. De même, l'usage des pesticides ont été principalement décrits en considérant les herbicides et les fongicides. L'usage des insecticides, fortement dépendant des conditions annuelles, est très limité sur les céréales et très peu variable sur le colza. Les agriculteurs n'ont quasiment pas recours à des régulateurs.

⁴⁶ La prise en compte de ces deux indicateurs plutôt que l'IFT permet de distinguer, à IFT équivalent, les méta-raisonnements qui s'appuient sur des plusieurs passages avec réduction des doses (et donc une possibilité de rattrapage) et ceux qui s'appuient sur un seul passage à pleine dose (sans possibilité de rattrapage).

Tableau 19 : Modalités des pratiques clés caractérisant les méta-raisonnements pour les trois postes de pratiques : protection des cultures, fertilisation, irrigation (dans ce dernier cas, seulement dans les exploitations qui en disposent).

	Méta-raisonnements	Modalités associées aux pratiques clés		
		Protection des cultures	Fertilisation	Irrigation
R1	Maximiser le rendement et la qualité des cultures	<ul style="list-style-type: none"> - 1 passage d'herbicides sur céréales, complété d'un rattrapage systématique - herbicide sur céréales à dose pleine - pas de fractionnement des apports en fongicides sur céréales (plusieurs passages à dose pleine) - pas de variabilité interannuelle des apports (forte aversion au risque) - travail du sol variable avant implantation sans objectif de gestion du stock semencier d'adventices - gestion à l'échelle de la culture - pas de désherbage mécanique (ou alors pas en remplacement d'un désherbage chimique jugé plus sûr) 	<ul style="list-style-type: none"> - apport en N minéral élevé sur blé tendre (> 180u.) et/ou sur blé dur (>200u.) - apport d'azote sur tournesol - pas de variabilité interannuelle des apports (forte aversion au risque) - gestion à l'échelle de la culture (peu de prise en compte des effets précédents) - pas d'OAD, suivi des conseils du technicien - objectif de rendement et de qualité (taux de protéine sur blé assuré par un 4^e apport spécifique) 	<ul style="list-style-type: none"> - recours systématique à l'irrigation - valorisation sur des cultures dépendantes des conditions pédoclimatiques (maïs) - objectif de rendement
R2	Maximiser la marge de la culture	<ul style="list-style-type: none"> - 1 passage d'herbicides sur céréales, complété d'un rattrapage si besoin - herbicide sur céréales à dose pleine puis éventuellement réduction des doses - fongicides sur céréales à dose pleine puis éventuellement réduction des doses - variabilité interannuelle selon les prix d'achat des intrants - travail du sol variable avant implantation sans objectif de gestion du stock semencier d'adventices - gestion à l'échelle de la culture - désherbage mécanique limité 	<ul style="list-style-type: none"> - apport en N minéral modéré sur blé tendre (entre 150 et 180u.) et/ou sur blé dur (entre 180 et 200u.) - apport d'azote variable sur tournesol - variabilité interannuelle selon les prix de vente des cultures et d'achat des intrants - gestion à l'échelle de la culture (prise en compte des effets précédents pour optimiser les apports) - utilisation d'un OAD à des fins économiques - objectif de marge sur la culture pouvant se traduire par des objectifs de qualité 	<ul style="list-style-type: none"> - recours systématique à l'irrigation - valorisation sur des cultures spécialisées (irrigation parfois spécifiée dans les contrats) - objectif avant tout de qualité (calibre)

Tableau 19 (suite) : Modalités des pratiques clés caractérisant les méta-raisonnements pour les trois postes de pratiques : protection des cultures, fertilisation, irrigation (dans ce dernier cas, seulement dans les exploitations qui en disposent).

	Méta-raisonnements	Modalités associées aux pratiques clés		
		Protection des cultures	Fertilisation	Irrigation
R3	Privilégier le potentiel de production à long terme	<ul style="list-style-type: none"> - 1 passage d'herbicides sur céréales, complété d'un rattrapage si besoin - réduction des doses en herbicide sur céréales si plusieurs passages - fractionnement des apports en fongicides sur céréales (plusieurs passages à doses réduites) - variabilité interannuelle selon états de la parcelle - travail du sol avant implantation pour gérer le stock semencier d'adventices (labour, faux-semis) - gestion à l'échelle de la succession (allongement des temps de retour) - désherbage mécanique systématique sur maïs et tournesol 	<ul style="list-style-type: none"> - apport en N minéral modéré sur blé tendre (entre 150 et 180u.) et/ou sur blé dur (entre 180 et 200u.) - apport d'azote variable sur tournesol - variabilité interannuelle selon les conditions pédoclimatiques - gestion à l'échelle de la succession (valorisation des légumineuses) - utilisation d'un OAD à des fins agronomiques - objectif de marge sur la succession 	(Aucune modalité n'a pu être associée à ce méta-raisonnement sur le poste irrigation)
R4	Limiter l'usage des intrants	<ul style="list-style-type: none"> - 1 passage d'herbicides sur céréales sans rattrapage - doses pleines en herbicide sur céréales (pas de rattrapage possible) - fractionnement des apports en fongicides sur céréales (maximum 2 passages à dose réduite, effet retard) - peu de variabilité interannuelle compte tenu des réductions - travail du sol favorisé avant implantation pour gérer le stock d'adventices (labour, faux-semis) - gestion à l'échelle de la succession (allongement des temps de retour) - désherbage mécanique sur un large spectre de cultures en remplacement d'un désherbage chimique 	<ul style="list-style-type: none"> - apport en N minéral réduit sur blé tendre ($\leq 150u.$) et/ou sur blé dur ($\leq 180u.$) - pas d'apport d'azote sur tournesol - peu de variabilité interannuelle compte tenu des doses réduites - objectif de marge sur la culture grâce à limitation des intrants 	- recours à l'irrigation selon prix de vente des cultures
R5	Limiter le temps de travail	<ul style="list-style-type: none"> - 1 passage d'herbicide sur céréales sans rattrapage - doses pleines en herbicide sur céréales (pas de rattrapage possible) - pas de fractionnement des apports en fongicides sur céréales (1 passage à dose variable) - traitements uniformes entre parcelles et entre années - travail du sol variable simplifié avant implantation - gestion à l'échelle de la culture (succession simplifiée) - pas de désherbage mécanique (trop coûteux en temps) 	<ul style="list-style-type: none"> - apport en N variable sur blé tendre, peu fractionné - pas d'apport d'azote sur tournesol (intervention superflue) - doses uniformes entre parcelles et entre années 	- pas de recours à l'irrigation bien qu'elle soit à disposition

2.3. Caractérisation des changements de systèmes de culture entre 2007 et 2014

2.3.1. Caractérisation des évolutions de la combinaison de successions de cultures entre 2007 et 2014

Chaque exploitation a été associée en 2007 et 2014 à une combinaison de types de successions de cultures décrivant la nature des successions présentes sur l'exploitation et la part occupée par chacune dans la SAU. L'évolution de la combinaison de successions de cultures a été caractérisée dans chaque exploitation en comparant la combinaison de successions de cultures observée en 2007 à celle observée en 2014. Trois critères ont été considérés : le **nombre de types de successions de cultures présents dans l'exploitation**, la **nature des types de successions de cultures** et la **part de SAU associée à chaque type de successions de cultures**.

A partir de ces trois critères, trois niveaux de changement ont été définis :

- un **changement du nombre de successions de cultures** : ce changement se traduit par une variation du nombre de types de successions de cultures sur l'exploitation (introduction ou suppression) ;
- un **changement de la nature des successions de cultures** : ce changement se traduit par modification des types de successions de cultures présents sur l'exploitation. Le remplacement d'un type de succession par un type jusque-là absent de l'exploitation correspond à un changement sans que le nombre de types ne soit affecté. Une variation du nombre de types de successions peut aussi s'accompagner d'un changement de type de successions ;
- un **changement de la répartition des successions de cultures dans la SAU de l'exploitation** : ce changement se traduit par une évolution de la proportion de SAU (avec un seuil de tolérance de $\pm 1\%$) associée à chaque type de successions de cultures présent sur l'exploitation. Un changement du nombre de types de successions de cultures entraîne une modification de leurs proportions au sein de la SAU. Il en va souvent de même lors d'un changement de la nature des successions. Une exploitation peut également étendre ou réduire la surface associée aux types de successions sans que le nombre ou la nature des types ne soient affectés.

Si aucun des trois critères n'évolue entre 2007 et 2014 (même nombre de types de successions, même nature des types de successions et mêmes proportions associées à ces types), alors l'exploitation ne change pas de combinaison de successions de cultures. Pour chaque exploitation dans laquelle un changement de successions a été observé, le niveau de changement a été identifié et les transferts entre types de successions ont été décrits.

2.3.2. Caractérisation des évolutions de pratiques entre 2007 et 2014

L'évolution des pratiques a été caractérisée pour chaque poste de pratiques (protection des cultures, fertilisation et irrigation) en comparant les méta-raisonnements en 2007 et 2014 à l'échelle de chaque exploitation. Le recours aux méta-raisonnements a permis de comparer la façon dont les agriculteurs organisent leurs pratiques en 2007 et 2014, que leurs successions de cultures évoluent ou non. Comme pour les successions de cultures, pour chaque poste de pratiques, le nombre d'exploitations qui changent de méta-raisonnements a été estimé et le sens dans lequel ont été réalisés ces changements a été décrit.

2.4. Identification des facteurs incitant aux changements de systèmes de culture

Le choix et l'organisation des systèmes de culture sur une exploitation dépendent de déterminants internes ou externes au fonctionnement des exploitations et du poids qu'accorde l'agriculteur à chacun de ces déterminants selon ses objectifs productifs et sa façon de les satisfaire. Les entretiens ont cherché à identifier pour l'année 2007 et 2014 les déterminants que l'agriculteur prend en compte et/ou le poids qu'il leur accorde lors du choix de ses systèmes de culture. Lorsqu'un changement des déterminants était annoncé par l'agriculteur, les facteurs (internes ou externes à l'exploitation) à l'origine de ce changement ont été également identifiés pour les relier *a posteriori* à un changement éventuel des systèmes de culture.

Quatre types de déterminants ont été considérés : 1) les déterminants techniques (*e.g.* conditions pédoclimatiques, irrigation, main d'œuvre), 2) les déterminants structurels (*e.g.* morcellement et dispersion des parcelles), 3) les déterminants économiques (*e.g.* prix de vente des cultures, coût d'achats des intrants, opportunités de filières) et 4) les déterminants réglementaires et environnementaux (*e.g.* restriction d'eau).

Plusieurs facteurs incitant aux changements de systèmes de culture ont été identifiés en enquêtes : l'évolution du parcellaire d'exploitation, les nouvelles opportunités de filières, la possibilité de souscrire à des MAET limitant l'usage des intrants, les restrictions d'eau et la moindre rentabilité de l'irrigation en monoculture de maïs, ainsi que l'approche de la retraite ou le passage à une retraite active.

L'effet de l'évolution des parcelles d'exploitation sur les systèmes de culture a été testé spécifiquement. Pour cela, les évolutions des successions de cultures et celles du raisonnement des pratiques mis en œuvre par les agriculteurs ont été comparées dans les exploitations stables et dans les exploitations en croissance. Dans les exploitations où l'évolution du parcellaire n'expliquait pas les changements de systèmes de culture observés (y compris les exploitations stables), on a évalué en quoi les autres facteurs conduisaient à un changement de la nature des déterminants et/ou du poids qui leur était accordé lors du choix des systèmes de culture.

Synthèse sur la méthode de caractérisation des systèmes de culture et de leurs évolutions.

Des enquêtes menées dans 10 exploitations stables et 11 exploitations en croissance ont permis de récolter les données nécessaires pour i) caractériser les systèmes de culture pour la campagne achevée (récolte 2014) et les changements ayant eu lieu entre 2007 et 2014, et ii) mener une analyse du lien entre évolutions de la structure du parcellaire et celles des systèmes de culture.

Les systèmes de culture ont été caractérisés suivant deux composantes : les successions de cultures présentes sur les exploitations et les pratiques associées à ces successions. Les successions de cultures identifiées en enquêtes ont été caractérisées à l'aide de 11 indicateurs. Sur la base des 68 successions relevées dans les exploitations pour l'année 2014, 7 types de successions de cultures ont été établis par classification hiérarchique ascendante. Pour établir des types identiques en 2007 et 2014, la classification des successions relevées dans les exploitations pour l'année 2007 a été réalisée à l'aide d'un arbre de régression établi à partir des résultats de la classification en 2014. Les pratiques associées aux successions ont été caractérisées selon 5 méta-raisonnements des agriculteurs pour trois postes de pratiques : protection des cultures, fertilisation et irrigation. Les postes de pratiques ont été décrits à partir de pratiques clés, déclinées en différentes modalités qui permettent de discriminer les méta-raisonnements.

Pour caractériser l'**évolution de la combinaison de successions de cultures** entre 2007 et 2014, trois critères ont été considérés : **le nombre de types de successions de cultures** présents dans l'exploitation, la **nature des types de successions de cultures** et la **part de SAU associée à chaque type de successions de cultures**. L'**évolution des pratiques** a quant à elle été caractérisée comme un **changement du méta-raisonnement** en considérant de façon distincte les trois postes étudiés (protection des cultures, fertilisation, irrigation).

Les facteurs incitant à un changement des systèmes de culture (successions de cultures et/ou pratiques) ont été identifiés. Une attention particulière a été portée aux effets d'une évolution du parcellaire d'exploitation sur l'évolution des systèmes de culture présents sur l'exploitation.

Tableau 20 : Valeurs moyennes (2014) et écart-types des 11 indicateurs mobilisés dans la classification hiérarchique ascendante pour les 7 types de successions établies. Pour un indicateur donné, sont indiquées en gris foncé les valeurs les plus élevées d'un indicateur, en gris moyen les valeurs intermédiaires et en gris clair les valeurs les plus faibles.

Type	long	nb_céré	nb_div	nb_pluri	prop_prtps	céré_succ	prop_blé	prop_mais	prop_colza	prop_tsol	prop_IC
A	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
B	1,0	0,0	0,0	0,0	100,0%	0,0	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
C	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0%	10,0	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	4,7	1,8	0,0	0,0	21,6%	1,4	48,2%	2,3%	21,8%	19,3%	22,0%
	(1,0)	(0,5)	(0,0)	(0,0)	(0,1)	(0,4)	(8,6)	(5,6)	(7,1)	(6,8)	(8,5)
E	4,1	1,9	0,5	0,0	38,3%	1,5	48,9%	9,5%	0,0%	25,9%	49,5%
	(2,0)	(0,6)	(0,8)	(0,0)	(0,1)	(0,5)	(7,0)	(17,4)	(0,0)	(15,1)	(21,6)
F	7,3	2,2	1,2	0,2	23,9%	1,4	45,1%	3,0%	15,6%	11,5%	25,6%
	(1,8)	(0,4)	(0,4)	(0,4)	(0,1)	(0,3)	(8,9)	(6,8)	(2,9)	(5,7)	(8,3)
G	7,8	2,5	4,5	0,5	32,5%	1,5	35,0%	2,0%	6,5%	2,0%	32,5%
	(0,4)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,1)	(0,7)	(21,2)	(2,8)	(9,2)	(2,8)	(7,8)

3. Résultats : Systèmes de culture et changements observés dans un échantillon d'exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2014

Les 21 exploitations qui constituent notre échantillon d'étude (10 présentant un parcellaire stable et 11 un parcellaire en croissance) ont une grande diversité de SAU (entre 50 et 206 ha en année de référence 2007), de variation de SAU entre 2007 et 2013 pour les exploitations en croissance (entre 3 et 230 ha) et de mode de production (conventionnel ou biologique, avec ou sans irrigation, en agriculture de conservation...). Cette forte diversité se traduit par des successions de cultures variées, et des pratiques associées aux successions très diverses (non travail du sol, agriculture biologique...).

3.1. Validation des trajectoires de parcellaire d'exploitation établies grâce aux données du RPG

Pour les 10 exploitations identifiées comme stables à partir des données du RPG, les enquêtes ont permis de valider l'absence d'évolution des parcellaires entre 2007 et 2013.

Pour les 11 exploitations dont les parcellaires avaient été identifiés en croissance entre 2007 et 2013, les enquêtes ont permis de valider la présence d'un ou plusieurs épisodes d'accroissement sur la période considérée pour seulement 9 d'entre elles. Les dates données par les agriculteurs sur la période à laquelle s'est réalisé cet accroissement se sont révélées assez approximatives. En revanche, les surfaces et la localisation des parcelles acquises se sont montrées en adéquation avec ce qui avait été identifié dans le RPG. Mise à part l'exploitation A6 pour laquelle les accroissements se rapprochaient davantage de regroupements entre plusieurs exploitations, l'exploitation qui acquérait les nouvelles parcelles et celle qui les cédait ont été correctement identifiées *via* le RPG. Les agrandissements se sont fait majoritairement de façon opportuniste à l'occasion du départ à la retraite d'un agriculteur voisin, mais aussi à l'occasion de la transmission de l'exploitation familiale (exploitation A8) ou lors de la reprise de terres familiales si l'agriculteur s'était installé sur d'autres terres (reprise des parcelles appartenant à l'oncle pour l'exploitation A6). Cette dernière dynamique a également été observée sur la période précédant 2007.

Pour les deux exploitations identifiées en croissance mais qui n'ont pas déclaré avoir connu un agrandissement entre 2007 et 2013 lors de l'entretien, cela est sans doute dû aux faibles surfaces impliquées (5 ha, mais maximum de 3 ha entre 2 années successives, pour l'exploitation A1 ; 3 ha pour l'exploitation A11).

3.2. Description des systèmes de culture dans les exploitations en 2007 et 2014

Les systèmes de culture mis en œuvre dans les exploitations ont été décrits en 2007 et 2014 selon les successions de cultures et les pratiques.

3.2.1. 7 types de successions de cultures présents dans les exploitations

Sept types de successions de cultures ont été établis par classification hiérarchique ascendante. Cette classification s'est appuyée sur les valeurs prises en 2014 par 11 indicateurs dans les 68 successions relevées dans les 21 exploitations enquêtées. Le **Tableau 20** présente les valeurs moyennes de chacun des 11 indicateurs au sein des sept types établis. Les sept types de successions de cultures se

Tableau 21 : Description des 7 types de successions établies par classification hiérarchique ascendante et nombre de successions rattachées à chaque type en 2007 et 2014.

Type	Traits caractéristiques	Description détaillée	Description courte	Effectifs		% SAU moyen	
				2007	2014	2007	2014
A	- Uniquement de cultures pluriannuelles	Couverts pluriannuels	Mono_pluri	21	20	8,3	9,5
B	- Uniquement du maïs	Monoculture de maïs	Mono_maïs	10	10	11,5	9,1
C	- Uniquement du blé	Monoculture de blé	Mono_blé	0	1	0	53,6
D	- Absence de cultures de diversification	Succession courte à dominante céréales, colza et tournesol	Succ_colza	17	12	62,7	57,4
E	- Absence de colza - proportion de culture de printemps	Succession courte à dominante céréales et cultures de printemps, sans colza	Succ_prtps	6	8	53,6	71,4
F	- Durée - nombre de céréales - nombre de cultures de diversification	Succession longue diversifiée avec céréales secondaires et cultures de diversification	Succ_div	11	15	33,7	37,8
G	- Durée - nombre de céréales - nombre de cultures de diversification	Succession longue très diversifiée avec nombreuses cultures de diversification	Succ_div+	1	2	52,2	71,4

distinguent par leur longueur (durée de la succession, nombre de céréales successives), par leur diversité (nombre de céréales différentes, de cultures de diversification et de cultures pluriannuelles possibles dans la succession, proportion de cultures de printemps et de cultures précédées d'un couvert intermédiaire), ainsi que par leurs cultures dominantes (proportions de blé tendre, de maïs, de colza et de tournesol dans la succession).

Quatre types de successions de cultures sont en moyenne majoritaires dans les exploitations (en moyenne > 50% de la SAU) en 2007 et 2014 (**Tableau 21**) : les successions courtes à dominante de colza, tournesol et blé ; les successions courtes à dominante de céréales et de cultures de printemps, sans colza ; les successions longues diversifiées avec céréales secondaires et cultures de diversification et les successions longues très diversifiées avec nombreuses cultures de diversification.

Les types de successions peuvent être regroupés en deux grands schémas : les monocultures et les successions intégrant plusieurs cultures.

➤ Les monocultures (types A, B et C)

Trois types (A, B et C) se distinguent très nettement des autres et regroupent un ensemble de successions identiques pour l'ensemble des indicateurs (**Tableau 20**). Ces trois types correspondent à des monocultures (long = 1). Le type A (Mono_pluri) correspond aux couverts pluriannuels des exploitations (nb_pluri = 1), qu'il s'agisse de prairies naturelles, de jachères ou de luzernes sous contrat MAET⁴⁷. Le type B (Mono_maïs) correspond aux monocultures de maïs (prop_maïs = 100%). Le type C (Mono_blé) correspond aux monocultures de blé (prop_blé = 100%) et se distingue des autres par le nombre de cycles successifs en céréales (céré_succ = 10).

Un peu moins de la moitié des successions sont associées à des monocultures en 2007 et 2014. 21 des successions relevées en enquêtes correspondent au type « couverts pluriannuels » (type A) en 2007 contre 20 en 2014. Le nombre de successions associées à de la « monoculture de maïs » (type B) est identique en 2007 et en 2014 (10 successions). On retrouve de la monoculture de blé (type C) uniquement en 2014 et pour une seule succession. Bien qu'importante en nombre, les successions de type « couverts pluriannuels » et « monoculture de maïs » représentent peu de surfaces en moyenne dans les exploitations (respectivement 8,3% et 11,5% de la SAU en moyenne en 2007 et 9,5% et 9,1% en 2014). Le type « monoculture de blé » (type C) est quant à lui un cas très atypique qui marque une forte simplification de la conduite de l'exploitation (53,6% de la SAU de l'unique exploitation concernée).

➤ Les successions intégrant plusieurs cultures (types D à G)

Les quatre autres types (D, E, F et G) correspondent aux successions qui intègrent du blé en rotation avec d'autres cultures (prop_blé compris en moyenne entre 35,0 et 48,9%) (**Tableau 20**). Les types D et E se caractérisent par une durée moyenne des successions plus courte que les types F et G (respectivement long = 4,6 et long = 3,6 contre long > 7 dans les types F et G). Le type D rassemble les successions à dominante de colza (succ_colza) (prop_colza = 22,0%), intégrant aussi dans la plupart des cas du tournesol (prop_tsol = 19,6%). On retrouve ici le modèle de successions présenté comme dominant sur la zone d'étude (Colza / Blé / Tournesol / Blé). Le type E regroupe à l'inverse les

⁴⁷ Dans la très grande majorité des cas, celles-ci sont isolées sur le parcellaire (parcelles de petite taille généralement) et ne sont pas incluses par l'agriculteur dans la construction de ses successions.

Tableau 22 : Nombre de successions de cultures et proportion de SAU associées à chaque type de successions en 2007 dans les exploitations enquêtées. Les différentes nuances de gris renvoient à 6 gammes de proportions de types de successions (< 5% ; entre 5 et 20% ; entre 20 et 50% ; entre 50 et 75% ; >75%).

	Mono_pluri	Mono_maïs	Mono_blé	Succ_colza	Succ_prtps	Succ_div	Succ_div+
S1	1 (4,2%)	1 (12,5%)		1 (31,3%)	2 (52,1%)		
S2	1 (5%)			1 (95%)			
S3	1 (2,7%)	1 (4,1%)		1 (68,9%)		2 (24,3%)	
S4	1 (9,9%)	1 (18%)			1 (72,1%)		
S5	1 (3,9%)			2 (96,1%)			
S6	1 (36,8%)	1 (2,9%)		1 (60,3%)			
S7	1 (0,7%)	1 (4,5%)				1 (42,5%)	1 (52,2%)
S8	1 (19,5%)			1 (80,5%)			
S9	1 (4,3%)				1 (18%)	1 (77,7%)	
S10	1 (15,5%)				1 (84,5%)		
A1	1 (11,6%)			1 (42,3%)		3 (46%)	
A2	1 (1,1%)			1 (98,9%)			
A3	1 (0,9%)	1 (2,8%)		1 (70,8%)		1 (25,5%)	
A4	1 (4,8%)			1 (95,2%)			
A5	1 (5,3%)	1 (19,4%)		2 (75,3%)			
A6	1 (14%)	1 (14%)				1 (72%)	
A7	1 (11,4%)	1 (16,5%)		1 (46,8%)		1 (25,3%)	
A8	1 (6,3%)			1 (93,8%)			
A9	1 (5,2%)				1 (94,8%)		
A10	1 (8,4%)			1 (34,4%)		1 (57,3%)	
A11	1 (3,5%)	1 (20,6%)		1 (75,9%)			

Tableau 23 : Nombre de successions de cultures et proportion de SAU associées à chaque type de successions en 2014 dans les exploitations enquêtées. Les différentes nuances de gris renvoient à 6 gammes de proportions de types de successions (< 5% ; entre 5 et 20% ; entre 20 et 50% ; entre 50 et 75% ; >75%).

	Mono_pluri	Mono_maïs	Mono_blé	Succ_colza	Succ_prtps	Succ_div	Succ_div+
S1	1 (10,4%)	1 (12,5%)		1 (77,1%)			
S2	1 (7%)			1 (93%)			
S3	1 (4,1%)	1 (4,1%)		2 (67,5%)		2 (24,3%)	
S4	1 (46,4%)		1 (53,6%)				
S5	1 (6,5%)			2 (93,5%)			
S6	1 (25,7%)	1 (2,9%)		1 (71,3%)			
S7	1 (0,7%)	1 (4,5%)				1 (42,5%)	1 (52,2%)
S8	1 (22,1%)					1 (77,9%)	
S9	1 (4,3%)				1 (18%)	1 (77,7%)	
S10					1 (100%)		
A1	1 (7,2%)			1 (23,2%)		3 (69,6%)	
A2	1 (1,1%)			1 (98,9%)			
A3	1 (3,6%)	1 (2,2%)			2 (94,2%)		
A4	1 (1%)				2 (99%)		
A5	1 (5,1%)	1 (18,6%)				1 (76,3%)	
A6	1 (8,7%)	2 (10,2%)		1 (14,6%)	1 (11,7%)	4 (54,9%)	
A7	1 (10,6%)	1 (15,3%)		1 (50,6%)		1 (23,5%)	
A8	1 (1,2%)			1 (98,8%)			
A9	1 (11,2%)				1 (88,8%)		
A10	1 (9,4%)						1 (90,6%)
A11	1 (3,5%)	1 (20,6%)				1 (75,9%)	

successions sans colza ($\text{prop_colza} = 0\%$) remplacé par des cultures telles que le tournesol, le pois ou le maïs, ce qui explique la forte proportion de cultures de printemps ($\text{prop_prtps} = 41,2\%$). On retrouve dans le type successions sans colza (succ_prtps) des successions telles que Tournesol / Blé / Orge ou Maïs / Blé / Pois / Blé.

Les types F et G regroupent quant à eux des successions longues ($\text{long} > 7$). Dans ces deux types, on retrouve le motif des successions à dominante de colza (type D) auquel s'ajoutent des cultures de diversification ($\text{nb_div} > 1$) et un plus grand nombre de céréales différentes ($\text{nb_céré} > 2$). Cela conduit de fait à une moindre proportion de colza et de tournesol (leur temps de retour est donc plus long). Le type F regroupe les successions longues diversifiées grâce à la présence de céréales secondaires (orge) et de cultures de diversification (Succ_div). Il s'agit notamment de successions telles que Colza / Blé / Tournesol / Blé / X / Blé où X est une légumineuse, une culture industrielle ou une culture en contrat de semences. Le type G présente un niveau de diversification encore plus élevé ($\text{nb_div} = 4,5$ dans le type G contre $\text{nb_div} = 1,2$ dans le type F). C'est dans ce type ($\text{Succ_div}+$) qu'on retrouve la succession longue et diversifiée de l'exploitation en agriculture biologique en 2014.

Parmi les 35 successions à base de plusieurs cultures, les successions à dominante de colza (type D) sont majoritaires en 2007 (17 successions) tandis que les successions longues diversifiées (type F) sont majoritaires en 2014 (15 successions). En plus d'être nombreuses, les successions à dominante de colza (type D) représentent en moyenne une part importante de la SAU (62,7% en 2007 et 57,4% en 2014) (**Tableau 21**). Les successions courtes sans colza (type E) sont minoritaires aussi bien en 2007 qu'en 2014 (respectivement 5 et 8 successions). Bien que moins nombreuses, ces successions (type E) peuvent représenter une part importante de la SAU (jusqu'à 100% de la SAU). Les successions longues très diversifiées (type G) restent minoritaires dans les exploitations enquêtées (1 succession relevée en 2007 et 2 en 2014).

3.2.2. Représentation des différents types de successions dans les parcelles d'exploitation en 2007 et 2014

Pour l'ensemble des exploitations enquêtées, au moins deux types de successions de cultures sont mis en œuvre sur le parcellaire. Le nombre de types de successions et la proportion de SAU rattachés à chaque type sont cependant très variables entre exploitations en 2007 (**Tableau 22**) et 2014 (**Tableau 23**).

L'ensemble des exploitations en 2007 et 20 exploitations en 2014 ont sur le parcellaire des successions de type « couvert pluriannuels » (Mono_pluri). Ce type de successions ne représente généralement qu'une faible part de la SAU (de 0,7 à 15% de la SAU), mais peut représenter jusqu'à 36,8% de celle-ci (exploitation S6 en 2007).

Les successions de type « monoculture de maïs » (Mono_maïs) sont présentes dans un peu moins de la moitié des exploitations (10 exploitations en 2007 et 9 exploitations en 2014). Ce type de successions est présent lorsque les conditions pédoclimatiques ou techniques de l'exploitation le permettent (présence de sols hydromorphes à forte réserve utile ou d'irrigation) et représente généralement une faible part de la SAU des exploitations (de 2,2 à 20,6% de la SAU en 2007 et en 2014).

Les successions courtes avec colza (Succ_colza) constituent un modèle dominant dans les exploitations enquêtées. Elles sont présentes dans les trois quarts des exploitations enquêtées en 2007 et la moitié en 2014. Elles couvrent généralement plus de la moitié de la SAU des exploitations.

Tableau 24 : Nombre d'exploitations associées en 2007 à chaque type de méta-raisonnements pour chaque poste de pratiques.

	Méta-raisonnements	Postes de pratiques		
		Protection des cultures	Fertilisation	Irrigation (n = 6/21)
R1	Maximiser le rendement et la qualité des cultures	6	6	4
R2	Maximiser la marge de la culture	8	12	2
R3	Privilégier le potentiel de production à long terme	2	0	
R4	Limiter l'usage des intrants	2	2	0
R5	Limiter le temps de travail	3	1	0

Tableau 25 : Nombre d'exploitations associées en 2014 à chaque type de méta-raisonnements pour chaque poste de pratiques.

	Méta-raisonnements	Postes de pratiques		
		Protection des cultures	Fertilisation	Irrigation (n = 8/21)
R1	Maximiser le rendement et la qualité des cultures	5	6	1
R2	Maximiser la marge de la culture	4	3	4
R3	Privilégier le potentiel de production à long terme	3	4	
R4	Limiter l'usage des intrants	6	6	1
R5	Limiter le temps de travail	3	2	2

Les successions longues diversifiées (Succ_div et Succ_div+) sont également pratiquées par environ la moitié des exploitations enquêtées en 2007 et 2014. Ce type de successions peut aussi bien être minoritaire sur l'exploitation (environ 25% de la SAU dans 3 exploitations en 2007 et 2 en 2014) que largement majoritaire (environ 75% de la SAU dans 2 exploitations en 2007 et 4 en 2014).

Les successions courtes sans colza et à forte dominante de cultures de printemps (Succ_prtps) ne sont pratiquées que par 5 exploitations en 2007 et 6 exploitations en 2014. Bien que présentes dans un nombre limité d'exploitations, elles peuvent représenter une part importante de la SAU (plus de 75% de la SAU dans 2 exploitations en 2007 et dans 4 exploitations en 2014).

Trois profils d'exploitations peuvent être distingués selon la nature des types de successions majoritaires :

- les exploitations dominées par des successions courtes à base de colza (9 en 2007 et 6 en 2014) : dans ces exploitations, ce type de successions (Succ_colza) représente plus de 60% de la SAU (en 2007 et 2014).
- les exploitations associant des successions courtes à dominante colza et des successions courtes sans colza et/ou longues et diversifiées (6 en 2007 et 4 en 2014) : dans ces exploitations, les successions courtes à dominante colza (Succ_colza) représentent 31,3 à 70,8% de la SAU des exploitations en 2007 et 14,6 à 67,5% de la SAU des exploitations 2014.
- les exploitations sans successions courtes à dominante colza, mais présentant de la monoculture de blé, des successions courtes sans colza et/ou des successions longues diversifiées (6 en 2007 et 11 en 2014).

Sur l'ensemble des exploitations analysées, on observe une tendance à la **diminution du nombre d'exploitations présentant des successions courtes sans colza entre 2007 et 2014**, que ce type de successions soit le type dominant ou associé à d'autres types de successions. Cette diminution se fait au profit d'une augmentation du nombre d'exploitations dominées par un autre type de successions. Le type dominant est alors très variable (monoculture de blé, des successions courtes sans colza et/ou des successions longues diversifiées). Au cours de la même période, on n'observe en revanche pas ou très peu d'évolution du nombre d'exploitations ayant des successions de type « couverts pluriannuels » ou « monoculture de maïs » sur l'ensemble des exploitations enquêtées.

3.2.3. Méta-raisonnements relevés dans les exploitations en 2007 et 2014

Le **Tableau 24** et le **Tableau 25** présentent le nombre d'exploitations associées à chaque type de méta-raisonnements pour chaque poste de pratiques étudié (protection des cultures, fertilisation, irrigation), respectivement en 2007 et 2014.

En 2007, les trois postes de pratiques étudiés sont très majoritairement associés à deux types de méta-raisonnements : « maximiser le rendement et la qualité des cultures » (R1) et « maximiser la marge de la culture » (R2). Dans le premier cas, les exploitations présentent une forte aversion au risque, ce qui les conduit à ne pas tolérer un salissement de leurs parcelles et à envisager systématiquement le potentiel maximum de leur culture quelles que soient les conditions pédoclimatiques de l'année. Une irrigation systématique du maïs participe également à cette maximisation de la production dans les exploitations qui disposent d'irrigation. Les exploitations associées au méta-raisonnement R1 tendent donc à mettre en place des pratiques systématiques, relativement uniformes entre années, avec un niveau de dépendance important aux intrants chimiques et à l'irrigation. Dans le second cas, les exploitations cherchent toujours à maintenir un

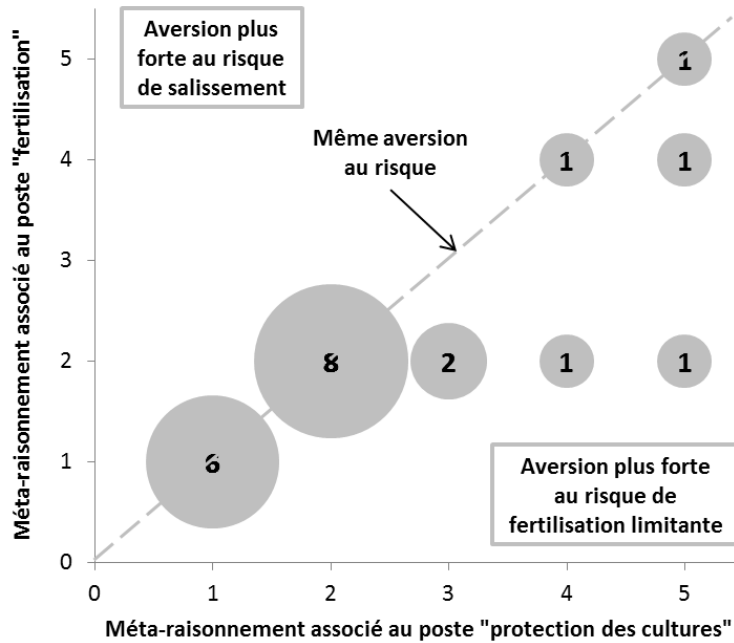


Figure 26 : Méta-raisonnements associés aux postes « protection des cultures » et « fertilisation » dans une même exploitation en 2007. Les chiffres renvoient chacun à l'identifiant du méta-raisonnement. 1 : « Maximiser le rendement et la qualité des cultures » ; 2 : « Maximiser la marge de la culture » ; 3 : « Privilégier le potentiel de production à long terme » ; 4 : « Limiter l'usage des intrants » ; 5 : « Limiter le temps de travail ». La taille de la bulle rend compte du nombre d'exploitations concernées.

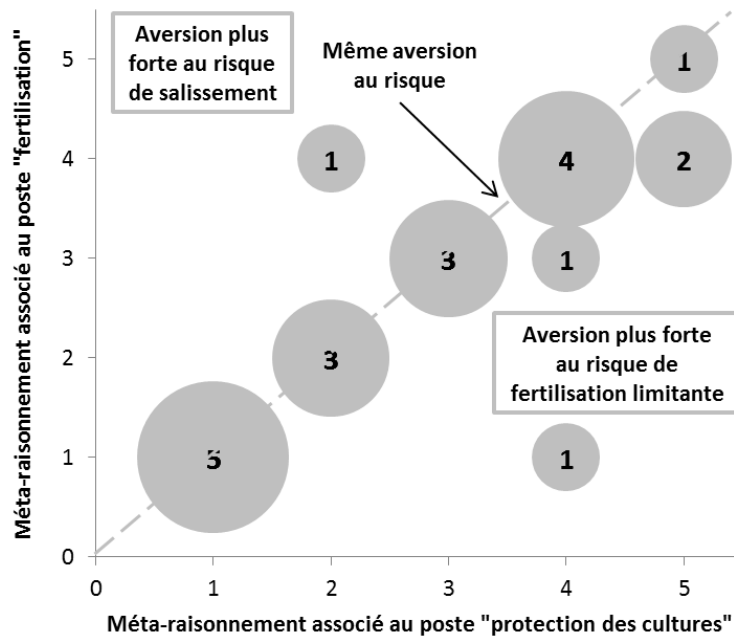


Figure 27 : Méta-raisonnements associés aux postes « protection des cultures » et « fertilisation » dans une même exploitation en 2014. Les chiffres renvoient chacun à l'identifiant du méta-raisonnement. 1 : « Maximiser le rendement et la qualité des cultures » ; 2 : « Maximiser la marge de la culture » ; 3 : « Privilégier le potentiel de production à long terme » ; 4 : « Limiter l'usage des intrants » ; 5 : « Limiter le temps de travail ». La taille de la bulle rend compte du nombre d'exploitations concernées.

haut niveau de production, mais cette fois-ci en tenant compte du contexte économique (prix de vente des cultures, prix d'achat des intrants). Il s'agit pour eux d'optimiser la marge de chaque culture. Leurs pratiques sont donc moins systématiques et peuvent varier entre années. Néanmoins, ces exploitations présentent toujours une assez forte aversion au risque, notamment sur les pratiques pour lesquelles une mauvaise gestion une année donnée pourrait avoir des effets négatifs les années suivantes (salissement des parcelles notamment). Cela ne les conduit donc pas à réaliser d'importantes réductions d'intrants.

En 2014, les exploitations se répartissent de façon plus équitable entre les cinq types de méta-raisonnements. Sur l'ensemble des exploitations, c'est principalement le nombre d'exploitations associées au méta-raisonnement « limiter l'usage des intrants » (R4) qui augmente entre 2007 et 2014 (2 agriculteurs en 2007 contre 6 en 2014 pour les postes « protection des cultures » et « fertilisation »). Les agriculteurs qui affichent ce type de méta-raisonnements en 2014 **limitent l'usage des herbicides et des fongicides, ainsi que celui de l'azote minéral, pour réduire les charges sur leur exploitation et/ou la pression sur l'environnement**. Sur ces exploitations, la dépendance aux intrants chimiques est plus faible grâce au recours à des leviers agronomiques (gestion à l'échelle de la succession, travail du sol favorisé avant implantation, désherbage mécanique...). Le méta-raisonnement R4 se distingue donc du méta-raisonnement « limiter le temps de travail » (R5) où le moindre recours à des intrants chimiques, lié sur les exploitations enquêtées à une réduction du nombre d'interventions, n'est pas compensé par des techniques alternatives ; celles-ci demandent souvent des interventions spécifiques et engendrent d'éventuels coûts supplémentaires (main d'œuvre, carburant...). En ce qui concerne l'irrigation, on observe en 2014 un nombre bien moins important d'exploitations associées à un méta-raisonnement R1. Par rapport à 2007, l'irrigation se trouve davantage valorisée sur des cultures sous contrats (méta-raisonnement R2) ou alors ne fait plus l'objet d'une pratique systématique (méta-raisonnements R4 et R5).

La part d'exploitations associées à chaque type de méta-raisonnements diffère entre les postes de pratiques aussi bien en 2007 qu'en 2014. La **Figure 26** et la **Figure 27** illustrent l'adéquation ou non entre le méta-raisonnement associé au poste « protection des cultures » et celui associé au poste « fertilisation », respectivement en 2007 et 2014. On observe que 5 agriculteurs en 2007 et 4 en 2014 n'associent pas le même méta-raisonnement aux deux postes de pratiques : **un même agriculteur peut ne pas avoir la même aversion au risque s'il s'agit du poste « fertilisation » ou du poste « protection des cultures »**. **Ces agriculteurs pratiquent globalement un méta-raisonnement moins dépendant aux intrants chimiques en protection des cultures qu'en fertilisation**. Ils réalisent plus facilement une impasse sur un passage et des réductions de doses sur les herbicides et les fongicides en céréales, mais transigent difficilement sur une réduction des apports en azote sur ces cultures. Ce comportement est principalement lié à leur objectif de satisfaire un taux de protéines de référence, même lorsque les conditions hydriques permettent difficilement de valoriser le quatrième apport dédié à ce taux de protéine. En 2014, un agriculteur présente une aversion plus forte au risque de salissement de ces parcelles qu'à une fertilisation éventuellement limitante. Le salissement des parcelles une année donnée peut en effet avoir des répercussions les années suivantes en alimentant le stock semencier d'adventices, ce qui est particulièrement problématique sur certaines de ses parcelles où les adventices commencent à afficher une résistance aux herbicides.

Tableau 26 : Synthèse des évolutions (ev.) des successions de cultures dans chacune des exploitations enquêtées entre 2007 et 2014. En violet, figurent les exploitations où le nombre de types de successions évolue ; en bleu, les exploitations où la nature des types de successions évolue ; en orange les exploitations où la part de SAU varie de plus de ±1% pour au moins un type de successions ; en vert, les exploitations où aucun changement n'a été observé.

Mono_pluri = couverts pluriannuels ; Mono_Maïs = monoculture de maïs ; Mono_blé = monoculture de blé ; Succ_colza = succession courte avec colza ; Succ_prtps = succession courte sans colza ; Succ_div = succession longue et diversifiée ; Succ_div+ = succession longue très diversifiée.

	Ev. du nombre de types	Ev. de la nature des types	Ev. de la part de SAU associées à chaque type
S1	-1	- Succ_prtps	+6,2% Mono_pluri / +45,8% Succ_colza - 52,0% Succ_prtps
S2			+2,0% Mono_pluri - 2,0% Succ_colza
S3			+1,4% Mono_pluri - 1,4% Succ_colza
S4	-1	+ Mono_blé - Mono_maïs / - Succ_prtps	+36,5% Mono_pluri / +53,6% Mono_blé - 18% Mono_maïs / - 72,1% Succ_prtps
S5			+2,6% Mono_pluri - 2,6% Succ_colza
S6			+11,1% Succ_colza - 11,1% Mono_pluri
S7			
S8		+ Succ_div - Succ_Colza	+2,8% Mono_pluri / + 77,9% Succ_div - 80,5% Succ_Colza
S9			
S10	-1	- Mono_pluri	+15,5% Succ_prtps - 15,5% Mono_pluri
A1			+23,5% Succ_div - 4,4% Mono_pluri / - 19,1% Succ_colza
A2			
A3	-1	+ Succ_prtps - Succ_colza / - Succ_div	+2,7% Mono_pluri / + 94,2% Succ_prtps - 0,6% Mono_maïs / - 70,8% Succ_colza / - 25,5% Succ_div
A4		+ Succ_prtps - Succ_Colza	+99,0% Succ_prtps - 3,8% Mono_pluri / - 95,2% Succ_colza
A5		+ Succ_div - Succ_Colza	+76,3% Succ_div - 0,2% Mono_pluri / -0,8% Mono_maïs / - 75,3% Succ_colza
A6	+2	+ Succ_colza / + Succ_prtps	+14,6% Succ_colza / +11,7 Succ_prtps - 5,3% Mono_pluri / -3,8% Mono_Maïs / - 17,1% Succ_div
A7			+3,8% Succ_colza - 0,8% Mono_pluri / - 1,2% Mono_maïs / - 1,8% Succ_div
A8			+5,1% Succ_colza - 5,1% Mono_pluri
A9			+6,0% Mono_pluri - 6,0% Succ_colza
A10	-1	+ Succ_div+ - Succ_colza / - Succ_prtps	+ 1,0% Mono_pluri / +90,5% Succ_div+ - 34,4 Succ_colza / - 57,3% Succ_div
A11		+ Succ_div - Succ_colza	+75,9% Succ_div - 75,9% Succ_colza

3.3. Analyse des évolutions des systèmes de culture dans les exploitations entre 2007 et 2014

Les évolutions des systèmes de culture mis en œuvre dans les exploitations ont été caractérisées entre 2007 et 2014 selon leurs deux composantes : les évolutions des successions de cultures et les évolutions de pratiques.

3.3.1. Evolution des successions de cultures entre 2007 et 2014 au sein des exploitations

Les changements de successions de cultures pour chacune des 21 exploitations ont été caractérisés lorsqu'ils ont lieu suivant : la variation du nombre de types de successions, le changement des types de successions et l'évolution de la part de SAU associée à chaque type de successions (**Tableau 26**).

Entre 2007 et 2014, seules 3 exploitations (S7, S9 et A2) n'ont pas changé de successions de cultures tandis que 19 exploitations ont modifié le nombre, la nature et/ou la proportion de SAU associée à un des types de successions de cultures présents sur leur parcelle.

La majorité des exploitations ne modifient pas le nombre de types de successions de cultures qu'elles mettent en œuvre. 15 exploitations conservent des types de successions identiques, soit remplacent un type de successions de cultures par un autre jusqu'alors absent (sans modification donc du nombre de types). Parmi les 6 exploitations qui modifient le nombre de types de successions sur leur parcelle, **5 d'entre elles réduisent le nombre de types de successions qu'elles pratiquent.** Cette diminution correspond i) soit à la perte stricte d'un type de successions, les surfaces associées étant alors réallouées à des successions déjà présentes sur l'exploitation (exploitations S1 et S10), ii) soit à la réécriture de la combinaison des successions de cultures (exploitations S4, A3, A10). Dans ce dernier cas, la disparition de 2 types de successions ne fait place qu'à un nouveau type. Les types de successions qui disparaissent correspondent aussi bien à des couverts pluriannuels (1 cas), à de la monoculture de maïs (1 cas), à des successions courtes avec colza (2 cas), à des successions courtes avec cultures de printemps (2 cas) ou à des successions longues diversifiées (2 cas). Parmi les 6 exploitations qui modifient le nombre de types de successions sur leur parcelle, **seule une exploitation augmente le nombre de types de successions de cultures sur son parcelle entre 2007 et 2014.** Cette exploitation introduit des successions courtes avec colza (Succ_colza) et des successions courtes avec cultures de printemps (Succ_prtps), successions plus adaptées aux conditions pédoclimatiques des parcelles acquises entre 2007 et 2014.

Parmi les 15 exploitations qui maintiennent le même nombre de types de successions de cultures, 4 exploitations modifient la nature des types de successions de cultures sur leur parcelle entre 2007 et 2014. **Le type de successions de cultures qui est remplacé correspond toujours aux successions courtes avec colza (Succ_colza).** En 2007, ces successions représentaient 75 à 95% de la surface agricole des exploitations concernées. La disparition de ce type de successions a permis l'introduction d'un nouveau type de successions (Succ_div pour 3 exploitations et Succ_prtps pour une exploitation). Cette introduction est accompagnée d'une évolution de la part de SAU associée à des types de successions déjà présents (Mono_pluri et Mono_maïs) dans 3 exploitations (S8, A4 et A5). Dans les exploitations S8, A5, et A11, les successions courtes avec colza sont remplacées par des successions longues et diversifiées (Succ_div) grâce à **l'introduction de cultures telles que le pois, la lentille ou l'œillette.** Dans l'exploitation A4, les successions courtes avec colza sont remplacées par des successions courtes sans colza (Succ_prtps) : ce changement de type de successions est lié i) à la

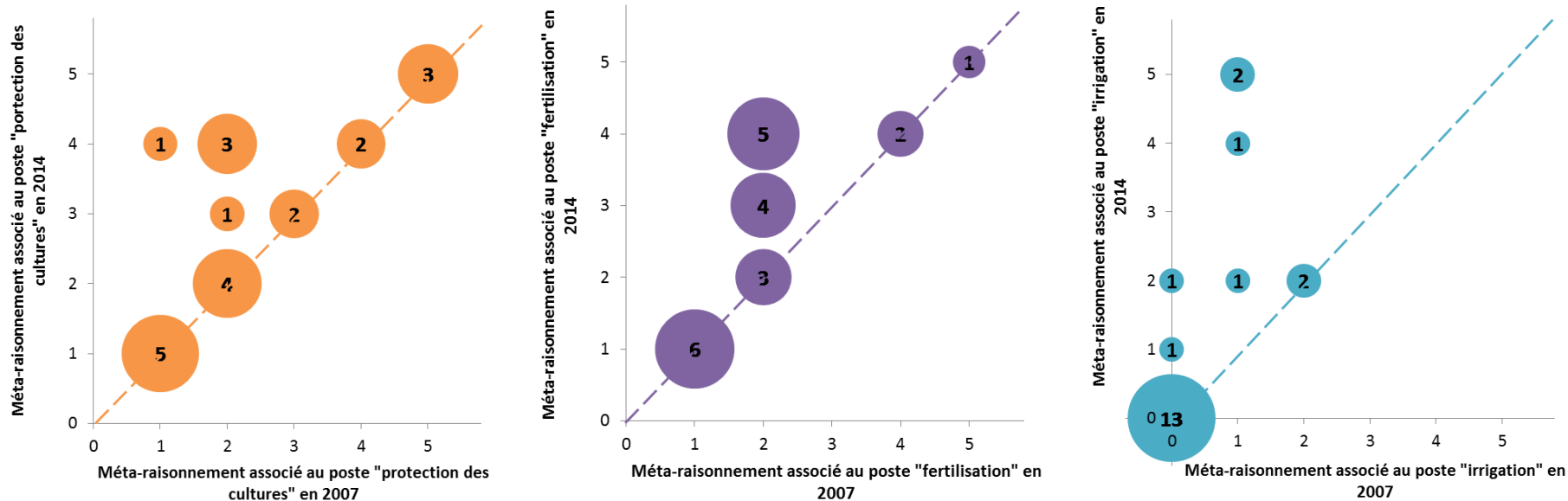


Figure 28 : Nombre d'exploitations associées à chaque type d'évolution du méta-raisonnement pour chaque poste de pratiques entre 2007 et 2014. En orange, le poste « protection des cultures ». En violet, le poste « fertilisation ». En bleu, le poste « irrigation ». Les chiffres renvoient chacun à l'identifiant du méta-raisonnement. 1 : « Maximiser le rendement et la qualité des cultures » ; 2 : « Maximiser la marge de la culture » ; 3 : « Privilégier le potentiel de production à long terme » ; 4 : « Limiter l'usage des intrants » ; 5 : « Limiter le temps de travail ». Pour le poste irrigation, la valeur 0 renvoie à l'absence d'irrigation sur l'exploitation.

Les exploitations situées sur la ligne en pointillés ne réalisent pas de changement de leur méta-raisonnement. Les exploitations situées au-dessus de la ligne en pointillés réalisent un changement de méta-raisonnement dans le sens d'une moins grande dépendance aux intrants et d'une diminution de l'aversion au risque. Aucune exploitation ne se situe en dessous de la ligne en pointillés, ce qui signifierait un changement de méta-raisonnement dans le sens d'une plus grande dépendance aux intrants et d'une augmentation de l'aversion au risque.

disparition du colza dans la succession initiale, remplacé par du tournesol et ii) à l'introduction d'une nouvelle succession (maïs / blé) également associée au type « successions courtes sans colza » (Succ_prtps) sur les parcelles acquises entre 2007 et 2014.

11 exploitations maintiennent le même nombre et les mêmes types de successions de cultures. Cependant, 8 de ces 11 exploitations modifient significativement la proportion de SAU associées à un type ou plus de successions de cultures entre 2007 et 2014 (variation supérieure à $\pm 1\%$). Trois dynamiques de changements peuvent être observées :

- une **augmentation de la part de couverts pluriannuels** au détriment des successions courtes avec colza, cette augmentation ne dépassant pas 6,0% de la SAU (exploitations S2, S3, S5 et A9) ;
- une **diminution de la part de couverts pluriannuels** au profit des successions courtes à base de colza (S6 et A8 avec respectivement -11,1% et -5,1% de couverts pluriannuels) ou de plusieurs types de successions (exploitations A1 et A7) ;
- une **diminution des surfaces associées aux successions courtes avec colza** au profit des successions longues diversifiées, grâce à l'introduction de maïs en rotation sur une partie des surfaces (exploitation A1).

3.3.2. Evolution des méta-raisonnements associés aux pratiques entre 2007 et 2014 au sein des exploitations

Sur la période 2007-2014, **11 des 21 exploitations enquêtées connaissent un changement des méta-raisonnements associés aux pratiques sur au moins un des trois postes de pratiques étudiées** : 4 exploitations mettent en œuvre un changement sur un poste, 5 mettent en œuvre un changement sur deux postes et 2 mettent en œuvre un changement simultanément sur les trois postes étudiés.

Les postes de pratiques sur lesquels sont mis en œuvre un changement de méta-raisonnement diffère d'une exploitation à l'autre (**Figure 28**). 4 exploitations modifient leur façon de raisonner les pratiques de protection des cultures, 9 modifient leur façon de raisonner les pratiques de fertilisation et 4 des 6 exploitations disposant d'irrigation en 2007 modifient leur façon de raisonner leurs pratiques d'irrigation. En plus de ces 4 exploitations, 2 autres acquièrent la possibilité d'irriguer certaines de leurs parcelles, ce qui amène nécessairement à un changement de pratiques.

Dans l'ensemble des exploitations qui modifient leur méta-raisonnement, **les changements se font dans le sens d'une moins grande dépendance aux intrants chimiques et à l'irrigation**. Concernant les postes « protection des cultures » et fertilisation », **les exploitations qui changent de pratiques ne sont pas celles présentant le niveau le plus élevé de dépendance aux intrants** (méta-raisonnement R1). Il s'agit dans la très grande majorité des cas d'exploitations dont les pratiques visent à maximiser la marge de la culture (méta-raisonnement R2). Les changements mis en œuvre conduisent alors soit à privilégier le potentiel de production à long terme (1 exploitation pour le poste protection des cultures, 4 exploitations pour le poste fertilisation), soit à limiter l'usage des intrants (4 exploitations pour le poste protection des cultures, 5 exploitations pour le poste fertilisation). Concernant le poste « irrigation », les exploitations qui changent de pratiques sont celles irriguant systématiquement du maïs (méta-raisonnement R1). Dans 3 cas sur 4, le changement aboutit à une forte réduction de l'usage de l'irrigation (méta-raisonnements R4 et R5) qui peut être temporaire ou définitive (abandon des droits d'irrigation).

Les principales pratiques relevées en enquêtes qui expriment ces changements de méta-raisonnement sont :

- la diminution du nombre de passages en herbicide sur céréales : les stratégies de désherbage s'appuient alors sur un passage d'herbicide sur la base d'un produit complet à pleine dose. Ce passage peut se faire aussi bien à l'automne pour gérer dès l'implantation de la culture les problèmes d'adventices et permettre un bon taux de couverture du sol, qu'au printemps pour traiter les problèmes d'adventices qui n'ont pas pu être gérées par le travail du sol avant implantation (levée de printemps).
- la mise en place de binage sur tournesol et maïs : le désherbage mécanique permet un moindre recours aux herbicides sur ces cultures, ainsi que de gérer les adventices qui se seraient déployées sur les autres cultures de la succession.
- la diminution des apports d'azote minéral sur blé tendre : la diminution des apports passent principalement par une suppression du dernier apport et donc généralement de l'objectif de satisfaire un taux de protéine de référence. Le premier des trois apports restants est alors retardé autant que possible pour assurer une valorisation plus longue de l'azote sur le cycle de la culture. Hormis pour l'exploitation en système biologique, la diminution des apports en azote minéral sur blé tendre ne s'est pas traduite par une compensation sous forme d'azote organique.
- le raisonnement de la fertilisation à l'échelle de la rotation : l'introduction de légumineuses dans la succession est un des leviers mobilisés par les exploitations pour réduire les apports en azote minéral.
- l'arrêt de l'irrigation sur maïs grain : certains débouchés font l'objet d'une dérogation dans un contexte de restrictions d'eau, tels que les cultures de semences, les cultures légumières ou les plantes médicinales. Les exploitations qui disposent de contrat dans ces filières réallouent l'irrigation à ces cultures au détriment des surfaces en maïs qui diminuent. En l'absence de ces débouchés, les surfaces en maïs se concentrent sur les parcelles de l'exploitation qui ne nécessitent pas d'irrigation (parcelles de fond de vallée).

Dans certains cas, la mise en place de ces pratiques ne conduit pas pour autant à un changement de méta-raisonnement. Deux situations ont été observées. Dans le premier cas, les exploitations sont déjà à un niveau faible de dépendance aux intrants chimiques sans pour autant avoir mis en place de leviers agronomiques. **La mise en place de techniques alternatives aux intrants chimiques permet alors de conforter l'exploitation dans son méta-raisonnement « limiter l'usage des intrants » sans le changer.** C'est le cas par exemple dans les exploitations qui mettent en place du désherbage mécanique sur tournesol alors qu'elles avaient un faible niveau d'usage des herbicides. Dans le second cas, c'est la situation inverse qui s'observe. **Lorsque la mise en place d'une pratique dite alternative n'amène pas à changer le recours aux intrants chimiques et que celui-ci reste élevé, alors on considère que le méta-raisonnement n'a pas changé.** C'est le cas par exemple des exploitations qui mettent en place du désherbage mécanique sur certaines cultures tout en maintenant un usage fort des herbicides et un objectif premier de rendement de la culture (sans prise en compte des facteurs de variabilité annuelle). Un autre exemple consiste à intégrer des légumineuses dans la succession sans véritablement prendre en compte l'effet précédent lors des apports en azote minéral sur la culture suivante (blé).

Encart 1 : Contraintes limitant l'implantation de certaines successions de cultures relevées dans les exploitations enquêtées sur la plaine Sud de Niort

Les contraintes sont d'abord d'ordre économique. L'implantation de successions de cultures longues et diversifiées demande de disposer des débouchés permettant de valoriser ces cultures de diversification, voire même d'accéder à des contrats (cultures spécialisées et semences notamment). Inversement, la faible valorisation économique de certaines cultures (légumineuse par exemple) n'incite pas à leur intégration dans les successions si on ne prend pas en compte leurs effets bénéfiques à l'échelle de la succession. De même, les couverts pluriannuels sont une forme de succession considérée comme pas ou peu productive dans les systèmes de grandes cultures, ce qui explique les faibles surfaces qui leur sont allouées. Le développement de ces surfaces nécessite une valorisation économique soit comme approvisionnement fourrager à l'extérieur de l'exploitation, soit sous forme de compensation environnementale.

Les contraintes sont également d'ordre pédoclimatique et donc technique. Fortement dépendante des conditions pédoclimatiques, la monoculture de maïs se retrouve dans les exploitations qui disposent de sols hydromorphes à forte réserve utile (sols alluvionnaires de fond de vallée majoritairement) et/ou d'irrigation, ce qui explique les faibles surfaces qui lui sont allouées. Tout comme la monoculture de maïs, les successions avec une dominante de cultures de printemps présentent une sensibilité au risque hydrique et sont donc majoritairement implantées sur des terres avec une réserve utile importante (groies profondes, terres rouges à châtaigniers) ou avec un accès à l'irrigation. Ces contraintes techniques peuvent limiter aussi l'implantation des cultures de diversification, y compris dans les exploitations disposant des débouchés, si elles ne disposent pas de sols adaptés ces cultures ou d'irrigation parfois nécessaire pour certains types de contrats (semences et légumes industriels par exemple).

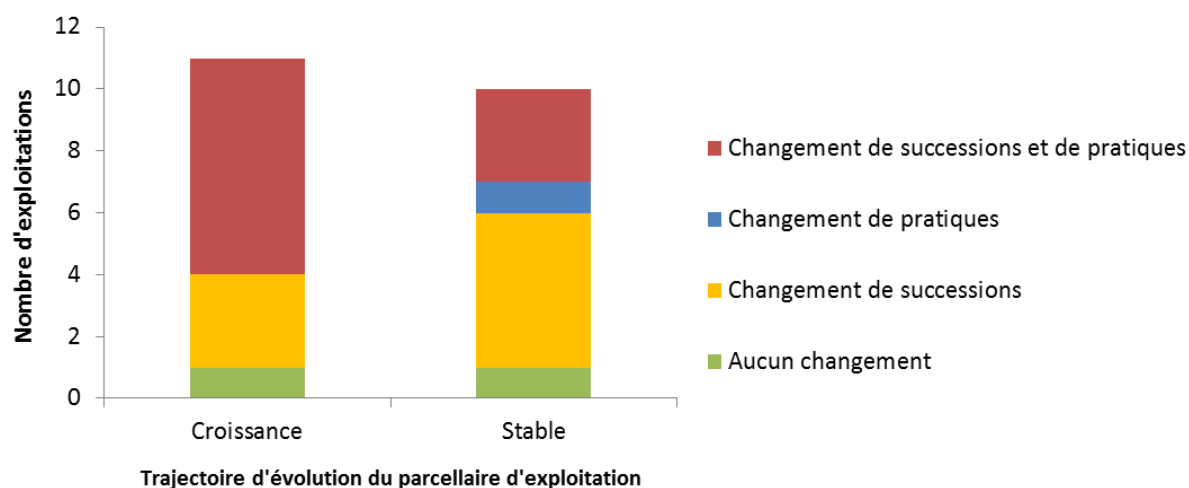


Figure 29 : Changements de système de culture (successions de cultures et/ou raisonnement des pratiques) observés dans les exploitations stables (n=10) et en croissance (n=11) entre 2007 et 2014.

3.4. Identification des facteurs de changement de systèmes de culture dans les exploitations enquêtées sur la période 2007-2014

Différents facteurs de changement des systèmes de culture ont été identifiés en enquêtes : l'évolution des parcelles d'exploitation, l'évolution du contexte économique liée à l'opportunité de nouvelles filières, l'évolution du contexte réglementaire et environnemental liée à l'opportunité de souscription à des MAET et aux restrictions d'irrigation, ainsi que l'évolution du contexte social pour les agriculteurs approchant de la retraite. Ces facteurs de changement agissent principalement sur l'évolution des successions de cultures en tempérant ou renforçant les contraintes limitant leur implantation sur les exploitations (**Encart 1**), sauf dans le cadre de facteurs visant explicitement les pratiques (MAET incitant à une réduction des intrants par exemple).

3.4.1. Liens entre évolutions des parcelles d'exploitation et évolutions des systèmes de culture sur la période 2007-2014

La part d'exploitations ayant connu des changements de systèmes de culture entre 2007 et 2014 a été comparée pour les exploitations stables et les exploitations en croissance (**Figure 29**). Un changement de systèmes de culture a été considéré comme effectif dès lors qu'une des composantes des systèmes de culture (successions de cultures ou pratiques) évoluait entre 2007 et 2014.

Au cours de la période 2007-2014, la très grande majorité des exploitations font évoluer leurs systèmes de culture, que celles-ci aient des parcelles en croissance (10 des 11 exploitations en croissance) ou stable (9 des 10 exploitations stables). La majorité des changements de systèmes de culture s'adresse aux deux composantes des systèmes (10 exploitations), ce qui n'est pas étonnant compte tenu de l'interdépendance forte des deux composantes.

Bien qu'aucun lien systématique ne puisse être établi entre évolutions des systèmes de culture et évolutions des parcelles, l'agrandissement peut parfois expliquer un changement de systèmes de culture en modifiant les contraintes pédoclimatiques et techniques de l'exploitation. Deux situations se rencontrent alors :

- 1) **L'agrandissement des parcelles constitue un levier à la diversification des systèmes de culture.** Cela s'observe dans les exploitations où l'agrandissement conduit à l'acquisition d'irrigation (exploitations A4 et A6) ou de parcelles ayant des conditions pédoclimatiques spécifiques nécessitant l'implantation de nouvelles cultures (exploitation A6). L'agrandissement offre alors l'opportunité 1) d'introduire de nouvelles successions dans l'exploitation et 2) de pratiquer l'irrigation jusqu'alors absente de l'exploitation. Pour ne pas avoir une surface trop importante associée à une même culture, les exploitations en croissance, notamment celles ayant des gains très importants de SAU, peuvent aussi avoir recours à la diversification des successions de cultures pour sécuriser le revenu (exploitation A6).
- 2) **L'agrandissement des parcelles a un effet seulement sur les successions de cultures en modifiant leur répartition dans la SAU.** Lorsque plusieurs successions sont présentes sur l'exploitation, l'acquisition de nouvelles parcelles peut conduire à l'extension de la surface associée à une seule de ces successions selon les contraintes pédoclimatiques qu'elles présentent, modifiant de fait la répartition des successions de cultures dans la SAU (exploitations A7 et A8).

Tableau 27 : Facteurs expliquant l'évolution des systèmes de culture dans les 21 exploitations enquêtées entre 2007 et 2014. La mention « S » renvoie à un effet sur les successions de cultures, la mention « P » à un effet sur les pratiques associées, la mention « X » à l'action d'un facteur sans que celui-ci ne modifie les types de successions (évolution de la succession mais associée au même type) ou les pratiques. Les exploitations qui n'ont pas changé de systèmes de culture figurent en gris.

	Evolution du parcellaire	Opportunités de nouvelles filières	souscription à des MAET limitant l'usage des intrants	Restrictions d'irrigation	Approche de la retraite ou passage à une retraite active	Autres
S1			S / P	S/P	S/P	
S2			S			
S3						S
S4			S	S/P	S/P	
S5			S			
S6			S / P			
S7		X				P
S8			S			
S9						
S10						S
A1						S
A2						
A3			S / P			
A4	S/P		S / P			
A5		S/P		S/P	S/P	
A6	S/P	S				
A7	S					
A8	S		P			
A9						S
A10		S	S / P			
A11		S	S / P			

Outre la **présence d'autres moteurs incitant au changement de successions**, l'absence de différences marquées entre exploitations stables et exploitations en croissance peut s'expliquer par **l'ampleur des variations de SAU et la SAU résultante dans les cas d'agrandissement**. Lorsque le gain de SAU est limité (< 10 ha) et/ou lorsqu'il ne conduit pas à une surface supérieure à environ 100 ha par UTH disponible sur l'exploitation, les agriculteurs ne révisent pas le fonctionnement de leur exploitation. Leur perception du risque économique lié à une surface importante associée à une même culture ne change pas et la main d'œuvre disponible est suffisante pour gérer les nouvelles surfaces. Lorsque l'agrandissement est faible (< 5 ha), il peut même ne pas être perçu comme tel par l'exploitation (exploitations A1 et A11). En l'absence d'autres moteurs incitant au changement de successions, les successions de cultures ne changent pas (exploitation A2) : les successions présentes sont alors réparties selon les mêmes proportions sur le nouveau parcellaire. Par ailleurs, l'absence de différences marquées entre exploitations stables et exploitations en croissance peut s'expliquer par une **faible variation du morcellement et de la dispersion des parcelles**. L'agrandissement ne conduit pas alors à une évolution du morcellement et de la dispersion telle qu'elle demande de mettre en place des pratiques distinctes sur les nouvelles parcelles éloignées. Lorsque c'est le cas, le **potentiel plus important de ces parcelles** ou la **constitution de lots de surface conséquente** justifient les déplacements de l'agriculteur et ne conduit pas à une distinction des pratiques entre parcelles proches et parcelles éloignées (simplification notamment sur ces dernières).

3.4.2. Autres facteurs de changement des systèmes de culture sur la période 2007-2014

L'évolution des parcellaires d'exploitation comme facteur d'évolution des systèmes de culture a fait l'objet d'un traitement spécifique (voir ci-dessus). D'autres facteurs de changement peuvent agir sur les déterminants pris en compte et/ou sur le poids qui leur est accordé dans le choix des systèmes de culture. Les facteurs de changement étudiés ici agissent principalement sur les déterminants économiques pris en compte par les exploitations : opportunités de filière, souscription à des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET), restriction de l'irrigation et évolution d'activité de l'exploitant. Les effets de ces facteurs d'évolution sur les composantes « succession de culture » (S) et/ou « pratiques » (P) sont détaillés pour chaque exploitation enquêtée dans le **Tableau 27**. Plusieurs facteurs interviennent généralement dans l'évolution des systèmes de culture et il n'est pas toujours aisé d'identifier celui qui explique les changements de systèmes de culture.

Nous analysons ici plus en détail l'effet des différents facteurs de changement, autre que l'évolution du parcellaire d'exploitation, sur l'évolution de successions de cultures et des pratiques.

➤ Nouvelles opportunités de filières

Pour sécuriser le revenu de l'exploitation face aux aléas climatiques ou aux fluctuations du prix de vente des récoltes, certaines exploitations cherchent à diversifier leur assolement. La diversification passe généralement par l'implantation de cultures à forte valeur ajoutée (parfois sous contrats) du fait de hauts critères de qualité et, dans une moindre mesure, par l'implantation de cultures dont les avantages agronomiques compensent à l'échelle de la rotation une moindre valorisation économique l'année de la culture. **Dans les deux cas, la diversification est conditionnée par les conditions pédoclimatiques des exploitations, leurs moyens techniques (irrigation principalement) et leur localisation géographique par rapport au bassin de collecte des filières (exploitations A5, A6, A10 et A11).**

Encart 2 : MAET limitant l'usage des intrants auxquelles ont souscrit les agriculteurs enquêtés parmi les MAET disponibles sur les AAC du Vivier et de la Courance et sur la zone atelier de Chizé

1. Limitation de la fertilisation azotée (moyenne de 120 u. N/ha/an sur les parcelles engagées représentant au moins 50% de la SAU et maximum de 190 u. N/ha/an sur les parcelles non engagées);
2. Réduction progressive des traitements herbicides (objectif en 4e année d'atteindre 60% de l'IFT de référence, soit : 1,69 → 1,38 → 1,18 → 1,01),
3. Conversion à l'agriculture biologique ;
4. Implantation d'une culture d'intérêt faunistique, en l'occurrence de la luzerne, encore appelée « luzerne sans intrants » (implantation pour 5 ans, sans fertilisation, sans traitements chimiques, sans interventions mécaniques du 15 mai au 31 août) ;
5. Amélioration d'un couvert déclaré au titre du gel, encore appelée « jachère faune sauvage » (pas de fertilisation, pas de traitements chimiques, pas d'interventions mécaniques du 15 mai au 31 août)

Entre 2007 et 2014, la zone d'étude a vu l'apparition de nouvelles filières. La **production d'œillette** à des fins pharmaceutiques est celle qui s'est le plus largement développée du fait d'un glissement vers le Sud du bassin de production initialement présent au Nord de Niort et de la possibilité de conduire la culture sans irrigation. Cette nouvelle opportunité de filière explique le changement des successions de cultures dans 4 exploitations. 3 agriculteurs ont également eu accès à des **filières de production de légumes industriels ou de semences**, sans que ces filières se soient particulièrement positionnées sur la zone d'étude comme dans le cas de l'œillette. Diversifier les cultures dans ces exploitations vise principalement à valoriser l'irrigation sur des cultures offrant une meilleure rentabilité et pouvant faire l'objet de dérogations en cas de restriction d'eau⁴⁸. **D'autres filières sont enfin en cours d'émergence (soja, luzerne...)** et certains agriculteurs envisagent déjà d'intégrer ces cultures à titre d'essai sur de faibles surfaces.

- Possibilité de souscrire à des mesures agro-environnementales territorialisées (MAET) limitant l'usage des intrants

16 des 21 exploitations enquêtées ont souscrit à partir de 2009 (date de mise en place) à une ou plusieurs MAET⁴⁹ limitant l'usage des intrants dans les systèmes de culture. Ces MAET ont pour objectif soit de limiter directement l'usage des intrants, soit de favoriser l'implantation de couverts extensifs (**Encart 2**).

La souscription à une MAET limitant la fertilisation (7 exploitations : S1, S6, S8, A3, A4, A8 et A11) et/ou les traitements herbicides (6 exploitations : S1, S8, A3, A4, A8 et A11) explique les changements de systèmes de culture observés entre 2007 et 2014 pour ces exploitations. Les changements opérés sont progressifs sur l'exploitation. Ils sont **mis en place d'abord à l'échelle des cultures** (exploitations S6 et A8) en réalisant une réduction des intrants, voire des impasses (*e.g.* absence d'apport azoté sur tournesol), associées à des techniques alternatives (*e.g.* introduction du binage sur tournesol et maïs), **puis également à l'échelle de la succession** (exploitations S1, S8, A3, A4 et A11) en valorisant les cultures ayant un intérêt agronomique ou en réduisant celles ayant une forte consommation en intrants. Lorsqu'un changement de successions⁵⁰ est mis en œuvre, la souscription à une MAET limitant l'usage des intrants conduit au **remplacement de tout ou une partie des successions courtes à base de colza, soit par des successions longues et diversifiées** (intégration d'une nouvelle tête de rotation peu consommatrice en intrants), **soit par des successions courtes à base de cultures de printemps** (suppression ou remplacement du colza qui a

⁴⁸ Certaines cultures font l'objet de dérogation, *i.e.* sont exclues des mesures de restriction et d'arrêt total selon des dispositions particulières propres à chaque département. Les cultures concernées par les dérogations diffèrent d'un département à l'autre en fonction de la disponibilité en eau, de l'aptitude agricole des sols, de la topographie... Parmi les cultures pouvant bénéficier de mesures de restriction atténuées dans les Deux-Sèvres, on trouve les cultures médicinales, ainsi que les cultures légumières. Les cultures de semences peuvent également faire l'objet de dérogations exceptionnelles. (Sources : <http://www.eau-poitou-charentes.org>)

⁴⁹ A ces MAET spécifiques à la plaine Sud de Niort s'ajoutent des MAE disponibles à l'échelle nationale telles que la MAE rotationnelle. C'est cette MAE, dont les modalités ont évolué entre 2007 et 2014, qui explique le changement de successions de cultures dans une exploitation.

⁵⁰ Une des exploitations ayant souscrit à des MAET limitant l'usage des intrants tolère une réduction des doses d'azote et des herbicides quelle que soit la culture et pratique des techniques alternatives (*e.g.* semis moins dense et moins précoce permettant de pratiquer des faux-semis, ainsi que du désherbage mécanique sur tournesol et même colza). Elle ne va donc pas jusqu'à modifier les successions pour satisfaire les contraintes de la MAET.

des demandes élevées en azote et en herbicides). Tout comme les nouvelles opportunités de filière, ces MAET peuvent participer à la **diversification des successions** (exploitations S8, A3 et A11).

Outre le changement effectif de pratiques, la souscription à une MAET « conversion à l'agriculture biologique » explique le **remaniement complet des successions de cultures** dans l'exploitation A10. Cette exploitation présente en 2014 une succession longue et diversifiée qui intègre des cultures destinées à l'alimentation humaine et donc à forte valeur ajoutée, des légumineuses pour assurer les apports en azote aux cultures sur la succession et des céréales plus rustiques.

La souscription à une MAET « luzerne sans intrants » (13 exploitations) explique **l'augmentation de la part de SAU associée à des couverts pluriannuels** entre 2007 et 2014 dans six exploitations (exploitations S1, S2, S4, S5, S8 et A3). L'implantation des nouvelles surfaces en couverts pluriannuels s'est faite principalement sur les petites parcelles les moins favorables aux autres cultures. Le changement est donc très localisé sur l'exploitation. La souscription à une MAET « jachère faune sauvage » n'a quant à elle pas conduit au développement des couverts pluriannuels sur l'exploitation. Elle a uniquement permis le maintien de jachères déjà en place sur les parcelles peu adaptées à la production et/ou une valorisation économique de ces jachères. A noter que les MAET « luzerne sans intrants » et « jachère faune » ne sont disponibles que sur la zone atelier de Chizé.

➤ Restrictions d'eau et moindre rentabilité de l'irrigation en monoculture de maïs

Le risque économique associé à un contexte de restrictions répétées d'irrigation, le moindre prix de vente du maïs grain, ainsi que les contraintes humaines liées au temps travail, ont amené les agriculteurs à réfléchir la **rentabilité de l'irrigation sur leur exploitation et à revoir les systèmes de culture** présents sur leur exploitation (suppression des cultures irriguées ou changement de leur nature avec l'évolution des pratiques d'irrigation). En absence de débouchés permettant de valoriser l'irrigation⁵¹ ou à l'approche de la retraite, 4 exploitations ont fait le choix de **réduire l'irrigation** sur leur exploitation. Le recul de l'irrigation y prend différentes formes : réduction des surfaces en maïs grain irrigué (exploitation A10), abandon provisoire (exploitations S1 et S4), arrêt définitif à l'occasion de la MAET « désirrigation » (exploitation A5). La présence d'irrigation apporte une valeur ajoutée à l'exploitation au moment de sa transmission ce qui **motive souvent le maintien des droits à l'irrigation** (ce qui n'est pas le cas dans la MAET « désirrigation ») malgré la vente éventuelle du matériel (exploitations S1 et S4). Cela laisse également la possibilité d'intégrer de nouvelles filières si celles-ci demandaient de l'irrigation (exploitation A10).

L'abandon, provisoire ou définitif, sur tout ou une partie de l'exploitation, de l'irrigation explique les changements de systèmes de culture dans ces 4 exploitations. Les changements portent **exclusivement sur les successions, sans effet sur les pratiques autres que l'irrigation**. Les changements de successions correspondent à l'abandon de la monoculture de maïs irrigué (exploitation S4) ou des successions intégrant du maïs grain irrigué associé éventuellement à d'autres cultures de printemps (exploitations S1 et A5) pour des successions intégrant davantage de cultures

⁵¹ En présence des débouchés, deux exploitations valorisent l'irrigation sur des cultures spécialisées faisant l'objet de dérogation pour l'irrigation, car destinées à l'alimentation humaine ou aux semences. Cette valorisation a été réfléchi soit avant 2007, soit directement au moment de l'acquisition de l'irrigation entre 2007 et 2014. On n'a donc pas observé de modification des systèmes de culture irrigués à proprement parler dans ces exploitations entre 2007 et 2014. Néanmoins, il est important de noter qu'un tel changement des systèmes de culture (passage d'un système à base de maïs grain vers des systèmes à base de cultures spécialisées) pourrait être retrouvé dans d'autres exploitations de la zone d'étude sur une période récente.

d'hiver, moins sensibles au stress hydrique. Les successions mises en place sont alors très diverses (monoculture de blé, successions courtes à base de colza, successions longues et diversifiées), **le choix du système de culture de remplacement étant lié aux autres facteurs influençant les changements des systèmes de culture sur l'exploitation.**

➤ L'approche de la retraite ou le passage à une retraite active

L'activité agricole constitue en 2014 dans certaines exploitations enquêtées une activité secondaire dans le cadre soit d'une double activité, soit d'une retraite active. L'objectif est souvent de dégager un revenu complémentaire sans trop d'investissement en équipement, intrants et main d'œuvre.

Cette transition d'activité principale à activité secondaire s'est effectuée entre 2007 et 2014 pour une exploitation et est anticipée par deux agriculteurs qui approchent de la retraite. L'approche de la retraite⁵² a conduit dans une exploitation à l'abandon de l'atelier d'élevage et des systèmes de culture associés (forte composante de maïs, en partie irrigué) pour des **systèmes de culture plus simples ne s'appuyant plus ou peu sur l'irrigation** (exploitation S1). L'approche de la retraite justifie également **l'abandon de l'irrigation** dans une autre exploitation pour se dégager davantage de temps libre en fin de carrière (exploitation A5). Une dernière exploitation présente un comportement très atypique dans la mesure où l'exploitation se maintient dans la famille sans désigner de repreneur direct : la gestion de ce patrimoine familial est collective, ce qui conduit à une **très forte simplification du système de culture** à la fois pour l'agriculteur retraité et ses enfants qui ne travaillent pas dans le milieu agricole (exploitation S4).

⁵² Dans le cas où le système de culture est déjà simple, l'approche de la retraite peut seulement inciter l'agriculteur à ne pas mettre en place de changement (un cas).

Synthèse : Systèmes de culture et changements observés dans un échantillon d'exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2014

L'analyse des systèmes de culture dans un échantillon d'exploitations, sélectionnées *a priori* pour leur trajectoire d'évolution de parcellaire, nous a permis de mettre en évidence **une grande diversité de successions de cultures et de méta-raisonnements associés à trois postes de pratiques**.

Sur la composante « succession de cultures », nous avons identifié **sept types de successions de cultures** dans les exploitations. Ces types vont de la monoculture (couverts pluriannuels, maïs ou blé) à des successions longues et diversifiées, en passant par des successions courtes soit à dominante de colza, soit à dominante de cultures de printemps, sans colza.

Sur la composante « pratique », **cinq méta-raisonnements** ont été identifiés à l'échelle des exploitations pour trois postes de pratiques (protection des cultures, fertilisation et irrigation). En 2007, les pratiques mises en œuvre par les exploitations visent principalement à maximiser la production ou la qualité des cultures ou à maximiser la marge des cultures. Les exploitations peuvent néanmoins présenter des méta-raisonnements différents selon le poste de pratiques considéré.

L'analyse des changements de systèmes de culture a montré que ceux-ci s'adressent aussi bien aux successions (évolution du nombre de types de successions, de leur nature ou de leur répartition dans la SAU de l'exploitation) qu'aux pratiques (évolution du degré de dépendance aux intrants chimiques).

Parmi les 21 exploitations analysées, seules 3 ne modifient pas leur combinaison de successions de cultures. Sur les 18 exploitations pour lesquelles des changements de successions de cultures ont été observés entre 2007 et 2014, deux dynamiques d'évolution des successions de cultures ont été observées : une **augmentation des successions composées de couverts pluriannuels** (graminées et luzerne) et une **diminution des successions courtes dominées par le colza, le tournesol et le blé, diminution se faisant majoritairement au profit de successions plus longues et diversifiées ou de successions courtes sans colza**. Ces changements s'effectuent préférentiellement par une réorganisation, sur une partie du parcellaire, des successions de cultures présentes en 2007.

Entre 2007 et 2014, la moitié des exploitations enquêtées font évoluer leur méta-raisonnement sur un ou plusieurs postes de pratiques. Ces évolutions vont principalement dans le sens d'une **moins grande dépendance aux intrants chimiques** de façon soit à privilégier le potentiel de production à long terme, soit à limiter l'usage des intrants pour réduire les charges sur l'exploitation et/ou les pressions exercées par les pratiques sur l'environnement. Une autre évolution importante concerne la **valorisation de l'irrigation sur des cultures à forte valeur ajoutée** (semences, cultures industrielles) plutôt que sur le maïs. Lorsque la mise en place d'une pratique dite alternative n'amène pas à changer le recours aux intrants chimiques et que celui-ci reste élevé, alors on considère que le méta-raisonnement n'a pas changé. Cette analyse montre l'intérêt de passer par des méta-raisonnements plus englobants, prenant en compte différents indicateurs de pratiques, pour caractériser les changements plutôt que de s'intéresser à des pratiques prises individuellement.

L'analyse des facteurs d'évolution des systèmes de culture a mis en évidence que, si l'évolution du parcellaire de l'exploitation est un facteur favorisant l'évolution des systèmes de culture, de nombreux autres facteurs interviennent tels que les opportunités de filières et la possibilité de souscrire à des MAET.

La diversification des successions engendrée par les opportunités de filières peut être un levier à l'évolution des pratiques (exploitation A5) dont le raisonnement ne se fait plus à l'échelle de la culture (méta-raisonnements R1 et R2), mais aussi de la succession (méta-raisonnements R3 et R4). Néanmoins, bien que la diversification des successions de cultures permette de favoriser le potentiel productif à long terme (*e.g.* rupture des cycles de maladie et de ravageurs), la majorité des exploitations la gère **avant tout selon des coûts d'opportunité économique**. Cela pose la question de la **durabilité des changements de successions mis en place dans ces exploitations si les cultures de diversification présentent à terme une moindre rentabilité ou si le bassin de production de cultures très spécifiques se déplace à nouveau**.

La compensation économique apportée par les différentes MAET conduit les exploitations à limiter l'usage des intrants et à prendre en compte le potentiel de production sur le long terme en favorisant les régulations biologiques (diversification des cultures, allongement des rotations, intégration de cultures avec des avantages agronomiques telles que les légumineuses...). **Ce nouvel objectif environnemental n'a pu être intégré que grâce aux MAET qui réduisent les désavantages économiques associés à certains systèmes de culture**. L'intérêt environnemental, mais aussi économique (maximisation de la marge à l'hectare), de la conversion à l'agriculture biologique motive par exemple le changement de système de culture. Mise à part la conversion à l'agriculture biologique qui a une vocation définitive, l'importance du facteur économique dans les changements réalisés pose la question de la **durabilité des changements suite à l'arrêt des subventions**.

**PARTIE 3 : ANALYSE DES LIENS ENTRE EVOLUTIONS DES
PARCELLAIRES D'EXPLOITATION ET EVOLUTIONS DES SUCCESSIONS
DE CULTURES SUR UN PETIT TERRITOIRE AGRICOLE**

—

**ANALYSE DES ASSOLEMENTS COMME EXPRESSION DES
SUCCESSIONS DE CULTURES**

Dans la partie 2, les liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture ont été analysés pour un échantillon restreint de 21 exploitations. Les résultats de cette analyse, menée à partir de données d'enquêtes, ont mis en évidence une diversité de systèmes de culture exerçant des pressions plus ou moins fortes sur l'environnement et une diversité de changements dans les exploitations. L'analyse des facteurs d'évolution des systèmes de culture a mis en évidence que les évolutions de parcellaires sont un des facteurs d'évolution des systèmes de culture. Néanmoins, ce seul facteur n'explique pas l'ensemble des changements observés, notamment ceux s'adressant aux successions de cultures.

L'objectif de cette partie est d'analyser les liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des successions de cultures de façon quasi-continue à l'échelle d'un territoire agricole. Il s'agit i) de tester sur un large ensemble d'exploitations la généralité des résultats établis en partie 2 (y compris pour d'autres trajectoires d'évolution que la stabilité et la croissance, et d'autres systèmes de production que les céréaliers) et ii) d'analyser la répartition spatiale de ces changements sur la zone d'étude.

Compte tenu de l'étendue du territoire considéré et des données disponibles, la caractérisation des systèmes de culture à partir de données récoltées en enquêtes n'est pas envisageable. Il est en revanche possible d'avoir recours à des bases de données génériques, mais celles-ci conditionnent les variables accessibles pour décrire les systèmes de culture. Le RPG, qui a déjà été exploité en partie 1 pour les informations qu'il donne sur la structure des parcellaires d'exploitation, fournit également des informations sur l'occupation du sol dans chaque exploitation, mais ne renseigne pas leurs pratiques. Cette base de données ne permet donc pas de caractériser la composante « pratiques » des systèmes de culture et conduit à **restreindre l'analyse à la composante « successions de cultures »**. Par ailleurs, bien que ces informations permettent d'établir des séquences de cultures sur les îlots, elles ne renseignent pas le raisonnement de l'agriculteur quant à la construction de ses successions de cultures une année donnée, rendant difficile l'identification des changements de successions de cultures à des pas de temps courts⁵³. Pour contourner cet obstacle, j'ai donc choisi de **considérer l'assolement d'une exploitation comme une expression des successions de cultures mises en œuvre par l'exploitant sur son parcellaire**. Cela revient à considérer que la diversité de l'assolement une année donnée permet d'approcher la diversité temporelle des successions de cultures mises en œuvre sur une exploitation la même année. Les changements d'assolement connus entre deux dates sont alors considérés comme marqueurs des changements de successions de cultures.

L'analyse a été menée sur la période 2007-2013, dates auxquelles le RPG était disponible au moment de ce travail, et pour les 416 exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée en partie 1. Dans un premier temps, les changements d'assolement ont été étudiés en prenant en compte l'ensemble des cultures présentes et en s'intéressant à l'évolution de l'orientation culturelle des assolements, du nombre de cultures présentes et de leur répartition. Dans un second temps, les changements d'assolement ont été étudiés en portant une attention particulière aux changements d'usage des sols impliquant des prairies permanentes. Le suivi spécifique de cette occupation du sol présente un intérêt pour de nombreux enjeux environnementaux sur la plaine Sud de Niort. Dans les deux cas (assolement et usage des sols), on a cherché à voir si l'évolution des parcellaires des exploitations était un moteur des changements.

⁵³ Par exemple, une séquence colza-blé-tournesol-blé peut être la résultante du maintien d'un modèle de succession sur 4 ans « colza-blé-tournesol-blé » ou du passage d'un modèle de succession sur 2 ans « colza-blé » à un autre modèle de succession sur 2 ans « tournesol-blé ».

1. Des successions de cultures à l'assolement

A l'échelle d'un territoire agricole, de nombreux problèmes de gestion des ressources naturelles sont liés à la nature, à la diversité et à la localisation des systèmes de culture, *i.e* des successions de cultures et des pratiques associées à chacune des cultures (Sebillote, 1990). Les gestionnaires d'espaces à enjeux environnementaux ou écologiques sont particulièrement intéressés par une caractérisation des différents systèmes de culture présents sur leur territoire pour évaluer les pressions d'origine agricole et les orienter dans leurs décisions (Leenhardt et *al.*, 2010). La description et la localisation des systèmes de culture à cette échelle ont été réalisées pour estimer par exemple la demande en eau d'irrigation destinée aux activités agricoles (Leenhardt et *al.*, 2004 ; Maton et *al.*, 2007a ; 2007b ; Murgue et *al.*, 2015), la pollution des eaux de surface et des nappes souterraines par les nitrates et les pesticides résultant des pratiques agricoles (Mignolet et *al.*, 2007 ; Dupas et *al.*, 2015), le risque de dispersion des cultures génétiquement modifiées (Angevin et *al.*, 2008 ; Colbach, 2009), le risque de ruissellement érosif (Joannon et *al.*, 2006) ou encore la qualité des habitats liée à l'hétérogénéité spatiale et temporelle de la mosaïque paysagère (Joannon et *al.*, 2008 ; Thenail et *al.*, 2009).

Un territoire agricole comprend généralement un large ensemble d'exploitations. Avoir recours à des enquêtes dans chaque exploitation du territoire pour collecter les données nécessaires à la caractérisation des systèmes de culture et de leurs changements constitue une tâche longue et laborieuse et donc difficilement envisageable (Biarnès et *al.*, 2004). Trois types de données peuvent se substituer aux enquêtes : les données de télédétection, celles de bases de données existantes ou celles issues d'avis d'experts. La caractérisation des systèmes de culture à partir de ces données peut alors s'appuyer sur des déterminants de ces systèmes tels que les caractéristiques des parcelles (types de sol, disponibilité en eau), les structures d'exploitations ou l'environnement économique (Biarnès et *al.*, 2004 ; Leenhardt et *al.*, 2010) ou en hybridant différentes sources de données (par exemple base de données et enquêtes). A l'échelle d'un territoire agricole, la caractérisation des systèmes de culture fait également généralement appel à des simplifications : les variables retenues pour caractériser les systèmes de culture correspondent à un compromis entre données disponibles et variables d'intérêt par rapport aux objectifs de l'étude (Leenhardt et *al.*, 2010 ; Clavel et *al.*, 2011).

Du fait des informations disponibles à large échelle, la majorité des travaux s'intéressant à la diversité des systèmes de culture à l'échelle d'un territoire agricole ont porté sur la caractérisation des successions de cultures⁵⁴, mais n'ont pas étudié leur éventuelle dynamique temporelle. Caractériser les changements de successions de cultures sur un large ensemble d'exploitations d'un territoire permettrait aux gestionnaires de ces zones d'évaluer l'évolution des pressions et de déterminer si celle-ci se fait dans un sens favorable ou non aux processus biogéochimiques et écologiques. La plupart des évaluations *ex-ante* des pressions exercées par les activités agricoles analyse la répartition des successions en prenant en compte les contraintes pédoclimatiques. En revanche, elles prennent relativement peu en compte les parcellaires d'exploitation et leurs évolutions comme facteurs explicatifs de la répartition et de l'évolution spatiale des successions de

⁵⁴ Certaines bases de données, comme les enquêtes « Pratiques Culturelles », proposent des informations sur la conduite des principales cultures. Mais ces données correspondent à des valeurs moyennes à l'échelle de la région. Leur résolution n'est donc pas suffisamment fine pour analyser la diversité des systèmes de culture sur un plus petit territoire agricole.

cultures sur le territoire. **Considérer l'exploitation comme l'unité spatiale à laquelle est faite la description des successions de cultures et de leurs évolutions permettrait donc non seulement de mettre en évidence les liens spatiaux entre parcelles sur le territoire, mais également d'intégrer les déterminants internes ou externes (d'ordre économique par exemple) contraignant le choix des successions de cultures dans les exploitations.** Les gestionnaires d'espaces à enjeux environnementaux ou écologiques pourraient alors tester par exemple l'impact de la mise en œuvre de politiques environnementales dans des évaluations *ex-ante* ou *ex-post*.

Après avoir présenté les méthodes développées dans le cadre des travaux s'intéressant à la caractérisation des successions de cultures à l'échelle des territoires, je présenterai leurs limites pour caractériser les évolutions des successions de cultures à l'échelle des exploitations et le choix de mobiliser l'assolement comme marqueur de la combinaison de successions de cultures sur une exploitation une année donnée.

1.1. Méthodes mobilisées pour caractériser la diversité des successions de cultures sur un territoire agricole

Les travaux portant sur la caractérisation des successions de cultures à l'échelle d'un territoire agricole ont conduit au développement de nombreuses méthodes d'exploration des bases de données spatialement explicites pour établir les séquences d'occupation du sol à l'échelle des îlots. Pour identifier des séquences de cultures, ces méthodes ont eu recours soit à des intersections cartographiques sur des jeux de données continus dans l'espace tels que les données du Land Parcel Identification System (LPIS) en Europe (Schönhart et al., 2011 ; Fuzeau et al., 2012 ; Levavasseur et al., 2014 ; Trubins, 2013) ou les données du Cropland Data Layer (CDL) aux USA (Plourde et al., 2013 ; Long et al 2014a ; 2014b ; Sahajpal et al., 2014), soit à des modèles de Markov cachés (*Hidden Markov Model*) sur des jeux de données s'appuyant sur un échantillonnage de l'espace telles que les données Teruti (Leber et al., 2006 ; Mignolet et al., 2007 ; Lazrak et al., 2010 ; Xiao et al., 2015).

La grande diversité des séquences établies sur un très large ensemble de parcelles rend difficile leur interprétation. Les travaux précédents ont donc cherché à simplifier la représentation des séquences de cultures en identifiant un nombre réduit de modèles de successions de cultures. Certains auteurs cherchent également à associer à ces modèles de successions la part de surface qu'ils occupent sur le territoire agricole pour constituer des assolements de rotations (Levavasseur et al., 2015a). Pour identifier ces modèles de successions de cultures, une première méthode consiste à avoir recours à des dires d'experts pour déterminer les successions dominantes sur un territoire agricole à partir des séquences observées (Mignolet et al., 2007). Une autre méthode consiste à réaliser une classification des séquences en mobilisant le nombre de cultures présentes dans la séquence et leur périodicité (Therond, 2014) ou le degré de similarité de séquences minoritaires par rapport à des séquences majoritaires sur le territoire considéré (modèle RECRUIT de Sahajpal et al., 2014)⁵⁵. L'identification des modèles de successions de cultures peut également être faite dans un modèle d'optimisation sous contraintes respectant en particulier la proportion de chaque culture sur le territoire considéré

⁵⁵ Dans l'exemple proposé par ces auteurs, une séquence maïs / soja / maïs suivi d'une monoculture de maïs est associée à une rotation maïs / soja, car il existe une forte similarité si on substitue dans la séquence une année en maïs par une année en soja.

et/ou celle de chaque couple de cultures précédant-suivant observé dans les séquences (modèle CropRota dans Schönhart et *al.*, 2011 ; modèle RPG Explorer dans Levavasseur et *al.*, 2014).

1.2. Limites de ces méthodes pour caractériser les évolutions des successions de cultures dans l'ensemble des exploitations d'un territoire agricole

Une **première limite** à l'utilisation de ces approches pour la caractérisation des successions de cultures à l'échelle des exploitations d'un territoire agricole tient à l'**hypothèse de stabilité des modèles de successions de cultures sur les îlots** : ces travaux considèrent que la succession de cultures observée sur l'ensemble de la période analysée est représentative de la succession de cultures en place la dernière année. **Ils n'envisagent pas la possibilité de changements des modèles de successions, y compris à des pas de temps courts** alors même qu'Osman et *al.* (2015) montrent qu'un motif de successions établi sur 3 à 5 années ne permet de prédire que dans environ 60% des cas la culture qui va être implantée l'année suivante. Le recours à cette hypothèse de stabilité leur permet en effet d'exploiter l'ensemble de la profondeur temporelle des données disponibles pour établir les séquences de cultures, puis les modèles de successions de cultures associés en gommant les éventuelles marques d'un changement de successions de cultures (Sahajpal et *al.*, 2014)⁵⁶. Les méthodes présentées précédemment s'appuient sur cette hypothèse de stabilité et peuvent difficilement être retenue si on souhaite étudier les changements de successions de cultures, à moins d'étudier les changements affectant des modèles de successions particuliers⁵⁷ (monoculture ou couverts permanents) (Xiao et *al.*, 2015 ; Plourde et *al.*, 2013 ; Long et *al.*, 2014a ; 2014b) ou de mener une analyse sur des pas de temps très longs de plusieurs dizaines d'années⁵⁸ (Mignolet et *al.*, 2007) ce que ne nous permet pas notre matériel de recherche (RPG 2007-2013).

Une **seconde limite** tient à l'échelle à laquelle est caractérisée la diversité des successions de cultures. Il s'agit généralement d'échelles larges telles qu'une unité de sol (Levavasseur et *al.*, 2015b), une petite région agricole (Mignolet et *al.*, 2007) ou un État (Fuzeau et *al.*, 2012 ; Plourde et *al.*, 2013). A notre connaissance, **aucun de ces travaux ne prend explicitement en compte l'échelle de l'exploitation**, et pour cause, puisque le parcellaire des exploitations peut évoluer : l'évolution des limites du parcellaire ne permet pas d'identifier un modèle de successions de cultures qui fait sens pour le fonctionnement de l'exploitation sur l'ensemble de la plage temporelle compte tenu des îlots perdus, acquis ou échangés, qui relèvent d'une autre logique de gestion pour une partie de la plage temporelle étudiée.

⁵⁶ Dans l'exemple donné par ces auteurs, la séquence maïs / soja / maïs suivie d'une monoculture de maïs est associée à une rotation maïs / soja alors qu'elle pourrait être également associée au passage d'une rotation maïs / soja à une monoculture de maïs.

⁵⁷ Les changements d'occupation du sol (retournement de prairies permanentes ou passage d'une monoculture à une rotation, et réciproquement) sont identifiés en menant une analyse par fenêtres glissantes sur les couples de cultures précédant-suivant observés dans les séquences sur la période considérée.

⁵⁸ Les changements de succession de cultures sont identifiés en comparant les modèles de successions sur des sous-périodes.

1.3. Choix de l'assolement comme expression des successions de cultures et de leurs changements dans les exploitations d'un territoire agricole

L'assolement d'une exploitation correspond aux proportions des différentes cultures produites par l'exploitation une année donnée (Wijnands, 1999) et à l'allocation de chacune de ces cultures aux différentes parcelles de l'exploitation (Aubry et al., 1998b). La notion d'assolement est porteuse de deux significations : il s'agit soit de « l'activité consistant à définir sur le territoire de l'exploitation agricole la sole de chaque espèce cultivée », soit du « résultat de cette activité » (Maxime et al., 1995). Les travaux qui portent sur la première acception, *i.e.* « l'assolement projet » (Doré, 2012), étudient la manière dont se constitue l'assolement à l'échelle de l'exploitation, *i.e.* les processus décisionnels (*cropping plan decisions*) au début et en cours de campagne (Dury et al., 2011 ; Schaller, 2011). Les travaux s'intéressant à la description et à l'évaluation des assolements s'adressent à la deuxième acception, *i.e.* « l'assolement donné » (Doré, 2012). Le travail présenté ici se place dans cette deuxième acception du terme.

Tout comme les systèmes de culture, l'assolement d'une exploitation révèle l'importance accordée à différentes productions végétales sur une exploitation et renseigne donc pour partie l'orientation technico-économique de l'exploitation (Doré, 2012). L'assolement a été fréquemment utilisé comme marqueur des systèmes de production (Ryschawy et al., 2012 ; Chopin et al., 2015) et pour réaliser des typologies d'exploitations à l'échelle régionale (Chopin et al., 2015). L'assolement peut néanmoins être entendu à des échelles plus vastes que celle de l'exploitation agricole, par exemple à l'échelle d'unités administratives (communes, régions) ou environnementales (bassin versant). A ces échelles, l'assolement est mobilisé pour évaluer *ex-ante* ou *ex-post* l'impact de la proportion et de l'organisation des cultures sur les processus écologiques et biogéochimiques (Souchère et al., 2001 ; Joannon et al., 2006).

A l'échelle de l'exploitation, il existe un lien étroit entre assolement et successions de cultures. Selon Doré (2012), un agriculteur raisonne généralement simultanément l'assolement d'une année et ceux des années suivantes, *i.e.* l'assolement et les successions de cultures, ce qui lui permet d'anticiper les conséquences de l'assolement en cours sur ceux des années suivantes. Ces conséquences sont d'ordre agronomique (effet sur la culture suivante, délai de retour de la culture sur la parcelle), économique (espérance de marge liée à la culture, risque d'une trop grande spécialisation de l'assolement en cas de mauvaises récoltes, opportunités de filières de commercialisation) et organisationnelle (main d'œuvre et équipement disponibles). Du fait de ce lien étroit entre assolement et successions de cultures, Dury et al., (2011) proposent de dériver la composition de l'assolement d'une exploitation à partir de la nature de ses successions de cultures dans un objectif de modélisation des processus décisionnels à l'origine de l'organisation des assolements et des successions de cultures sur l'exploitation.

On choisit ici de considérer que l'assolement est une **expression des successions de cultures mises en œuvre sur l'exploitation une année donnée** et **permet de renseigner indirectement la composante temporelle des successions de cultures**. Cette approche simplifiée des successions de cultures à travers l'assolement permet de caractériser la diversité des successions en place à partir de données d'occupation du sol disponibles à l'échelle du territoire 1) sans utiliser la profondeur temporelle des données ce qui permet de capter les changements à des pas de temps courts et 2) en tenant compte des limites changeantes des parcellaires d'exploitation.

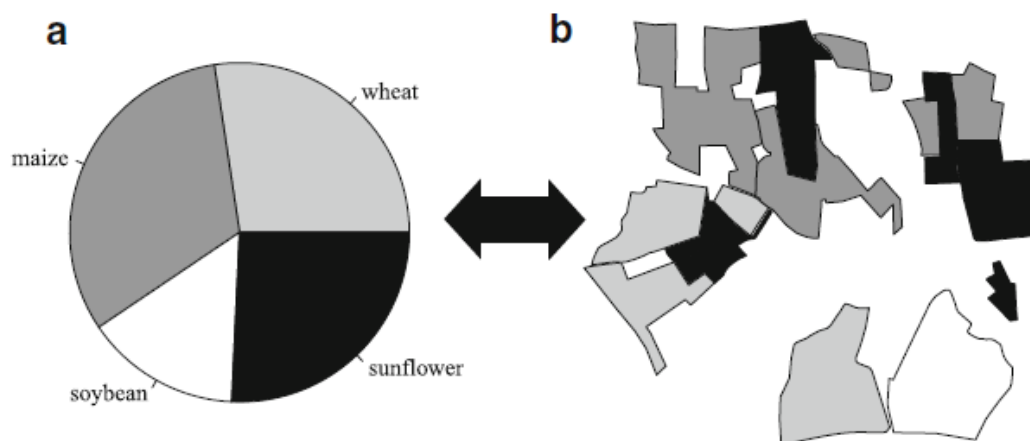


Figure 30 : Description de l'assolement vu dans sa dimension « statistique » (*crop acreage*) (a) et dans sa dimension « géographique » (*crop allocation*) (b). L'assolement peut être représenté comme la proportion de SAU associée aux différentes cultures présentes une année donnée (a), ou comme l'allocation des différentes cultures aux parcelles de l'exploitation (Source : Dury et *al.*, 2011).

Cette approche présente cependant certaines limites. Si elle permet de rendre compte des combinaisons de successions de cultures mises en œuvre sur les exploitations, elle ne permet ni de les connaître précisément, ni de déterminer le nombre de successions mises en œuvre ou leur répartition dans la SAU de l'exploitation. Pour un même assolement, des successions de cultures très différentes peuvent être présentes et évoluer dans le temps sans que nécessairement l'assolement évolue. C'est le cas par exemple des assolements qui comportent du maïs assolé irrigué qui évoluent vers de la monoculture de maïs sur les terres de fond de vallée.

1.4. Caractérisation des assolements comme résultantes des successions de cultures

Pour pouvoir caractériser la combinaison de successions de cultures mises en œuvre sur l'exploitation une année donnée, l'assolement doit être décrit à l'échelle de l'exploitation agricole. A cette échelle, un assolement peut être décrit en tenant compte ou non de sa dimension spatiale (**Figure 30**), *i.e.* en considérant soit « l'assolement statistique » (proportion des cultures ou *crop acreage*), soit « l'assolement géographique » (répartition spatiale des cultures ou *crop allocation*) (Dury et *al.*, 2011 ; Doré, 2012). Les travaux s'adressant à la répartition spatiale des cultures renvoient généralement aux processus décisionnels de la localisation des cultures et peuvent difficilement être développés sans avoir recours à des enquêtes. L'approche statistique, *i.e.* la description de la nature des cultures et de leurs proportions sur le parcellaire, peut s'envisager quant à elle pour un large ensemble d'exploitations grâce à des données autres que celles issues d'enquêtes. Elle permet alors de caractériser l'orientation et la diversité des successions de cultures présentes dans l'exploitation (présence de successions diversifiées et/ou d'un nombre important de successions faisant intervenir des cultures différentes). Cette approche statistique peut être complétée d'une spatialisation des types d'assolements pour identifier des zones homogènes en termes d'orientation des productions.

D'un point de vue statistique, deux critères sont généralement mobilisés pour décrire l'assolement d'une exploitation : la **nature des cultures présentes**, certaines étant considérées comme des cultures de diversification (pois protéagineux, lin oléagineux, chanvre, lupin...) car ordinairement associées à de faibles surfaces à l'échelle d'étude (Meynard et *al.*, 2013) et la **diversité des cultures** mesurée au travers du nombre de cultures différentes (Fuzeau et *al.*, 2012 ; Schaller, 2012) ou de l'indice de Shannon (Keskitalo et *al.*, 2012). Toutefois, le recours à l'un et/ou l'autre de ces critères peut ne décrire que de façon partielle la diversité d'un assolement et donc des successions de cultures qui lui sont associés. La présence de cultures de diversification, *i.e.* de cultures différentes des cultures dominantes sur la zone étudiée, ne signifie pas pour autant que l'exploitation n'est pas spécialisée dans la production de ces cultures. De même, un nombre important de cultures peut recouvrir des réalités très différentes : soit un assolement effectivement diversifié où l'ensemble des cultures interviennent à part quasiment égale dans la constitution des successions, soit un assolement comportant un nombre important de cultures parmi lesquelles un nombre réduit constitue la majorité de l'assolement⁵⁹. Il s'agit donc de développer un nouveau critère, qui sera

⁵⁹ Exemple d'un assolement où le colza, le tournesol et le blé constituent la très grande partie de l'assolement : il s'agit soit d'une succession dominante colza / blé / tournesol / blé associée à des successions minoritaires plus diversifiées, soit de plusieurs successions colza / blé / tournesol / blé / X / blé où la culture X diffère dans chaque succession.

appelé ici **complexité**, mesurant le nombre de cultures qui constituent la majorité de l'assolement, *i.e.* le nombre de cultures minimum nécessaires pour constituer 75% de la SAU d'une exploitation.

Pour caractériser la combinaison de successions de cultures et son évolution dans les exploitations, il a donc été choisi de décrire l'assolement par :

- **son orientation** décrite à partir de la nature des cultures grâce à des méthodes typologiques (Chopin et *al.*, 2015). Les cultures signant l'orientation représentent les cultures majoritaires de la / des successions de cultures de l'exploitation ;
- **sa diversité** décrite au travers du nombre de cultures. Un nombre important de cultures conduit à la constitution de successions de cultures diversifiées (majoritaires ou non) et/ou d'un nombre important de successions faisant intervenir des cultures différentes ;
- **sa complexité** permettant de prendre en compte l'importance plus marquée de certaines cultures dans l'assolement. Les cultures dominantes participent soit à la constitution d'une succession de cultures majoritaire, soit à celle d'un grand nombre des successions présentes sur l'exploitation qui ne se distinguent alors que par une ou deux cultures.

1.5. Caractérisation des changements d'assolement comme résultantes des changements de successions de cultures

Un changement d'assolement correspond à une modification des cultures présentes dans l'assolement et/ou de leurs proportions respectives. Un changement d'assolement peut être caractérisé grâce 1) au suivi dans le temps des surfaces associées à une culture d'intérêt ou 2) au suivi de l'ensemble des cultures de l'assolement ce qui permet de considérer conjointement plusieurs enjeux.

Les **évolutions associées à une culture spécifique** peuvent être quantifiées en évaluant les évolutions nettes (*i.e.* le bilan des surfaces qui ont disparu ou sont apparues). Lorsque la culture suivie correspond à un couvert permanent, les réallocations d'usages des sols qui amènent à ce qu'une partie des pertes soient compensées par des implantations (Mertens et Lambin, 2000) peuvent être également estimées. Pour cela, Pontius (2004) propose de réaliser une matrice de transition d'usages des sols entre un temps t et $t+1$ à partir de bases de données spatialement explicites. Initialement développée dans le cadre de l'étalement urbain, cette méthode est reprise par Trubins (2013) pour caractériser les transitions d'occupations des sols en Suède suite aux réformes de la PAC.

Les **méthodes prenant en compte l'ensemble des cultures de l'assolement** s'attachent généralement à caractériser un changement d'orientation de l'assolement ou un changement de sa diversité. Dans ce deuxième cas, les méthodes typologiques utilisées pour décrire l'orientation des assolements ne doivent pas être statiques, *i.e.* construites une année donnée sans possibilité d'adaptation pour d'autres années : le changement d'orientation n'a de sens que si les types sont construits selon les mêmes règles pour les deux années considérées (Chopin et *al.*, 2015).

Dans ce travail, ces deux types d'évolution ont été caractérisés en s'intéressant :

1) aux changements de successions de cultures vus à travers les changements d'orientation, de diversité et de complexité des assolements.

Ce travail a été réalisé pour chaque exploitation de la zone pour laquelle une trajectoire d'évolution du parcellaire a été mise en évidence dans la partie 1. Une analyse des liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et changements de successions de cultures a été réalisée en comparant pour chaque type de trajectoire les changements d'assolement – et donc de successions de cultures – qui étaient mis en œuvre. Une analyse de la répartition spatiale des surfaces associées à une évolution des assolements – et donc des successions de cultures – a également été conduite sur la plaine Sud de Niort afin d'évaluer les effets d'autres facteurs d'évolution. Ces moteurs territoriaux ont été identifiés en 2013-2014 pour les grandes thématiques environnementales en jeu sur la plaine Sud de Niort : eau, biodiversité et urbanisation (Jourdin et Kerisit, 2014).

2) aux changements de successions de cultures impliquant des surfaces à forts enjeux environnementaux sur la zone d'étude, à savoir les prairies permanentes.

Les prairies représentent souvent un élément important du fonctionnement des systèmes d'élevage et de polyculture-élevage puisqu'elles contribuent directement à l'alimentation du troupeau (prairie de fauche ou pâture) (Havet et *al.*, 2010). Les prairies rendent également de nombreux services environnementaux en stockant durablement le CO₂ atmosphérique (Chabbi et *al.*, 2012) ou en servant d'habitat à de nombreuses espèces telles que l'Outarde Canepetière ou les espèces de passereaux communs (Bretagnolle, 2004 ; Bretagnolle et *al.*, 2012). Les prairies permanentes constituent enfin un milieu important pour la conservation de la biodiversité (Benton, 2003 ; Fahrig et *al.*, 2011) puisqu'elles connaissent peu de perturbations annuelles et constituent, dans les zones cultivées, un milieu relativement stable.

Dans la mesure où les prairies permanentes constituent un usage du sol pérenne, la réduction de leur surface ou leur disparition impliquent nécessairement un changement de successions de cultures. Un changement d'usage des sols impliquant des prairies permanentes est donc un marqueur fiable d'un changement de successions de cultures.

Synthèse et conclusion :

De nombreuses méthodes ont déjà été développées pour caractériser la diversité des successions de cultures sur un territoire agricole en s'appuyant sur des données spatialement explicites. Toutefois, ces méthodes présentent deux principales limites qui ne permettent pas de les mobiliser si on souhaite caractériser les successions de cultures à l'échelle des exploitations en vue d'analyser leurs changements. D'une part, les modèles existants reposent sur l'hypothèse de stabilité des modèles de successions alors que des changements peuvent intervenir y compris à des pas de temps courts. D'autre part, l'unité servant de support à la caractérisation des successions de cultures ne prend pas en compte les limites de l'exploitation.

On propose ici une **nouvelle approche pour caractériser les successions de cultures pour l'ensemble des exploitations d'un territoire agricole à partir de leur assolement**. La caractérisation et la comparaison des assolements pour deux années distinctes *via* des bases de données spatialement explicites permet de mettre en évidence les changements de successions de cultures tout en tenant compte de l'évolution des limites du parcellaire d'exploitation. On propose de caractériser les assolements et leurs changements 1) en les considérant dans leur globalité, *i.e.* vus par leur orientation (nature des cultures présentes), leur diversité (nombre de cultures), ainsi que leur complexité (nombre de cultures majoritaires), 2) en analysant les changements qui impliquent des prairies permanentes, couvert spécifique qui présente de nombreux atouts environnementaux.

2. Matériel et méthodes : Caractérisation des successions de cultures et de leurs changements à partir des assolements

2.1. Présentation des données utilisées

2.1.1. Description de l'occupation du sol grâce aux données du RPG

Les données du RPG, présentées en début de partie 1, ont été utilisées dans cette partie pour décrire les assolements des exploitations de façon quasi-continue sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013.

Les données d'occupation du sol disponibles dans le RPG présentent l'inconvénient d'être sous forme agrégée : les cultures déclarées par les agriculteurs sont regroupées en 28 groupes de cultures. Certains groupes font référence à une culture (exemple du colza dans le groupe 5 ou du tournesol dans le groupe 6), mais sans lui attribuer son usage (pas de distinction par exemple entre maïs grain et maïs ensilage réunis dans le groupe 2), ni distinguer les implantations d'automne et de printemps (exemple de l'orge dans le groupe 3). D'autres groupes sont quant à eux beaucoup moins explicites et peuvent réunir une grande diversité de cultures (exemple des protéagineux associés au groupe 8). Les données du RPG ne permettent donc pas de décrire la composition des assolements de façon aussi fine que des enquêtes. Malgré ces quelques limites, elles constituent une source de données conséquente pour décrire les assolements et leurs évolutions pour un large ensemble d'exploitations.

2.1.2. Utilisation des résultats des parties précédentes

Les résultats de la partie 1 sont mobilisés dans cette partie à plusieurs égards. Tout d'abord, l'échantillon d'exploitations pour lesquelles les changements d'assolement ont été analysés comme expression des changements de successions de cultures entre 2007 et 2013 correspond aux 416 exploitations présentes en 2007 pour lesquelles la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée entre 2007 et 2013. Par ailleurs, l'intersection chronologique des couches géo-référencées du RPG qui a été réalisée en partie 1 permet, par la correspondance entre codes îlots et codes exploitations de 2007 et 2013⁶⁰ :

- de suivre les changements d'assolement à l'échelle de chaque exploitation grâce à la correspondance des codes exploitations entre années ;
- de suivre l'évolution des usages des sols à l'échelle de chaque îlot à partir des séquences de cultures grâce à la correspondance des codes îlots entre années ;
- de quantifier les surfaces associées à ces changements d'assolement et d'usage des sols sur le territoire.

⁶⁰ Pour rappel, les codes exploitations (resp. îlots) sont spécifiques à chaque exploitation (resp. îlot), sont anonymisés et changent entre années ce qui ne permet pas de suivre le devenir d'une exploitation (resp. d'un îlot) sur la base de ce seul critère.

Encart 3 : Rappel sur la méthode de typologie dynamique mobilisée en partie 2 et appliquée ici à la caractérisation de l'orientation de l'assolement

Les assolements des exploitations considérées en 2007 ont été regroupés en un nombre réduit de types selon leur composition par classification hiérarchique ascendante. Chaque individu de notre jeu de données correspond à l'assolement d'une exploitation et chaque variable correspond à la proportion d'un des 10 groupes de cultures décrits ci-dessus. Pour construire les types, la distance euclidienne a été choisie pour représenter l'éloignement entre individus et l'indice d'agrégation choisi est l'indice de Ward. Le nombre de types a été défini de façon à minimiser le nombre de types en même temps que l'inertie intra-type (méthode de Ward). 16 types d'assolements ont ainsi été obtenus en 2007. Un arbre de régression (basé sur CART) a été réalisé pour identifier les valeurs seuils d'indicateurs discriminant les 16 types d'assolements issus de la classification hiérarchique ascendante sur les données de 2007 (étape 2). Dans l'arbre de régression produit grâce à la fonction *rpart* (package *rpart*, R 2.15.3), la variable à expliquer correspond au type d'assolements et les variables explicatives correspondent aux proportions des 10 groupes de cultures. Le modèle d'arbre de régression⁶¹ construit a ensuite été utilisé pour prédire le type associé à chaque assolement en 2013.

⁶¹ La simplification de l'arbre *via* le contrôle du paramètre de complexité (ici, $cp = 0,0019$) reste modeste, puisque l'arbre construit compte in fine 80 feuilles. Cet arbre permet bien de retrouver les 16 classes établies dans la classification hiérarchique bien que certaines soient minoritaires.

2.2. Caractérisation des successions de cultures et de leurs changements entre 2007 et 2013 à partir des assolements

L'ensemble des procédures décrites ci-après ont été réalisées à l'aide du logiciel R 2.15.2 (www.r-project.org) pour les tests statistiques et du logiciel © ArcGIS 10.2 développé par ESRI (www.esri.com) pour les analyses spatiales et la cartographie.

2.2.1. Description des successions de cultures à partir des assolements en 2007 et 2013

L'assolement de chaque exploitation a été établi en 2007 (416 exploitations) et 2013 (380 exploitations) à partir des données du RPG en considérant l'occupation du sol des îlots rattachés à l'identifiant de chaque exploitation analysée. Comme les données d'occupation du sol présentes dans le RPG ne sont disponibles que sous forme agrégée, **la composition des assolements de chaque exploitation a été décrite en 2007 et 2013 au travers de la composition de 10 groupes de cultures, exprimée en % de la SAU**. Ces groupes (**Tableau 28**, page suivante) ont été établis sur la base des 28 groupes de cultures du RPG selon leurs caractéristiques agronomiques et leur importance relative sur la zone d'étude.

Pour chaque exploitation analysée, les successions de cultures ont été caractérisées en 2007 et 2013 selon trois critères relatifs à la composition des assolements (**Tableau 29**, page suivante) :

- 1) La **diversité de l'assolement**, estimée au travers du nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement sur la base des 10 groupes considérés (**Tableau 28**, page suivante).

On considère qu'un assolement est diversifié (resp. spécialisé) lorsqu'il présente un nombre important (resp. faible) de groupe de cultures. Plus le nombre de groupes de cultures est élevé, plus l'assolement de l'exploitation est diversifié. **La diversité de l'assolement permet de rendre compte de la diversité des successions ou du nombre de successions différentes sur l'exploitation.**

- 2) La **complexité de l'assolement**, estimée au travers du nombre minimum de groupes de cultures nécessaires pour atteindre au moins 75% de la SAU de l'exploitation sur la base toujours des 10 groupes (**Tableau 28**, page suivante).

On considère qu'un assolement est complexe (resp. simple) lorsqu'un nombre important (resp. faible) de groupes de cultures représente la majorité de la SAU de l'exploitation. Plus le nombre de cultures pour atteindre au moins 75% de la SAU est élevé, plus l'assolement de l'exploitation est complexe. **La complexité de l'assolement permet de rendre compte de l'importance plus marquée de certains groupes de cultures dans les successions, notamment dans la succession majoritaire sur l'exploitation.**

- 3) L'**orientation de l'assolement**, estimée selon la même méthodologie que celle mobilisée en partie 2 pour caractériser les successions de cultures (**Encart 3**).

Cette méthode de typologie dynamique, s'appuyant sur les 10 groupes considérés (**Tableau 28**, page suivante), est inspirée de celle proposée par Chopin et *al.* (2015) : elle permet de classer les assolements observés en 2013 selon les mêmes critères que ceux mobilisés pour la classification de 2007. Il est donc possible par la suite de comparer les assolements présents en 2007 et en 2013. Les types d'assolements issus de cette typologie correspondent à

Tableau 28 : Groupes de cultures considérés dans les assolements des exploitations et leurs correspondances avec les groupes de cultures du RPG. La part de surface agricole associée à chaque culture dans les Deux-Sèvres qui inclue la plaine Sud de Niort indique l'importance relative des cultures sur la zone d'étude (Sources : Statistiques Agricoles annuelles, 2013).

Groupes de cultures	Groupes de cultures associés dans le RPG (code)	Importance dans les Deux-Sèvres (% de surface agricole pour la récolte 2013)
Blé tendre d'hiver	Blé tendre d'hiver (1)	23
Maïs	Maïs (2)	12
Orge	Orge (3)	5
Autres céréales	Autres céréales (4)	5
Colza	Colza (5) + gel industriel (12)	7
Tournesol	Tournesol (6)	7
Autres oléagineux	Autres oléagineux (7)	<1
Protéagineux	Protéagineux (8) + légumineuses à grain (15)	1
Cultures spécialisées	Semences (10) + autres cultures industrielles (24) + légumes-fleurs (25)	<1
Couverts pluriannuels	Gel (11 & 13), fourrages (dont luzerne) (16) + estives-landes (17) + prairies permanentes (18) + prairies temporaires (19) + vergers (20) + vignes (21) + arboriculture (27) + divers (dont bandes enherbées) (28)	39

Les groupes RPG 9 (plantes à fibres), 14 (riz), 22 (fruits à coques), 23 (oliviers) et 26 (canne à sucre) n'ont pas été relevés dans notre échantillon d'exploitations.

Tableau 29 : Description des successions de cultures présentes sur l'exploitation à partir de 3 critères relatifs à la composition de l'assolement de l'exploitation.

Critères relatifs à la composition de l'assolement	Indicateur associé	Variation de l'indicateur	Informations données sur l'assolement	Informations données sur les successions de cultures
Diversité	Nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement	Valeur élevée (max = 10)	Assolement diversifié	Présence d'une succession longue et diversifiée et/ou d'un nombre important de successions
		Valeur faible (min = 1)	Assolement spécialisé	Présence d'un faible nombre de successions courtes et spécialisées
Complexité	Nombre de groupes de cultures nécessaires pour atteindre 75% de l'assolement	Valeur élevée (max = 7)	Assolement complexe	Succession majoritaire longue et diversifiée et/ou nombre important de successions faisant intervenir des groupes de cultures différents
		Valeur faible (min = 1)	Assolement simple	Succession majoritaire courte et spécialisée et/ou successions faisant intervenir globalement les mêmes groupes de cultures différents
Orientation	Type d'assolements établi à partir des proportions groupes de cultures dans l'assolement	Nature du type	Nature et nombre de groupes de cultures dont la proportion est nettement plus élevée par rapport aux autres groupes présents	Groupes de cultures qui constituent majoritairement les successions de cultures

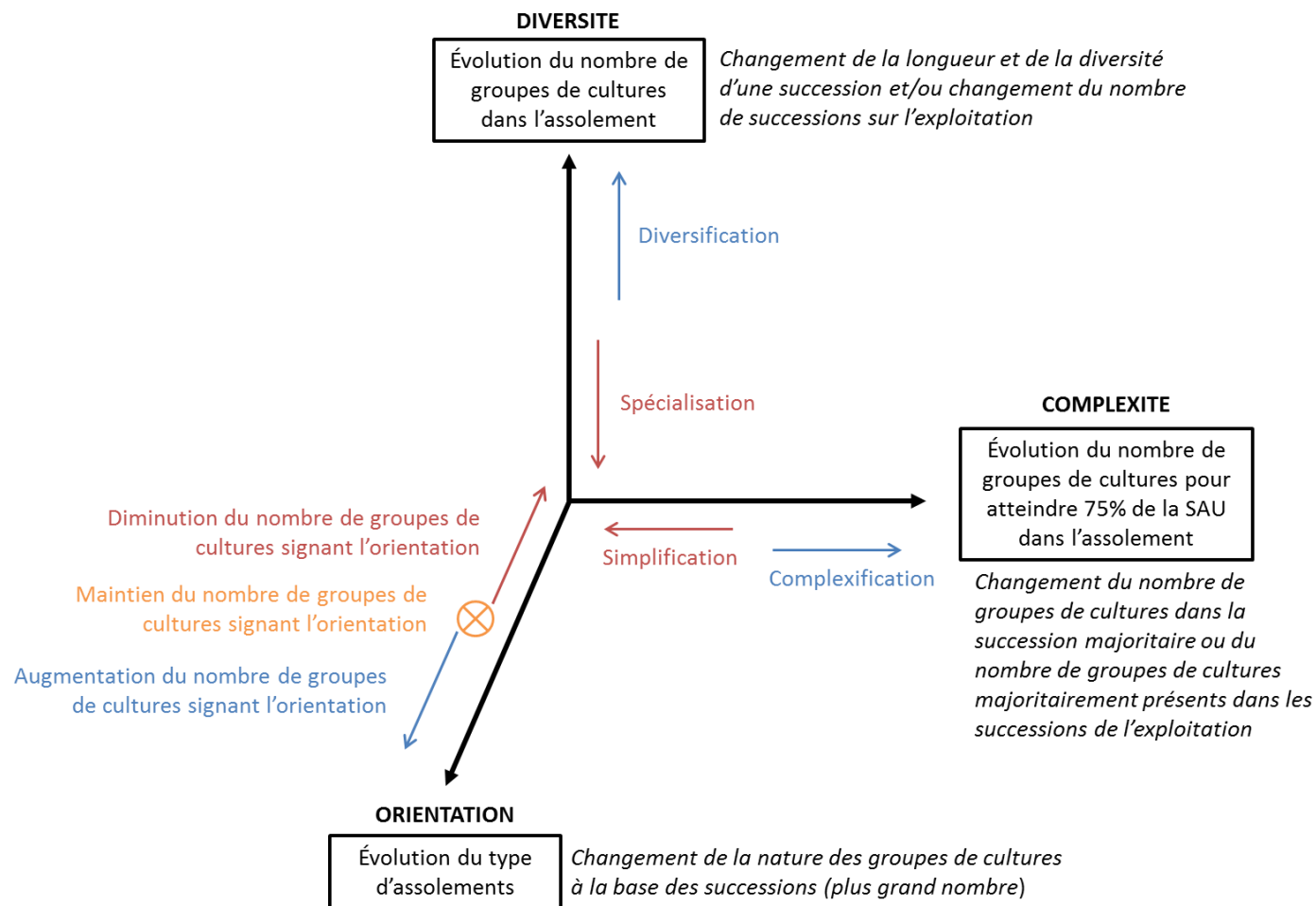


Figure 31 : Présentation des trois critères permettant de caractériser les successions de cultures et leurs évolutions à partir des assolements.

Les indicateurs rattachés à chaque critère sont rappelés en encadrés. L'information sur les changements de successions de cultures portée par l'évolution de ces indicateurs est précisée en italique. L'orientation des évolutions est donnée en couleur (rouge = sens *a priori* défavorable à l'environnement ; bleu = sens *a priori* favorable à l'environnement ; orange = sens dont l'effet n'est pas déterminé *a priori*). Un changement d'assolement est observé lorsqu'au moins un de ces trois indicateurs varie.

différents types d'orientation des assolements ; ils diffèrent par la nature et le nombre de groupes de cultures qui signent l'orientation du type d'assolements. Les groupes de cultures qui signent l'orientation de l'assolement correspondent aux groupes de cultures dont la proportion dans l'assolement est nettement plus élevée relativement aux autres groupes de cultures présents dans l'assolement. **Il s'agit donc des groupes de cultures qui constituent majoritairement les successions de cultures sur l'exploitation.**

2.2.2. Caractérisation des changements de successions de cultures entre 2007 et 2013 à partir des changements d'assolement

➤ Critères d'identification des changements

Un changement d'assolement a lieu lorsqu'au moins l'un des trois critères – diversité, complexité ou orientation – évolue entre 2007 et 2013 (**Figure 31**). Ce changement d'assolement est un marqueur des changements de successions de cultures sur l'exploitation.

On considère qu'un changement d'assolement a lieu **lorsque le nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement varie entre 2007 et 2013 (évolution de la diversité)**. Si ce nombre augmente, le changement correspond à une diversification et s'il diminue, à une spécialisation. **Un changement du niveau de diversité de l'assolement marque un changement de la longueur et de la diversité d'une succession et/ou un changement du nombre de successions sur l'exploitation.**

Un changement d'assolement peut également être lié à une **variation entre 2007 et 2013 du nombre de groupes de cultures nécessaires pour atteindre 75% de la SAU (évolution de la complexité)**. Si ce nombre augmente, il s'agit d'une complexification et s'il diminue, d'une simplification. **Un changement de la complexité de l'assolement marque un changement du nombre de groupes de cultures dans la succession majoritaire sur l'exploitation ou du nombre de groupes de cultures majoritairement présents dans les successions de l'exploitation.**

Enfin, un changement d'assolement a lieu dans une exploitation lorsque **le type d'assolements associé à l'exploitation est différent en 2007 et 2013 (évolution de l'orientation)**. Ce changement de type correspond à un changement de la nature, et parfois du nombre, de groupes de cultures qui signent la composition de l'assolement, *i.e.* des groupes de cultures dont la proportion est plus élevée relativement aux autres groupes de cultures présents dans l'assolement. **Un changement d'orientation de l'assolement marque un changement de la nature des groupes de cultures qui composent les successions de cultures.** Trois cas de changement ont été distingués :

- changement de type avec maintien du nombre de groupes cultures signant l'orientation : **les successions se composent du même nombre de cultures majoritaires mais leur nature change** (*e.g.* successions à base majoritairement de pois, tournesol et blé plutôt que des successions majoritairement à base de colza, tournesol et blé) ;
- changement de type avec augmentation du nombre de groupes cultures signant l'orientation : **la nature des groupes de cultures majoritaires change avec la prise en compte d'un nouveau groupe de cultures dans les successions de cultures** (*e.g.* successions majoritairement à base de colza, tournesol, pois et blé plutôt que des successions majoritairement à base de colza, tournesol et blé) ;

- changement de type avec diminution du nombre de groupes cultures signant l'orientation : **la nature des groupes de cultures majoritaires change avec la moindre prise en compte d'un groupe de cultures dans les successions de cultures** (e.g. successions majoritairement à base de tournesol et blé plutôt que des successions majoritairement à base de colza, tournesol et blé).
- Etendue et grain d'analyse des changements d'assolement

Un bilan net des changements d'assolement a été réalisé pour l'ensemble des 416 exploitations précédemment analysées sur le territoire agricole : le nombre d'exploitations ainsi que la surface agricole incluse dans la zone d'étude associés à chaque orientation, niveau de diversité et niveau de complexité des assolements ont été calculés pour identifier les **modèles d'assolements dominants** sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013. Toutefois, une même distribution des types d'assolements en 2007 et 2013 (nombre d'exploitations et surface agricole) à l'échelle du territoire agricole ne signifie pas pour autant l'absence de changements. En effet, des transferts entre types d'assolements au niveau de chaque exploitation peuvent se compenser à l'échelle du territoire agricole. Il importe donc de mener l'analyse des changements ayant lieu sur le territoire agricole à un grain plus fin.

Les transferts effectifs entre types d'assolements entre 2007 et 2013 ont été caractérisés dans chaque exploitation pour laquelle la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée entre 2007 et 2013. L'évolution de la diversité et de la complexité des assolements a également été analysée à ce grain. L'assolement associé à une exploitation en 2013 a été comparé à celui de cette même exploitation en 2007 sur les trois critères (orientation, diversité et complexité) pour déterminer si un changement avait eu lieu au cours de cette période. On a alors déterminé si **ces changements dépendaient de la trajectoire d'évolution du parcellaire** (test du χ^2 au seuil de 5%).

Les surfaces associées à un changement d'assolement ont été caractérisées sur le territoire agricole en descendant au grain de l'îlot auquel on associe l'information (orientation, diversité, complexité) portée par l'exploitation agricole qui le cultive en 2007 et 2013. L'assolement de l'exploitation à laquelle l'îlot est rattaché en 2013 a été comparé à celui de l'exploitation à laquelle l'îlot est rattaché en 2007 sur les trois critères (orientation, diversité et complexité) pour déterminer si un changement avait eu lieu au cours de cette période. On a alors déterminé si **ce changement dépendait du devenir de l'îlot, i.e. de son maintien ou non dans son exploitation d'origine** (test du χ^2 au seuil de 5%). Ceci nous a permis de tester l'hypothèse d'un changement du mode de gestion des successions sur les îlots lié à un changement d'exploitant.

2.2.3. Analyse de la distribution spatiale des surfaces soumises à un changement d'assolement entre 2007 et 2013

- Identification de zones de changement préférentiel des assolements

Les surfaces soumises à un changement d'assolement, et donc du mode de gestion des successions de cultures, ont été cartographiées⁶². Pour identifier les zones où les surfaces sont préférentiellement soumises à un changement sur la zone d'étude, une analyse des autocorrélations spatiales a été réalisée. Comme dans la partie 1, les *hot spots*, les *cold spots* et les points spatiaux

⁶² Les îlots correspondent aux entités supports de cette cartographie des changements.

Tableau 30 : Liste des organismes rencontrés au cours du projet

Type de structure	Nom de la structure	Fonctions des personnes rencontrées
Syndicat de bassin versant	Syndicat d'Eau du Vivier (SEV)	Directeur du syndicat d'eau (SEV)
	Syndicat Mixte d'Études, de Production et de Distribution d'Eau Potable (SMEPDEP) sur la Courance	Animateurs des programmes Re-Sources (SEV et SMEPDEP) Animateur agricole (partagé SEV et SMEPDEP)
Organisme consulaire	Chambre d'Agriculture du 79	Responsable du pôle Economie et Territoires
	SAFER ¹ Poitou-Charentes	Conseillère financier
	Fédération de Chasse du 79	Responsable techniciens et Réseau Natura 2000
Collectivité territoriale	Communauté d'Agglomération du Niortais	Directeur du Pôle Économie et Développement du Territoire Responsable de l'élaboration du SCOT de la CAN
Organisme de recherche public	CNRS – Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC)	Directeur du CEBC Animateur MAEt Biodiversité au CEBC

¹ Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural

aberrants statistiquement significatifs ont été identifiés à partir de variables quantitatives décrivant le changement à l'aide de la statistique Anselin Local Moran's I (p-value < 0.05, soit Z-score supérieur à + 1,96 ou inférieur à - 1,96) sous le logiciel ©ArcGIS 10.2. Deux analyses ont été conduites.

La première analyse vise à **ségréger i) des zones où les surfaces seraient associées à un changement préférentiel de la nature des cultures composant les successions et ii) des zones où les surfaces seraient associées à un maintien préférentiel de la nature des cultures composant les successions**. Il s'agit donc d'identifier les zones où les surfaces connaissent préférentiellement un changement d'orientation de l'assolement ou un maintien de la même orientation de l'assolement. Pour ce faire, chaque îlot a été associé à la valeur 0 s'il n'y a pas de changement d'orientation entre 2007 et 2013 et à la valeur 1 s'il y a un changement d'orientation.

La seconde analyse vise à **ségréger i) des zones où les surfaces seraient associées à un allongement et une diversification des successions et ii) des zones où les surfaces seraient associées à un raccourcissement et une spécialisation des successions**. Il s'agit donc d'identifier les zones où les surfaces connaissent préférentiellement une augmentation ou une diminution du niveau de diversité et/ou de complexité de l'assolement. Pour ce faire, chaque îlot a été associé à la valeur -1 s'il y a une simplification et/ou spécialisation de l'assolement, à la valeur 1 s'il y a une complexification et/ou diversification de l'assolement et à la valeur 0 dans les autres cas⁶³.

➤ Identification des moteurs de changements d'assolement sur la plaine Sud de Niort

Les zones de changement préférentiel des assolements, et donc des successions de cultures, identifiées ci-dessus ont été mises en regard de facteurs de changement localisés sur le territoire. Pour cela, des enquêtes auprès de différents gestionnaires de la zone d'étude ont été réalisées dans le cadre d'un travail mené par deux étudiantes d'AgroParisTech en 2013-2014 (Jourdin et Kerisit, 2014 ; **Annexe n°10**). Ce projet a permis de faire un état des lieux des différentes actions en cours ou à venir sur la plaine Sud de Niort sur les thématiques de l'eau (quantité et qualité), de la biodiversité, et de l'expansion péri-urbaine. Les enquêtes menées auprès des représentants de structures locales (**Tableau 30**) visaient à définir le rôle de chaque structure et son champ d'action, à identifier et analyser les projets pouvant avoir un impact sur le fonctionnement des exploitations de la plaine Sud de Niort (objectifs, moyens de mise en œuvre et de suivi, leviers d'action, partenariats éventuels), ainsi qu'à localiser ces projets.

2.3. Caractérisation d'une succession de cultures spécifique et de ses changements entre 2007 et 2013 : le cas des prairies permanentes

En plus de caractériser les évolutions des successions de cultures pour l'ensemble des exploitations de la zone d'étude, l'évolution d'une occupation du sol ayant de nombreux atouts environnementaux et écologiques, les prairies permanentes, a été suivie plus spécifiquement entre 2007 et 2013 à l'échelle de l'ensemble des exploitations et du territoire agricole.

⁶³ Il s'agit principalement des cas où il n'y a pas de changement du niveau de complexité et de diversité de l'assolement, les cas associant diversification et simplification de l'assolement et les cas associant spécialisation et complexification de l'assolement étant très rares.

L'ensemble des procédures décrites ci-après ont été réalisées à l'aide du logiciel R 2.15.2 (www.r-project.org) pour les tests statistiques et du logiciel © ArcGIS 10.2 développé par ESRI (www.esri.com) pour les analyses spatiales et la cartographie.

2.3.1. Caractérisation des usages des sols sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013

A partir des données du RPG associées aux îlots inclus dans la zone d'étude, les usages agricoles ont été décrits. Deux types d'usage des sols ont été distingués : les prairies permanentes et les autres couverts cultivés en monoculture ou rotation (cultures annuelles, prairies temporaires et jachères qui ne sont plus soumises depuis 2007 à des obligations de maintien des surfaces contrairement aux prairies permanentes⁶⁴). Les surfaces assignées à chaque type d'usage ont été calculées pour l'ensemble du territoire agricole et dans chaque exploitation. A l'échelle du territoire agricole, la description a également été faite par type de sol, facteur contraignant fortement les usages des sols.

2.3.2. Caractérisation des dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes entre 2007 et 2013 à l'échelle des exploitations

Les dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes présente dans les assolements ont été décrites dans les 416 exploitations dont on connaît la trajectoire d'évolution du parcellaire⁶⁵ en considérant le nombre d'épisodes d'augmentation et de diminution de la proportion de prairies permanentes entre deux années successives de 2007 à 2013. Cela a permis de distinguer quatre types de dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes à l'échelle de chaque exploitation : la stabilité, l'augmentation ou l'intégration, la diminution ou la suppression, et l'évolution aléatoire (pas de tendance fixe à l'augmentation ou la diminution dans ce dernier cas) de la part de prairies permanente dans la SAU de l'exploitation. **Ces différentes dynamiques traduisent l'évolution de la part de SAU associée aux successions en prairies permanentes sur l'exploitation.**

On a testé alors **l'effet de l'évolution du parcellaire d'exploitation sur l'évolution de la part de prairies permanentes dans la SAU de l'exploitation**. Le nombre d'exploitations associées aux différentes dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes dans les assolements a été comparé pour chaque trajectoire d'évolution du parcellaire (test du χ^2 au seuil de 5%).

2.3.3. Caractérisation des surfaces en prairies permanentes soumises à un changement d'usage entre 2007 et 2013 à l'échelle du territoire agricole

Un changement d'usage des sols correspond au passage d'une déclaration en prairies permanentes à un autre type de déclaration (cultures annuelles, prairies temporaires ou jachères) et réciproquement⁶⁶. Il témoigne donc du **transfert entre des successions à base de couverts herbacés permanents et des successions à base de couverts cultivés en monoculture ou en rotation**.

⁶⁴ A noter que depuis 2015, les jachères déclarées depuis plus de 5 ans sur un même îlot doivent être déclarées en prairies permanentes.

⁶⁵ Comme pour la caractérisation des assolements, l'information sur les trajectoires d'évolution est essentielle pour connaître les identifiants rattachés aux exploitations chaque année et établir la composition de l'assolement.

⁶⁶ Contrairement à Pontius (2004), on se focalise ici sur les changements d'usage de sols agricoles, car les données du RPG ne renseignent pas les usages des sols sur les îlots qui ne sont pas référencés dans le système PAC. Elles ne permettent pas de distinguer une urbanisation de terres agricoles d'une sortie du système de déclaration PAC.

Dans un premier temps, **un bilan net des évolutions des surfaces en prairies permanentes** a été dressé à l'échelle du territoire agricole et pour les différents types de sols de la plaine Sud de Niort.

Dans un second temps, comme proposé par Trubins (2013), les changements d'usage des sols ont été caractérisés de façon spatialement explicite au niveau de chaque îlot du territoire agricole pour **appréhender les phénomènes de compensation spatiale entre changements d'usage des sols** : la disparition des prairies permanentes sur certains îlots peut en effet être compensée par l'apparition sur d'autres îlots. Pour ce faire, les séquences d'occupation du sol ont été établies de 2007 à 2013 sur chaque îlot inclus dans la zone d'étude à l'aide du logiciel © RPG Explorer⁶⁷. Ces séquences ont permis de quantifier les surfaces en prairies permanentes qui se maintiennent de 2007 à 2013 sur le territoire et, dans le cas contraire, de connaître les précédents et les suivants des prairies permanentes. **Les surfaces en prairies permanentes soumises à un changement d'usage ont été cartographiées pour les différents types de sols par souci de visibilité**. Cela a permis de mettre en évidence des taux de changement d'usage des sols par type de sol.

Enfin, on a testé **l'effet du changement d'exploitant sur le maintien ou le retournement des surfaces en prairies permanentes sur le territoire agricole**. La surface associée aux îlots où la prairie permanente se maintient et celle où la prairie permanente connaît un changement d'usage ont été comparées dans les cas où l'îlot se maintient dans son exploitation d'origine (stable ou instable) et dans le cas où l'îlot change d'exploitation (test du χ^2 au seuil de 5%).

⁶⁷ Téléchargeable sur le site <https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/SEMINAIREUTILISATION/> sous l'onglet « RPG Explorer : un outil informatique facilitant le traitement en local des données du registre parcellaire graphique ».

Synthèse sur la méthode de caractérisation des successions de cultures et de leurs changements à partir des assolements.

Les successions de cultures des exploitations ont été décrites à partir des données d'assolement en 2007 et 2013. Les assolements et leurs changements ont ensuite été caractérisés 1) en considérant l'ensemble des cultures présentes sur l'exploitation regroupées en 10 groupes de cultures et 2) en s'intéressant spécifiquement à une occupation du sol à haute valeur environnementale : les prairies permanentes.

D'un point de vue global, les successions de cultures ont été caractérisées dans chaque exploitation en 2007 et 2013 en considérant i) la diversité de l'assolement (nombre de groupes de cultures présents dans leur assolement), ii) sa complexité (nombre de groupes de cultures minimum nécessaires pour atteindre 75% de la SAU) et iii) son orientation (établie à partir de la proportion associée aux groupes de cultures selon une méthode de typologie dynamique identique à celle mobilisée dans la partie 2). Les changements de successions de cultures ont été caractérisés comme un changement d'assolement affectant au moins l'un de ces trois critères. Un bilan net des changements d'assolement – et donc de successions de cultures – a été dressé à l'échelle du territoire agricole en nombre d'exploitations. Les transferts effectifs entre types d'orientation, niveau de complexité et de diversité ont ensuite été identifiés pour chaque exploitation du territoire. Les liens entre les évolutions des successions de cultures vues à travers les assolements et les évolutions des parcellaires d'exploitation ont enfin été analysés pour l'ensemble des exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire est connue. Une dernière analyse a été menée au grain des îlots pour estimer les surfaces concernées par chaque type de changements, *i.e.* évaluer les surfaces qui font l'objet d'un changement du mode de gestion des successions de cultures. La cartographie des changements d'assolement sur la plaine Sud de Niort permet d'identifier des zones de changement préférentiel des successions de cultures.

Le suivi des prairies permanentes permet de suivre des changements certains de successions de cultures, dans la mesure où les prairies permanentes constituent une succession stable dans le temps. L'évolution des successions de type « prairies permanentes » a été caractérisée dans chaque exploitation en identifiant les dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes dans l'assolement. Les liens entre les dynamiques d'évolution des prairies permanentes et les évolutions des parcellaires d'exploitation ont été analysés pour l'ensemble des exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire est connue.

La distribution spatiale des prairies permanentes et des changements d'usage des sols impliquant ces prairies a été caractérisée à l'échelle du territoire agricole. Le risque de retournement d'une prairie lors de l'évolution du parcellaire a été estimé en analysant les liens entre changements d'usage des sols et devenir de l'îlot (maintien ou non dans son exploitation d'origine, selon si son parcellaire est stable ou instable).

Tableau 31 : Description des 16 types d'assolements et proportions moyennes (2007) des 10 groupes de cultures mobilisés dans la classification hiérarchique ascendante (BTH = Blé tendre d'hiver, M = Maïs, O = orge, C = Autres céréales, COH = Colza, TSOL = Tournesol, OL = Autres oléagineux, P = Protéagineux, SPE = Cultures spécialisées, CP = Couverts pluriannuels). Les différentes nuances de gris renvoient à 6 gammes de proportions de cultures (< 5% ; entre 5 et 10% ; entre 10 et 20% ; entre 20 et 50% ; entre 50 et 100% ; 100%).

Types	Proportions moyennes (écart-type) des 10 groupes de cultures (%)										Profil d'orientation	Trait distinctif au sein du profil d'orientation	Description détaillée du type d'assolements	Description courte
	BTH	M	O	C	COH	TSOL	OL	P	SPE	CP				
A	-	100 (0,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	Profil 1 Un seul groupe de cultures	100% maïs.	Monoculture de maïs.	Pr1_M
B	-	-	-	-	100 (0,0)	-	-	-	-	-		100% d'une culture.	Monoculture de colza peu probable (temps de retour).	Pr1_hors_M
C	10,0 (13,1)	2,0 (4,2)	0,7 (2,2)	2,0 (5,4)	1,7 (4,6)	1,0 (3,3)	-	0,1 (0,1)	-	82,5 (18,3)	Profil 2 Un groupe de cultures très largement dominant	Très forte proportion de couverts pluriannuels.	Forte majorité de couverts pluriannuels associée à une faible proportion d'autres cultures.	Pr2_CP
D	80,8 (14,5)	2,4 (6,2)	4,5 (8,3)	1,3 (4,0)	2,0 (4,3)	0,5 (1,2)	-	-	-	8,6 (8,5)		Très forte proportion de blé tendre.	Forte majorité de blé tendre associée à une faible proportion d'autres cultures et de couverts pluriannuels.	Pr2_BTH
E	-	-	68,0 (27,9)	3,8 (6,5)	-	-	-	-	-	28,2 (24,6)		Forte proportion d'orge.	Forte majorité de couverts pluriannuels et d'orge associée à une faible proportion d'autres cultures.	Pr2_O
F	18,6 (15,9)	2,4 (4,1)	10,8 (10,8)	33,3 (12,3)	13,9 (16,0)	0,6 (2,2)	-	0,4 (1,2)	-	20,0 (17,3)	Profil 3 Deux à trois groupes de cultures dominants	Forte proportion d'autres céréales.	Majorité d'autres céréales et de couverts pluriannuels associée à du blé tendre, de l'orge ou du colza, ainsi qu'à une faible proportion d'autres cultures.	Pr3_C
G	40,3 (16,3)	2,3 (6,5)	2,5 (5,0)	2,8 (5,9)	5,9 (7,0)	32,5 (6,8)	-	-	-	13,6 (12,8)		Forte proportion de tournesol.	Majorité de tournesol et de blé tendre associée à des couverts pluriannuels, ainsi qu'à une faible proportion d'autres cultures.	Pr3_TSOL
H	37,9 (15,1)	-	-	18,7 (15,8)	7,8 (12,4)	0,4 (1,1)	22,6 (8,1)	-	-	12,5 (13,5)		Forte proportion d'autres oléagineux et d'autres céréales.	Majorité d'autres oléagineux et de blé tendre associée à d'autres céréales ou des couverts pluriannuels, ainsi qu'à une faible proportion d'autres cultures.	Pr3_OL
I	40,4 (9,1)	4,1 (5,7)	2,8 (4,6)	1,4 (3,1)	22,2 (9,2)	11,1 (7,7)	-	0,1 (0,3)	-	18,0 (12,8)		Forte proportion de colza.	Majorité de colza et de blé tendre associée à du tournesol ou des couverts pluriannuels, ainsi qu'à une faible proportion d'autres cultures.	Pr3_COH
J	25,7 (11,4)	26,4 (12,5)	2,5 (3,5)	2,2 (3,8)	7,0 (6,0)	4,6 (5,1)	0,1 (0,5)	0,2 (0,9)	-	31,3 (14,2)		Forte proportion de maïs.	Majorité de maïs, de blé tendre et de couverts pluriannuels associée à une faible proportion d'autres cultures.	Pr3_M

3. Résultats : Assolements et changements observés sur un large ensemble d'exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

Les liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des successions de cultures ont été analysés pour un large ensemble d'exploitations de la plaine Sud de Niort. Les résultats de cette analyse sont présentés ici et se structurent quatre parties. Dans une première partie, les types d'assolements (permettant d'approcher les successions de cultures) présents en 2007 et 2013 sont décrits. Dans une deuxième partie, les liens entre évolutions des assolements (permettant d'approcher les successions de cultures) et évolutions des parcellaires d'exploitation sont analysés pour les 416 exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a pu être établie en partie 1. Dans une troisième partie, la structuration spatiale des assolements (permettant d'approcher les successions de cultures) est discutée au regard des moteurs territoriaux identifiés par Jourdain et Kerisit (2014). Enfin, une quatrième partie s'intéresse au lien entre évolution des parcellaires d'exploitation et évolution des occupations du sol en traitant le cas particulier des prairies permanentes. Comme il s'agit de surfaces pérennes, les changements d'occupation du sol affectant les prairies permanentes sont des marqueurs fiables des changements de successions de cultures.

3.1. Description des assolements dans les exploitations en 2007 et 2013 sur la plaine Sud de Niort

En vue d'approcher la combinaison de successions de cultures présente dans les exploitations en 2007 et 2013, il a été choisi de décrire l'assolement selon trois critères : i) l'orientation de l'assolement qui permet de rendre compte des groupes de cultures qui constituent majoritairement les successions de cultures sur l'exploitation, ii) la diversité de l'assolement qui permet de rendre compte de la diversité des successions ou du nombre de successions différentes sur l'exploitation et iii) la complexité de l'assolement qui permet de rendre compte de l'importance plus marquée de certains groupes de cultures dans les successions, notamment dans la succession majoritaire sur l'exploitation.

3.1.1. Orientation des assolements des exploitations de la Plaine Sud de Niort

16 types d'assolements ont été établis par classification hiérarchique ascendante à partir des proportions des 10 groupes de cultures présents dans la SAU des exploitations en 2007. Les proportions moyennes de chacun des 10 groupes de cultures considérés ont permis de décrire l'orientation de ces 16 types d'assolements (**Tableau 31**). Les types ont été réunis en 5 profils selon le nombre de groupes de cultures dont la proportion dans l'assolement signe l'orientation de l'assolement, *i.e.* les groupes de cultures dont la proportion est nettement plus élevée par rapport à celle des autres groupes de cultures. Les traits caractéristiques des types d'assolements réunis au sein d'un profil ont été décrits à partir de la variabilité des proportions associées aux 10 groupes de cultures au sein de chaque type. Au sein de chaque profil, sont distingués les types d'assolements à orientation plutôt herbagère qui comptent des cultures fourragères (maïs et/ou couverts pluriannuels) dans les cultures majoritaires, et ceux à orientation plutôt céréalière avec une moindre proportion de couverts pluriannuels (inférieure à 20%) et une plus grande diversité de cultures annuelles.

Tableau 31 (suite) : Description des 16 types d'assolements et proportions moyennes (2007) des 10 groupes de cultures mobilisés dans la classification hiérarchique ascendante (BTH = Blé tendre d'hiver, M = Maïs, O = orge, C = Autres céréales, COH = Colza, TSOL = Tournesol, OL = Autres oléagineux, P = Protéagineux, SPE = Cultures spécialisées, CP = Couverts pluriannuels). Les différentes nuances de gris renvoient à 6 gammes de proportions de cultures (< 5% ; entre 5 et 10% ; entre 10 et 20% ; entre 20 et 50% ; entre 50 et 100% ; 100%).

Types	Proportions moyennes (écart-type) des 10 groupes de cultures (%)										Profil d'orientation	Trait distinctif au sein du profil d'orientation	Description détaillée du type d'assolements	Description courte
	BTH	M	O	C	COH	TSOL	OL	P	SPE	CP				
K	32,3 (12,4)	6,0 (9,2)	7,7 (10,9)	5,2 (10,1)	2,3 (4,1)	8,9 (12,6)	2,5 (5,7)	21,8 (3,4)	0,5 (1,6)	12,7 (8,5)	Profil 4 Deux groupes de cultures dominants + nombreux autres groupes de cultures	Forte proportion de protéagineux.	Assolement intégrant généralement du blé tendre, des protéagineux, des couverts pluriannuels ainsi qu'une ou deux autres cultures en plus faible proportion.	Pr4_P
L	28,1 (11,2)	11,6 (9,5)	16,6 (7,4)	2,1 (3,5)	9,1 (8,8)	6,2 (7,7)	0,1 (0,7)	0,2 (0,9)	-	26,1 (16,8)		Proportion d'orge.	Assolement intégrant généralement du blé tendre, du maïs, de l'orge, des couverts pluriannuels ainsi qu'une autre culture en plus faible proportion.	Pr4_O
M	29,8 (9,2)	8,5 (8,8)	2,6 (4,0)	14,4 (6,0)	20,9 (7,5)	8,5 (7,7)	0,1 (0,5)	0,0 (0,1)	0,5 (1,2)	14,6 (10,2)		Forte proportion de colza et proportion d'autres céréales.	Assolement intégrant généralement du blé tendre, du colza, d'autres céréales et des couverts pluriannuels ainsi qu'une autre culture en plus faible proportion.	Pr4_C
N	27,6 (9,7)	8,3 (9,1)	2,6 (4,6)	12,3 (7,3)	20,2 (8,7)	5,7 (6,2)	6,9 (2,2)	0,0 (0,1)	0,0 (0,2)	16,3 (11,4)		Proportion d'autres oléagineux.	Assolement intégrant généralement du blé tendre, du colza, d'autres céréales et des couverts pluriannuels, ainsi que d'autres oléagineux ou autre culture en plus faible proportion.	Pr4_OL
O	29,1 (9,4)	12,9 (10,9)	5,7 (6,8)	7,2 (5,7)	15,9 (10,5)	7,0 (6,4)	0,7 (1,5)	7,8 (3,6)	-	13,9 (8,4)	Profil 5 Un groupe de cultures dominant + nombreux autres groupes de cultures	Proportion de protéagineux.	Assolement sans cultures dominantes autre que le blé tendre, intégrant aussi au moins 3 autres cultures parmi lesquelles se trouvent des protéagineux.	Pr5_P
P	29,3 (13,0)	8,9 (9,6)	6,6 (8,3)	8,3 (9,3)	8,6 (10,4)	6,5 (7,0)	1,3 (2,5)	2,8 (5,3)	11,3 (4,6)	16,6 (9,8)		Proportion de cultures spécialisées.	Assolement sans cultures dominantes autre que le blé tendre, intégrant aussi au moins 3 autres cultures parmi lesquelles se trouvent des cultures spécialisées.	Pr5_SPE

- Profil 1 : un unique groupe de cultures signe l'orientation de l'assolement (types A et B)

Parmi les assolements présentant un seul groupe de cultures, on retrouve deux types d'assolements. Le type A correspond aux assolements associés à de la **monoculture stricte de maïs** (Pr1_M). Le type B correspond quant à lui aux assolements présentant uniquement du colza en 2007. Compte tenu des contraintes agronomiques associées à cette culture, et notamment de son temps de retour, on peut penser que ces exploitations ne pratiquent **qu'une seule culture par année, mais que cette culture varie entre années** (Pr1_hors_M).

- Profil 2 : un groupe de cultures très largement dominant signe l'orientation de l'assolement (types C à E)

Dans trois types d'assolements, un groupe de cultures est très largement dominant et représente en moyenne plus de 50% de la SAU des exploitations dans chaque classe.

Le type C, à orientation très herbagère, correspond aux assolements présentant une surface importante de couverts pluriannuels (Pr2_CP) qui couvrent en moyenne plus de 80% de la SAU des exploitations. Les assolements associés au type E présentent une proportion importante d'orge (en moyenne 68,0%) (Pr2_O), mais celle-ci est largement complétée par des couverts pluriannuels qui représentent en moyenne plus d'un quart de la SAU des exploitations. Ce type est donc également à orientation plutôt herbagère. Le type D correspond quant à lui aux assolements présentant en moyenne plus de 80% de blé tendre (Pr2_BTH) avec seulement 8,6% de couverts pluriannuels, ainsi que des cultures annuelles telles que le colza, les autres céréales ou le maïs, et présente donc une orientation plutôt céréalière.

Ces trois types d'assolements marquent la présence dans les exploitations de **successions de couverts pluriannuels** (très largement majoritaires dans les exploitations associées au type Pr2_CP) et de **successions courtes à forte dominante céréalière** associant une part importante d'orge dans le type Pr2_O ou de blé tendre dans le type Pr2_BTH et quelques cultures secondaires (colza, tournesol ou céréales secondaires par exemple).

- Profil 3 : deux ou trois groupes de cultures dominants signent l'orientation de l'assolement (types F à J)

Dans les cinq types d'assolements de ce profil, deux ou trois groupes de cultures se distinguent des autres en tant que groupes de cultures dominants, car ils représentent en moyenne 20 à 50% de la SAU.

Deux types d'assolements ont une orientation plutôt herbagère (F et J) et associent respectivement 20,0% et 31,3% de couverts pluriannuels avec un ou deux autres groupes de cultures dominants. Il s'agit soit de céréales autres que le blé tendre et l'orge – triticales par exemple – pour la classe F (Pr3_C), soit de blé tendre et de maïs pour la classe J (Pr3_M). Comme pour les assolements du Profil 2, ces assolements marquent la présence dans les exploitations de **successions de couverts pluriannuels et de successions à dominante céréalière**, dont la vocation peut être l'alimentation du troupeau ou la vente vers les marchés céréalières. La présence d'une proportion de maïs plus importante dans les assolements de type J peut être le **marqueur de successions en monoculture de maïs ou de successions intégrant une forte proportion de maïs**.

Dans les autres types du Profil 3 (G, H et I), les couverts pluriannuels représentent en moyenne entre 10 et 20% de la SAU. Ces trois types d'assolements ont une orientation plutôt céréalière et

comportent environ 40% de blé tendre, une tête d'assolement dominante – tournesol pour la classe G (Pr3_TSOL), autres oléagineux pour la classe H (Pr3_OL) et colza pour la classe I (Pr3_COH) – et parfois une culture secondaire (entre 5 et 10% de la SAU) – autres céréales pour la classe H et tournesol pour la classe I. Les assolements associés à ces 3 types marquent l'association au sein des exploitations de **successions de couverts pluriannuels minoritaires et de successions courtes à dominante céréalière basées sur les principales cultures annuelles présentes sur la plaine Sud de Niort**, à savoir le blé tendre d'hiver, le colza et le tournesol.

- Profil 4 : deux groupes de cultures dominants, associé à de nombreux autres groupes en proportion significative, signent l'orientation de l'assolement (types K à N)

Les exploitations associées à ces quatre types d'assolements comptent en moyenne dans leur assolement deux cultures dominantes (entre 20 et 50% de la SAU en moyenne), une à deux cultures en proportion intermédiaire (entre 10 et 20% de la SAU en moyenne) et au moins deux cultures secondaires (entre 5 et 10% de la SAU en moyenne). Dans les 4 types d'assolements, le blé tendre figure toujours parmi les 2 cultures dominantes.

Seul le type d'assolements L présente en moyenne plus de 20% de couverts pluriannuels (26,1%) et est à orientation plutôt herbagère. Cette orientation est renforcée par la présence de maïs (11,6% en moyenne), auquel s'ajoute de l'orge (16,6% en moyenne). L'orientation du type L diffère de celle du type J (Pr3_M), également à orientation plutôt herbagère, par une proportion plus élevée d'orge dans l'assolement et une moindre proportion de maïs (Pr4_O).

Les types K, M et N, à orientation plutôt céréalière, se caractérisent quant à eux par une part plus faible de couverts pluriannuels (entre 12,7 et 16,3% en moyenne) et de maïs (entre 6,0 et 8,5%). En revanche, la part de céréales est importante dans ces types (somme des céréales – blé tendre, orge et autres – supérieure à 45%). On note que la proportion de blé tendre (environ 30% de la SAU dans ces classes) est inférieure à celle des types associés au Profil 3 à orientation plutôt céréalière décrits précédemment (G, H et I). Cette diminution se fait en partie au profit de l'orge et d'autres céréales qui participent à l'orientation des assolements. C'est le cas en particulier du type M qui compte 8,5% d'orge et 14,4% d'autres céréales (Pr4_C). Le type N se distingue du type M par la présence d'autres oléagineux en plus du colza (Pr4_OL). Le type K est quant à lui marqué par une faible proportion de colza (2,3% en moyenne) et une proportion importante de protéagineux (21,8% en moyenne) (Pr4_P). Dans ces trois types, le tournesol constitue une tête d'assolement secondaire (5,7 à 8,9% de la SAU en moyenne).

Les types d'assolements associés au Profil 4 montrent une diversité de groupes de cultures et une répartition des surfaces entre ces groupes de cultures plus complexes que dans le profil 3. Les types d'assolements de ce profil sont le **marqueur d'une ou de plusieurs successions mobilisant deux ou trois cultures dominantes auxquelles sont associées des cultures secondaires**. On peut penser que ces cultures s'agencent soit dans une succession longue si l'exploitation ne présente qu'une seule succession, soit dans plusieurs successions basées sur les mêmes cultures principales, mais dont les cultures secondaires varieraient.

Tableau 32 : Nombre d'exploitations rattachées à chaque type d'assolements en 2007 et en 2013 et surface agricole qu'elles représentent sur le territoire agricole (surface incluse dans la zone d'étude).

Les types A et B sont constitués d'un unique groupe de cultures (Profil 1). Les types C à E sont constitués d'un groupe de cultures très largement dominant (Profil 2). Les types F à I sont constitués de 2 à 3 groupes de cultures dominants (Profil 3). Les types K à N sont constitués de 2 groupes de cultures dominants et de nombreux autres groupes de cultures en proportion significative (Profil 4). Les types O et P sont constitués d'un groupe de cultures dominant et de nombreux autres groupes de cultures en proportion significative (Profil 5).

Profil	Types	Description courte	Nombre d'exploitations		Surface agricole (ha)	
			2007	2013	2007	2013
1	A	Pr1_M	4	4	25	21
	B	Pr1_hors_M	3	0	12	0
	TOTAL Profil 1		7 (1,7%)	4 (1,1%)	37 (0,1%)	21 (0,1%)
2	C	Pr2_CP	41	32	1 812	1 340
	D	Pr2_BTH	16	13	502	368
	E	Pr2_O	3	1	14	1
	TOTAL Profil 2		60 (14,4%)	46 (12,1%)	2 328 (5,6%)	1 709 (4,2%)
3	F	Pr3_C	11	8	1 308	678
	G	Pr3_TSOL	22	46	1 405	4 004
	H	Pr3_OL	6	1	313	123
	I	Pr3_COH	89	71	9 754	8 304
	J	Pr3_M	62	59	7 046	6 989
	TOTAL Profil 3		190 (45,7%)	185 (48,7%)	19 826 (45,7%)	20 097 (49,1%)
4	K	Pr4_P	11	20	980	2 293
	L	Pr4_O	32	28	2 395	2 401
	M	Pr4_C	54	29	7 143	3 661
	N	Pr4_OL	30	12	3 900	1 916
	TOTAL Profil 4		127 (30,5%)	89 (23,4%)	14 418 (34,6%)	10 271 (25,1%)
5	O	Pr5_P	24	36	3 838	5 743
	P	Pr5_SPE	8	20	1 201	3 055
	TOTAL Profil 5		32 (7,7%)	56 (14,5%)	5 039 (12,1%)	8 799 (21,5%)
TOTAL Types			416	380	41 648	40 896

- Profil 5 : un seul groupe de cultures dominant, associé à de nombreux autres groupes en proportion significative, signent l'orientation de l'assolement (types O et P).

Les exploitations associées à ces deux types d'assolements présentent en moyenne une seule culture dominante (entre 20 et 50% de la SAU), deux à trois cultures en proportion intermédiaire (entre 10 et 20% de la SAU) et un nombre important de cultures en proportion secondaire (entre 5 et 10% de la SAU). Peu de groupes de cultures sont présents en proportion anecdotique (moins de 5% de la SAU en moyenne). Dans les deux types d'assolements, seul le blé tendre figure encore comme culture dominante.

Du fait du grand nombre de groupes de cultures impliqués dans la composition des assolements, il est difficile d'associer une orientation privilégiée à ces deux types d'assolements (herbagère ou céréalière). Le type O est marqué par la présence de protéagineux (Pr5_P) ; les assolements associés à ce type sont en moyenne plus équilibrés entre les différentes têtes d'assolement (colza, tournesol et protéagineux notamment) que dans le type K qui compte aussi des protéagineux (Pr4_P). Le type P est le seul type comportant en moyenne une proportion de cultures spécialisées supérieure à 5% (Pr5_SPE).

Les types d'assolements associés au Profil 5 montrent une diversité de groupes de cultures et une répartition des surfaces entre ces groupes de cultures plus complexe que dans le profil 4. Les types d'assolements de ce profil sont le **marqueur de successions mobilisant une diversité de cultures et/ou d'une diversité de successions basées sur des cultures différentes**.

3.1.2. Comparaison des assolements présents en 2007 et en 2013 sur la plaine Sud de Niort

Les exploitations analysées correspondent aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été établie, soit 416 exploitations (41 648 ha inclus dans la zone d'étude) en 2007 et 380 exploitations (40 896 ha inclus dans la zone d'étude) à l'issue des évolutions en 2013.

- Orientation des assolements en 2007 et 2013

Le **Tableau 32** présente le nombre d'exploitations et la surface agricole incluse dans la zone d'étude associés à chaque type d'assolements en 2007 et en 2013.

Les types d'assolements ayant un seul groupe de cultures (Profil 1) sont très largement minoritaires sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013, aussi bien en nombre d'exploitations (7 en 2007 et 4 en 2013) qu'en surface agricole associée (37 ha en 2007 et 21 ha en 2013). La présence d'une unique culture dans ces exploitations peut s'expliquer par leur faible SAU (4,6 ha en moyenne en 2007) et leur faible nombre d'îlots (2,9 îlots en moyenne). Les assolements constitués uniquement de maïs (Pr1_M) se maintiennent entre 2007 et 2013, tandis que les assolements constitués uniquement de colza en 2007 (Pr1_hors_M), et donc très atypiques, disparaissent en 2013.

Les trois types d'assolements du Profil 2, marqueurs de successions de couverts pluriannuels et de successions courtes à forte dominante de céréales, sont également minoritaires sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013. Les assolements dominés par les couverts pluriannuels (Pr2_CP) constituent le type majoritaire au sein du profil avec 41 exploitations en 2007 et 32 en 2013. Ces trois types d'assolements reculent sur la zone d'étude entre 2007 et 2013 (respectivement 5,6% et 4,2% de la surface agricole). Ce recul s'explique notamment par la diminution du nombre d'exploitations

Tableau 33 : Nombre d'exploitations selon le nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement en 2007 et en 2013 et surface agricole qu'elles représentent sur la plaine Sud de Niort (surface incluse dans la zone d'étude).

Nombre de groupes de cultures dans l'assolement	Niveau de diversité associé	Nombre d'exploitations		Surface agricole (ha)	
		2007	2013	2007	2013
1	Spécialisé	28	26	168	197
2		16	14	303	222
3		32	30	1 434	1 643
4	Diversité moyenne	76	50	5 896	4 083
5		90	96	9 515	10 323
6		101	88	13 006	10 672
7	Diversifié	51	44	7 721	6 828
8		16	20	2 400	4 241
9		6	10	1 206	2 027
10		0	2	0	662
TOTAL		416	380	41 648	40 896

associées au type comportant très majoritairement des couverts pluriannuels (Pr2_CP) (32 en 2013 contre 41 en 2007).

Les types d'assolements du Profil 3, marqueurs de successions courtes basées sur les principales cultures de la zone (blé tendre d'hiver, colza et tournesol) correspondent aux assolements majoritairement présents sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013 (dans près de la moitié des exploitations et sur près de la moitié de la surface agricole de la zone d'étude). Les assolements associés au Profil 3 connaissent une légère expansion entre 2007 et 2013. Cette augmentation est liée au fort développement des assolements Pr3_TSOL (9,7% de la surface agricole en 2013 contre 3,4% en 2007, soit une surface multipliée par trois pour un nombre d'exploitations multiplié par deux) qui compense le déclin observé pour les autres classes d'assolements du même profil. Les assolements où la tête d'assolement dominante est un oléagineux autre que le colza (Pr3_OL) et ceux où les couverts pluriannuels sont dominants avec les céréales (Pr3_C) reculent en effet fortement (surface agricole associée divisée par deux). Les assolements de type Pr3_COH diminuent également, mais moins fortement (-18 exploitations et -1450 ha sur la zone), tandis que les assolements de type Pr3_M se maintiennent à peu près sur la zone (-3 exploitations et -57 ha).

Les types d'assolements du Profil 4 constituent le second profil dominant sur la plaine Sud de Niort. Les types d'assolements associés à ce profil connaissent un déclin entre 2007 et 2013, aussi bien en nombre d'exploitations les mettant en œuvre (23,4% en 2013 contre 30,5% en 2007) qu'en surface agricole (25,1% en 2013 contre 34,6% en 2007). Cette évolution est majoritairement liée au recul des assolements dont l'orientation est marquée par la présence de céréales secondaires (Pr4_C) et d'oléagineux autre que le colza (Pr4_OL). Le nombre d'exploitations et la surface agricole associés à ces types sont divisés par deux entre 2007 et 2013. Le développement notable des assolements intégrant des protéagineux (Pr4_P associé à 2 293 ha en 2013 contre 980 ha en 2007) ne parvient pas à compenser cette diminution.

Les deux types d'assolement du Profil 5 concernent moins d'exploitations que les assolements associés aux Profils 3 et 4. Elles couvrent néanmoins respectivement 12,1 et 21,5 % de la surface agricole incluse dans la zone d'étude en 2007 et 2013. L'orientation des assolements est principalement marquée par la présence de protéagineux en plus du colza et du tournesol comme têtes d'assolement (Pr5_P). Ce type d'assolement connaît une forte croissance entre 2007 et 2013 (augmentation de 5,5% en nombre d'exploitations et de 7,7% en surface agricole). Cette croissance touche également les assolements dont l'orientation est marquée par la présence de cultures spécialisées (Pr5_SPE).

➤ Diversité des assolements en 2007 et 2013

Le **Tableau 33** présente le nombre d'exploitations et la surface agricole incluse dans la zone d'étude selon le nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement en 2007 et en 2013.

Le nombre de groupes de cultures présents dans les assolements est très variable selon les exploitations. Il peut être compris entre 1 (assolement spécialisé à l'extrême dans le cas où une seule

Tableau 34 : Nombre d'exploitations selon le nombre de groupes de cultures minimum nécessaires pour représenter 75% de l'assolement en 2007 et en 2013 et surface agricole qu'elles représentent sur la plaine Sud de Niort (surface incluse dans la zone d'étude).

Nombre de groupes de cultures minimum nécessaires pour représenter 75% de l'assolement	Niveau de complexité associé	Nombre d'exploitations		Surface agricole (ha)	
		2007	2013	2007	2013
1	Simplifié	39	37	542	581
2		85	70	5 461	5 178
3	Complexité moyenne	185	175	19 996	19 585
4		94	81	13 588	12 616
5	Complexe	12	15	1 911	2 633
6		1	2	150	302
TOTAL		416	380	41 648	40 896

culture est associée au groupe de cultures) et 10 (assolement le plus diversifié compte tenu des 10 groupes de cultures décrits).

En 2007 et 2013, la majorité des exploitations ont entre 4 et 6 groupes de cultures dans leur assolement (267 exploitations en 2007 et 234 exploitations en 2013, soit respectivement 64,1% et 61,6% des exploitations analysées). Ces exploitations dont l'assolement présente un niveau de diversification moyen représentent également plus de la moitié de la surface agricole incluse dans la zone d'étude (28 417 ha en 2007 et 25 078 ha en 2013). Ces exploitations sont principalement associées au Profil 3 (162 exploitations sur 267 en 2007 et 139 exploitations sur 234 en 2013).

Les exploitations ayant un assolement diversifié, *i.e.* présentant 7 à 9 groupes de cultures dans leur assolement en 2007 et jusqu'à 10 groupes de cultures en 2013, sont principalement associées aux Profils 4 et 5 (59 exploitations sur 73 en 2007 et 52 exploitations sur 76 en 2013).

Les exploitations ayant un assolement considéré comme spécialisé, *i.e.* à base de 3 groupes de cultures ou moins, représentent 18,3% des exploitations en 2007 et 18,4% en 2013. Bien que les exploitations ayant un assolement dit spécialisé soient nombreuses, la surface agricole associée à ces exploitations est largement inférieure en 2007 et 2013 à la surface agricole associée aux exploitations ayant un assolement dit diversifié. Les exploitations ayant un assolement dit spécialisé sont majoritairement associées aux Profils 1 et 2 (42 exploitations sur 76 en 2007 et 55 sur 70 en 2013).

➤ Complexité des assolements en 2007 et 2013

Le **Tableau 34** présente le nombre d'exploitations et la surface agricole incluse dans la zone d'étude selon le nombre minimum de groupes de cultures nécessaires pour représenter 75% de l'assolement en 2007 et en 2013.

Alors que l'assolement peut présenter de 1 à 10 groupes de cultures, le nombre de cultures nécessaires pour atteindre 75% de l'assolement varie de 1 à 6 en 2007 et 2013. Tous les groupes de cultures ne participent pas à part égale à la constitution de l'assolement dans de nombreuses exploitations. Aux exploitations très spécialisées, s'ajoutent des exploitations ayant un plus grand nombre de groupes de cultures, mais dont la complexité de l'assolement est très peu élevée.

Près de 50% des exploitations ont besoin de 3 groupes de cultures pour atteindre 75% de leur assolement. Avec les exploitations dans lesquelles 4 groupes de cultures sont nécessaires pour représenter 75% de l'assolement, elles représentent environ 80% de la surface agricole sur la zone d'étude. Les exploitations ayant un assolement plus complexe (5 ou 6 groupes de cultures pour 75% de l'assolement) sont très peu nombreuses sur la zone en 2007 et 2013 (moins de 20 exploitations les deux années).

Alors que les exploitations ayant un assolement dit diversifié étaient plus importantes en surface que les exploitations ayant un assolement dit spécialisé, le phénomène inverse s'observe en ce qui concerne le niveau de complexité des assolements : les exploitations ayant un assolement simple (1 ou 2 groupes de cultures pour 75% de l'assolement) représentent plus de deux fois la surface des exploitations ayant un assolement complexe en 2007 et 2013.

Les types assolements des Profils 3 et 4, marqueurs de successions basées sur les principales cultures annuelles de la zone (blé tendre d'hiver, colza et tournesol), couvrent un peu moins de la moitié des surfaces agricoles de la plaine Sud de Niort en 2007 comme en 2013. Parmi les types associés à ces profils, on observe un recul des assolements mobilisant fortement le colza (Pr3_COH) et une augmentation des assolements à forte proportion de tournesol (Pr3_TSOL). Les assolements marqueurs de successions à orientation plutôt herbagère (Pr2_CP), vraisemblablement révélateurs d'exploitations de polyculture-élevage, sont en recul sur la zone d'étude entre 2007 et 2013. Les assolements comportant une diversité de groupes de cultures (profil 5), bien que ne concernant qu'un petit nombre d'exploitations (56 sur 380), sont en expansion sur la zone entre 2007 et 2013.

Les assolements de la plaine Sud de Niort présentent des niveaux de diversité très variables (depuis la monoculture stricte jusqu'à 10 groupes de cultures). Entre 2007 et 2013, la part de surface agricole représentée par les assolements dits diversifiés (7 groupes de cultures ou plus) a augmenté (27,2% de la surface agricole en 2007 contre 33,6% en 2013). Cette augmentation se fait au détriment des assolements ayant un niveau de diversité moyen (entre 4 et 6 groupes de cultures) tandis que les assolements dits spécialisés (3 groupes de cultures ou moins) sont relativement stables.

Les exploitations de la plaine Sud de Niort présentent des assolements dont le niveau de complexité est généralement moyen (3 à 4 groupes de cultures pour atteindre 75% de la SAU), voire peu élevé (1 à 2 groupes de cultures pour atteindre 75% de la SAU). En termes de bilan net sur la plaine Sud de Niort, le nombre d'exploitations et la surface agricole associés à chaque niveau de complexité de l'assolement évolue peu entre 2007 et 2013, contrairement au niveau de diversité analysé précédemment.

3.2. Evolution des assolements au niveau de chaque exploitation de la plaine Sud de Niort et lien avec les évolutions de parcellaires

La comparaison du nombre d'exploitations associées à chaque orientation d'assolement, niveau de diversité et niveau de complexité montre que certains types d'assolements sont en progression ou régression sur la zone. On s'intéresse ici à caractériser les changements d'assolements au sein des exploitations elles-mêmes, et non plus en bilan net sur l'ensemble des exploitations.

3.2.1. Changements d'orientation de l'assolement observés dans les exploitations entre 2007 et 2013

Entre 2007 et 2013, seules 144 des 416 exploitations analysées (34,6%) maintiennent le même type d'assolements et donc la même orientation de leur assolement. **La majorité des exploitations change l'orientation de leur assolement entre 2007 et 2013.**

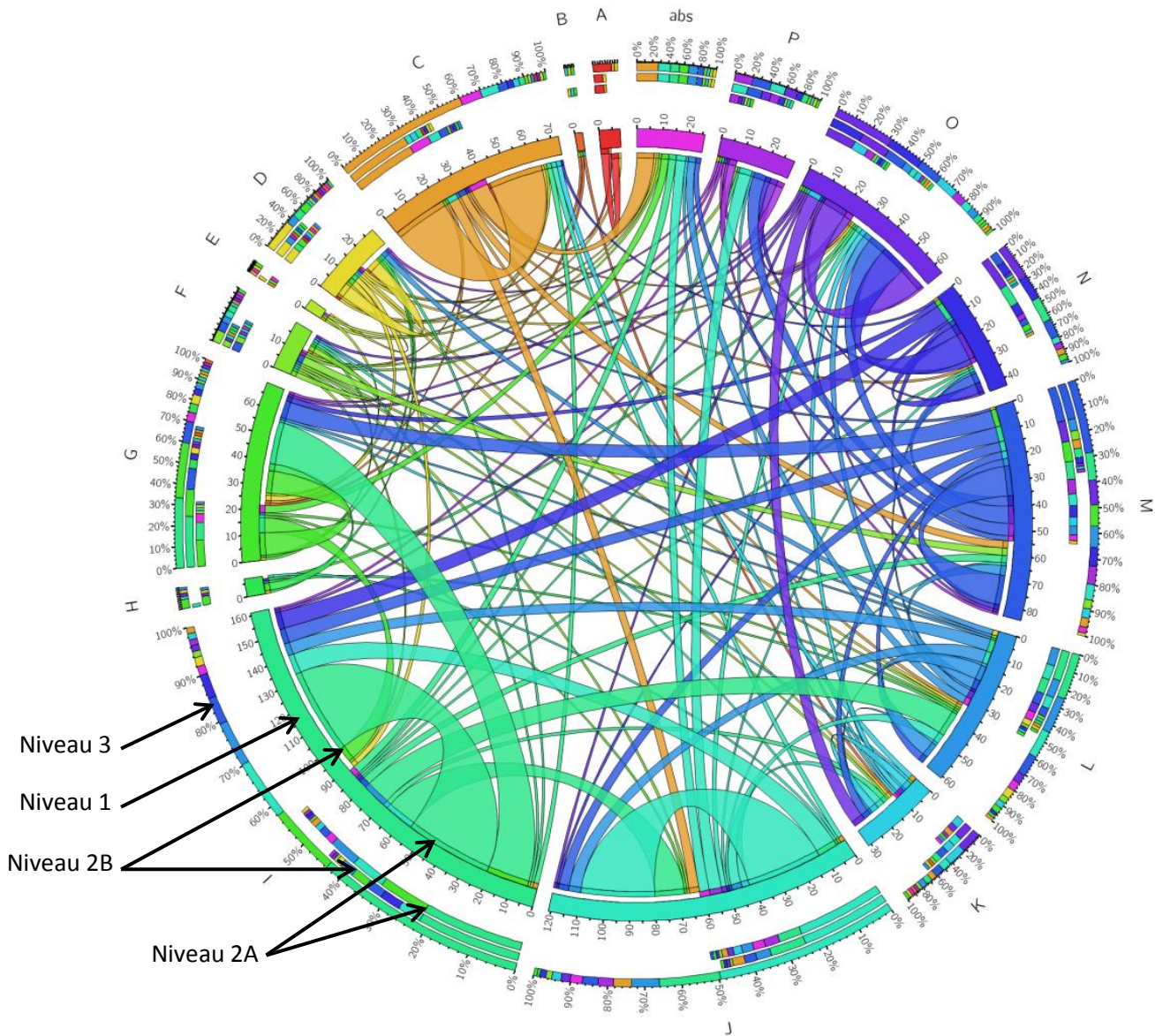


Figure 32 : Illustration des transferts entre types d'assolements observés sur la période 2007-2013 dans les exploitations analysées (n=416). Cette figure a été réalisée à l'aide du logiciel Circos (<http://mkweb.bcgsc.ca/tableviewer/>).

Les arcs de cercle les plus épais (noté « niveau 1 ») identifient chaque type d'assolements par une couleur ; la largeur angulaire de ces arcs de cercle donne la somme des effectifs de 2007 et de 2013 dans le type d'assolements. Cet arc de cercle de niveau 1 est subdivisé en deux arcs de cercle plus fins (vers le centre de la figure et repris sur les cercles extérieurs). L'arc de cercle le plus proche (noté « niveau 2A ») donne l'effectif du type en 2007 tandis que l'arc de cercle adjacent (noté « niveau 2B ») donne l'effectif du type en 2013. Les différentes couleurs sur ces arcs de cercle renvoient respectivement au devenir (effectif qui se maintient dans le type + effectif sortant en 2007) et à l'origine (effectif qui se maintient dans le type + effectif entrant en 2013) des exploitations associées au type d'assolements. Les transferts entre types sont également matérialisés par des rubans dont la couleur reprend celle du type d'origine des exploitations. La largeur du ruban indique le nombre d'exploitations qui réalisent la transition entre deux types d'assolements. Les arcs de cercle les plus extérieurs (notés « niveau 3 ») réalisent pour chaque type d'assolements le bilan des exploitations qui proviennent d'un type extérieur et des exploitations qui sortent du type en direction de ce même type extérieur. La comparaison de la largeur angulaire des arcs de cercles extérieurs de « niveau 2A » et de « niveau 2B » montre les variations d'effectifs dans chaque type entre 2007 et 2013 (cf. Tableau 32).

Pour rappel, les types A et B sont constitués d'un unique groupe de cultures (Profil 1). Les types C à E sont constitués d'un groupe de cultures très largement dominant (Profil 2). Les types F à I sont constitués de 2 à 3 groupes de cultures dominants (Profil 3). Les types K à N sont constitués de 2 groupes de cultures et de nombreux autres groupes de cultures en proportion significative (Profil 4). Les types O et P sont constitués d'un groupe de cultures dominant et de nombreux autres groupes de cultures en proportion significative (Profil 5).

La **Figure 32** illustre les différents changements d'orientation, *i.e.* les changements de types d'assolements, qui se produisent entre 2007 et 2013 dans les 416 exploitations analysées. On observe une grande diversité de changements réalisés, aussi bien en termes de types d'assolement concernés par les changements qu'en termes de types d'assolements résultant de ces changements. On s'attache dans ce qui suit à décrire :

- 4) les changements réalisés par les exploitations dont le type d'assolements en 2007 correspond à un des types d'assolements majoritaires sur la zone d'étude en 2007 ou 2013 (types C, G, I, J et M qui représentent chacune plus de 10% des effectifs totaux en 2007 et/ou en 2013),
- 5) les changements réalisés par les exploitations dont le type d'assolement connaît une forte variation d'effectif entre 2007 et 2013 (types B, K, N, O et P en plus de certains types précédents, avec au moins $\pm 25\%$ de variation de l'effectif entre 2007 et 2013).

Dans ce qui suit, on appelle « transfert » la mise en œuvre d'un changement d'orientation à l'échelle d'une exploitation.

Parmi les 5 types d'assolements majoritaires sur la zone d'étude en 2007 et 2013, on distingue ceux qui connaissent une augmentation de leur effectif (type G) et ceux qui connaissent une diminution de leur effectif (types C, I, J et M). Dans ces 4 derniers types, on peut également distinguer ceux qui ont un fort taux de maintien au sein des exploitations (types C, I et J) et ceux qui ont un faible taux de maintien (type M).

Les assolements marqueurs de successions céréalières courtes dont le tournesol est la tête d'assolement majoritaire (type G) connaissent une augmentation de leur effectif entre 2007 et 2013 (22 exploitations en 2007 contre 46 en 2013). Cette augmentation est principalement liée à des transferts depuis le type marqueur de successions courtes où le colza est la tête d'assolement majoritaire (type I), ainsi que depuis le type marqueur de successions où les céréales sont majoritaires (type M). Ces changements d'orientation mis en œuvre dans les exploitations montrent **le recul d'un groupe de cultures (colza principalement) comme signature de la composition de l'assolement et le passage à des successions où le colza n'est plus la tête d'assolement dominante.**

Les types d'assolements pour lesquels le nombre d'exploitations qui les mettent en œuvre diminuent connaissent des évolutions plus variées. Par exemple, les assolements marqueurs de successions courtes à base de colza (type I) étaient dominants sur la zone en 2007. La diminution de leur effectif se fait principalement au profit i) du type décrit ci-avant (type G), ii) du type marqué par la présence de couverts pluriannuels, de maïs et de blé (type J) et iii) du type marqué par la présence de couverts pluriannuels, de blé, de maïs et d'orge (type L). Les exploitations qui mettent en œuvre un changement d'orientation du type I vers le type L et du type I vers le type J semblent connaître un **changement plus profond de l'orientation de leur assolement** (les cultures qui signent l'orientation de l'assolement changent en grande partie) que les exploitations qui mettent en œuvre un changement d'assolement du type I vers le type G pour lesquelles une culture est supprimée sans autres changements. Malgré la diminution de l'effectif associé au type I, certaines exploitations mettent tout de même en œuvre des changements d'assolements qui aboutit en 2013 à ce type d'assolements.

Les exploitations qui mettent en œuvre des assolements marqueurs de successions à dominante de céréales et de couverts pluriannuels (type J) changent également d'orientation d'assolement entre 2007 et 2013. Ces changements conduisent à une diversité de types parmi lesquels figure le type I décrit précédemment. Les types I et J semblent donc sujets à un **équilibre entre des changements dans un sens et dans l'autre, alors même que le premier type est à orientation plutôt céréalière et le second à orientation plutôt herbagère.**

Peu d'exploitations mettant en œuvre un assolement marqué par la présence de colza, de tournesol, de blé tendre et d'une autre céréale (type M) conservent cette orientation en 2013. Les exploitations font évoluer ce type d'assolements vers une diversité d'autres types. Réciproquement, les exploitations qui mettent en œuvre ce type d'assolement en 2013 le font suite à une réorientation depuis une diversité d'autres types d'assolements. **L'association d'une exploitation à ce type d'assolements peut donc révéler un comportement opportuniste de l'exploitation une année donnée.** Ce comportement peut être rapproché de la présence de la seconde céréale (par exemple blé dur ou orge d'hiver) dont les prix de vente, et donc la rentabilité, sont assez variables entre années.

Les assolements qui connaissent une forte diminution de leur effectif sont les types B et N. Les 3 exploitations ayant en 2007 un assolement marqué par la présence seule de colza (type B) changent toutes de type d'assolements entre 2007 et 2013. La majorité des exploitations ayant en 2007 un assolement marqué notamment par la présence de blé tendre, de colza, de tournesol et d'autres oléagineux (type N) change de type d'assolements entre 2007 et 2013. Ces changements conduisent à des assolements marqueurs de successions à base de colza, tournesol et blé tendre (type I) ou à des assolements marqués par la présence de protéagineux au détriment des oléagineux (type O). Les évolutions connues par les assolements de type N sont marqueurs d'un changement de successions qui n'intègrent plus ou peu d'autres oléagineux.

Les assolements pour lesquels on observe une forte augmentation des effectifs sont les types K, O et P. **Les changements d'orientation vers ces types marquent généralement l'intégration ou la suppression d'une culture de diversification** (protéagineux pour les types K et O, cultures spécialisées pour le type P). Les évolutions vers ces types d'assolements se font depuis une diversité d'autres types difficilement identifiables compte tenu des effectifs impliqués.

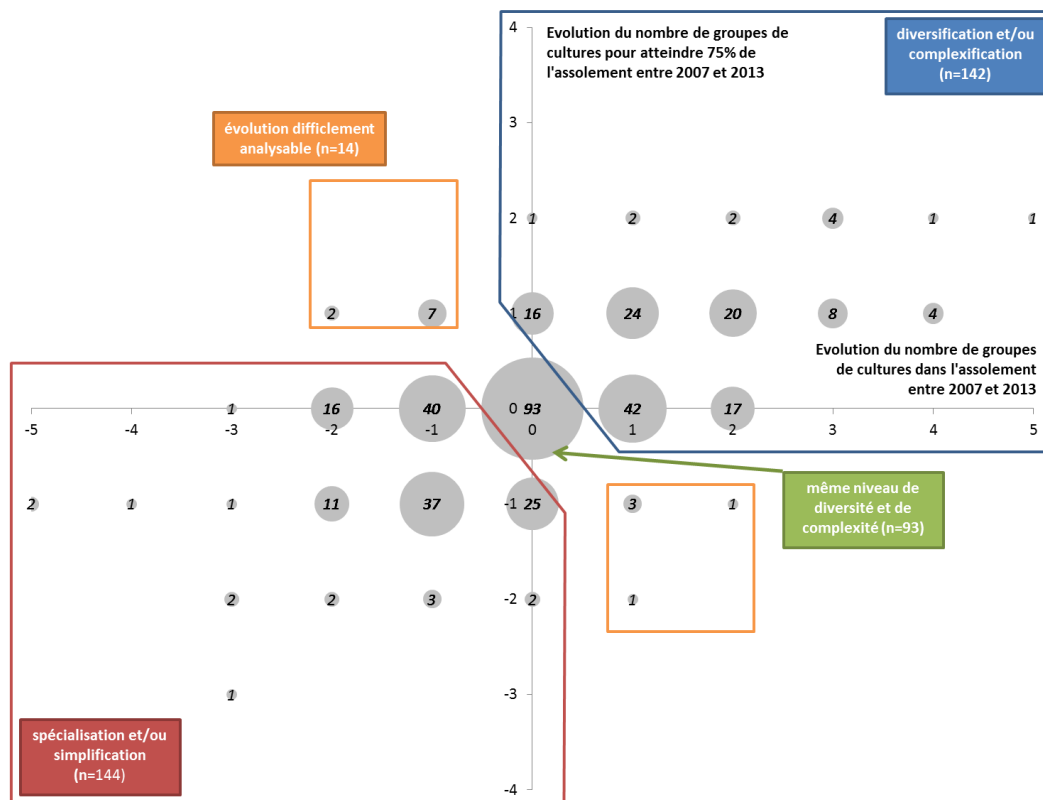


Figure 33 : Nombre d'exploitations associées à une évolution du niveau de diversité et/ou de complexité de leur assolement. Une variation du nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement rend compte d'une évolution de la diversité de l'assolement (diversification dans le cas d'une variation positive ; spécialisation dans le cas d'une variation négative). Une variation du nombre de groupes de cultures nécessaires pour atteindre 75% de l'assolement rend compte d'une évolution de la complexité de l'assolement (complexification dans le cas d'une variation positive ; simplification dans le cas d'une variation négative). Les exploitations présentées ici correspondent aux exploitations pour lesquelles la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée et pour lesquelles une référence existe en 2013 (hors « sortie du système de déclaration » et « disparition », soit n = 390).

La majorité des exploitations change d'orientation d'assolements au cours de la période, *i.e.* modifient le type de leur assolement. Ces changements d'orientation se traduisent par une diversité de transferts entre types d'assolements. Une grande part d'exploitations qui changent d'orientation d'assolement maintient le même nombre de groupes de cultures pour décrire l'orientation de leur assolement (79 exploitations restent dans le même niveau de profil, soit 19,0%) : **le changement d'orientation est généralement lié à une modification de la nature, et non du nombre de groupes de cultures qui signent l'assolement, et donc les successions.** Dans les autres cas, les exploitations tendent plus à augmenter le nombre de cultures nécessaires pour décrire l'orientation de leur assolement (98 exploitations) qu'à le diminuer (69 exploitations). Les exploitations tendent à augmenter le nombre de groupe de cultures qui constituent majoritairement les successions de l'exploitation. A noter que pour 26 exploitations (6,3% des 416 exploitations), l'évolution de l'assolement n'a pas pu être déterminée, car ces exploitations n'existent plus en 2013 (« sortie du système de déclaration » ou « disparition »). La mention « abs » sur la **Figure 32** renvoie à cette absence de type d'assolements en 2013.

3.2.2. Changements du niveau de diversité et de complexité des assolements observés dans les exploitations entre 2007 et 2013

On choisit d'analyser conjointement l'évolution de la diversité et de la complexité des assolements. Cela permet de distinguer les cas où l'intégration (resp. la suppression) d'un groupe de cultures se fait à la marge de l'assolement (*i.e.* sans évolution du niveau de complexité) et les cas où ce groupe de cultures participe (resp. ne participe plus) activement à la composition de la majorité de l'assolement. L'évolution du niveau de diversité et du niveau de complexité des assolements dans les exploitations de la plaine Sud de Niort est présentée en **Figure 33**.

Dans la majorité des exploitations, les niveaux de complexité et/ou de diversité des assolements évoluent entre 2007 et 2013. Seules 93 exploitations maintiennent le même nombre de groupes de cultures dans leur assolement et demande le même nombre de groupes de cultures pour obtenir 75% de leur assolement. **La gamme de variation de chacun des critères est relativement importante** : ± 5 groupes de cultures pour le niveau de diversité, ± 3 pour le niveau de complexité. Néanmoins, **la majorité des exploitations font peu évoluer le nombre de groupes de cultures présents dans leur assolement et/ou nécessaires pour constituer 75% de leur assolement** (± 1 dans 80,0% des cas de « spécialisation et/ou simplification » et dans 57,7% des cas de « diversification et/ou complexification »).

Le nombre d'exploitations qui diversifient et/ou complexifient leur assolement (142) est équivalent au nombre d'exploitations qui le spécialisent et/ou le simplifient (144). Dans les deux cas, environ 40% des exploitations ne font évoluer que la diversité de leur assolement : il s'agit donc de **l'introduction ou de la suppression d'au moins un groupe de cultures sans changement de la majeure partie de l'assolement** (du moins en nombre de groupes de cultures). Le niveau de complexité de l'assolement évolue quant à lui sans changement du niveau de diversité dans 12,0% des exploitations qui diversifient et/ou complexifient leur assolement et dans 18,8% des exploitations qui le spécialisent et/ou le simplifient : il s'agit là d'une **nouvelle répartition des groupes de cultures dans l'assolement** (auquel peut s'adjoindre un changement de nature des groupes de cultures – *cf.* partie précédente). **Moins de la moitié des exploitations font évoluer dans le même temps le niveau de complexité et le niveau de diversité de leur assolement.** On peut noter que 14 exploitations présentent des évolutions difficilement analysables. Ces exploitations soit

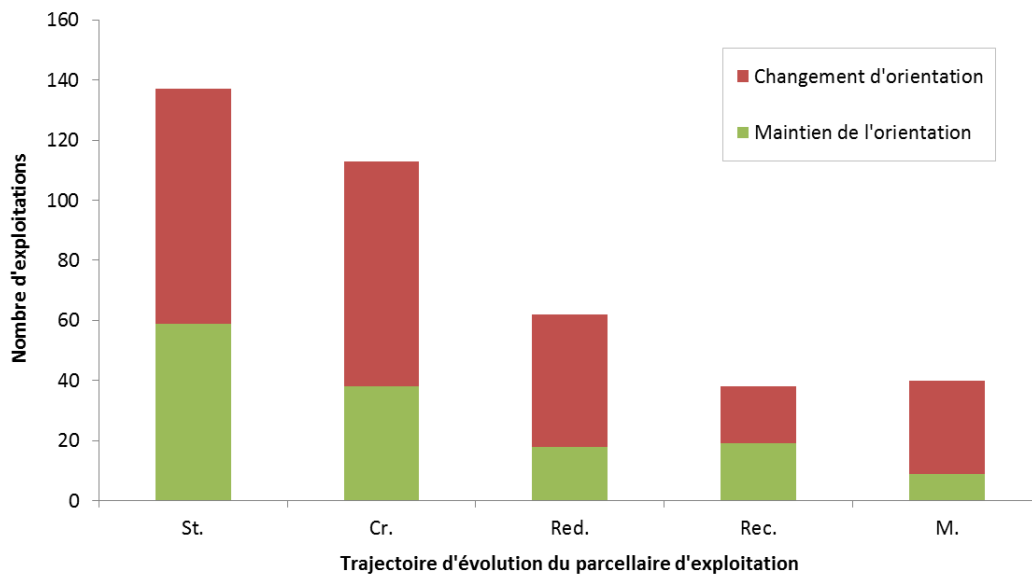


Figure 34 : Nombre d'exploitations associées à un changement ou non de l'orientation de l'assolement selon la nature de la trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation (n = 416). Un changement d'assolement correspond à un changement du type d'assolements auquel est rattachée l'exploitation. St. = Stable, Cr. = Croissance avec ou sans reconfiguration, Red. = Réduction avec ou sans reconfiguration, Rec. = Reconfiguration à même surface. Les cas de « disparition » et de « sortie du système de déclaration » ne sont pas représentés ici puisqu'ils ne présentent pas de référence d'assolement en 2013.

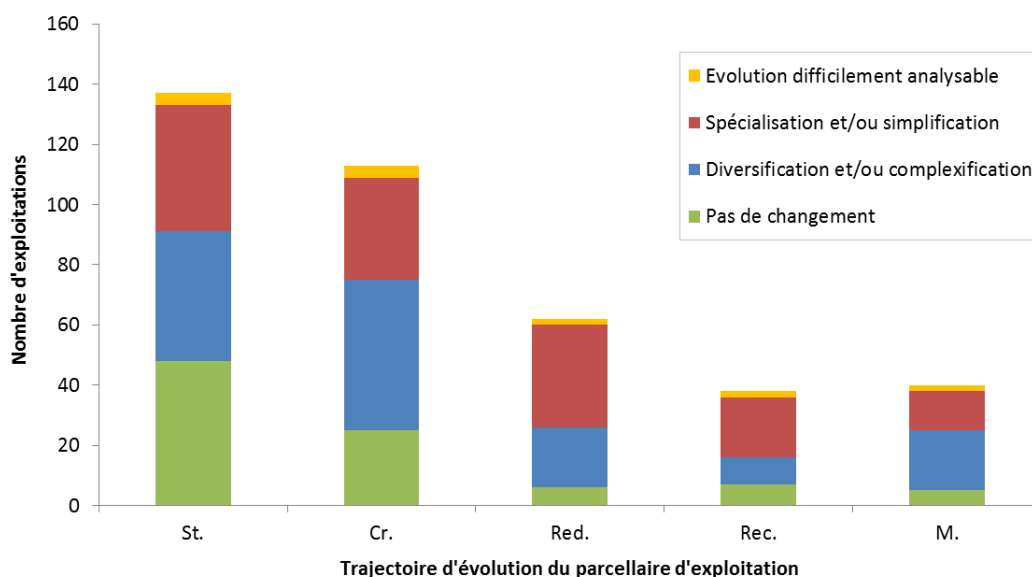


Figure 35 : Nombre d'exploitations associées à chaque type d'évolution du niveau de diversité et de complexité de l'assolement selon la nature de la trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation (n = 416). Un changement du niveau de diversité correspond à une variation du nombre de groupes de cultures dans l'assolement. Un changement du niveau de complexité correspond à une variation du nombre de groupes de cultures nécessaire pour atteindre 75% de la SAU. St. = Stable, Cr. = Croissance avec ou sans reconfiguration, Red. = Réduction avec ou sans reconfiguration, Rec. = Reconfiguration à même surface. Les cas de « disparition » et de « sortie du système de déclaration » ne sont pas représentés ici puisqu'ils ne présentent pas de référence d'assolement en 2013.

suppriment un groupe de cultures en même temps qu'elles rééquilibrent la répartition des cultures dans leur assolement, soit réorganisent la majorité de leur assolement sur un moindre nombre de groupes de cultures tout en en introduisant de nouveaux.

La majorité des exploitations font évoluer le niveau de complexité et/ou de diversité de leur assolement. Mais ces changements sont limités et sont le marqueur d'une faible évolution de la longueur des successions et/ou de leur nombre.

3.2.3. Liens entre évolutions des parcellaires et évolutions des assolements entre 2007 et 2013

Pour rappel, dans la partie 1, neuf types de trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation ont été caractérisés entre 2007 et 2013 : stabilité (137 exploitations), croissance sans ou avec reconfiguration (resp. 64 et 49 exploitations), réduction sans ou avec reconfiguration (resp. 48 et 14 exploitations), reconfiguration à même surface (38 exploitations), trajectoire mixte associant des épisodes de croissance et de réduction (40 exploitations), disparition (13 exploitations) et sortie du système de déclaration (13 exploitations).

La **Figure 34** présente le nombre d'exploitations associées un changement de type d'assolements selon la trajectoire d'évolution du parcellaire. Quelle que soit la trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation, on observe que le nombre d'exploitations qui changent d'orientation d'assolement est supérieur ou égal au nombre d'exploitations qui maintiennent la même orientation de leur assolement. **Le maintien de l'orientation de l'assolement est plus faible dans les cas où le parcellaire de l'exploitation est en croissance, en réduction ou suit une trajectoire mixte, tandis qu'il est plus important dans les cas où le parcellaire de l'exploitation est stable ou en reconfiguration** (test du χ^2 , p-value = 0,029).

La **Figure 35** présente le nombre d'exploitations associées à chaque type d'évolution du niveau de diversité et de complexité de l'assolement selon la trajectoire d'évolution du parcellaire. Aucune trajectoire d'évolution des parcellaires ne se détache des autres en étant associée préférentiellement à un type d'évolution du niveau de diversité et de complexité de l'assolement. Les différents types d'évolution du niveau de complexité et de diversité se retrouvent dans l'ensemble des trajectoires d'évolution et l'absence de changement constitue dans chacun des cas la situation minoritaire. La comparaison des valeurs attendues et des valeurs observées montre que (test du χ^2 , p-value << 0,01) :

- le maintien du niveau de diversité et de complexité de l'assolement est **plus élevé dans les d'exploitation dont le parcellaire est stable et plus faible dans les exploitations dont le parcellaire est en réduction ou suit une trajectoire mixte ;**
- les évolutions dans **le sens d'une diversification et/ou d'une complexification de l'assolement** sont **plus importantes dans les cas de croissance et de trajectoire mixte et moins importantes dans les cas de reconfiguration ;**
- les évolutions **dans le sens d'une spécialisation et/ou d'une simplification de l'assolement** sont quant à elles **plus importantes dans les cas de réduction et de reconfiguration et moins importantes dans les cas de croissance.**

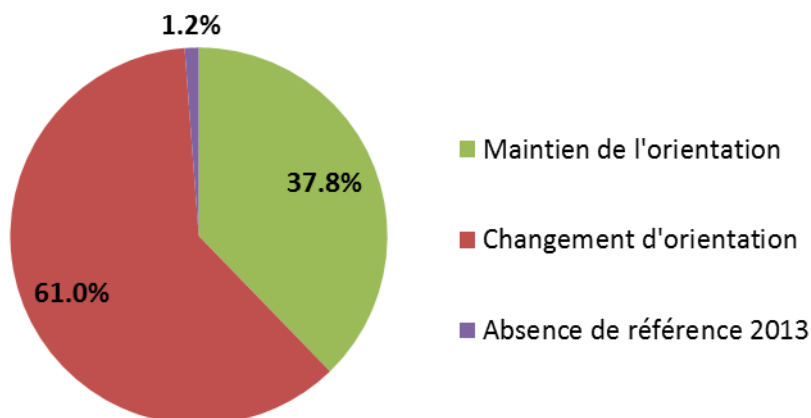


Figure 36 : Part de la surface agricole associée à un changement ou non de l'orientation des assolements. Les surfaces analysées correspondent à celles des îlots associés aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a pu être établie (78,1% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude). Le champ « non renseigné » renvoie aux îlots associés aux exploitations qui disparaissent ou qui sortent du système de déclaration PAC et pour lesquelles il n'y a pas d'information sur l'assolement en 2013.

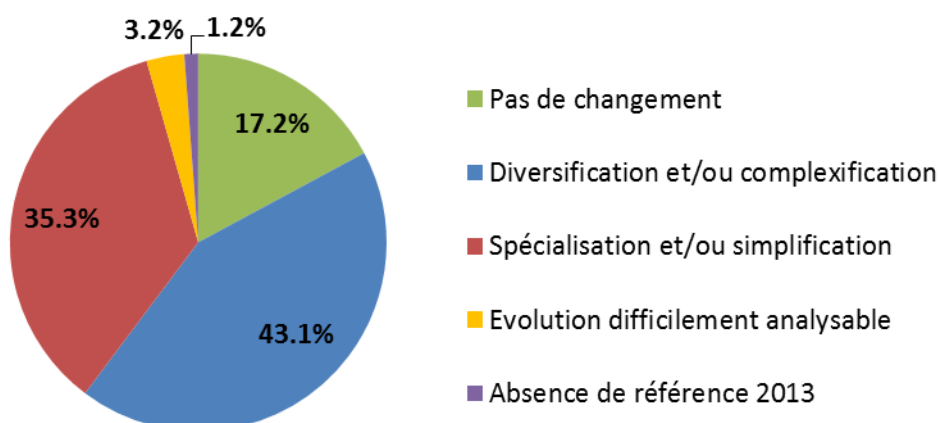


Figure 37 : Part de la surface agricole associée à chaque type d'évolution du niveau de diversité et de complexité des assolements. Les surfaces analysées correspondent à celles des îlots associés aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a pu être établie (78,1% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude). Le champ « non renseigné » renvoie aux îlots associés aux exploitations qui disparaissent ou qui sortent du système de déclaration PAC et pour lesquelles il n'y a pas d'information sur l'assolement en 2013.

La trajectoire d'évolution du parcellaire a un effet sur les changements d'assolement dans les exploitations, que ce soit en termes d'orientation ou de niveau de diversité et de complexité de l'assolement. Les trajectoires d'évolution affectent différemment le sens de ces changements, notamment en ce qui concerne le niveau de diversité et de complexité des assolements. La diversification / complexification est préférentiellement associée aux exploitations en croissance et la spécialisation / simplification aux exploitations en réduction ou reconfiguration.

3.3. Structuration spatiale des changements d'assolement sur la plaine Sud de Niort : effet des moteurs territoriaux

3.3.1. Surface agricole associée à une évolution de l'orientation de l'assolement ou de son niveau de diversité et de complexité entre 2007 et 2013

Afin d'estimer la surface agricole associée à une évolution des assolements entre 2007 et 2013, chaque îlot a été rattaché en 2007 aux caractéristiques (orientation, diversité, complexité) de l'exploitation à laquelle il appartient cette année-là, et de même en 2013. Les surfaces analysées correspondent à celles des îlots associés en 2007 ou 2013 à une exploitation pour laquelle la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée, soit 78,1% de la surface agricole incluse dans la zone d'étude.

Comme ce qui avait été observé en nombre d'exploitations, la **Figure 36** montre que l'orientation de l'assolement change entre 2007 et 2013 sur la majorité de la surface de la plaine Sud de Niort (seuls 15 533 des 41 144 ha analysés maintiennent la même classe d'assolement, soit 37,8%). Les changements concernent néanmoins une plus faible part en surface agricole (61,0% de la surface agricole analysée) qu'en nombre d'exploitations (65,4% des exploitations analysées) sur le territoire agricole.

En ce qui concerne l'évolution du niveau de diversité et/ou de complexité des assolements, la **Figure 37** montre que le niveau de diversité et de complexité de l'assolement change entre 2007 et 2013 sur la majeure partie de la surface agricole de la plaine Sud de Niort comme ce qui avait été observé en nombre d'exploitations (seuls 15 533 des 41 144 ha analysés maintiennent le même niveau de diversité et de complexité d'assolement). Cependant, cela représente une plus faible part en surface agricole (17,2% de la surface agricole) qu'en nombre d'exploitations (22,4% des exploitations analysées). Cela se traduit également par davantage de surface agricole associée à une diversification et/ou complexification de l'assolement qu'à une spécialisation/simplification (resp. 43,1% et 35,3% de la surface agricole), contrairement à ce qui a été observé en nombre d'exploitations (resp. 34,1% et 34,6%). Les évolutions difficilement analysables (« diversification / simplification » ou « spécialisation / complexification ») représentent une faible part du territoire (3,2% de la surface agricole analysée).

Pour 1,2% des îlots analysés, les évolutions n'ont pas pu être déterminées en l'absence de référence en 2013 (disparition de l'îlot avec la disparition de l'exploitation ou sa sortie du système de déclaration).

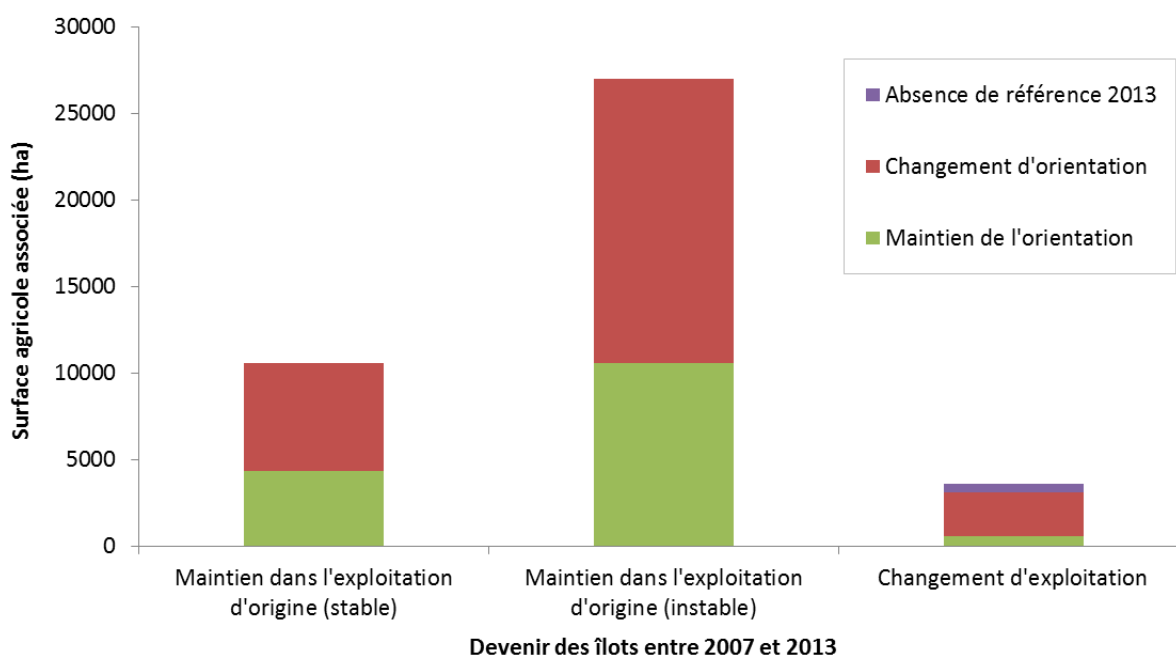


Figure 38 : Surface agricole associée à chaque type d'évolution de l'orientation de l'assolement entre 2007 et 2013 selon le devenir des surfaces associées aux îlots (dans un contexte de stabilité ou d'évolution du parcellaire de l'exploitation d'origine). Seules sont représentées les surfaces pour lesquelles le maintien ou le changement d'exploitation a pu être identifié sur la base des évolutions de parcellaires des 416 exploitations analysées.

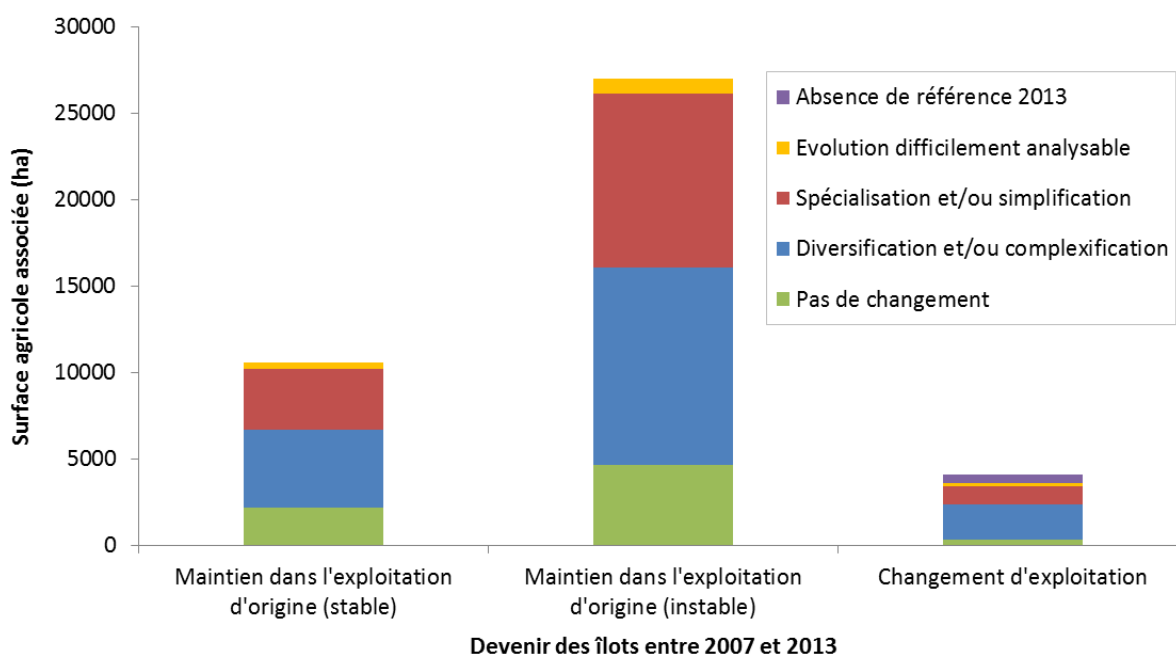


Figure 39 : Surface agricole associée à chaque type d'évolution de la diversité et de la complexité de l'assolement entre 2007 et 2013 selon le devenir des surfaces associées aux îlots (dans un contexte de stabilité ou d'évolution du parcellaire de l'exploitation d'origine). Seules sont représentées les surfaces pour lesquelles le maintien ou le changement d'exploitation a pu être identifié sur la base des évolutions de parcellaires des 416 exploitations analysées.

3.3.2. Distribution spatiale des surfaces associées à un changement d'assolement sur la plaine Sud de Niort

Les surfaces associées à un changement d'assolement, en termes d'orientation et de niveau de complexité/diversité, ont été cartographiées sur la plaine Sud de Niort, entre 2007 et 2013 (**Annexe n°11**). Une analyse des autocorrélations spatiales a été menée pour rendre compte de la structuration spatiale des surfaces associées à un changement d'assolement : changement d'orientation d'assolement en **Figure 40** (page suivante), changement du niveau de diversité et/ou de complexité en **Figure 41** (page suivante).

La **Figure 40** (page suivante) montre une zone de changement préférentiel de l'orientation de l'assolement relativement importante à l'ouest de la plaine Sud de Niort, notamment sur l'AAC de la Courance. Les surfaces incluses dans l'AAC du Vivier semblent elles moins sujettes à des changements d'orientation de l'assolement, du moins ceux-ci ne sont pas spatialement regroupés. En plus de cette zone importante de changement à l'Ouest de la plaine Sud de Niort, on retrouve des surfaces soumises à un changement, mais en densité moins importante au Nord et à l'Est de la zone d'étude mettant en évidence des zones de stabilité préférentielle sur les communes de Fors et de Vouillé, et plus largement sur l'AAC du Vivier.

La **Figure 41** (page suivante) montre que les zones de changement préférentiel identifiés en **Figure 40** (page suivante) ne recoupent pas nécessairement celles marquées préférentiellement par une diversification et/ou complexification de l'assolement, ni celles orientées préférentiellement vers une spécialisation et/ou simplification de l'assolement. Une zone de diversification et/ou complexification préférentielle de l'assolement relativement importante est visible au Nord-Est de la plaine Sud de Niort, notamment dans l'AAC du Vivier. Cette AAC présente également une zone de spécialisation et/ou simplification de plus petite ampleur. L'AAC de la Courance est quant à elle concernée de façon égale par des zones où le changement est préférentiellement orientée vers une diversification /complexification et vers une spécialisation et/ou simplification.

La présence d'une surface plus importante sur laquelle l'assolement change d'orientation dans l'AAC de la Courance et d'une surface plus importante sur laquelle l'assolement se diversifie et/ou se complexifie dans l'AAC du Vivier peut être liée à la possibilité de souscrire à des MAET (réduction d'azote, réduction d'IFT Herbicide, suppression de l'irrigation...) : un moyen de répondre aux objectifs des MAET peut être en effet la modification de la nature des cultures dans l'assolement et/ou l'introduction de nouvelles cultures. D'autres moteurs sont aussi sans doute à l'œuvre sur ces deux zones, puisque les dynamiques de changement des assolements ne sont pas les mêmes alors que les mêmes MAET y sont disponibles. Il est intéressant également de noter que la proximité à l'agglomération de Niort n'entraîne pas d'évolution particulière des assolements, alors que des évolutions des parcellaires avaient été identifiées sur cette zone (cf. Partie 1).

3.3.3. Lien entre devenir des surfaces associées aux îlots et évolution de l'assolement

La **Figure 38** et la **Figure 39** présentent respectivement la somme des surfaces agricoles associées à un changement de l'orientation de l'assolement et la somme des surfaces agricoles associées à un changement du niveau de diversité et/ou de complexité de l'assolement selon le devenir des îlots dans les exploitations : maintien dans l'exploitation d'origine dont le parcellaire est stable, maintien dans l'exploitation d'origine dont le parcellaire évolue ou changement d'exploitation. On remarque

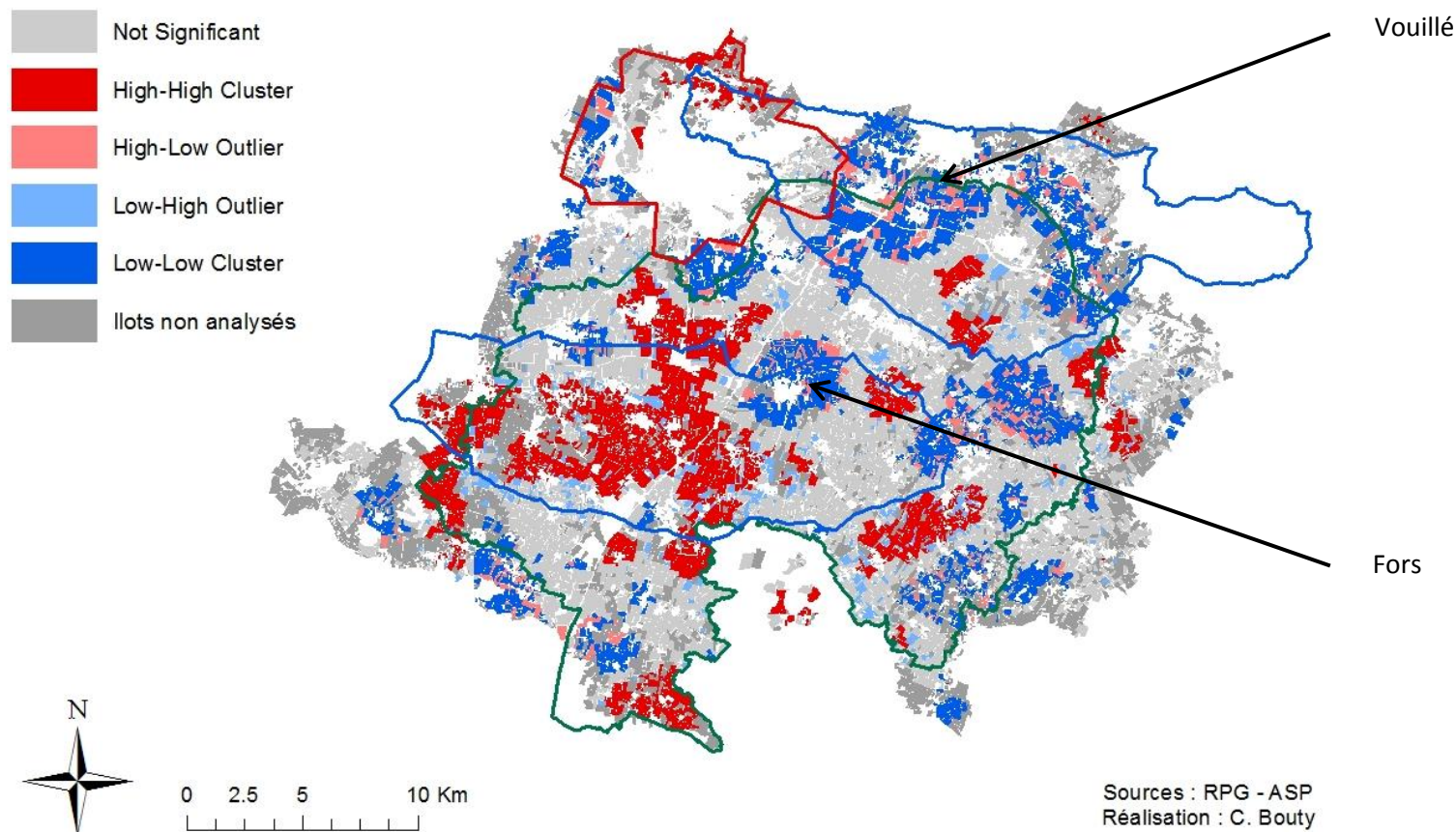


Figure 40 : Cartographie des autocorrélations spatiales selon la présence (= 1) ou l'absence (= 0) de changement de classe d'assolement. Seules surfaces associées à des îlots appartenant en 2007 ou en 2013 à une exploitation pour laquelle la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée ont été prises en compte.

Les high-high clusters représentent des zones de changement préférentiel (agrégats statistiquement significatifs de valeurs élevées à $p\text{-value} < 0,05$). Les low-low clusters représentent des zones de stabilité préférentielle (agrégats statistiquement significatifs de valeurs faibles à $p\text{-value} < 0,05$). Les outliers représentent les surfaces ayant un comportement atypique : les high-low outliers représentent les surfaces qui connaissent un changement dans une zone de stabilité préférentielle (valeur élevée entouré par des valeurs faibles), tandis que les low-high outlier représentent les surfaces qui ne connaissent pas de changement dans une zone de changement préférentiel (valeur faible entouré par des valeurs élevées).

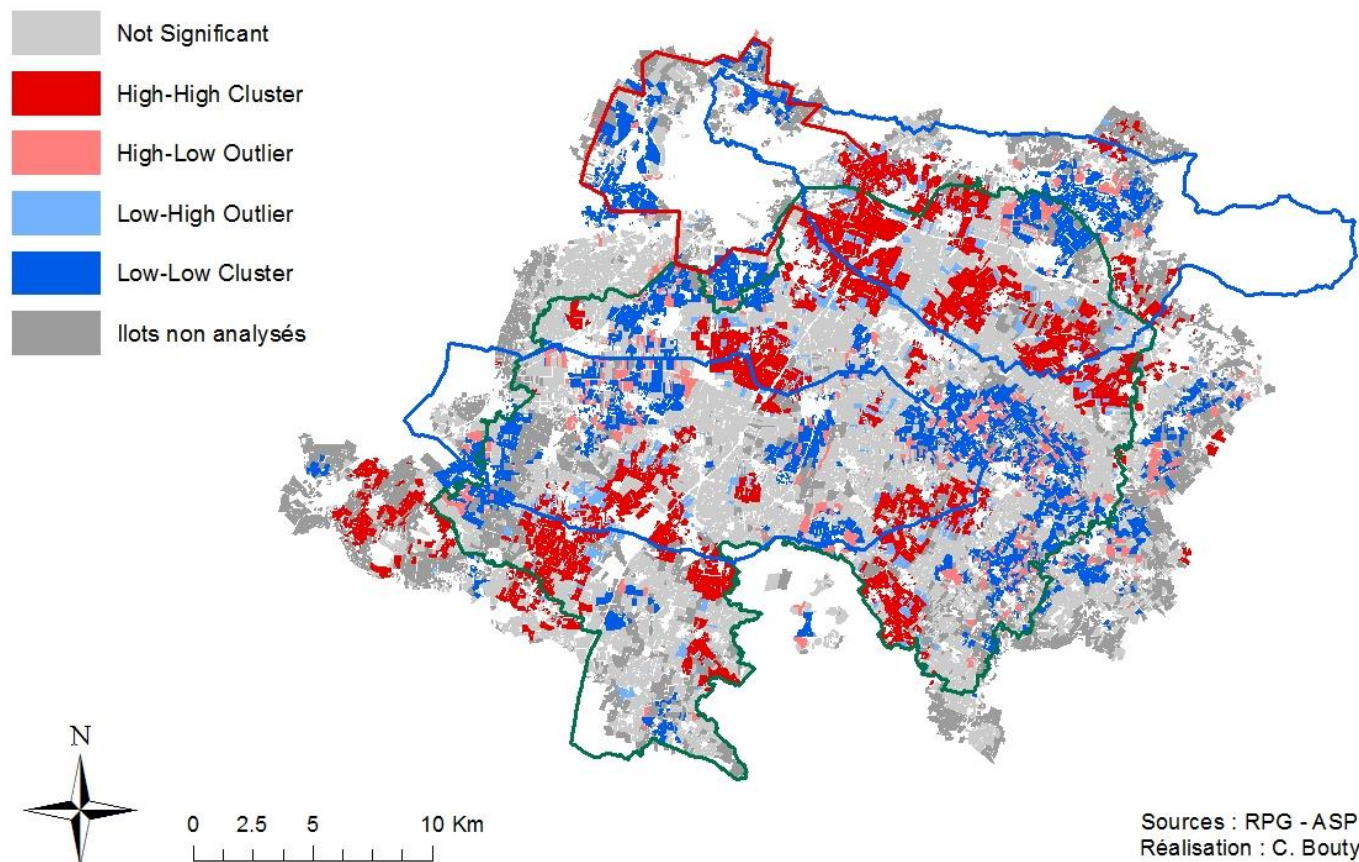


Figure 41 : Cartographie des autocorrélations spatiales selon le changement du niveau de diversité et de complexité (absence de changement du niveau de diversité et de complexité = 0 ; spécialisation et/ou simplification = -1 ; diversification et/ou complexification = 1). Seules surfaces associées à des îlots appartenant en 2007 ou en 2013 à une exploitation pour laquelle la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée ont été prises en compte.

Les high-high clusters représentent des zones de diversification / complexification préférentielle (agrégats statistiquement significatifs de valeurs élevées à p-value < 0,05). Les low-low clusters représentent des zones de spécialisation / simplification préférentielle (agrégats statistiquement significatifs de valeurs faibles à p-value < 0,05). Les outliers représentent les surfaces ayant un comportement atypique : les high-low outliers représentent les surfaces qui connaissent une diversification / complexification dans une zone de spécialisation / simplification préférentielle (valeur élevée entouré par des valeurs faibles), tandis que les low-high outlier représentent les surfaces qui connaissent une spécialisation / simplification dans une zone de diversification / complexification préférentielle (valeur faible entouré par des valeurs élevées).

que la présence ou l'absence de changement d'assolement peuvent avoir lieu quel que soit le devenir des îlots. En termes de surface agricole, le changement (resp. maintien) du type d'assolements est donc lié :

- soit à un changement (resp. maintien) du type d'assolements sur les surfaces associées à des îlots qui se maintiennent dans l'exploitation d'origine (« maintien dans l'exploitation d'origine » ayant un parcellaire stable ou instable),
- soit à un changement (resp. maintien) du type d'assolement sur les surfaces associées à des îlots qui sont transférés d'une exploitation à une autre, ces exploitations ayant des assolements différents (resp. identiques) (« changement d'exploitation »).

La part de surface agricole associée à un changement d'orientation de l'assolement présente des différences significatives selon le devenir des surfaces initialement présentes dans l'exploitation (test du χ^2 , p-value $\ll 0,01$). Les changements d'orientation de l'assolement sont plus importants sur les surfaces associées à des îlots qui changent d'exploitation. A l'échelle du territoire agricole, **les surfaces associées à des îlots qui changent d'exploitation ont donc une plus forte chance de s'intégrer dans une nouvelle conduite des successions de cultures que les surfaces associées à des îlots qui se maintiennent sur leur exploitation d'origine.**

La part de surface agricole associée à un changement du niveau de diversité et/ou de complexité présente aussi des différences significatives selon que ces surfaces sont associées à des îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine ou changent d'exploitation (test du χ^2 , p-value $\ll 0,01$). Contrairement à ce qui pouvait être prévu, **un changement du niveau de diversité et/ou de complexité est plus fréquent sur les surfaces associées à des îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine ayant un parcellaire stable.** Ce changement va alors plus fréquemment qu'attendu dans le sens d'une **spécialisation et/ou simplification de l'assolement.** **Sur les surfaces associées à des îlots qui changent d'exploitation,** le changement du niveau de diversité et/ou de complexité va plus fréquemment **dans le sens d'une diversification et/ou complexification de l'assolement.**

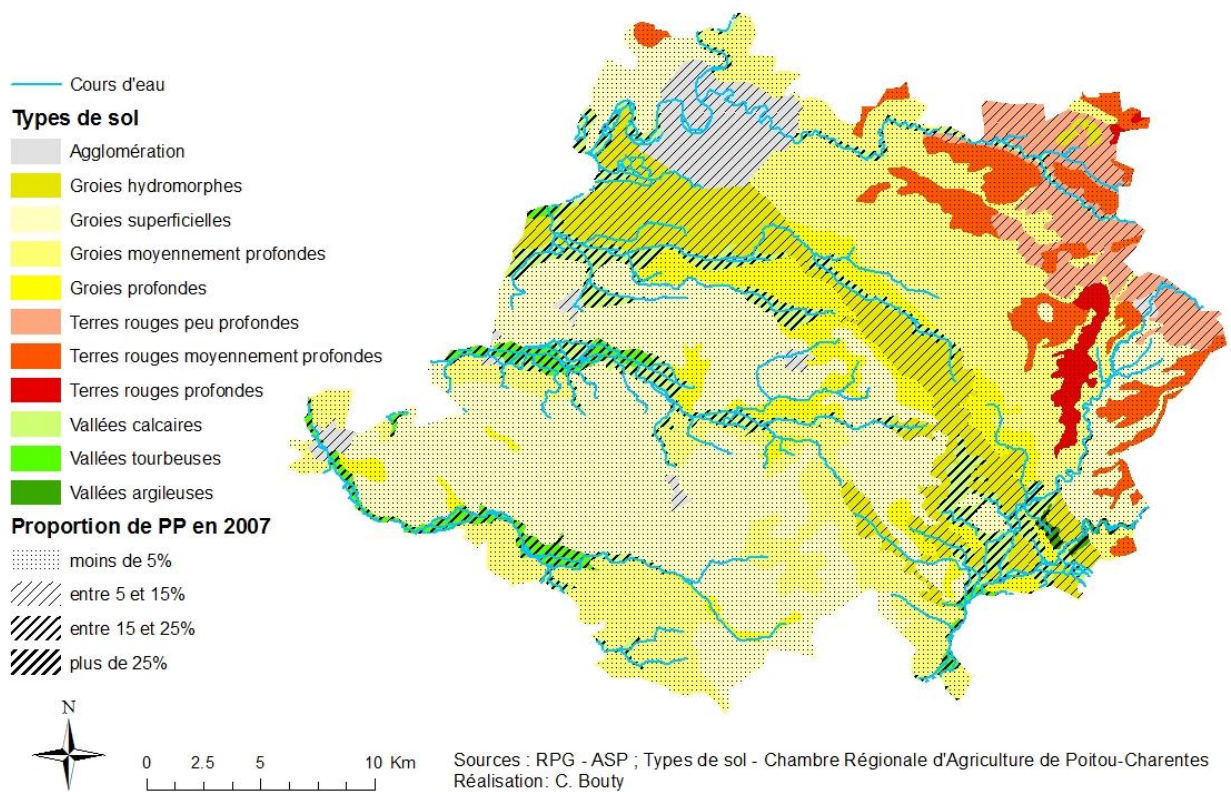


Figure 42 : Proportion de prairies permanentes (PP) selon les types de sol et répartition sur la plaine Sud de Niort en 2007. Cette répartition est identique en 2013 avec une présence très limitée des prairies permanentes sur les groies dans les plaines et sur les plateaux (moins de 5% de la surface agricole) et une présence bien plus marquée sur les terres de fond de vallées en bordure de cours d'eau (entre 15 et 25% de la surface agricole, voire plus de 25%).

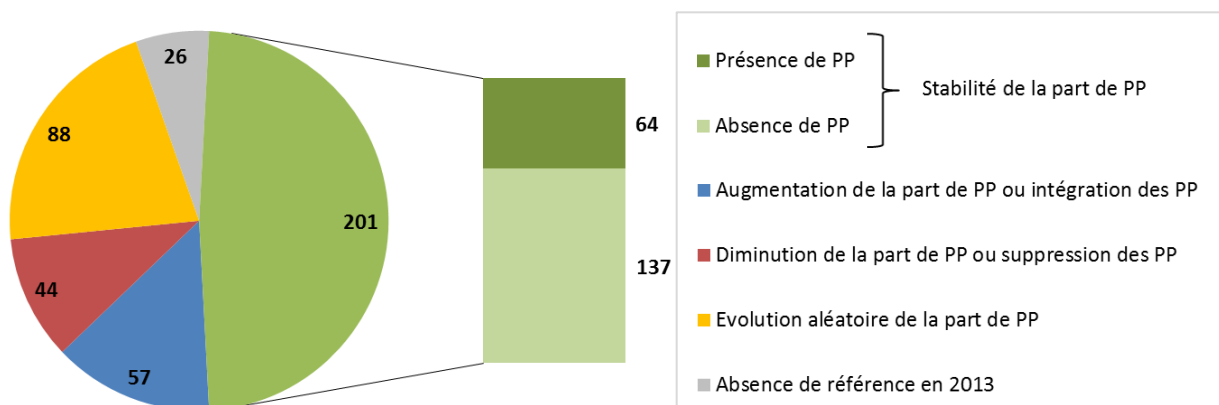


Figure 43 : Nombre d'exploitations associées à chaque dynamique d'évolution de la part de prairies permanentes (PP) dans les assolements entre 2007 et 2013. Les exploitations analysées correspondent à celles pour lesquelles la trajectoire d'évolution du parcellaire a pu être établie (n = 416). Une évolution aléatoire de la part de PP fait référence aux évolutions sans tendance fixe à l'augmentation ou à la diminution. Le champ « absence de référence en 2013 » renvoie aux exploitations qui disparaissent ou qui sortent du système de déclaration PAC et pour lesquelles il n'y a pas d'information sur l'assolement en 2013.

3.4. Liens entre changements d'usage des sols et évolutions des parcellaires d'exploitation entre 2007 et 2013 sur la plaine Sud de Niort

La caractérisation des changements d'assolement menée précédemment permet d'appréhender des changements potentiels de successions de cultures selon l'évolution de l'orientation, de la diversité et de la complexité des assolements.

Dans cette partie, nous nous intéressons spécifiquement à l'évolution d'une occupation du sol ayant de nombreux atouts environnementaux et écologiques : les prairies permanentes. Comme il s'agit d'une occupation du sol pérenne, une évolution de la part occupée par les prairies permanentes dans les assolements des exploitations constituent des marqueurs fiables d'un changement de successions de cultures.

Après avoir analysé les dynamiques d'évolution des surfaces en prairies permanentes dans les assolements des exploitations, nous analysons l'évolution de la localisation des surfaces en prairies permanentes sur le territoire agricole. Compte tenu des faibles surfaces mises en jeu, la représentation graphique de l'évolution de ces surfaces s'appuie sur les types de sol, déterminant fort de ce type d'usage des sols.

3.4.1. Distribution des usages des sols sur la plaine Sud de Niort en 2007 et 2013

En 2007, la plaine Sud de Niort comptait 3 279 ha de prairies permanentes sur 53 104 ha de surface agricole (6,2%). En 2013, 3 252 ha étaient recensés pour cette même occupation du sol sur 52 882 ha de surface agricole (6,1%).

Les prairies permanentes présentes sur la plaine Sud de Niort sont très inégalement réparties entre exploitations⁶⁸ (en moyenne, $8,0 \pm 17,8$ % de la SAU en 2007 et $7,6 \pm 16,2$ % en 2013). Les prairies permanentes peuvent aussi bien être absentes des assolements (196 des 416 exploitations analysées en 2007 et 97 des 380 exploitations analysées en 2013) que représenter la totalité de la surface agricole (9 des 416 exploitations analysée en 2007 et 5 des 380 exploitations analysées en 2013).

Les surfaces en prairies permanentes sont aussi très inégalement réparties sur la zone d'étude. Le type de sol est un des principaux facteurs expliquant cette répartition spatiale (**Figure 42**). Les prairies permanentes sont peu présentes sur les groies des plaines et des plateaux (moins de 5% de la surface agricole dans ces types de sol). En revanche, leur présence est bien plus marquée sur les terres de fond de vallées, en bordure de cours d'eau (entre 15 et 25% de la surface agricole, voire plus de 25%, dans ces types de sol). Dans ces zones, les îlots de petite taille associés à des sols hydromorphes rendent difficile la pratique d'une culture, en dehors de la monoculture de maïs.

3.4.2. Dynamiques d'évolution des prairies permanentes dans les exploitations de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

La surface en prairies permanentes est relativement stable (-0,8%) sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013. Toutefois, les dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes dans les assolements sont très variables entre exploitations (**Figure 43**). Les exploitations qui ne comptaient

⁶⁸ Comme dans la partie sur les types d'assolements, les exploitations analysées correspondent ici aux exploitations dont la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée, soit 416 exploitations en 2007 et 380 en 2013.

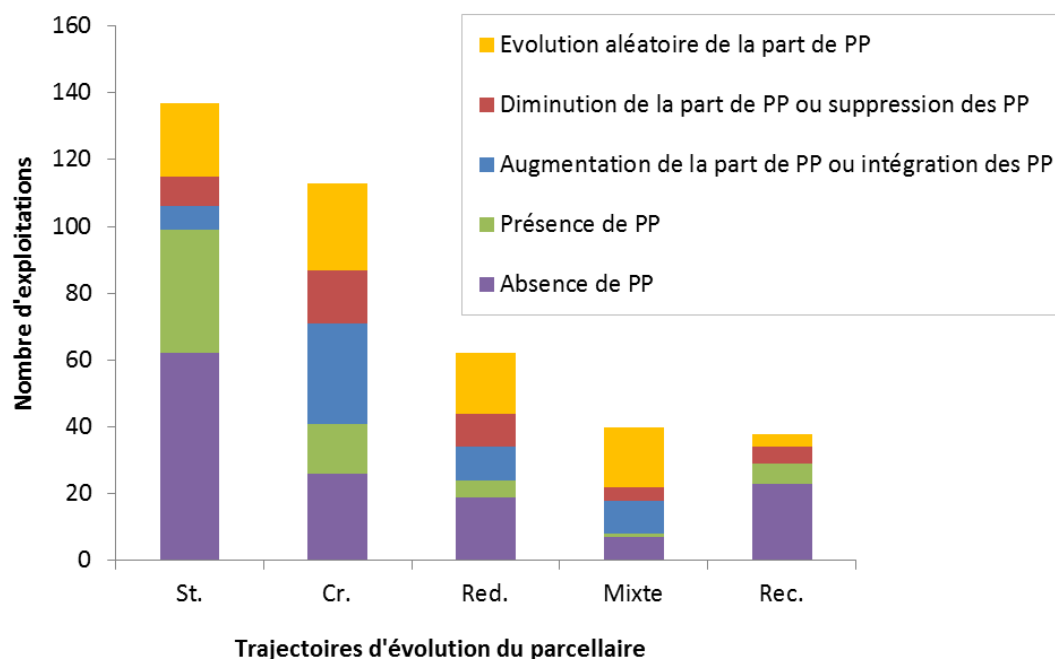


Figure 44 : Nombre d'exploitations associées à chaque dynamique d'évolution de la part de prairies permanentes (PP) dans les assolements selon la trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation (n = 416). St. = Stable, Cr. = Croissance avec ou sans reconfiguration, Red. = Réduction avec ou sans reconfiguration, Rec. = Reconfiguration à même surface. Les cas de disparition et de sortie du système de déclaration ne sont pas représentés ici puisque le devenir des prairies n'est pas connu. Une évolution aléatoire de la part de PP fait référence aux évolutions sans tendance fixe à l'augmentation ou à la diminution.

pas de prairies permanentes dans leur assolement en 2007 n'en implantent généralement pas au cours de la période (137 exploitations sur 196). Dans les exploitations qui en comportent en 2007, la part de prairies permanentes évolue généralement sans tendance fixe vers une augmentation ou une diminution (88 exploitations avec une dynamique aléatoire). Le nombre d'exploitations qui augmentent la part de prairies permanentes (57 exploitations) est quant à lui légèrement supérieur au nombre d'exploitations qui la réduisent (44 exploitations).

La **Figure 44** présente le nombre d'exploitations associées à chaque dynamique d'évolution de la part de prairies permanentes (PP) dans les assolements selon la trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation. Toutes les dynamiques d'évolution de la part de prairies permanentes dans la SAU des exploitations peuvent se rencontrer quelle que soit la trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation, si ce n'est dans les cas de reconfiguration où aucune exploitation n'augmente la part de prairies permanentes. Hormis pour cette trajectoire d'évolution, **le nombre d'exploitations qui augmentent la part de prairies permanentes est supérieur au nombre d'exploitations qui la diminuent pour toutes les trajectoires.**

L'effet des trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation sur les dynamiques d'évolution des prairies permanentes dans les exploitations a été analysé pour l'ensemble des exploitations ayant des prairies permanentes en 2007 ou 2013. La part de prairies permanentes dans les assolements est plus stable dans les exploitations dont le parcellaire est stable ou en reconfiguration⁶⁹ (test du χ^2 , p-value $\ll 0,1$) comparativement aux autres évolutions de parcellaire. La part de prairies permanentes tend à augmenter davantage dans les exploitations en croissance. **La trajectoire d'évolution du parcellaire d'exploitation a donc un effet sur l'évolution de la part de prairies permanentes dans les assolements, i.e. sur la distribution de la SAU entre des successions à base de prairies permanentes et des successions assolées.**

3.4.3. Surfaces associées à un changement d'usage des sols sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

Compte-tenu de l'hétérogénéité des évolutions des surfaces en prairies permanentes dans les exploitations, les changements d'usage des sols, i.e. les transferts entre prairies permanentes et cultures (incluant les prairies temporaires) et réciproquement, ont été analysés de façon spatialement explicite sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013. L'objectif était d'identifier les surfaces qui font effectivement l'objet d'un changement du mode de gestion des successions (passage d'une succession de couverts pluriannuels à des successions assolées, et réciproquement), y compris celles mettant en jeu des mécanismes de réallocation spatiale dans les exploitations.

➤ Stabilité des prairies permanentes sur la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013

Les séquences d'occupations du sol ont été identifiées de 2007 à 2013 à l'aide du module « séquences » du logiciel © RPG Explorer. La reconnaissance des séquences (**Annexe n°12**) a été possible sur 68,0% de la surface agricole de la plaine Sud de Niort de 2007 à 2013. Ce taux de reconnaissance est plus important pour les séquences qui intègrent des prairies permanentes et peut

⁶⁹ A noter que le maintien d'une part égale de prairies permanentes dans les assolements peut signifier le maintien de son absence de l'assolement.

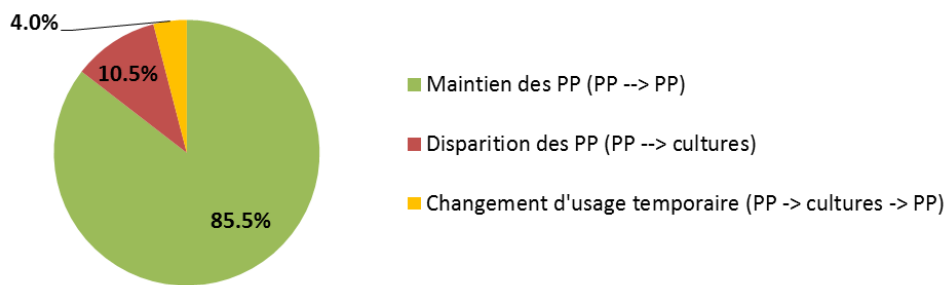


Figure 45 : Devenir des surfaces en prairies permanentes (PP) présentes sur la plaine Sud de Niort en 2007 (année de référence). L'occupation du sol de 2007 à 2013 a été identifiée pour 2 771 des 3 279 ha présents en 2007.

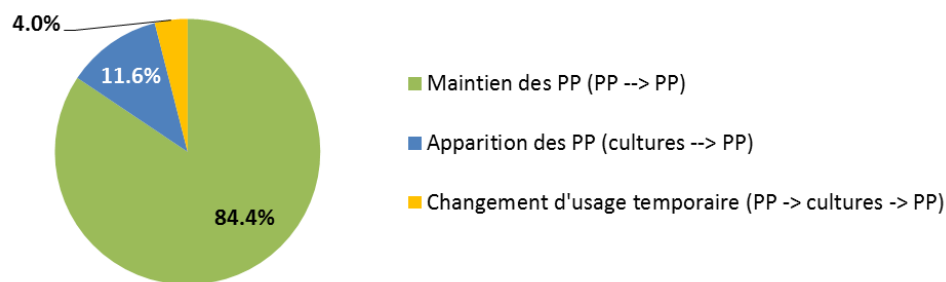


Figure 46 : Origine des surfaces en prairies permanentes (PP) présentes sur la plaine Sud de Niort en 2013 (année de référence). L'occupation du sol de 2007 à 2013 a été identifiée pour 2 807 des 3 252 ha présents en 2013.

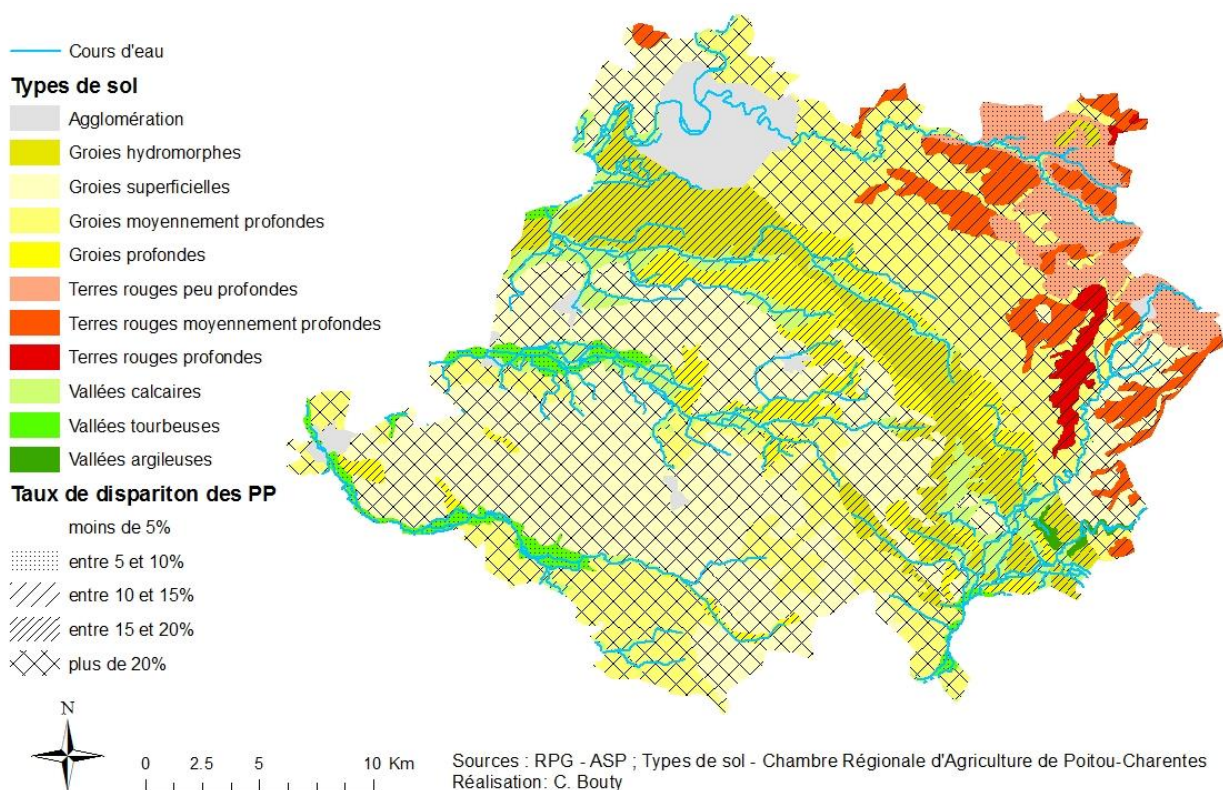


Figure 47 : Taux de disparition entre 2007 et 2013 des prairies permanentes (PP) sur les différents types de sol de la plaine Sud de Niort. L'année de référence considérée correspond à 2007. La disparition fait ici référence à un changement de déclaration définitif (PP → cultures) ou temporaire (PP → cultures → PP) connu par des prairies permanentes.

être considérée comme assez fiable⁷⁰. 2 771 des 3 279 ha en prairies permanentes en 2007 (soit 84,5%) ont pu être suivis sur l'ensemble de la période 2007-2013 (**Figure 45**). De même, 2 807 des 3 252 ha en prairies permanentes en 2013 (soit 86,3%) ont pu être suivis sur l'ensemble de la période 2007-2013 (**Figure 46**).

La majorité des prairies permanentes présentes en 2007 et 2013 se sont maintenues sur les mêmes îlots sur l'ensemble de la période 2007-2013. 2 369 ha de prairies permanentes occupent les mêmes îlots entre 2007 et 2013, soit 85,5% des 2 771 ha analysés en 2007 et 84,6% des 2 807 ha présents en 2013. Néanmoins, une part non négligeable de la surface agricole en prairies permanentes de la plaine Sud de Niort a connu un changement d'usage entre 2007 et 2013. Ces changements d'usage des sols correspondent soit à une disparition des prairies permanentes (290 ha), soit à une absence temporaire des prairies permanentes sur l'îlot pendant 1 à 4 ans avant son retour et maintien jusqu'en 2013 (112 ha), soit une apparition des prairies permanentes avec maintien jusqu'en 2013 (326 ha). Par conséquent, 402 ha de prairies permanentes présents en 2007 (14,5% des surfaces en prairies permanentes) ont fait l'objet d'un changement d'usage entre 2007 et 2013 et 438 ha de prairies permanentes présents en 2013 (15,6% des surfaces en prairies permanentes) sont issus d'un changement d'usage des sols entre 2007 et 2013⁷¹. A cela, s'ajoutent 236 ha de prairies permanentes qui ont été implantés après 2007 et retournés avant 2013.

➤ Localisation des changements d'usage des sols entre 2007 et 2013

La **Figure 47** présente le taux de disparition des prairies permanentes sur les différents types de sols de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013. Compte tenu des surfaces en prairies permanentes présentes en 2007 sur les différents types de sol, le taux de disparition des prairies permanentes le plus élevé se retrouve sur les groies superficielles et moyennement profondes (plus de 20% des surfaces présentes en 2007 font l'objet d'un changement de déclaration), ainsi que les groies profondes et hydromorphes (entre 15 et 20% des surfaces soumises à un changement de déclaration). Ces zones, déjà marquées par une faible présence de prairies permanentes en 2007, continuent de voir la disparition des prairies permanentes sur certains îlots. Alors que les terres rouges présentent un meilleur potentiel que les groies, la disparition est largement moins marquée sur ces sols comportant également peu de prairies permanentes en 2007. A l'inverse des prairies permanentes sur sol de groies, les prairies permanentes en fond de vallées, déjà importantes en surface, se maintiennent davantage entre 2007 et 2013 (disparition de moins de 5% de la surface en prairies permanentes dans les vallées argileuses à 10-15% dans les vallées calcaires). Le bilan des retournements (105 ha) reste néanmoins conséquent sur ces zones sur une période de 7 ans.

⁷⁰ Dans près de 90% des cas, les séquences impliquant des prairies permanentes sont établies aux 3 premiers niveaux d'hypothèses (8 en tout) mobilisées dans la méthode de reconnaissance. « Seul le [niveau] 1 peut être considéré comme donnant des résultats certains, non sous-tendus par des hypothèses. Les [niveaux] 2 et 3 sont portés par des hypothèses solides mais qui peuvent quand même être prises en défaut. A partir du [niveau] 4, la probabilité d'erreur dans l'identification de la séquence va en augmentant. » (notice RPG Explorer).

⁷¹ Surface de 2007 soumise à changement des sols = disparition + absence temporaire ; surface de 2013 issue d'un changement d'usage des sols = apparition + absence temporaire.

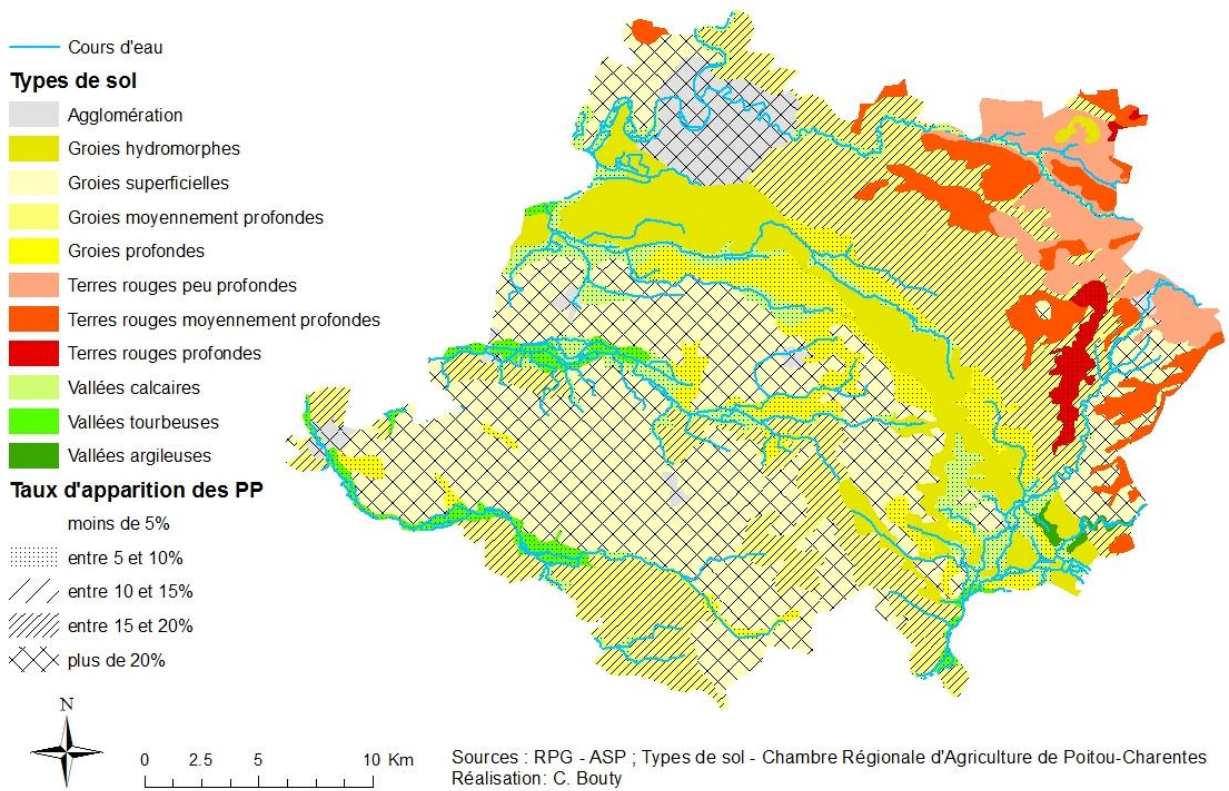


Figure 48 : Taux d'apparition entre 2007 et 2013 des prairies permanentes (PP) sur les différents types de sol de la plaine Sud de Niort. L'année de référence considérée correspond à 2013. L'apparition fait ici référence à un changement de déclaration définitif (cultures → PP) ou temporaire (cultures → PP → cultures) conduisant à des prairies permanentes.

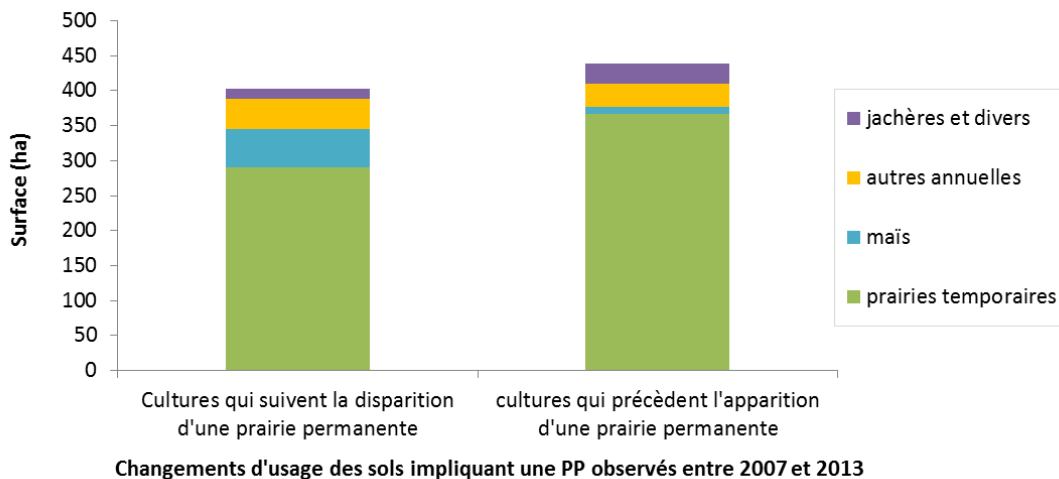


Figure 49 : Nature des cultures suivant et précédant une prairie permanente (PP) lorsque celle-ci fait l'objet d'un changement d'usage des sols entre 2007 et 2013.

La **Figure 48** présente le taux d'apparition des prairies permanentes sur les différents types de sols de la plaine Sud de Niort entre 2007 et 2013. Etonnement, les terres de groies superficielles et profondes, sur lesquelles une part importante des prairies permanentes en place en 2007 est soumise à un changement d'usage des sols, connaissent également des changements d'usage inverses, *i.e.* de nouvelles déclarations de prairies permanentes (supérieure à 15% de la surface agricole de ces zones). Sur les autres types de sols, les nouvelles déclarations sont peu importantes.

Trois dynamiques de changements d'usage des sols impliquant des prairies permanentes se dégagent selon les types de sol :

- des changements d'usage des sols limités sur les îlots en prairies permanentes sur les terres de vallées et les terres rouges peu profondes à profondes ;
- des changements d'usage des sols sur une part importante des prairies permanentes accompagnés de nouvelles déclarations de prairies permanentes sur les groies superficielles et moyennement profondes ;
- des changements d'usage des sols sur une part importante des prairies permanentes avec pas ou peu de nouvelles déclarations sur les groies profondes et hydromorphes.

➤ Cultures suivant la disparition ou précédant l'apparition de prairies permanentes

Sur les îlots soumis à un changement d'usage (apparition ou disparition des prairies permanentes) entre 2007 et 2013, la nature des usages du sol suivant ou précédant ce changement a été analysée (**Figure 49**).

Trois grands types d'usage du sol font suite à une prairie permanente lorsque celle-ci fait l'objet d'un changement d'usage entre 2007 et 2013. Il s'agit soit de prairies temporaires, de type graminées ou luzerne (72,2% de la surface), soit de maïs (13,6%), très majoritairement en monoculture ou en alternance avec du blé tendre, soit d'une autre culture annuelle telle que du blé ou du tournesol (10,7%). Les 3,5% restants sont transformés en jachères ou en éléments divers (haies, chemins...). Les prairies permanentes qui apparaissent font quant à elles très majoritairement suite à des prairies temporaires (83,6% de la surface). La surface restante se partage entre maïs (2,3%), autres cultures annuelles (7,7%) et jachère ou éléments divers (6,4%).

Au vu des cultures suivant ou précédant l'apparition de prairies permanentes, les changements d'usage identifiés peuvent correspondre :

- soit à un changement effectif d'usage du sol (implantation d'une culture après une prairie permanente et inversement) et donc à la mise en œuvre d'une nouvelle succession,
- soit à un changement de déclaration du mode de prairie (passage en prairie temporaire ou, inversement, création de prairie permanente sur des îlots jusqu'alors en prairie temporaire).

Pour ce dernier cas, les données disponibles dans le Registre Parcellaire Graphique ne permettent pas de distinguer un changement d'usage strict (implantation de luzerne par exemple) d'un changement d'usage administratif. Dans le cas d'une apparition, ce changement d'usage administratif correspondrait à la conversion d'une prairie temporaire en prairie permanente à partir de sa sixième année d'implantation. Dans le cas d'une disparition, le changement de déclaration

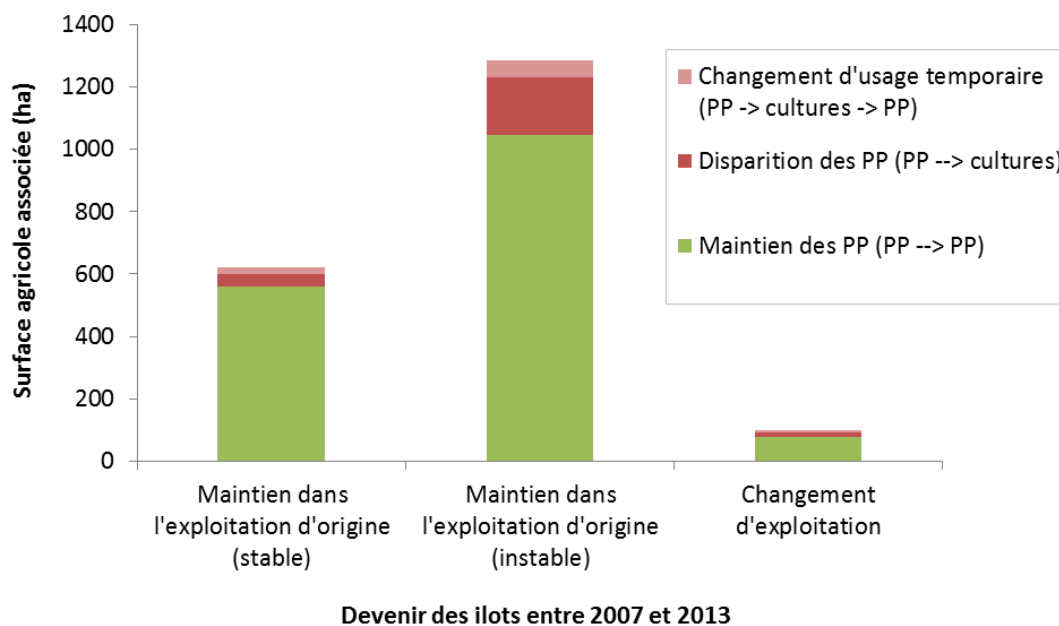


Figure 50 : Evolution des prairies permanentes (PP) à l'échelle de chaque îlot entre 2007 et 2013 selon le devenir de l'îlot (dans un contexte de stabilité ou d'évolution du parcellaire de l'exploitation d'origine). Seuls sont représentés les îlots pour lesquels le maintien ou le changement d'exploitation a pu être identifié sur la base des évolutions de parcellaires des 416 exploitations analysées. De même, seules les surfaces en prairies permanentes pour lesquelles la séquence d'occupation du sol a pu être défini de 2007 à 2013 ont été représentées ici (2 771 des 3 279 ha en prairie permanente présents en 2007).

permettrait d'anticiper certaines réglementations européennes mises en œuvre entre 2007 et 2013 telles que les BCAE⁷² « maintien global des surfaces en prairie au niveau de l'exploitation » et « diversification de l'assolement » mises en place dans le cadre de la PAC en 2010.

➤ Devenir des îlots et stabilité spatiale des prairies permanentes

La **Figure 50** présente la surface agricole associée à chaque type d'évolution des prairies permanentes entre 2007 et 2013 (maintien, disparition, changement d'usage temporaire) selon le devenir des îlots supports de ces surfaces (maintien dans son exploitation d'origine dont le parcellaire est stable, maintien dans son exploitation d'origine dont le parcellaire évolue ou changement d'exploitation). On remarque que dans la très grande majorité de la surface agricole, les prairies permanentes se maintiennent en place quel que soit le devenir de l'îlot qui les supporte.

La part de surface agricole associée à un changement d'usage des sols est significativement différente selon que ces surfaces sont associées à des îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine (stable ou instable) ou à des îlots qui changent d'exploitation (test χ^2 , p-value $\ll 0,1$). **La surface agricole sur laquelle les prairies permanentes disparaissent est plus importante lorsque l'îlot qui les supporte change d'exploitation.** Toutefois, compte tenu des surfaces associées à chaque devenir d'îlot, ces surfaces sont moins importantes en absolu que celles associées à des îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine, notamment quand le parcellaire est instable. La part de prairies permanentes soumises à un changement d'usage des sols sur les îlots qui se maintiennent dans leur exploitation d'origine est plus importante lorsque le parcellaire évolue, que lorsque le parcellaire est stable. Les gestionnaires de territoires devraient donc accorder une attention particulière aux surfaces en prairies permanentes associées à des îlots qui changent d'exploitation, mais également à celles associées aux îlots rattachés à ces mêmes exploitations dont le parcellaire est instable.

⁷² BCAE : Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales.

Synthèse : Comparaison de l'approche tenant compte de l'ensemble des cultures présentes dans l'assolement et de l'approche suivant un usage des sols spécifique.

Dans le cas de ces deux approches, les évolutions des parcellaires d'exploitation ont un effet sur les évolutions de successions de cultures, que celles-ci soient vues à travers l'ensemble des cultures de l'assolement ou à travers un usage des sols spécifique (prairies permanentes).

Dans le premier cas, les changements d'assolement sont des marqueurs de changements potentiels des successions de cultures, tandis que dans le second cas, les changements affectant un usage des sols particulier, comme les prairies permanentes, sont un marqueur fiable de changements de successions de cultures.

Cependant, cette analyse des changements de successions de cultures à travers un usage des sols spécifique présentent certaines limites : i) l'analyse des changements est restreinte aux exploitations ayant des prairies permanentes, ii) les surfaces caractérisées sur le territoire sont faibles même si ce sont des surfaces à haute valeur environnementale et iii) ces changements ne rendent pas compte des autres changements de successions possibles sur l'exploitation.

**PARTIE 4 : INTERETS ET LIMITES DES ASSOLEMENTS COMME
MARQUEURS DES SUCCESSIONS DE CULTURES SUR UN PETIT
TERRITOIRE AGRICOLE**

Dans la partie précédente (**Partie 3**), les évolutions des successions de cultures ont été caractérisées pour un large ensemble d'exploitations en analysant leurs changements d'assolement entre 2007 et 2013. Ces derniers ont été établis à partir des données du RPG, base de données générique disponible à l'échelle nationale. Cette approche nous a permis d'identifier des grandes tendances au niveau du territoire agricole de la plaine Sud de Niort en accord avec ce qui avait été observé pour un échantillon restreint d'exploitations.

Afin de valider cette approche des successions de cultures par les assolements, nous avons croisé les types de successions de cultures identifiés dans les 21 exploitations en 2007 et 2014 (**Partie 2**) avec les types de successions de cultures déduits des assolements en 2007 et 2014 de ces mêmes exploitations. Les données d'assolement pour l'année 2007 sont disponibles dans le RPG, en revanche, nous ne disposons pas des données d'assolement pour l'année 2014 dans cette même base. Les données d'assolement exactes relevées en enquêtes pour l'année 2014 ont été agrégées selon les 10 groupes de cultures mobilisés dans l'approche des successions par les assolements (**Partie 3**). Ces données d'assolement pour l'année 2014 ont ensuite été traitées de la même façon que celles du RPG pour l'année 2013.

Les successions de cultures obtenues par enquêtes et celles déduites des données d'assolement (données du RPG pour 2007 et données d'enquêtes mises en forme sous le même format que le RPG pour 2014) sont comparées pour évaluer :

- la capacité du **type d'assolements (indicateur d'orientation de l'assolement)** à rendre compte du **type de la ou des successions dominantes** dans les exploitations. Nous avons considéré que les informations issues des deux dispositifs étaient concordantes si la succession dominante était correctement identifiée et si la nature des groupes de cultures dominants de l'assolement correspondait bien aux cultures de la succession dominante ;
- la **capacité du nombre de groupes de cultures de l'assolement (indicateur de diversité de l'assolement)** à rendre compte du **nombre de cultures possibles dans les différentes successions** des exploitations, que celles-ci soient systématiques⁷³ ou non ;
- la capacité **du nombre de groupes de cultures nécessaires pour réaliser 75% de l'assolement (indicateur de complexité de l'assolement)** à rendre compte du **nombre de cultures systématiques dans les successions** selon les dires d'agriculteurs.

⁷³ La notion de culture systématique est mobilisée pour rendre compte de la flexibilité des successions. La présence systématique ou non d'une culture est liée aux fonctions qu'elle porte selon ses avantages et contraintes agronomiques et son poids économique (Schaller, 2011).

Tableau 35 : Comparaison de l'approche directe (Partie 2 – colonnes 1 et 3) et de l'approche par l'assolement (Partie 3 – colonnes 2 et 4) pour l'année 2007. Les données d'assolement sont issues du RPG de 2007 et organisées en 10 groupes de cultures. L'orientation de l'assolement a été établie par typologie sur les proportions de 10 groupes de cultures présents dans l'assolement. Le numéro de profil renvoie au nombre de groupes de cultures marqueurs de l'orientation et le sigle de culture correspond au groupe qui différencie le type au sein du profil.

	Types de successions relevés en enquêtes et % de SAU associée						Orientation de l'assolement	Successions dominantes relevées en enquêtes	Cultures qui signent l'orientation de l'assolement
	Mono_pluri	Mono_maïs	Mono_blé	Succ_colza	Succ_prtps	Succ_div			
S1	4,2	12,5		31,3	52,1		Pr4_OL	(Luz x3 /) M / M ou BTH / BTH ou OH / M / M ou BTH / BTH ou OH	Colza, tournesol, lin, blé tendre
S2	5			95			Pr3_COH	COH / BTH (/ BTH ou OH) / TSOL / BTH (/ BTH ou OH)	Colza, tournesol, blé tendre
S3	2,7	4,1		68,9		24,3	Pr4_C	COH / BTH ou BD / TSOL / BTH ou BD	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur
S4	9,9	18			72,1		Pr3_COH	TSOL / BTH / BTH / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
S5	3,9			96,1			Pr3_COH	COH / BTH (/ BTH) / TSOL / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
S6	36,8	2,9		60,3			Pr3_COH	COH / BTH (/ BTH) / M ou TSOL / BTH (/ BTH)	Colza, tournesol, blé tendre
S7	0,7	4,5				42,5	Pr5_SPE	COH / BTH ou BD / TSOL / BTH ou BD / X / BTH ou BD (/ X / BTH ou BD)	Diversité dont cultures spécialisées
S8	19,5			80,5			Pr3_COH	COH / BTH / TSOL / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
S9	4,3				18	77,7	Pr4_OL	COH / BTH ou BD (/OH) / Lin O ou TSOL / BTH ou BD (/OH)	Colza, tournesol, lin, blé tendre
S10	15,5				84,5		Pr3_TSOL	TSOL / BTH / BTH	Tournesol, blé tendre

Tableau 35 (suite) : Comparaison de l'approche directe (Partie 2 – colonnes 1 et 3) et de l'approche par l'assolement (Partie 3 – colonnes 2 et 4) pour l'année 2007. Les données d'assolement de 2007 sont issues du RPG de 2007 et organisées en 10 groupes de cultures. L'orientation de l'assolement a été établie par typologie sur les proportions de 10 groupes de cultures présents dans l'assolement. Le numéro de profil renvoie au nombre de groupes de cultures marqueurs de l'orientation et le sigle de culture correspond au groupe qui différencie le type au sein du profil.

	Types de successions relevés en enquêtes et % de SAU associée						Orientation de l'assolement	Successions dominantes relevées en enquêtes	Cultures qui signent l'orientation de l'assolement	
	Mono_pluri	Mono_maïs	Mono_blé	Succ_colza	Succ_prtps	Succ_div				Succ_div+
A1	11,6			42,3		46		Pr5_P	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / TSOL ou Pois / BTH ou BD (/ Pois ou TSOL / BTH ou BD)	Diversité dont protéagineux
A2	1,1			98,9				Pr4_C	COH / BTH / TSOL / BD	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur
A3	0,9	2,8		70,8		25,5		Pr4_OL	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / TSOL / BTH ou BD (/ BTH ou BD)	Colza, tournesol, lin, blé tendre
A4	4,8			95,2				Pr3_C	COH / BD	Colza, blé tendre, blé dur
A5	5,3	19,4		75,3				Pr4_C	COH / BTH / TSOL / BTH (/ MG / BTH ou BD)	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur
A6	14	14				72		Pr4_OL	COH / BTH (/ BTH ou BD ou OH) / TSOL ou Lin O / BTH (/ BTH ou BD ou OH)	Colza, tournesol, lin, blé tendre
A7	11,4	16,5		46,8		25,3		Pr3_M	COH / BTH (/ OH) / TSOL / BTH (/ OH)	Maïs, blé tendre, couverts pluriannuels
A8	6,3			93,8				Pr3_TSOL	COH / BTH / TSOL / BTH	Tournesol, blé tendre
A9	5,2				94,8			Pr3_TSOL	TSOL / BTH ou BD (/ BTH ou OH)	Tournesol, blé tendre
A10	8,4			34,4		57,3		Pr4_C	Luz x2-3 / BTH ou BD / M / M / BTH ou BD / COH ou TSOL / BTH ou BD	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur
A11	3,5	20,6		75,9				Pr4_C	COH / BTH (/ BTH ou OH) / Tsol / BTH	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur

Tableau 36 : Comparaison de l'approche directe (Partie 2 – colonnes 1 et 3) et de l'approche par l'assolement (Partie 3 – colonnes 2 et 4) pour l'année 2014. Les données d'assolement sont issues d'un relevé lors des enquêtes et organisées en 10 groupes de cultures. L'orientation de l'assolement a été établie par typologie sur les proportions de 10 groupes de cultures présents dans l'assolement. Le numéro de profil renvoie au nombre de groupes de cultures marqueurs de l'orientation et le sigle de culture correspond au groupe qui différencie le type au sein du profil.

	Types de successions relevés en enquêtes et % de SAU associée							Orientation de l'assolement	Successions dominantes relevées en enquêtes	Cultures qui signent l'orientation de l'assolement
	Mono_pluri	Mono_maïs	Mono_blé	Succ_colza	Succ_prtps	Succ_div	Succ_div+			
S1	10,4	12,5		77,1				Pr3_COH	COH / BTH / OH / TSOL / BTH / OH	Colza, tournesol, blé tendre
S2	7			93				Pr3_COH	COH / BTH (/ BTH ou OH) / TSOL / BTH (/ BTH ou OH)	Colza, tournesol, blé tendre
S3	4,1	4,1		67,5		24,3		Pr4_C	COH / BTH ou BD / TSOL / BTH ou BD (/ MG / BTH)	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur
S4	46,4		53,6					Pr3_M	PN + mono BTH	Maïs, blé tendre, couverts pluriannuels
S5	6,5			93,5				Pr3_COH	COH / BTH (/ BTH) / TSOL / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
S6	25,7	2,9		71,3				Pr3_COH	TSOL / BTH (/ BTH ou OH) / MG ou COH / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
S7	0,7	4,5				42,5	52,2	Pr3_OL	COH / BTH ou BD / TSOL / BTH ou BD / X / BTH ou BD (/ X / BTH ou BD)	Lin, blé tendre, blé dur
S8	22,1					77,9		Pr4_P	COH / BTH (/OH) / TSOL / BTH (/ OH) / Pt Pois / BTH (/OH)	Tournesol, protéagineux, blé tendre
S9	4,3				18	77,7		Pr5_SPE	COH / BTH ou BD (/OH) / TSOL / BTH ou BD (/OH) / Lin O / BTH ou BD (/OH)	Diversité dont cultures spécialisées
S10					100			Pr3_TSOL	TSOL / BTH / BTH / TSOL / BTH / BTH ou OH	Tournesol, blé tendre

Tableau 36 (suite) : Comparaison de l'approche directe (Partie 2 – colonnes 1 et 3) et de l'approche par l'assolement (Partie 3 – colonnes 2 et 4) pour l'année 2014. Les données d'assolement sont issues d'un relevé lors des enquêtes et organisées en 10 groupes de cultures. L'orientation de l'assolement a été établie par typologie sur les proportions de 10 groupes de cultures présents dans l'assolement. Le numéro de profil renvoie au nombre de groupes de cultures marqueurs de l'orientation et le sigle de culture correspond au groupe qui différencie le type au sein du profil.

	Types de successions relevés en enquêtes et % de SAU associée						Orientation de l'assolement	Successions dominantes relevées en enquêtes	Cultures qui signent l'orientation de l'assolement	
	Mono_pluri	Mono_maïs	Mono_blé	Succ_colza	Succ_prtps	Succ_div				Succ_div+
A1	7,2			23,2		69,6		Pr3_COH	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / TSOL ou Pois ou MG / BTH ou BD (/ Pois ou TSOL ou MG / BTH ou BD)	Colza, tournesol, blé tendre
A2	1,1			98,9				Pr4_C	COH / BTH / TSOL / BD	Colza, tournesol, blé tendre, blé dur
A3	3,6	2,2			94,2			Pr5_P	TSOL / BTH (/ BTH ou OH) / Pois ou Lin O / BTH (/ BTH ou OH)	Diversité dont protéagineux
A4	1				99			Pr3_COH	TSOL / BTH + MG / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
A5	5,1	18,6				76,3		Pr5_P	COH / BTH (/ OH) / TSOL ou Lentille / BTH (/ OH) / Oeillette / BTH (/ OH)	Diversité dont protéagineux
A6	8,7	10,2		14,6	11,7	54,9		Pr5_SPE	Très grande diversité de successions avec des cultures différentes	Diversité dont cultures spécialisées
A7	10,6	15,3		50,6		23,5		Pr3_COH	COH / BTH (/ OH) / Tsol / BTH (/ OH)	Colza, tournesol, blé tendre
A8	1,2			98,8				Pr3_COH	COH / BTH / Tsol / BTH	Colza, tournesol, blé tendre
A9	11,2				88,8			Pr4_O	Tsol / BTH / OH	Maïs, blé tendre, orge, couverts pluriannuels
A10	9,4					90,6		Pr5_SPE	Luz x2-3 / BTH / Triti + Pois / Lentille ou haricot / engrain ou BTH / Lin ou Tsol ou MG	Diversité dont cultures spécialisées
A11	3,5	20,6				75,9		Pr5_P	COH / BTH ou BD (/ BTH ou OH) / Pois ou Oeillette / BTH ou BD (/ BTH ou OH)	Diversité dont protéagineux

- Capacité de l'orientation de l'assolement à rendre compte des cultures composant les successions dominantes

Le **Tableau 35** et le **Tableau 36** (pages précédentes) présentent respectivement pour 2007 et 2014 une comparaison de l'approche directe des successions par des enquêtes (**Partie 2**) et de l'approche indirecte des successions par les assolements (**Partie 3**). Nous nous intéressons plus particulièrement à la capacité de l'indicateur « orientation de l'assolement » à rendre compte des cultures composant les successions dominantes.

Pour 14 des 21 exploitations enquêtées en 2007 et 16 exploitations en 2014, l'orientation de l'assolement est une bonne façon d'approcher les cultures qui composent majoritairement les successions (orientation repérée en orange, renvoyant aux types de successions de cultures dans la même couleur).

Cette approche est particulièrement efficace lorsque l'assolement se rapporte à des exploitations ayant un type de successions très largement dominant (> 60% de la SAU) (12 exploitations en 2007 et 13 en 2014). Sur les deux années, l'assolement n'a pas permis d'identifier correctement ces types très largement dominants pour 9 exploitations. Dans certains cas, l'orientation ne permet pas de retrouver le type de successions dominant en raison d'un motif commun à plusieurs types de successions. **C'est ce motif commun que révèle alors l'orientation de l'assolement** (exploitations A10 en 2007 et A1 en 2014).

Quand l'exploitation présente deux types de successions sans que la proportion de l'un soit nettement supérieure à celle de l'autre, **l'assolement permet d'identifier le type de successions présentant un groupe de cultures qui se démarque bien dans la typologie**, tels que les protéagineux ou les cultures spécialisées (exploitations S7 et A1 en 2007).

En revanche, **l'orientation des assolements ne permet pas de rendre compte de la présence ou non de monoculture de maïs dans les exploitations**. Lorsque la part de SAU associée à cette succession est importante (exemple de l'exploitation A7 en 2007), l'orientation de l'assolement identifie effectivement le maïs comme un groupe de culture dominant dans l'assolement, mais laisse à penser qu'il participe à la constitution de successions assolées avec d'autres cultures.

De même, **l'orientation de l'assolement ne permet pas de rendre compte de la présence des successions de couverts pluriannuels dans les exploitations**. Lorsque ces couverts pluriannuels sont en rotation avec d'autres cultures (cas de la luzerne par exemple dans l'exploitation A10 en 2007), l'orientation de l'assolement ne permet pas de déterminer la présence de cette culture dans la succession dominante.

L'orientation de l'assolement ne nous a pas permis d'identifier correctement les successions mises en œuvre par certains agriculteurs en 2007 ou 2014 pour deux grandes raisons.

La première d'entre elles correspond à l'utilisation en 2014 d'une **méthode de classification des assolements s'appuyant sur un arbre de régression**. Du fait des seuils appliqués aux proportions de groupes de cultures, l'orientation de l'assolement d'une exploitation peut être identifiée

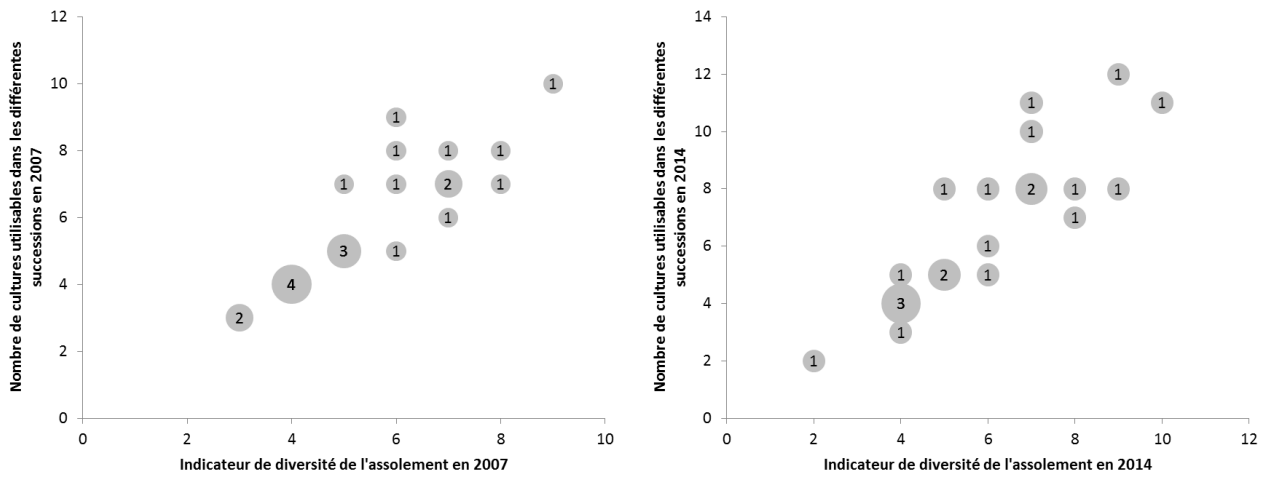


Figure 51 : Lien entre l'indicateur de diversité de l'assolement (mesuré comme le nombre de groupes de cultures présents dans l'assolement) et le nombre de cultures utilisables dans les différentes successions. L'année 2007 figure à gauche et l'année 2014 à droite. La taille des bulles rend compte du nombre d'exploitations concernées.

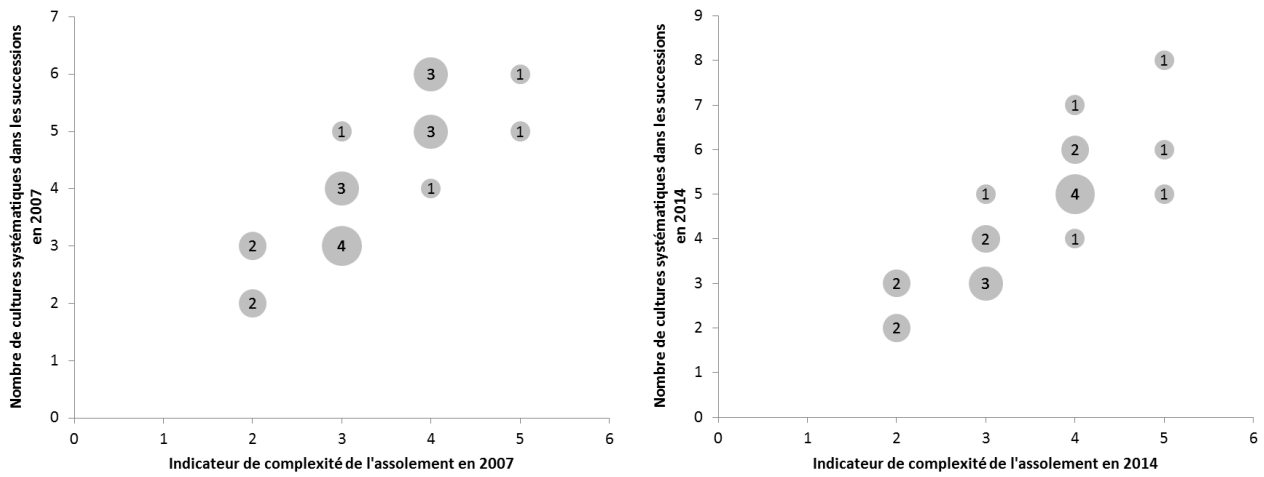


Figure 52 : Lien entre l'indicateur de complexité de l'assolement (mesuré comme le nombre de groupes de cultures minimum nécessaires pour réaliser 75 % de l'assolement) et le nombre de cultures systématiques dans les successions. L'année 2007 figure à gauche et l'année 2014 à droite. La taille des bulles rend compte du nombre d'exploitations concernées.

de façon erronée. Par exemple, l'exploitation S4 a été classée dans le type Pr3_M en 2014 en raison de la proportion de couverts pluriannuels et de blé, alors même qu'elle ne présente pas de maïs dans son assolement. C'est le cas également de l'exploitation A4 la même année.

Une deuxième limite à ces méthodes de typologie tient au fait qu'**elles s'appuient uniquement sur les données d'assolement d'une année**. Elles ne permettent donc pas de tenir compte des phénomènes d'ajustement éventuel de l'assolement sans modification du raisonnement des successions. Ces phénomènes d'ajustement peuvent découler d'un accident d'implantation (exemple de l'exploitation A8 en 2007 avec une moindre proportion de colza), de l'implantation à titre d'essai d'une culture qui marque alors fortement l'orientation de l'assolement (exemple de l'exploitation S1 en 2007 qui teste le lin oléagineux) ou de l'opportunité économique de certaines cultures une année donnée (exemple du blé dur notamment).

Une autre limite à l'approche des successions par les assolements tient au fait que **cette approche s'appuie sur des groupes de cultures**. L'orientation de l'assolement peut ne pas représenter la réalité des successions lorsque l'exploitation implante plusieurs cultures associées à un même groupe, ce groupe devenant alors un marqueur fort de l'assolement. C'est le cas par exemple de l'exploitation S7 qui introduit entre 2007 et 2013 de l'œillette en plus du lin oléagineux : l'orientation de l'assolement de cette exploitation se retrouve fortement marquée par le groupe des autres oléagineux, alors qu'elle présente des successions très diversifiées.

- Capacité des indicateurs de diversité et de complexité à rendre compte respectivement du nombre de cultures utilisables dans les différentes successions et du nombre de cultures systématiques dans les successions

La **Figure 51** et la **Figure 52** présentent le lien, en 2007 et 2014, entre les indicateurs issus des données d'assolement (resp. indicateurs de diversité et de complexité) et les informations sur les successions de cultures issues des enquêtes (resp. nombre de cultures utilisables dans les différentes successions et nombre de cultures systématiques dans les successions).

Les niveaux de diversité et de complexité de l'assolement reflètent l'exacte réalité du nombre de cultures impliquées dans les successions dans 12 et 8 exploitations en 2007 (resp. pour le nombre de cultures utilisables et le nombre de cultures systématiques), et dans 8 et 7 exploitations en 2014 (resp. pour le nombre de cultures utilisables et le nombre de cultures systématiques). Dans les autres cas, les indicateurs issus des données d'assolement et ceux portant les informations sur les successions de cultures relevées lors des enquêtes suivent la même tendance : plus l'indicateur d'assolement est élevé, plus le nombre de cultures, utilisables ou systématiques, est élevé.

Lorsqu'un écart s'observe entre l'indicateur de diversité (resp. complexité) de l'assolement et le nombre de cultures utilisables dans les différentes successions (resp. nombre de cultures systématiques dans les successions), celui-ci n'est pas très important (± 1 ou 2 dans la très grande majorité des cas).

La bonne concordance entre les indicateurs issus des données d'assolement et les informations sur les successions de cultures issues des enquêtes peut s'expliquer par le fait qu'**un groupe de cultures est généralement associé à une culture sur notre zone d'étude**.

Synthèse sur les intérêt et limites de l'utilisation des assolements comme marqueurs des successions de cultures

L'approche des successions de cultures par les assolements ne nous a pas permis de caractériser finement les successions de cultures mises en œuvre sur les exploitations. Cette méthode, bien qu'imparfaite, constitue une bonne approche pour appréhender la succession dominante sur l'exploitation, ainsi que la présence d'une succession diversifiée ou d'une diversité de successions.

Pour affiner la reconnaissance des successions à l'échelle des exploitations, il faudrait s'attacher à compléter cette approche par des méthodes permettant d'identifier la présence de monocultures de maïs et celle de successions de couverts pluriannuels dans les exploitations. Une autre perspective serait de tester cette approche sur d'autres terrains pour analyser l'effet du regroupement des cultures en groupes de cultures sur l'identification de l'orientation, de la diversité et de la complexité des assolements.

CONCLUSION ET DISCUSSION GENERALES

Après avoir rappelé les principaux résultats obtenus, nous proposons de discuter les apports de ce travail, puis de donner quelques perspectives possibles.

1. Principaux résultats de ce travail

Dans ce travail de thèse, nous avons cherché à instruire les liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture sur un petit territoire agricole confronté à de nombreux enjeux environnementaux : la plaine Sud de Niort. Ce travail a été mené sur un pas de temps court (7 ans) qui s'accorde avec un certain nombre de programmes d'action portant eux aussi sur ces plages temporelles (5 ans par exemple pour les MAE).

Tout d'abord, nous avons caractérisé les trajectoires d'évolution des parcellaires pour l'ensemble des exploitations de la plaine Sud de Niort sur une période de 7 ans. Les données mobilisées pour caractériser les trajectoires d'évolution des parcellaires sont celles du RPG, disponibles de 2007 à 2013, au moment de ce travail. Nous nous sommes ensuite attachés i) à décrire les systèmes de culture (successions et pratiques) et leur évolutions entre 2007 et 2014 pour un échantillon de 21 exploitations ayant connu ou non un agrandissement de leur parcellaire entre 2007 et 2014, et ii) à déterminer s'il existe un lien entre l'agrandissement des parcellaires d'exploitation et les évolutions des systèmes de culture observées. Le recours à des enquêtes a permis d'analyser finement les deux composantes des systèmes de culture : successions et pratiques associées. Enfin, pour la composante « successions de cultures », nous avons testé sur un plus large ensemble d'exploitations la généralité de ces résultats en considérant l'assolement comme un marqueur des successions de cultures de l'exploitation. Une large couverture du territoire grâce aux données du RPG a alors permis d'analyser la répartition spatiale de ces changements sur la zone d'étude et de montrer l'impact de moteurs territoriaux dans la mise en œuvre des changements de successions de culture.

Nous montrons que les parcellaires d'exploitation et les systèmes de culture ne sont pas statiques sur une période de temps court. 67% des exploitations analysées connaissent en effet une évolution de leur parcellaire, soit 74% de la surface agricole qui leur est associée sur le territoire. Les évolutions observées vont majoritairement dans le sens d'un accroissement de la SAU des exploitations.

Dans les exploitations enquêtées, nous avons observé une dynamique d'allongement et de diversification des successions. Ces évolutions de successions s'accompagnent également d'une évolution des pratiques dans le sens d'une moins grande dépendance aux intrants chimiques et d'une valorisation de l'irrigation sur de nouvelles cultures (cultures à forte valeur ajoutée plutôt que maïs). Les enquêtes ont montré que l'évolution du parcellaire est un des facteurs d'évolution des systèmes de culture sur les exploitations. Pour l'ensemble des exploitations du territoire, notre analyse des évolutions d'assolement à partir du RPG, qui a permis de prendre en compte une plus grande diversité de trajectoires et de systèmes de production, indique les mêmes dynamiques (en particulier, un recul des successions courtes intégrant le colza au profit de successions plus diversifiées ou intégrant davantage de tournesol). L'analyse des liens entre évolution des parcellaires et évolution des successions de cultures, vues par les assolements ou un usage du sol spécifique (prairies permanentes), montre plus clairement un lien entre ces deux dynamiques dans les exploitations de la plaine Sud de Niort.

Cette thèse se positionne dans le champ disciplinaire de l'agronomie des territoires ou *landscape agronomy* qui vise à comprendre les interactions entre les activités agricoles, leur environnement et les ressources que fournit cet environnement (Benoit et *al.*, 2012). L'analyse des changements de systèmes de culture à l'échelle des exploitations (nature et emprise sur le territoire selon l'évolution du parcellaire) et de la distribution spatiale des changements permettrait de mieux comprendre l'évolution des pressions agricoles à l'échelle des territoires agricoles. L'analyse des facteurs incitant aux changements de systèmes de culture montre l'effet fort de moteurs externes aux exploitations, s'inscrivant à l'échelle du territoire, telle que la souscription à des MAET (réduction d'intrants, implantation de couverts herbacés).

2. Discussion des apports de la thèse

2.1 De la nécessité de tenir compte de l'échelle exploitation dans l'analyse des dynamiques de territoire

De nombreux problèmes de gestion des ressources naturelles sont liés à la nature, à la diversité et à la distribution spatiale des systèmes de culture, cette distribution dépendant de l'emprise des parcelles de chaque exploitation sur le territoire agricole. Certains travaux s'intéressent à la distribution spatiale des systèmes de culture sur les territoires en considérant principalement l'échelle de la parcelle, sans prendre en compte le rattachement de ces parcelles à des exploitations. C'est le cas par exemple des travaux de Murgue (2015) qui portent sur la distribution spatiale des systèmes de culture dans des territoires irrigués en considérant essentiellement l'unité parcelle. L'objectif de ces travaux est de modéliser des changements de systèmes de culture (leur nature et leur répartition sur le territoire) et d'évaluer si les nouveaux systèmes de culture proposés par ces modélisations permettent de limiter efficacement les pressions sur la ressource en eau. Une telle approche permet certes de proposer des organisations de territoires favorables à la gestion des ressources naturelles. Néanmoins, son caractère opérationnel est limité puisqu'elle ne tient pas compte des contraintes liées à la gestion de l'exploitation. Parmi ces contraintes, figure entre autres la structure du parcellaire qui conditionne fortement l'organisation spatiale des cultures et des pratiques qui leur sont associées (Thenail et Baudry, 2004 ; Morlon et Trouche, 2005 ; Marie et *al.*, 2009). Dans la pratique, les changements de systèmes de culture proposés pourraient être difficiles à mettre en œuvre. Cela peut en partie expliquer l'efficacité limitée de certains dispositifs environnementaux, tels que les MAE (Sutherland et *al.*, 2012), qui visent des organisations de territoire favorables à l'environnement, mais s'inscrivent peu dans les logiques des exploitations.

Les méthodes développées dans ce travail sont adaptées aux échelles spatiales qui doivent être mobilisées par les gestionnaires de territoire lors de la mise en œuvre de programmes environnementaux, à savoir l'exploitation et le territoire. Ces méthodes permettent en effet d'analyser les changements de systèmes de culture selon une double entrée : i) celle de l'exploitation, échelle à laquelle sont mis en œuvre les systèmes de culture et ii) celle du territoire dans son ensemble, échelle à laquelle s'expriment les pressions exercées par les systèmes de culture sur l'environnement.

La première entrée a permis d'identifier des changements de systèmes de culture qui font sens pour l'exploitation, *i.e.* des changements en lien avec sa stratégie productive. La seconde a permis de décrire la distribution, sur le territoire, des changements de systèmes de culture mis en place à l'échelle de l'exploitation et pouvant avoir un impact sur les ressources naturelles. Cette double entrée permet donc aux gestionnaires d'appréhender : i) le nombre d'exploitations mettant en œuvre des changements de systèmes de culture et la diversité des changements mis en place avec une couverture quasi-complète de leur territoire et ii) les surfaces effectivement associées à des changements compte tenu d'une évolution des systèmes de culture dans les exploitations et d'une évolution de l'emprise du parcellaire de ces exploitations. Par cette représentation du territoire, les gestionnaires sont alors à même d'inciter i) soit la mise en place de changements de systèmes de culture sur de grandes étendues par la mise en œuvre de mesures visant le plus grand nombre d'exploitations, ii) soit la mise en place de changements de systèmes de culture sur des surfaces

qu'ils jugent stratégiques par la mise en œuvre de mesures visant spécifiquement certaines exploitations. Dans les deux cas, l'identification des contraintes aux changements de systèmes de culture qui s'imposent aux exploitations est un préalable.

Ce travail propose quelques éléments de réflexion, notamment sur les liens entre évolutions des systèmes de culture et évolutions des parcellaires d'exploitation, un des facteurs contraignant le choix des systèmes de culture (Thenail et Baudry, 2004 ; Morlon et Trouche, 2005 ; Marie et al., 2009). Sur un large ensemble d'exploitations, nous montrons en effet que les évolutions des systèmes de culture sont significativement différentes entre trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation. L'analyse sur un échantillon d'exploitations montre que l'agrandissement peut expliquer un changement de systèmes de culture en modifiant les contraintes pédoclimatiques (type de sol différent sur les parcelles acquises) et techniques (accès à l'irrigation) de l'exploitation. Il peut également conduire à une diversification des cultures pour éviter d'implanter une même culture sur une trop grande surface et permettre ainsi de sécuriser le revenu.

2.2 De l'intérêt d'une analyse des dynamiques d'exploitation à des pas de temps courts

De nombreux travaux sur l'évolution des exploitations portent sur des pas de temps longs. C'est le cas par exemple des travaux s'intéressant à la durabilité des systèmes de polyculture-élevage (Ryschawy et al., 2013 ; Garcia-Martinez et al., 2009) ou aux transformations des systèmes de culture dans des territoires marqués par une spécialisation des systèmes de production (Mignolet et al., 2007). **Le travail mené ici sur un pas de temps court permet aussi d'identifier des évolutions significatives sur deux composantes de l'exploitation : son parcellaire et ses systèmes de culture.**

- Enseignements sur les évolutions de parcellaires d'exploitation à des pas de temps courts

Concernant les parcellaires d'exploitation, nous avons identifié des évolutions sur une période assez brève par rapport au cycle de vie de l'exploitation (Brossier et al., 1997). **Ces évolutions ne constituent pas des phénomènes anecdotiques** puisqu'elles concernent 67% des exploitations analysées, soit 74% de la surface agricole du territoire étudié. En outre, **les grandes dynamiques que nous avons identifiées rejoignent celles établies dans des travaux menés à un pas de temps plus long** (Ryschawy et al., 2013 ; Garcia-Martinez et al., 2009 ; Rueff et al., 2012). Ces travaux identifient généralement des trajectoires dites de « stabilité structurelle », des trajectoires dites de « croissance prononcée » et des trajectoires dites de « disparition ». Ces trajectoires peuvent être rapprochées respectivement de nos trajectoires de « stabilité », « croissance » et « disparition ».

La prise en compte de la taille du parcellaire, mais aussi de la distribution des parcelles sur le territoire, nous a permis de **mieux caractériser la diversité des mécanismes à l'œuvre derrière ces grandes tendances** : nature des évolutions, nombre d'épisodes d'évolution et importance des évolutions (variation de SAU ou taux de reconfiguration). C'est l'intérêt d'avoir choisi de se concentrer sur le parcellaire d'exploitation à proprement parler, même si cela conduit à ne pas prendre en compte, comme dans les travaux précédents, d'autres composantes structurelles des exploitations (main d'œuvre disponible par exemple).

Les évolutions de parcellaires d'exploitation qui ont été observées dans la majorité des exploitations vont **dans le sens d'un accroissement de la SAU des exploitations, quelle que soit la taille initiale de**

celle-ci. Ce résultat est en accord avec ceux de Butault et Delame (2003) à cette différence près que ces auteurs se sont intéressés, non pas à l'évolution de la taille absolue des exploitations (SAU), mais à celle de leur taille économique (définie comme la marge brute standard, multiple entre autre de la surface agricole et donc assez liée à la taille absolue des exploitations). Les travaux de Butault et Delame (2003), menés là encore sur un pas de temps long, à partir des données des recensements agricoles de 1988 et 2000 et de celles des enquêtes de structure de 1990 et 1997, montrent la disparition des exploitations dont la taille économique est la plus petite. Dans nos travaux menés à un pas de temps court, nous mettons en évidence le même phénomène sur la taille absolue des exploitations. Tout comme ces auteurs, nous montrons enfin que les agrandissements d'exploitation concernent l'ensemble des exploitations, et non pas uniquement les plus grosses, **les épisodes d'agrandissement étant avant tout dictés par des phénomènes d'opportunités.**

- Enseignements sur les évolutions de systèmes de culture à des pas de temps courts

L'analyse des systèmes de culture (successions et pratiques) à un pas de temps court montre que ceux-ci sont loin, eux aussi, d'être statiques. L'analyse des évolutions des successions de cultures a mis en évidence des changements allant i) dans le sens du maintien de la diversité des successions (remplacement d'une culture par une autre) ou ii) dans le sens d'une augmentation de leur diversité (intégration de nouvelles cultures). Du point de vue des pratiques, l'analyse menée sur un échantillon d'exploitations montre une évolution dans le raisonnement des pratiques conduisant globalement à une moins grande dépendance aux intrants chimiques sur trois postes de pratiques (protection des cultures, fertilisation, irrigation). Au regard des travaux de Mignolet et *al.* (2012) menés sur la période 1970-2000 et de ceux de Guichard (2010), nos résultats laissent à penser que **les exploitations amorcent peut-être une nouvelle dynamique** n'allant plus dans le sens d'une spécialisation des successions de cultures associée à un recours accru aux intrants chimiques, mais au contraire dans le sens d'un allongement et d'une diversification des successions, accompagnés d'un moindre recours aux intrants chimiques.

Les évolutions engagées sont néanmoins somme toute relatives et restent à confirmer. En effet, les évolutions des systèmes de culture sont largement influencées par des déterminants externes aux exploitations. Comme montré dans les travaux de Chopin et *al.* (2015), le choix des systèmes de culture est en particulier déterminé par i) l'opportunité d'intégrer des filières de diversification, ii) les incitations économiques des MAET et iii) la possibilité d'irrigation. **L'évolution ou la disparition de ces déterminants peuvent remettre à nouveau en cause les changements amorcés.**

- Conséquences d'une analyse à un pas de temps court pour les gestionnaires de territoire

Les méthodes développées dans ce travail sont adaptées aux échelles temporelles mobilisées par les gestionnaires de territoire lors de la mise en œuvre des programmes environnementaux. La représentation des dynamiques d'exploitation sur un pas de temps court s'accorde mieux avec un certain nombre de décisions portant elles aussi à des pas de temps courts, telles que la définition des MAET (5 ans). Etudier les changements de systèmes de culture sur un pas de temps court permet de comparer ces systèmes de culture dans les exploitations avant, pendant et après la période de mise en œuvre des mesures environnementales. Grâce à une analyse à un pas de temps court, les gestionnaires de territoire sont mieux à même d'évaluer l'efficacité des programmes d'action (nombre d'exploitations ayant mis en œuvre des changements de systèmes de culture et nature des

changements durant la période d'incitation), ainsi que leur durabilité (nombre d'exploitations supprimant les changements mis en place et revenant aux pratiques initiales à la fin des incitations). Dans une approche prospective, la connaissance des changements de systèmes de culture ayant lieu ces dernières années et celle des facteurs incitant à ces changements permettent également i) de modéliser des scénarios de changement de territoire, ii) d'évaluer les pressions exercées par les systèmes de culture issus des changements et iii) d'adapter les programmes environnementaux pour mettre en place ces systèmes s'ils sont jugés plus favorables à l'environnement.

2.3 Un couplage de dispositifs original, articulant des données d'enquêtes et des bases de données

2.3.1 Des données d'enquêtes au plus proche de la réalité de terrain

Le recours à des enquêtes a permis de caractériser de façon détaillée les évolutions des successions de cultures et des pratiques dans un échantillon d'exploitations. C'est cette méthode de collecte de données qui est généralement mobilisée pour analyser les évolutions des exploitations (Ryschawy et al., 2013 ; Chantre et al., 2010). Dans notre cas, ce choix résultait de la volonté d'accéder à trois informations majeures : i) les pratiques associées à chaque culture, cette information n'étant pas accessible *via* des bases de données à l'échelle de l'exploitation, ii) la façon dont les agriculteurs organisent leurs successions et raisonnent leurs pratiques et iii) les facteurs incitant aux changements de systèmes de culture. Bien qu'elles permettent d'avoir accès aux informations strictement adaptées à la question posée, les enquêtes peuvent présenter certains biais.

Le premier biais est lié à la mémoire de l'agriculteur (Ryschawy et al., 2013) **et à sa capacité de rendre compte de ses successions et de ses pratiques sans reconstruit *a posteriori*.** En effet, certains agriculteurs ont tendance à considérer que leurs successions et leurs pratiques ne changent pas et qu'ils adoptent un modèle uniforme dans le temps et l'espace. A l'inverse, d'autres avancent que leurs successions et leurs pratiques sont très variables d'une année à l'autre sans définir clairement une stratégie. Il faut savoir dépasser ce premier niveau d'informations pour rendre compte de la réalité des successions de cultures et de leur mode de conduite, ainsi que des changements réalisés. La collecte d'informations sur les pratiques constitue enfin un sujet généralement sensible, et certains agriculteurs sont plus réticents que d'autres à fournir ces informations ou à expliquer les raisons de la logique de conduite de leurs cultures.

Le second biais tient à la représentativité de l'échantillon enquêté par rapport aux exploitations présentes sur le territoire. Dans notre cas, on a par exemple remarqué que les MAET constituaient un déterminant important du choix des systèmes de culture et de leurs évolutions dans les exploitations. Les changements observés sur notre échantillon peuvent donc être plus importants que ceux ayant réellement lieu dans l'ensemble des exploitations du territoire. Par ailleurs, dans ce travail, nous nous sommes uniquement intéressés aux exploitations de grande culture. Le choix d'une seule orientation technico-économique des exploitations permet d'homogénéiser les contextes de production dans la comparaison des systèmes de culture (Chantre et al., 2010). Gratecap (2014) montre ainsi que les raisonnements à l'origine de l'organisation concrète des pratiques sur l'exploitation s'appuient sur des critères différents dans les exploitations de grande culture et de polyculture-élevage. Les changements mis en évidence dans notre travail pour des exploitations en grande culture pourraient donc être très différents de ceux mis en œuvre dans les exploitations de polyculture-élevage. Par exemple, l'évolution que nous montrons de la nature des

cultures sur lesquelles est valorisée l'irrigation (cultures sous contrat et non plus maïs) ne s'observera peut-être pas dans des exploitations de polyculture-élevage dans la mesure où l'irrigation est un levier fort pour atteindre l'autonomie fourragère (valorisation donc sur le maïs ensilage). Il en va de même pour les changements de successions de cultures lorsque celles-ci sont très contraintes par la ration du troupeau.

Les données fournies par les enquêtes ont le mérite d'être au plus près de la réalité du terrain, mais doivent être maniées avec certaines précautions dans la mesure où elles introduisent certains biais (subjectivité des agriculteurs, représentativité de l'échantillon enquêté).

2.3.2 Une forte couverture du territoire grâce aux bases de données

➤ Avantages du recours à des bases de données

Un territoire agricole comprend généralement un large ensemble d'exploitations. Le recours à des enquêtes dans chaque exploitation du territoire pour collecter les données nécessaires à la caractérisation des évolutions (parcellaire et systèmes de culture) constitue une tâche longue et laborieuse et donc difficilement envisageable dans le cadre de cette thèse (Biarnès et *al.*, 2004). Le recours à des bases de données permet alors de caractériser les évolutions connues par un large ensemble d'exploitations tout en s'affranchissant des enquêtes. Dans ce travail, nous avons mobilisé les données du Registre Parcellaire Graphique (RPG), disponibles au moment de ce travail (années 2007 à 2013), pour caractériser les évolutions des parcellaires d'exploitation et celles des successions de cultures dans les exploitations de la plaine Sud de Niort.

Grâce à sa forte couverture du territoire, les données du RPG ont permis de vérifier la généralité des conclusions établies à partir des enquêtes et de montrer que les changements de successions de cultures observés n'étaient pas totalement dépendants du choix de l'échantillon. Le lien entre évolution des parcellaires d'exploitation et évolution des successions de cultures, qui n'était pas univoque sur l'échantillon d'exploitations enquêtées compte tenu de son faible effectif, a été renforcé par l'analyse du RPG en considérant une plus grande diversité de trajectoires d'évolution des parcellaires d'exploitation, ainsi que des systèmes de production différents.

Malgré ces nombreux avantages, le RPG présente aussi certaines limites. En particulier, le RPG conditionne les variables accessibles pour décrire les systèmes de culture : les données disponibles n'incluent ni les pratiques, ni le raisonnement des successions, et s'attachent à décrire l'occupation du sol dans les exploitations.

L'analyse des évolutions des systèmes de culture a donc conduit à deux niveaux de simplification : i) s'intéresser uniquement aux successions de cultures présentes dans les exploitations et non à l'ensemble du système de culture, comprenant les pratiques, ii) utiliser l'assolement de l'exploitation comme un marqueur de ses successions de cultures une année donnée pour être à même d'analyser leurs changements.

➤ Limites liées au grain auquel les parcellaires d'exploitation sont décrits

Une des limites du RPG est liée au grain auquel les parcellaires d'exploitation sont décrits. En effet, dans le RPG, les parcelles des exploitations ne sont pas détaillées : ce sont les îlots, regroupements d'une ou plusieurs parcelles contiguës, entourés de limites permanentes (chemin, route, cours d'eau) ou par les parcelles d'autres exploitations, qui y sont décrits. Ces données obligent donc à une

approche particulière de la structure du parcellaire comme le soulignent Piet et Cariou (2014), dans la mesure où **l'unité îlot ne reflète pas systématiquement la réalité des parcelles**. La surface d'un îlot correspond néanmoins à la surface maximale qu'une parcelle peut occuper dans cet îlot. La caractérisation du morcellement des parcellaires au grain de l'îlot permet donc d'appréhender en quelque sorte le niveau de contraintes minimum en termes de logistique sur l'exploitation dans une situation où chaque îlot équivaldrait exactement à une parcelle. Ce niveau de contrainte peut être néanmoins largement supérieur dans les exploitations où les îlots sont fragmentés en un nombre important de parcelles. C'est là le premier biais dont il faut tenir compte lors de la caractérisation de la structure des parcellaires.

L'absence d'information sur la localisation du siège et des bâtiments de l'exploitation constitue un second biais lors de l'estimation de la dispersion des parcellaires, en particulier dans le cas des exploitations multi-sites (Piet et Cariou, 2014). Le fait d'observer une augmentation très forte de la distance moyenne des parcelles au centre de l'exploitation peut aussi bien résulter de l'acquisition d'une parcelle éloignée que de celle d'un bloc de parcelles et des bâtiments qui y sont associés. Dans ce dernier cas, l'indicateur choisi pour mesurer la dispersion du parcellaire (distance moyenne des parcelles au centre de l'exploitation) ne rend pas bien compte des contraintes logistiques réelles de l'exploitation.

➤ Limites liées au grain auquel les cultures sont décrites

Une autre limite des données du RPG est liée au grain auquel les cultures sont décrites. Dans le RPG, les données sur les cultures sont en effet agrégées en 28 groupes de cultures, certains représentatifs d'une culture, d'autres de plusieurs cultures. La description des successions de cultures à partir des données d'occupation du sol du RPG est donc moins fine que dans le cas où l'information porte explicitement sur les cultures, comme cela a été fait à partir des enquêtes. Par exemple, il est difficile d'identifier des phénomènes de diversification poussés dans le cadre desquels la culture introduite est associée à un groupe de cultures déjà présent sur l'exploitation. Cette approximation est acceptable sur notre zone où les cultures majoritaires sont associées à des groupes non équivoques (blé tendre, colza, tournesol, maïs). Cela pourrait néanmoins poser problème dans d'autres régions où les successions de cultures feraient appel à des cultures associées à des groupes identiques (cultures industrielles, légumes-fleurs par exemple). L'orientation générale des successions resterait pertinente, mais le lien entre assolement et successions de cultures serait plus difficile à établir compte tenu des approximations réalisées sur les indicateurs de diversité (nombre de cultures) et de complexité (nombre de cultures nécessaires pour atteindre 75% de la SAU).

3. Perspectives de ce travail

3.1 De nouvelles pistes de réflexion sur la caractérisation des systèmes de culture dans un large ensemble d'exploitations sur un territoire agricole

Dans la partie 2 de ce travail, les données d'enquêtes ayant trait spécifiquement aux successions de cultures présentes sur l'exploitation ont permis de caractériser la combinaison de successions sur l'exploitation (nombre, nature et part de SAU associée à chaque succession) et donc d'analyser le niveau auquel avait lieu le changement de successions pour un échantillon d'exploitations. Dans l'optique d'étudier les évolutions de successions de cultures à l'échelle de chaque exploitation d'un territoire, **le recours aux assolements pour caractériser les successions mises en œuvre constitue une bonne approche**. Cette méthode, mobilisée dans la partie 3 de ce travail, a permis de détecter la présence ou non d'un changement potentiel de successions et de donner l'orientation globale de ces changements : i) changement de la nature d'au moins une succession (nature des cultures impliquées) si un changement d'orientation de l'assolement est observé, ii) changement pouvant affecter aussi bien le nombre de successions, la nature d'une succession (longueur et nombre de cultures impliquées) ou la part de SAU qui lui est associée si un changement du niveau de diversité et de complexité de l'assolement est observé. Néanmoins, **la méthode actuelle s'avère encore incomplète dans la mesure où elle ne permet pas de caractériser les successions de cultures de façon aussi détaillée qu'à partir de données d'enquêtes**. En effet, un même assolement peut être le marqueur de différentes combinaisons de successions de cultures et ne donne pas d'informations sur le nombre de successions effectivement présentes sur l'exploitation et leur proportion relative. **Une perspective serait donc d'affiner la caractérisation des successions de cultures et de leurs changements à partir de l'assolement**. Nous nous proposons ici de donner quelques pistes de réflexion sur les critères ou méthodes complémentaires qui pourraient être mobilisés dans cette perspective.

Les enquêtes en exploitations ont montré, sur notre zone d'étude, que les agriculteurs associaient généralement au moins une succession à base de plusieurs cultures, une monoculture de couverts pluriannuels et éventuellement une monoculture de maïs. **Une façon d'affiner la description de la combinaison de successions de cultures à partir de l'assolement serait de réussir à ségréger ces deux monocultures potentielles du reste des successions**.

La description des successions de cultures à partir de l'assolement pourrait être **complétée par l'information sur des déterminants spécifiques de ces monocultures** tel que cela a été réalisé dans de précédents travaux (Biarnès et *al.*, 2004 ; Leenhardt et *al.*, 2010). La présence sur l'exploitation de ces déterminants, souvent communs à un large ensemble d'exploitations sur le territoire (présence de sol de fond de vallée ou d'irrigation par exemple), permettrait alors de déterminer i) si la combinaison de successions de cultures de l'exploitation comporte des monocultures de maïs et/ou de couverts pluriannuels et ii) quelles sont les surfaces qui leur sont associées. **L'accès à des déterminants de la localisation et de la présence de successions de cultures, autres que les types de sols (accessibles *via* des cartes pédologiques), sans recours à des enquêtes exhaustives dans les exploitations, reste en revanche une question**.

Les monocultures présentent l'avantage d'être stables dans le temps : les changements affectant les monocultures sont donc plus facilement identifiables. Dans ce travail, nous avons montré en quoi l'analyse des dynamiques de la part de prairies permanentes dans l'assolement permettait d'identifier une variation de la part de SAU associée aux successions à base de ce type de couverts. Pour affiner la caractérisation des changements de successions à partir des assolements, **le suivi spécifique d'une culture de l'assolement pourrait être élargi au cas des monocultures de maïs**, bien que cette culture puisse également s'inscrire dans des successions assolées. Pour limiter ce biais, on pourrait s'appuyer sur les occupations du sol récurrentes en maïs – triplet « maïs / maïs / maïs », tel que proposé par Mignolet et *al.* (2007) sur un pas de temps plus long – pour identifier les surfaces *a priori* en monoculture de maïs sur l'exploitation. Le passage d'un triplet « maïs / maïs / maïs » à un autre triplet de cultures, et réciproquement, permettrait alors d'identifier les variations de la part de SAU associée à une monoculture de maïs sur l'exploitation. Toutefois, l'analyse de ces changements ne serait menée, au mieux, que sur la période 2009-2013 compte tenu de la profondeur temporelle nécessaire pour identifier ces triplets. Une attention particulière devrait également être attachée aux évolutions du parcellaire d'exploitation pour identifier si ce type de changement de successions, observé sur le territoire, fait sens à l'échelle de l'exploitation.

Une dernière méthode pour caractériser la combinaison de successions de cultures sur l'exploitation consisterait à **adapter la méthode des assolements de rotation** (Levasseur et *al.*, 2014) **à l'échelle de l'exploitation**, aujourd'hui mis en œuvre sur de plus larges territoires : un changement d'assolement de rotations caractériserait alors un changement de successions de cultures. Tout comme pour l'analyse proposée pour les monocultures de maïs, **l'analyse serait restreinte aux changements d'assolement de rotations ayant lieu entre 2009 et 2013** compte tenu du recours à des triplets pour établir ces assolements de rotations. Par ailleurs, **elle ne pourrait s'appliquer qu'aux seules exploitations dont le parcellaire est stable**. En effet, l'évolution des limites du parcellaire ne permet pas d'identifier des triplets de cultures qui font sens pour le fonctionnement de l'exploitation sur les îlots acquis ou échangés sur les deux plages temporelles étudiées.

3.2 Mise en œuvre des méthodes développées sur d'autres territoires agricoles

Ce travail s'appuie sur des méthodes et des données qui semblent suffisamment génériques pour pouvoir être développées sur d'autres terrains. **La comparaison de différentes zones d'études permettrait alors de renforcer la généricité des évolutions identifiées dans les exploitations de la plaine Sud de Niort.**

- Mise en œuvre des méthodes basées sur l'utilisation du RPG

La base de données mobilisée dans ce travail (RPG) est plus largement disponible à l'échelle nationale, ainsi que dans d'autres pays européens dans le cadre des Land Parcel Identification Systems (LPIS). Elle pourrait donc être exploitée pour analyser les évolutions des parcellaires d'exploitation sur d'autres terrains d'étude, thématique que peu de travaux ont abordé à notre connaissance. L'objectif pourrait être alors de proposer une analyse comparative des dynamiques de parcellaires d'exploitation dans différentes régions françaises ou européennes, à des pas de temps courts. Pour faciliter le traitement de ces données, la méthode de caractérisation des évolutions des parcellaires d'exploitation est en cours d'implémentation informatique. Elle devrait faire l'objet d'un module spécifique dans le logiciel © RPG Explorer, présenté précédemment dans ce travail. Cet outil

propose déjà à l'heure actuelle un certain nombre de méthodes de traitement en routine des données du RPG (e.g. identification des séquences de cultures, des assolements de rotations) pour l'analyse de la structure et de la dynamique des territoires agricoles. **Ce nouveau module prenant en compte de façon plus explicite l'échelle de l'exploitation pourrait servir de base à de nouvelles analyses à cette échelle, tout en tenant compte des limites changeantes des parcellaires d'exploitation.**

L'intégration de la méthode de caractérisation des successions de cultures à partir de l'assolement des exploitations est également une piste à creuser pour proposer un module d'analyse des évolutions de successions de cultures. A l'heure actuelle, RPG Explorer permet de caractériser les successions de cultures sur un territoire, mais selon une méthode qui ne permet ni d'analyser les évolutions des successions de cultures, ni de décrire leurs évolution à l'échelle de l'exploitation lorsque son parcellaire évolue. La méthode proposée dans ce travail permettrait de remédier à ce problème. Dans la mesure où elle s'appuie sur une typologie des assolements à partir de bases de données, la méthode est suffisamment générique, mais peut néanmoins prendre en compte les spécificités régionales, puisque la typologie est réalisée à partir des cas observés et non dans l'absolu.

La mise à disposition régulière des données du RPG permet d'envisager d'élargir peu à peu les plages temporelles analysées. Une attention particulière devra néanmoins être portée aux changements de structure de cette base de données (déjà observés en 2010 pour les exploitations ayant des îlots sur deux départements différents), ce qui conduira peut-être à des aménagements des méthodes développées dans ce travail. De même, dans le cadre d'une application dans d'autres pays européens, il faudra discuter de la pertinence des méthodes développées selon les spécificités éventuelles observées dans la structure des données de chaque LPIS (grain auquel sont décrits les parcellaires d'exploitation et les cultures par exemple).

➤ Mise en œuvre des méthodes basées sur l'utilisation de données d'enquêtes

Concernant la méthode de caractérisation des évolutions de systèmes de culture à partir des enquêtes, la méthode proposée semble là encore suffisamment générique et flexible pour être appliquée sur d'autres terrains, moyennant la mise en œuvre d'enquêtes pour collecter les données nécessaires. Selon les problématiques environnementales propres à chaque zone d'étude, les indicateurs mobilisés dans la typologie des successions de cultures et dans celle des méta-raisonnements à l'origine des pratiques pourraient être adaptés pour se concentrer sur une thématique environnementale particulière ou aux conditions pédoclimatiques propres à la zone étudiée (par exemple, les potentiels de rendement n'étant pas les mêmes dans toutes les régions, la valeur associée à un apport élevé en azote n'est pas identique partout). Néanmoins, l'approche resterait la même. En particulier, les trois niveaux de changements des successions de cultures (évolution du nombre de types de successions, évolution de leur nature et évolution de la proportion de SAU qui leur est associée) identifiés dans ce travail restent pertinents, quelles que soient la thématique environnementale envisagée et les conditions pédoclimatiques de la zone étudiée.

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.

Îlot : regroupement de parcelles culturales contiguës exploitées par un même agriculteur, portant une ou plusieurs cultures, limité par des éléments facilement repérables et permanents (comme un chemin, une route, un ruisseau...) ou par d'autres exploitations, et dont le contour est *a priori* stable d'une année sur l'autre.

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 parcelles 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...).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agénis-Nevers, M., Galdi, B., 2006. Réalisation d'un diagnostic territorial dans le Sud de la plaine de Niort. Rapport de projet d'ingénieur, INA-PG, 41 pp.
- Angevin, F., Klein, E.K., Choimet, C., Gauffreteau, A., Lavigne, C., Messéan, A., Meynard, J.M., 2008. Modelling impacts of cropping systems and climate on maize cross-pollination in agricultural landscapes: The MAPOD model. *European Journal of Agronomy* 28, 471–484. doi:10.1016/j.eja.2007.11.010
- Aouadi, N., Aubertot, J.N., Caneill, J., Munier-Jolain, N., 2015. Analyzing the impact of the farming context and environmental factors on cropping systems: A regional case study in Burgundy. *European Journal of Agronomy* 66, 21–29. doi:10.1016/j.eja.2015.02.006
- Aubry, C., Biarnès, A., Maxime, F., Papy, F., 1998a. Modélisation de l'organisation technique de la production dans l'exploitation agricole : la constitution de systèmes de culture. *Etud. Rech. Syst. Agraires Dev.* 25–43.
- Aubry, C., Papy, F., Capillon, A., 1998b. Modelling Decision-Making Processes for Annual Crop Management. *Agricultural Systems* 56, 45–65.
- Aubry, C., 2007. La gestion technique des exploitations agricoles: composante de la théorie agronomique. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Institut national polytechnique de Toulouse, 101pp.
- Bachinger, J., Zander, P., 2007. ROTOR, a tool for generating and evaluating crop rotations for organic farming systems. *European Journal of Agronomy* 26, 130–143. doi:10.1016/j.eja.2006.09.002
- Bartolini, F., Viaggi, D., 2013. The common agricultural policy and the determinants of changes in EU farm size. *Land Use Policy* 31, 126–135. doi:10.1016/j.landusepol.2011.10.007
- Beaujouan, V., Durand, P., Ruiz, L., 2001. Modelling the effect of the spatial distribution of agricultural practices on nitrogen fluxes in rural catchments. *Ecological Modelling* 137, 93–105. doi:10.1016/S0304-3800(00)00435-X
- Benoît, M., Rizzo, D., Marraccini, E., Moonen, A.C., Galli, M., Lardon, S., Rapey, H., Thenail, C., Bonari, E., 2012. Landscape agronomy: a new field for addressing agricultural landscape dynamics. *Landscape Ecology* 27, 1385–1394. doi:10.1007/s10980-012-9802-8
- Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution* 18, 182–188. doi:10.1016/S0169-5347(03)00011-9
- Biarnès, A., Rio, P., Hocheux, A., 2004. Analyzing the determinants of spatial distribution of weed control practices in a Languedoc vineyard catchment. *Agronomie* 24, 187–196.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Makowski, D., Aveline, A., Girardin, P., Plantureux, S., 2008. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 139–149. doi:10.1051/agro:2007052
- Boissinot, F., Mézière, D., Bretagnolle, V., Munier-Jolain, N., 2011. Réduire l'usage des herbicides en grandes cultures. *Phytoma - La défense des végétaux* 39–44.
- Bonin, M., 2001. Nouvelles fonctions de l'agriculture et dynamiques des exploitations : une analyse chorématique dans les monts d'Ardèche. *Mappemonde* 62, 11–16.
- Bretagnolle, V., 2004. Prairies et cultures fourragères : Quels enjeux pour les oiseaux dans les milieux céréaliers intensifs ? *Fourrages* 178, 171–178.

- Bretagnolle, V., Balent, G., Thenail, C., Berthet, E., 2012. Gestion de la biodiversité en milieu céréalier intensif : importance des prairies aux échelles locales et régionales. *Innovations Agronomiques* 22, 31–43.
- Brossier, J., Chia, E., Marshall, E., Petit, M., 1997. Gestion de l'exploitation agricole familiale. *Eléments théoriques et méthodologiques*. Enesad/Cnerta, Dijon, 221 pp.
- Burton, R.J., 2004. Seeing through the “good farmer”s’ eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of “productivist”behaviour. *Sociologia Ruralis* 44, 195–215.
- Butault, J.-P., Delame, N., 2005. Concentration de la production agricole et croissance des exploitations. *Economie et statistique* 390, 47–64.
- Castellazzi, M.S., Wood, G.A., Burgess, P.J., Morris, J., Conrad, K.F., Perry, J.N., 2008. A systematic representation of crop rotations. *Agricultural Systems* 97, 26–33. doi:10.1016/j.agry.2007.10.006
- Chabbi, A., Cellier, P., Rumpel, C., Gastal, F., Lemaire, G., 2012. Cycle du carbone et risques environnementaux dans les écosystèmes prairiaux. *Innovations Agronomiques* 22, 17–30.
- Chantre, E., Cerf, M., Le Bail, M., 2010. Diagnostic agronomique des trajectoires de changements de pratiques en vue de la réduction d'utilisation de pesticides en grande culture: Cas de la Champagne Berrichonne de l'Indre, in: *Colloque SFER: La Réduction Des Pesticides: Enjeux, Modalités et Conséquences*. p. 18.
- Chopin, P., Blazy, J.-M., Doré, T., 2015. A new method to assess farming system evolution at the landscape scale. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 325–337. doi:10.1007/s13593-014-0250-5
- Cialdella, N., Dobremez, L., Madelrieux, S., 2008. Livestock farming systems in urban mountain: differentiated paths to remain in time, in: *Empowerment of the Rural Actors: A Renewal of the Farming Systems Perspective - WS 3 : Adaptative Farming Systems*. Presented at the 8th European IFSA Symposium, Clermont-Ferrand (France).
- Clavel, L., Soudais, J., Baudet, D., Leenhardt, D., 2011. Integrating expert knowledge and quantitative information for mapping cropping systems. *Land Use Policy* 28, 57–65. doi:10.1016/j.landusepol.2010.05.001
- Cliff, A.D., Ord J.K., 1973. *Spatial autocorrelation*. Monographs in spatial and environmental systems analysis. Pion, London
- Colbach, N., 2009. How to model and simulate the effects of cropping systems on population dynamics and gene flow at the landscape level: example of oilseed rape volunteers and their role for co-existence of GM and non-GM crops. *Environmental Science and Pollution Research* 16, 348–360. doi:10.1007/s11356-008-0080-6
- Concepción, E.D., Díaz, M., 2011. Field, landscape and regional effects of farmland management on specialist open-land birds: Does body size matter? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 142, 303–310. doi:10.1016/j.agee.2011.05.028
- Croix, N., 1997. *Agriculture et environnement dans l'Ouest de la France*. Le rôle des politiques environnementales dans les adaptations agricoles. *Norois* 44, 155–171.
- De Longueville, F., Tychon, B., Leteinturier, B., Ozer, P., 2007. An approach to optimise the establishment of grassy headlands in the Belgian Walloon region: A tool for agri-environmental schemes. *Land Use Policy* 24, 443–450. doi:10.1016/j.landusepol.2006.05.008

- Dogliotti, S., Rossing, W.A.H., Van Ittersum, M.K., 2003. ROTAT, a tool for systematically generating crop rotations. *European Journal of Agronomy* 19, 239–250.
- Doré, T., 2012. L'assolement : acception et problématiques agronomiques actuelles. *Agronomie, Environnement et Sociétés* 2, 17–28.
- Dupas, R., Parnaudeau, V., Reau, R., Jeuffroy, M.-H., Durand, P., Gascuel-Oudou, C., 2015. Integrating local knowledge and biophysical modeling to assess nitrate losses from cropping systems in drinking water protection areas. *Environmental Modelling & Software* 69, 101–110. doi:10.1016/j.envsoft.2015.03.009
- Durpoix, A., Barataud, F., 2014. Intérêts de l'analyse territorialisée des parcelles des exploitations agricoles concernées par une aire d'alimentation de captage. *Sciences Eaux & Territoires*.
- Dury, J., Schaller, N., Garcia, F., Reynaud, A., Bergez, J.E., 2011. Models to support cropping plan and crop rotation decisions. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 567–580. doi:10.1007/s13593-011-0037-x
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F.G., Crist, T.O., Fuller, R.J., Sirami, C., Siriwardena, G.M., Martin, J.-L., 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters* 14, 101–112. doi:10.1111/j.1461-0248.2010.01559.x
- Ferraton, N., Touzard, I., 2009. Comprendre l'agriculture familiale : diagnostic des systèmes de production. « *Agricultures tropicales en poche* », Quae, 132 pp.
- Fuzeau, V., Dubois, G., Théron, O., Allaire, G., 2012. Diversification des cultures dans l'agriculture française. Etat des lieux et dispositifs d'accompagnement (No. 67), « *Études et documents* » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD).
- García-Martínez, A., Olaizola, A., Bernués, A., 2009. Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. *Animal* 3, 152. doi:10.1017/S1751731108003297
- González, X.P., Alvarez, C.J., Crecente, R., 2004. Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape. *Agricultural Systems* 82, 31–43. doi:10.1016/j.agsy.2003.10.009
- González, X.P., Marey, M.F., Álvarez, C.J., 2007. Evaluation of productive rural land patterns with joint regard to the size, shape and dispersion of plots. *Agricultural Systems* 92, 52–62. doi:10.1016/j.agsy.2006.02.008
- Gras, R., Benoit, M., Deffontaines, J.P., Duru, M., Lafarge, M., Langlet, A., Osty, P.L., 1989. Le fait technique en agronomie : activité agricole, concepts et méthodes d'étude. Institut National de la Recherche Agronomique, L'Harmattan, Paris, France, 186 pp.
- Gratecap, J.B., Wezel, A., Casagrande, M., Martin, P., 2013. Une typologie d'agriculteurs pour étudier les proximités techniques à l'agriculture biologique à l'échelle d'une zone à enjeu eau. *Innovations Agronomiques* 32, 509–524.
- Gratecap, J.B., 2014. Opportunité d'un développement de l'agriculture biologique pour préserver les ressources en eau potable sur les aires d'alimentation de captage : analyse des principes d'action à l'origine des pratiques d'agriculteurs conventionnels et biologiques sur deux territoires à enjeu eau en Rhône-Alpe. Thèse de doctorat, AgroParisTech, 354 pp.

- Guichard L., 2010. Caractérisation des pratiques de protection des cultures et de leur évolution : Méthodologie de diagnostic et propositions visant à améliorer l'impact environnemental des systèmes de culture et d'élevage. Rapport d'étude, INRA, UMR d'Agronomie, 14 pp.
- Havet, A., Martin, P., Laurent, M., Lelaure, B., 2010. Adaptation des exploitations laitières aux incertitudes climatiques et aux nouvelles réglementations. Le cas des productions bovines et caprines en Plaine de Niort. *Fourrages* 202, 145–151.
- Houet, T., 2006. Occupation des sols et gestion de l'eau: modélisation prospective en paysage agricole fragmenté (Application au SAGE du Blavet). Thèse de doctorat, Rennes II - Haute Bretagne, .
- Joannon, A., Bro, E., Thenail, C., Baudry, J., 2008. Crop patterns and habitat preferences of the grey partridge farmland bird. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 379–387. doi:10.1051/agro:2008011
- Joannon, A., Souchère, V., Martin, P., Papy, F., 2006. Reducing runoff by managing crop location at the catchment level, considering agronomic constraints at farm level. *Land Degradation & Development* 17, 467–478. doi:10.1002/ldr.714
- Joannon, A., Souchère, V., Tichit, M., 2005. Analyse de la gestion spatialisée de l'exploitation agricole à partir de l'utilisation du parcellaire, in: *Agricultures et Territoires* (C. Laurent et P. Thinon, dir.), « Information géographique et aménagement du territoire ». Hermès Science-Lavoisier, Paris, 155–174.
- Jourdin A., Kerisit E., 2014. Evolution des territoires agricoles sous l'action des acteurs locaux : diversité des projets de territoire, de leur mise en œuvre et conséquences sur la plaine de Niort. Mémoire de projet d'ingénieur, DA IDEA, AgroParisTech, 71 pp.
- Keskitalo, M., Hakala, K., Huusela-Veristola, E., Jalli, H., Jalli, M., Jauhiainen, L., Känkänen, H., 2012. Diversification of crop production through crop rotations. Presented at the 12th Congress of the European society for agronomy, Helsinki, Finland, pp. 172–173.
- Köbrich, C., Rehman, T., Khan, M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural systems* 76, 141–157.
- Latruffe, L., Piet, L., 2014. Does land fragmentation affect farm performance? A case study from Brittany, France. *Agricultural Systems* 129, 68–80. doi:10.1016/j.agsy.2014.05.005
- Lazrak, E.G., Mari, J.-F., Benoît, M., 2010. Landscape regularity modelling for environmental challenges in agriculture. *Landscape Ecol* 25, 169–183. doi:10.1007/s10980-009-9399-8
- Le Ber, F., Benoît, M., Schott, C., Mari, J.-F., Mignolet, C., 2006. Studying crop sequences with CarrotAge, a HMM-based data mining software. *Ecological Modelling* 191, 170–185. doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.08.031
- Leenhardt, D., Angevin, F., Biarnès, A., Colbach, N., Mignolet, C., 2010. Describing and locating cropping systems on a regional scale. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 131–138. doi:10.1051/agro/2009002
- Leenhardt, D., Trouvat, J.-L., Gonzalès, G., Pérarnaud, V., Prats, S., Bergez, J.-E., 2004. Estimating irrigation demand for water management on a regional scale. *Agricultural Water Management* 68, 207–232. doi:10.1016/j.agwat.2004.04.004

- Lelaure, B., 2006. Place et avenir des prairies dans les exploitations agricoles d'un territoire de polyculture-élevage en mutation : le cas de la Plaine Sud-est de Niort. Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 98 pp.
- Fargue-Lelièvre, A., Moraine, M., Coléno, F.-C., 2011. Farm typology to manage sustainable blackleg resistance in oilseed rape. *Agronomy for Sustainable Development* 31, 733–743. doi:10.1007/s13593-011-0044-y
- Leteinturier, B., Herman, J.L., Longueville, F. de, Quintin, L., Oger, R., 2006. Adaptation of a crop sequence indicator based on a land parcel management system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112, 324–334. doi:10.1016/j.agee.2005.07.011
- Levavasseur, F., Scheurer, O., Bouty, C., Martin, P., 2014. RPG EXPLORER : Un outil informatique facilitant le traitement en local des données du registre parcellaire graphique. Presented at the Utilisation des données spatiales pour la gestion des AAC, Paris.
- Levavasseur, F., Martin, P., Scheurer, O., 2015a. RPG Explorer (version 1.8.24) : notice d'utilisation. INRA / AgroParisTech / Lasalle Beauvais, Paris, 114 pp.
- Levavasseur, F., Bouty, C., Barbottin, A., Martin, P., 2015b. Characterization of crop rotations variability by combining modelling and local farm interviews, in: Multi-Functional Farming Systems in a Changing World. Presented at the 5th International Symposium for Farming Systems Design, Montpellier, France, pp. 239–240.
- Long, J.A., Lawrence, R.L., Miller, P.R., Marshall, L.A., 2014a. Changes in field-level cropping sequences: Indicators of shifting agricultural practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 189, 11–20. doi:10.1016/j.agee.2014.03.015
- Long, J.A., Lawrence, R.L., Miller, P.R., Marshall, L.A., Greenwood, M.C., 2014b. Adoption of cropping sequences in northeast Montana: A spatio-temporal analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 197, 77–87. doi:10.1016/j.agee.2014.07.022
- Madelrieux, S., Dedieu, B., Dobremez, L., 2002. Modifications de l'utilisation du territoire lorsque des éleveurs cherchent à résoudre leurs problèmes de travail. *Fourrages* 172, 355–368.
- Mądry, W., Mena, Y., Roszkowska-Mądra, B., Gozdowski, D., Hryniewski, R., Castel, J.M., 2013. An overview of farming system typology methodologies and its use in the study of pasture-based farming system: a review. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11, 316. doi:10.5424/sjar/2013112-3295
- Marie, M., Bensaid, A., Delahaye, D., 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 : European Journal of Geography*. doi:10.4000/cybergeo.22366
- Marie, M., Delahaye, D., 2009. Des formes parcellaires aux usages agricoles : comparaison de l'organisation des paysages agricoles en domaine laitier et bocager (Galice, Basse-Normandie, Sud de l'Angleterre), in : Foltête J.-C. (dir.), Actes des Neuvièmes Rencontres de Théo Quant, Besançon.
- Martin, P., 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. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Institut National Polytechnique de Toulouse, 115 pp.
- Martin, P., Ronfort, C., Laroutis, D., Souchère, V., Sebillotte, C., 2014. Cost of best management practices to combat agricultural runoff and comparison with the local populations' willingness to pay: Case of the

- Austreberthe watershed (Normandy, France). *Land Use Policy* 38, 454–466. doi:10.1016/j.landusepol.2013.12.014
- Maton, L., Leenhardt, D., Bergez, J.-E., 2007a. Geo-referenced indicators of maize sowing and cultivar choice for better water management. *Agronomy for Sustainable Development* 27, 377–386. doi:10.1051/agro:2007018
- Maton, L., Bergez, J.-E., Leenhardt, D., 2007b. Modelling the days which are agronomically suitable for sowing maize. *European Journal of Agronomy* 27, 123–129. doi:10.1016/j.eja.2007.02.007
- Maton, L., Leenhardt, D., Berger, J.-E., 2009. Choix de précocité et pratiques de semis en maïsiculture irriguée du Sud-Ouest de la France: quelle diversité et comment l'expliquer? *Cahiers de l'Agriculture* 18.
- Maxime, F., Mollet, J.-M., Papy, F., 1995. Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture. *Cahiers agricoles* 351–362.
- Mertens, B., Lambin, E., 2000. Land-cover-change trajectories in southern Cameroon. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 90 (3), 467–494.
- Meynard, J.-M., Doré, T., Habib, R., 2001. L'évaluation et la conception de systèmes de culture pour une agriculture durable. *C.R. Académie d'Agriculture Française* 87, 223–236.
- Meynard, J.M., Messéan, A., Charlier, A., Charrier, F., Farès, M., Lebail, M., Magrini, M.B., Savini, I., 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures : études au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, INRA, 52 pp.
- Mignolet, C., Schott, C., Benoît, M., 2007. Spatial dynamics of farming practices in the Seine basin: Methods for agronomic approaches on a regional scale. *Science of The Total Environment* 375, 13–32. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.12.004
- Mignolet, C., Schott, C., Benoît, M., Meynard, J.-M., 2012. Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures. *Innovations Agronomiques* 22, 1–16.
- Milleville, H., 1972. Approche agronomique de la notion de parcelle en milieu traditionnel africain : la parcelle d'Arachide en moyenne Casamance. *Cahiers Orstom, « Biologie »* 17, 23–37.
- Morlon, P., Benoît, M., 1990. Etude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation agricole en tant que système. *Agronomie* 499–508.
- Morlon, P., Trouche, G., 2005. Nouveaux enjeux de la logistique dans les exploitations de grande culture. *Cahiers agricoles* 14, 305–311.
- Moser, D., Eckerstorfer, M., Pascher, K., Essl, F., Zulka, K.P., 2013. Potential of genetically modified oilseed rape for biofuels in Austria: Land use patterns and coexistence constraints could decrease domestic feedstock production. *Biomass and Bioenergy* 50, 35–44. doi:10.1016/j.biombioe.2012.10.004
- Moulin, CH., Ingrand, S., Lasseur, J., Madelrieux, S., Napoleone, M., Pluvinage, J., Thénard, V., 2008. Comprendre et analyser les changements d'organisation et de conduite de l'élevage dans un ensemble d'exploitations : propositions méthodologiques. *In L'élevage en Mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores* (B. Dedieu, E. Chia, B. Leclerc, CH. Moulin, M. Tichit, dir.). Quae, Paris, 23-36.

- Murgue, C., 2014. Quelles distributions spatiales des systèmes de culture pour limiter l'occurrence des crises de gestion quantitative de l'eau? Une démarche de conception évaluation sur le territoire irrigué de l'Aveyron aval. Thèse de doctorat, INP Toulouse
- Murgue, C., Therond, O., Leenhardt, D., 2015. Toward integrated water and agricultural land management: Participatory design of agricultural landscapes. *Land Use Policy* 45, 52–63. doi:10.1016/j.landusepol.2015.01.011
- Murgue, C., Therond, O., Leenhardt, D., 2015. Toward integrated water and agricultural land management: Participatory design of agricultural landscapes. *Land Use Policy* 45, 52–63. doi:10.1016/j.landusepol.2015.01.011
- Nitsch, H., Osterburg, B., Roggendorf, W., Laggner, B., 2012. Cross compliance and the protection of grassland – Illustrative analyses of land use transitions between permanent grassland and arable land in German regions. *Land Use Policy* 29, 440–448. doi:10.1016/j.landusepol.2011.09.001
- Osman, J., Inglada, J., Dejoux, J.-F., 2015. Assessment of a Markov logic model of crop rotations for early crop mapping. *Computers and Electronics in Agriculture* 113, 234–243. doi:10.1016/j.compag.2015.02.015
- Papy, F., 1999. Agriculture et organisation du territoire par les exploitations agricoles : enjeux, concepts, questions de recherche. *C.R. Académie d'Agriculture Française* 85, 233–244.
- Perrot, C., Landais, E., 1993. Exploitations agricoles: pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques? *Cahiers de la Recherche Développement*.
- Persson, A.S., Olsson, O., Rundlöf, M., Smith, H.G., 2010. Land use intensity and landscape complexity— Analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 136, 169–176. doi:10.1016/j.agee.2009.12.018
- Piet, L., Cariou, S., 2014. Le morcellement des exploitations agricoles françaises. *Economie rurale* 342, 107–120.
- Plourde, J.D., Pijanowski, B.C., Pekin, B.K., 2013. Evidence for increased monoculture cropping in the Central United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 165, 50–59. doi:10.1016/j.agee.2012.11.011
- Pontius, R.G., Shusas, E., McEachern, M., 2004. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 101, 251–268. doi:10.1016/j.agee.2003.09.008
- Renaud-Gentié, C., Burgos, S., Benoît, M., 2014. Choosing the most representative technical management routes within diverse management practices: Application to vineyards in the Loire Valley for environmental and quality assessment. *European Journal of Agronomy* 56, 19–36. doi:10.1016/j.eja.2014.03.002
- Ribeiro, P.F., Santos, J.L., Bugalho, M.N., Santana, J., Reino, L., Beja, P., Moreira, F., 2014. Modelling farming system dynamics in High Nature Value Farmland under policy change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 183, 138–144. doi:10.1016/j.agee.2013.11.002
- Rizzo, D., Martin, L., Wohlfahrt, J., 2014. Miscanthus spatial location as seen by farmers: A machine learning approach to model real criteria. *Biomass and Bioenergy* 66, 348–363. doi:10.1016/j.biombioe.2014.02.035

- Roschewitz, I., Thies, C., Tschardt, T., 2005. Are landscape complexity and farm specialisation related to land-use intensity of annual crop fields? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 105, 87–99. doi:10.1016/j.agee.2004.05.010
- Rueff, C., Choisis, J.-P., Balent, G., Gibon, A., 2012. A Preliminary Assessment of the Local Diversity of Family Farms Change Trajectories Since 1950 in a Pyrenees Mountains Area. *Journal of Sustainable Agriculture* 36, 564–590. doi:10.1080/10440046.2012.672547
- Ryschawy, J., Choisis, N., Choisis, J.P., Joannon, A., Gibon, A., 2012. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? *Animal* 6, 1722–1730. doi:10.1017/S1751731112000675
- Ryschawy, J., Choisis, N., Choisis, J.P., Gibon, A., 2013. Paths to last in mixed crop–livestock farming: lessons from an assessment of farm trajectories of change. *Animal* 7, 673–681. doi:10.1017/S1751731112002091
- Sahajpal, R., Zhang, X., Izaurralde, R.C., Gelfand, I., Hurtt, G.C., 2014. Identifying representative crop rotation patterns and grassland loss in the US Western Corn Belt. *Computers and Electronics in Agriculture* 108, 173–182. doi:10.1016/j.compag.2014.08.005
- Salembier, C., Meynard, J.-M., 2013. Evaluation de systèmes de culture innovants conçus par des agriculteurs: un exemple dans la Pampa Argentine. *Innovations Agronomiques* 31, 27–44.
- Schaller, N., 2011. Modélisation des décisions d'assolement des agriculteurs et de l'organisation spatiale des cultures dans les territoires de polyculture-élevage. Thèse de doctorat, AgroParisTech, 384 pp.
- Schaller, N., Lazrak, E.G., Martin, P., Mari, J.-F., Aubry, C., Benoît, M., 2011. Combining farmers' decision rules and landscape stochastic regularities for landscape modelling. *Landscape Ecology* 27, 433–446. doi:10.1007/s10980-011-9691-2
- Schaller, N., 2012. La diversification des assolements en France : intérêts, freins et enjeux (Les publications du service de la statistique et de la prospective No. 51). Centre d'études et de prospective - Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la Forêt.
- Schönhart, M., Schmid, E., Schneider, U.A., 2011. CropRota – A crop rotation model to support integrated land use assessments. *European Journal of Agronomy* 34, 263–277. doi:10.1016/j.eja.2011.02.004
- Sebillotte, M., 1990. Système de culture : un concept opératoire pour les agronomes, in: *Les Systèmes de Culture*. L. Combe, D. Picard, Paris, pp. 165–196.
- Souchère V., Cerdan O., Le Bissonnais Y., Couturier A., King D., Papy F., 2001. Incorporating surface crusting and its spatial organization in runoff and erosion modelling at watershed scale, in: D.E. Stott, R.H. Mothar and G.C. Steinhardt (Eds.). *Sustaining the Global Farm. Proceeding of the 10th International Soil Conservation Organization Conference*, 20-26 Mai 1999, 888-895.
- Soulard, C.T., 2005. Les agriculteurs et la pollution des eaux. Proposition d'une géographie des pratiques. *Natures Sciences Sociétés* 13, 154–164. doi:10.1051/nss:2005022
- Sutherland, L.-A., Burton, R.J.F., Ingram, J., Blackstock, K., Slee, B., Gotts, N., 2012. Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *Journal of Environmental Management* 104, 142–151. doi:10.1016/j.jenvman.2012.03.013

- Teillard, F., Allaire, G., Cahuzac, E., Léger, F., Maigné, E., Tichit, M., 2012. A novel method for mapping agricultural intensity reveals its spatial aggregation: Implications for conservation policies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 149, 135–143. doi:10.1016/j.agee.2011.12.018
- Thenail, C., 1996. Exploitations agricoles et territoire(s) : contribution à la structuration de la mosaïque paysagère. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 350 pp.
- Thenail, C., Baudry, J., 2004. Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Brittany. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 101, 53–72. doi:10.1016/S0167-8809(03)00199-3
- Thenail, C., Joannon, A., Capitaine, M., Souchère, V., Mignolet, C., Schermann, N., Di Pietro, F., Pons, Y., Gaucherel, C., Viaud, V., Baudry, J., 2009. The contribution of crop-rotation organization in farms to crop-mosaic patterning at local landscape scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 131, 207–219. doi:10.1016/j.agee.2009.01.015
- Therond, O., 2014. Développement et utilisation d'un système d'information sur les séquences de culture : analyse du RPG. Presented at the Utilisation des données spatiales pour la gestion des AAC, Paris.
- Thinon, P., 2005. Cartographie des usages agricoles du sol à l'échelle régionale, in: *Agricultures et Territoires* (C. Laurent et P. Thinon, dir.), « Information géographique et aménagement du territoire ». Hermès Science-Lavoisier, Paris, 135–153.
- Trubins, R., 2013. Land-use change in southern Sweden: Before and after decoupling. *Land Use Policy* 33, 161–169. doi:10.1016/j.landusepol.2012.12.018
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* 8, 857–874. doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x
- Vasseur, C., Joannon, A., Aviron, S., Burel, F., Meynard, J.-M., Baudry, J., 2013. The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 166, 3–14. doi:10.1016/j.agee.2012.08.013
- Van Apeldoorn, D.F., Kempen, B., Sonneveld, M.P.W., Kok, K., 2013. Co-evolution of landscape patterns and agricultural intensification: An example of dairy farming in a traditional Dutch landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 172, 16–23. doi:10.1016/j.agee.2013.04.002
- Wijnands, E., 1999. Crop rotation in organic farming: theory and practice, in: *Designing and Testing Crop Rotations for Organic Farming*. Presented at the Proceedings from an international workshop, Danish Research Center for Organic Farming, pp. 21–35.
- Xiao, Y., Mignolet, C., Mari, J.-F., Benoît, M., 2015. Characterizing historical (1992–2010) transitions between grassland and cropland in mainland France through mining land-cover survey data. *Journal of Integrative Agriculture* 14, 1511–1523. doi:10.1016/S2095-3119(15)61103-0

LISTE DES PUBLICATIONS

Encadrements :

Cherbuin M. (2013). Concevoir une organisation territoriale pour assurer le développement d'une filière luzerne combinant services économiques et environnementaux. Mémoire Master 1, mention ERM, AgroParisTech, 47p. + annexes.

Kerisit E. & Jourdin A. (2014). Evolution des territoires agricoles sous l'action des acteurs locaux : diversité des projets de territoire, de leur mise en œuvre et conséquences sur la plaine de Niort. Mémoire de projet d'ingénieur, DA IDEA, AgroParisTech, 19p. + annexes.

Publications :

- Articles dans des revues avec comité de lecture

Bouty C., Barbottin A., Martin P. (2014). Quel devenir des surfaces en prairie permanente sur un territoire de polyculture-élevage. *Innovations Agronomiques*, 39 : 67-82.

- Communications et posters

Bouty C., Barbottin A., Martin P., 2013. Caractérisation de l'évolution des surfaces en prairies dans les exploitations de la plaine de Niort: quels apports du RPG? *Séminaire polyculture-élevage ACTA-INRA, Toulouse, France, June 4-5 2013*. (poster)

Martin P., **Bouty C.**, Barbottin A., Le Bail M., 2014. Diversifying farming cooperative strategies towards agro ecologic transition. *Proceedings of the 11th IFSA Symposium "Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies", workshop 2.6 "Integrative and interdisciplinary approaches to the ecologisation of agrifood systems", Berlin, Germany, April 1-4 2014, pp. 1340-1347*. (communication orale)

Bouty C., Barbottin A., Martin P., 2014. Characterization of farm territory changes and their effects on permanent grasslands in the Niort Plain (France). *Proceedings of the 13th ESA Conference, Debrecen, Hungary, August 25-29 2014, pp. 261-262*. (poster).

Bouty C., Durant D., Couillens B., Auguste C., Barbottin A., 2014. Diversifier les cultures pour diversifier les habitats des oiseaux spécialistes des milieux agricoles ? *Actes des 7^{ème} Journées françaises de l'Ecologie du Paysage « Paysage, territoire et agroécologie : des processus à la concertation entre acteurs », Dijon, France, October 27-30 2014, pp.19*. (communication orale)

Levavasseur, F., Scheurer, O., **Bouty C.**, Martin, P., 2014. RPG EXPLORER : Un outil informatique facilitant le traitement en local des données du registre parcellaire graphique. *Séminaire sur l'Utilisation des données spatiales pour la gestion des AAC, Paris, France, December 3 2014*. (communication orale).

Bouty C., Lavavasseur F., Martin P., Barbottin A., 2015. Are crop sequence evolutions influenced by farm territory dynamics ? *Proceedings of the 5th FSD Symposium "Multi-functional farming systems in a changing world", Montpellier, France, September 7-12 2015*. (poster)

Lavavasseur F., **Bouty C.**, Barbottin A., Verret V., Martin P., 2015. Characterization of crop rotations variability by combining modelling and local farm interviews. *Proceedings of the 5th FSD Symposium "Multi-functional farming systems in a changing world", Montpellier, France, September 7-12 2015*. (poster + flash presentation)

ANNEXES

Annexe n°1 : Récapitulatif des principales bases de données et unités cartographiques disponibles sur la zone d'étude

	Données agricoles							Données géographiques		
	Occupation du sol				Pratiques culturales		Systèmes de production	Administratif	Environnement	
	RPG	Enquêtes Teruti	BDD topo, ortho, parcellaire	Relevé de Chizé	Enquêtes pratiques culturales en grandes cultures et prairies	Enquêtes pratiques de Chizé	Recensement Générale Agricole	Région, départements, cantons, communes	Carte pédologique (1/25000)	Natura 2000, bassins versants, rivières
Années	2006 à 2013		? ¹	A partir de 1994	1986, 1994, 2001, 2006, 2011	2008-2011	1988, 2000 & 2010	NR	NR	NR
Données spatialisées	oui	oui	oui	oui	Non	non	non	oui	oui	oui
Continuité spatiale	oui	non	oui	oui	-	-	-	-	-	-
Echelle de résolution	îlots	Echantillonnage aréolaire à 2 tirages (segment puis point de relevé au sein du segment)		Polygone d'intersection	Echantillonnage de parcelles	Parcelles ³	Communes ⁴	-	-	-
Grain	Groupes cultures ²	cultures	Agricole / non agricole	Cultures	Cultures		Groupes cultures ² , OTEX	-	-	-
Source	ASP	SSP	IGN	Locale (CEBC)	SSP	Locale (CEBC)	SSP	IAAT	IAAT	Divers

¹ actualisation en cours ; ² agrégation différente des cultures ; ³ échantillonnage des parcelles sur la zone atelier ; ⁴ secret statistique (non renseigné dès que moins de 3 exploitations répondant au critère sur la commune ou 1 exploitation englobant plus de 80% de la donnée ou du jeu de données)

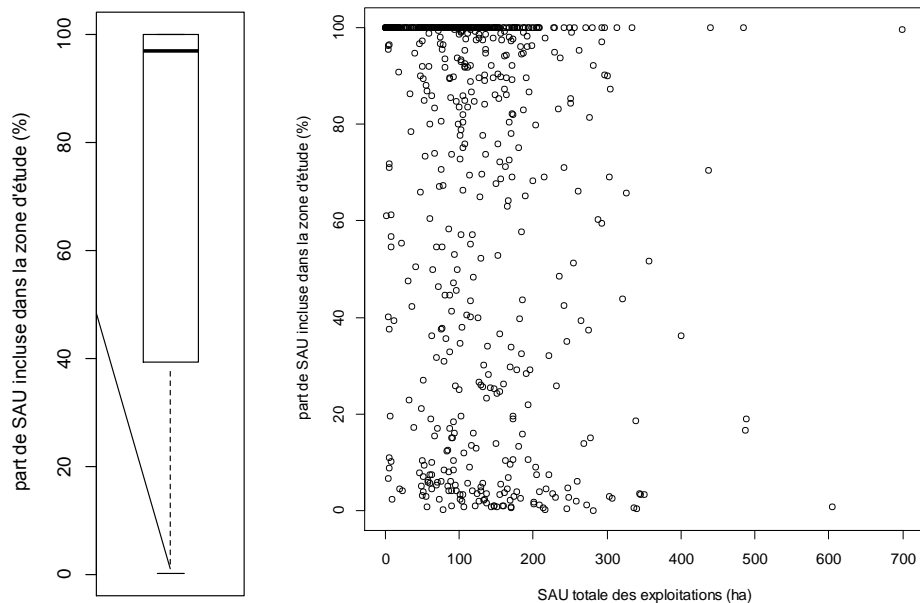


Figure 53 : Part de SAU incluse dans la zone d'étude en fonction de la SAU des exploitations (cas de l'année 2009).

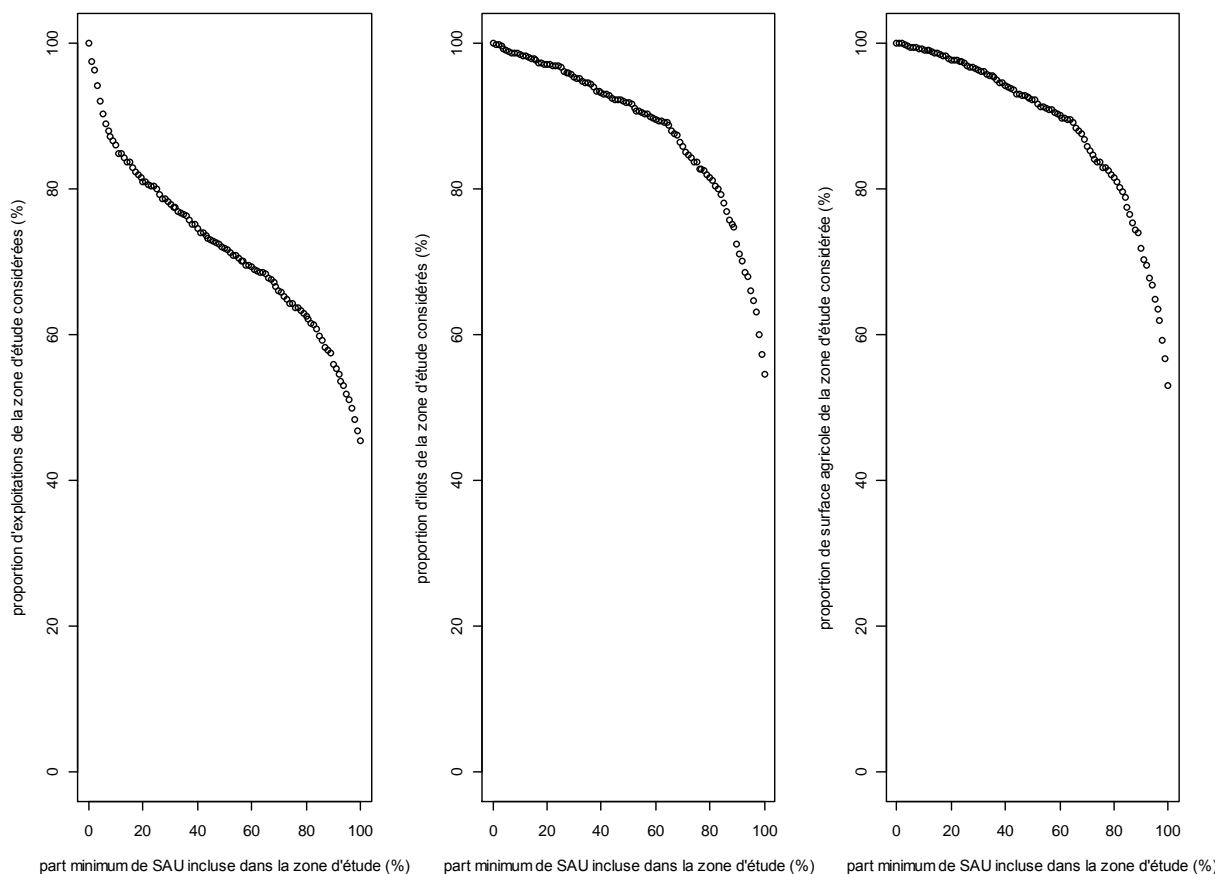


Figure 54 : Evolution de la proportion d'exploitations, d'îlots et de surface agricole conservés en fonction du seuil de SAU minimum incluse dans la zone d'étude considérée (cas de l'année 2009).

Annexe n°2 : Choix des exploitations pour lesquelles les évolutions du parcellaire sont analysées

Nous avons choisi d'analyser les évolutions des exploitations dont la majeure partie du parcellaire se situe dans la zone d'étude. Cette méthode nous permet de nous concentrer sur les exploitations dont les évolutions de parcellaire traduisent le mieux les effets des moteurs d'évolution identifiés sur la plaine Sud de Niort.

Pour fixer la part de SAU minimum qui doit être incluse dans la zone d'étude (nommé ci-dessous « seuil de SAU minimum »), nous avons testé l'effet de différents seuils de SAU minimum sur le nombre d'exploitations et d'îlots considérés, ainsi que la surface agricole associée. Il s'agit de voir 1) si la mise en place d'un seuil de SAU minimum conduit à sélectionner les parcellaires selon leur taille et 2) à partir de quel seuil une grande part de la zone d'étude n'est plus prise en compte.

La Figure 53 présente la distribution des exploitations selon leur part de SAU incluse dans la zone d'étude. Nous observons que $\frac{3}{4}$ des exploitations ayant au moins un îlot dans la zone d'étude compte au moins 40% de leur SAU dans la zone d'étude. Les exploitations ayant au moins 90% de leur SAU incluse dans la zone représentent 50% des exploitations de la zone. La distribution des exploitations selon leur part de SAU incluse dans la zone d'étude en fonction de leur SAU totale ne montre pas de structure particulière : **quel que soit le seuil de SAU minimum retenu, toutes les tailles de parcellaire se trouveront dans l'échantillon**. La Figure 54 présente, pour l'année 2009, l'évolution de la proportion d'exploitations, d'îlots et de surface agricole conservés en fonction du seuil de SAU minimum. L'analyse menée sur les années 2007 et 2008 présente le même profil. Nous montrons que le nombre d'exploitations considérées chutent fortement pour deux catégories de seuils. La seule application d'un seuil (jusqu'à environ 20% de SAU minimum incluse dans la zone d'étude) fait chuter la part d'exploitations considérées à 80%. Puis, pour des valeurs de seuil élevées (à partir de 80% de SAU minimum incluse dans la zone d'étude), la part d'exploitations considérées chute à nouveau mais reste toujours supérieure à 40%. Entre les deux, la part d'exploitations prises en compte diminue beaucoup moins fortement ; elle se trouve comprise entre environ 60 et 80%. En revanche, la Figure 54 montre que la part d'îlots considérés et la part de surface agricole associée ne diminuent fortement qu'à partir d'un seuil de SAU minimum de 80%.

Les Tableau 37 et Tableau 38 comparent, pour les années 2007 à 2009, le nombre d'exploitations, d'îlots et d'hectares de surface agricole pris en compte pour un seuil de SAU minimum égal :

- à 75% : pour ce seuil, des parcellaires ont pu être rétablis dans leur intégralité avec une très bonne certitude puisque les îlots situés hors de la zone d'étude ne sont souvent pas très éloignés ;
- à 100% : pour ce seuil, il y a absence d'erreur liée à la construction des parcellaires, car la zone d'étude se situe sur un seul département, donc toutes les exploitations qui y sont totalement incluses ne demandent pas d'établir de correspondance entre départements.

Tableau 37 : Structure du territoire si on ne considère que les exploitations ayant au moins 75% de leur SAU dans les 39 communes étudiées.

Année	Exploitations ayant 75% de leur SAU dans la zone d'étude		
	Nombre d'exploitations	Nombre d'îlots inclus dans la zone d'étude	Surface agricole incluse dans la zone d'étude (ha)
2007	459	11004	44614
2008	445	10765	44099
2009	444	10767	44406

Tableau 38 : Structure du territoire si on ne considère que les exploitations dont la SAU est totalement incluses dans les 39 communes étudiées.

Année	Exploitations totalement incluses dans la zone d'étude		
	Nombre d'exploitations	Nombre d'îlots inclus dans la zone d'étude	Surface agricole incluse dans la zone d'étude (ha)
2007	326	7231	28848
2008	315	7031	28122
2009	314	7020	28149

Entre 2007 et 2009, les exploitations ayant 75% de leur SAU dans les 39 communes étudiées (Tableau 37) représentent au moins :

- 64% des exploitations de la zone d'étude,
- 84% des îlots présents dans la zone d'étude,
- 84% de la surface agricole considérée.

Entre 2007 et 2009, les exploitations dont la SAU est totalement dans les 39 communes étudiées (Tableau 38) représentent au moins :

- 45% des exploitations de la zone d'étude,
- 55% des îlots présents dans la zone d'étude,
- 53% de la surface agricole considérée.

Au regard de ces résultats sur la période 2007-2009, **nous avons choisi de restreindre l'analyse des évolutions aux exploitations ayant 75% de leur SAU dans les 39 communes.** Même si le nombre d'exploitations se trouve réduit, la part du territoire étudié (en nombre d'îlots et en surface agricole) reste élevée. Cette méthode nous permet de nous concentrer sur les exploitations dont les évolutions de parcellaire traduisent le mieux les effets des moteurs d'évolution identifiés sur la zone. De plus, cela nous permet de limiter le problème lié à la nature des données à partir de 2010.

Annexe n°3 : Précisions sur la procédure d'intersection réalisée sur les couches du RPG pour deux années successives

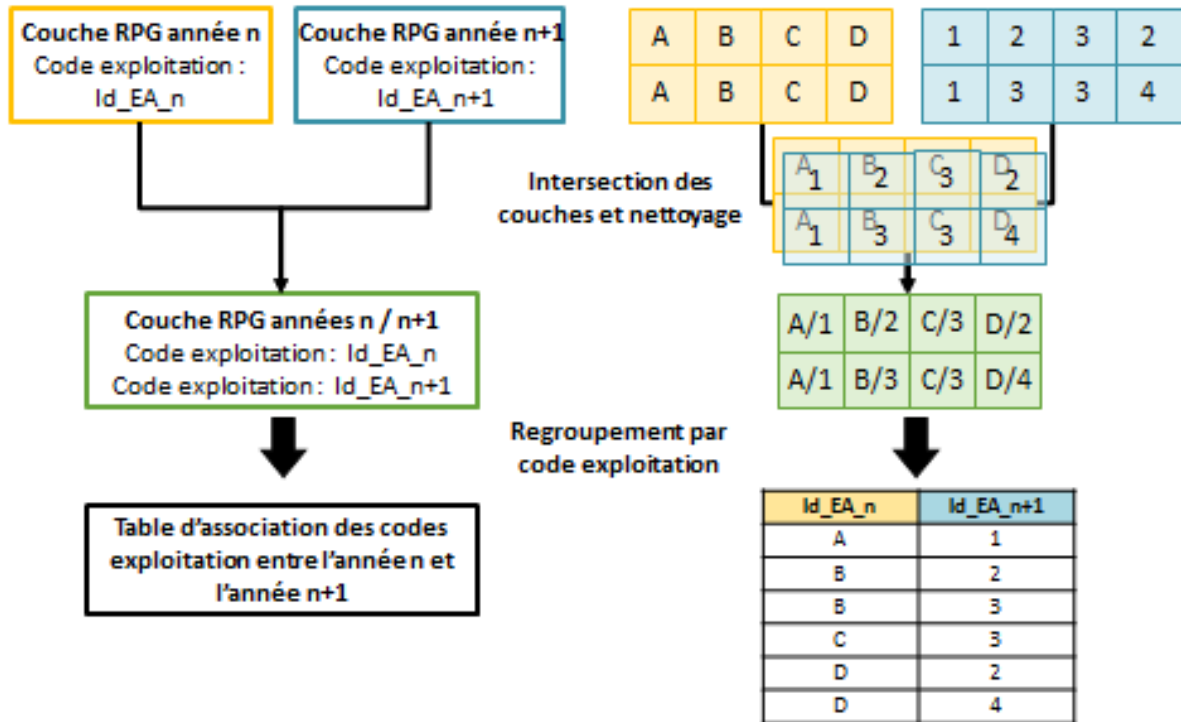


Figure 55 : Illustration synthétique des étapes 2 à 4 de la caractérisation des évolutions de parcellaires d'exploitation pour deux années successives. Ces étapes permettent d'établir une correspondance entre les identifiants des couches RPG de deux années successive : d'abord identifiants îlot, puis identifiants exploitation.

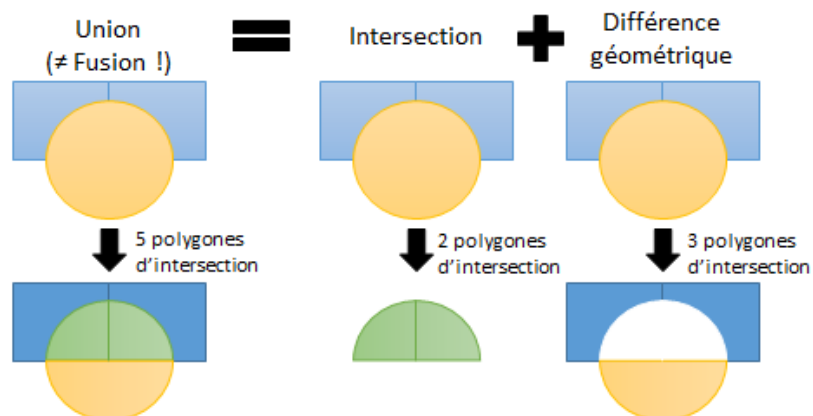


Figure 56 : Illustration de la procédure d'intersection menée sous ArcGIS 10.2. Contrairement à la fonction « intersection » La fonction « union » qui a été retenue permet d'identifier l'ensemble des polygones (ou portions de polygones) ayant une correspondance dans cache couche et les polygones polygones (ou portions de polygones) qui sont absents d'une des deux couches.

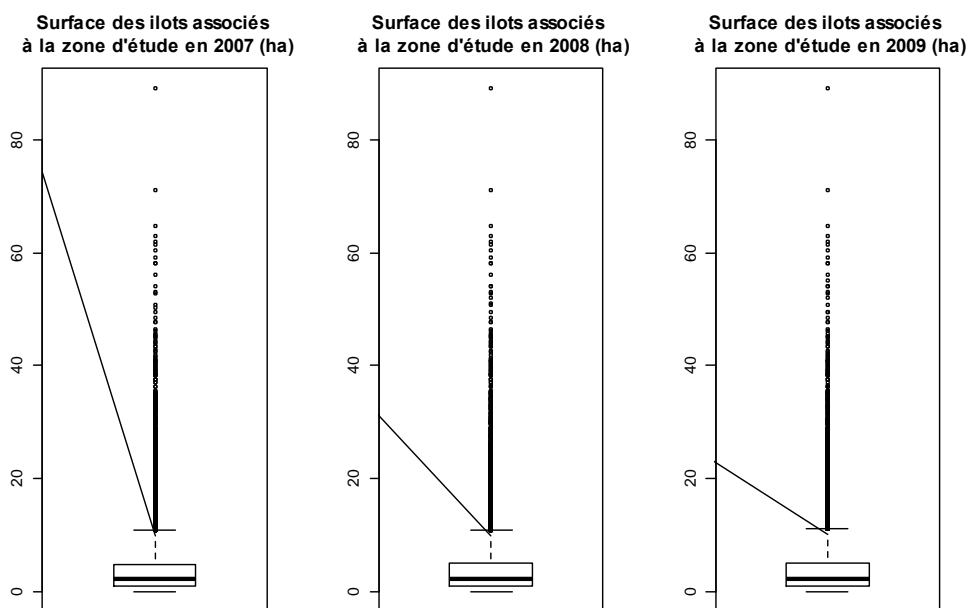


Figure 57 : Distribution des îlots RPG associés à la zone d'étude selon leur surface de référence pour 3 années.

Tableau 39 : Effet de l'application des seuils de surface sur la proportion d'îlots (à gauche) et sur la part de surface agricole (à droite) qui ne sont plus considérés.

Seuils	2007	2008	2009
1 ha	24.8	24.5	24.5
2 ha	45.7	45.4	45.2
3 ha	59.1	58.7	58.5
4 ha	68.9	68.6	68.3
5 ha	75.4	75	74.8
6 ha	80.2	79.9	79.7
7 ha	83.9	83.7	83.5
8 ha	86.7	86.5	86.3
9 ha	88.9	88.7	88.4
10 ha	90.5	90.3	90.1

Seuils	2007	2008	2009
1 ha	3.4	3.3	3.3
2 ha	10.9	10.7	10.5
3 ha	18.9	18.6	18.5
4 ha	27.2	26.9	26.5
5 ha	34.3	33.9	33.5
6 ha	40.8	40.3	39.9
7 ha	46.7	46.3	45.9
8 ha	51.8	51.4	50.9
9 ha	56.2	55.8	55.3
10 ha	60	59.7	59.1

Annexe n°4 : Sélection des couples de code exploitation pertinents pour la classification

Un traitement de la table de correspondance entre code exploitation est nécessaire pour ne **conserver que les couples qui révèlent des modifications significatives de structure et/ou de taille du parcellaire** (achats, vente, échange d'îlots ou de portion conséquente d'îlots). Il s'agit dans le même temps de limiter les couples de codes exploitation qui correspondent à des erreurs résiduelles de dessin des îlots (bruit) qui n'auraient pas été supprimées malgré le nettoyage. Nous avons donc réalisé une sélection des couples de codes exploitation pertinents pour la classification. Pour ce faire, nous avons appliqué deux seuils à la table de correspondance :

- un premier seuil sur la surface commune entre les deux Id_ea (notée surf_inters) qui doit être au moins égale à x ha,
- un second seuil sur les rapports surf_inters/SAU_n et surf_inters/SAU_n+1 qui doivent être supérieurs à y%.

Pour choisir la valeur de ces paramètres x et y, nous avons testé différentes valeurs :

- de 0 à 10 ha avec un pas de 1 pour la surface commune x,
- de 0 à 5 % avec un pas de 0,5 pour le rapport de surface y.

Sauf indication contraire, nous avons réalisé ce test sur les données RPG de 2007 à 2009 pour l'ensemble des exploitations ayant au moins un îlot dans les 39 communes.

Dans un premier temps, nous avons considéré le nombre d'îlots obligatoirement perdus étant donné leur surface en appliquant le seuil de surface x. Dans un second temps, nous avons analysé l'effet des 100 combinaisons de seuils (x,y) sur les couples Id_ea_n / Id_ea_n+1 conservés dans la table de correspondance. Pour chaque combinaison de seuils, nous avons considéré 1) le nombre de lignes conservées dans la table de correspondance, i.e. le nombre de couples Id_ea_n / Id_ea_n+1 conservés, et 2) la part de couples qui n'avaient pas de code identifié une des deux années (vide/Id_ea_n+1 ou Id_ea_n/vide). Nous faisons en effet l'hypothèse que ces couples ont de plus grandes chances de correspondre à des entrées/sorties de très petites surfaces ne remettant pas en cause la structure du parcellaire (aire de stockage par exemple). Enfin, nous avons analysé l'effet des combinaisons de seuils (x,y) sur la stabilité/instabilité des parcellaires qui découle du nombre de couples conservés. Parmi les exploitations ayant au moins 75% de leur SAU sur la zone d'étude, nous nous sommes intéressés au nombre de parcellaires stables ainsi qu'à la différence de SAU entre les années n et n+1 pour identifier les parcellaires qui ont été mal classés.

La Figure 57 présente la distribution des îlots RPG associés à la zone d'étude selon leur surface de référence⁷⁴ de 2007 à 2009. Nous observons que **la majorité des îlots se situe dans la gamme de surface correspondant à nos seuils (0 à 10 ha)**. Le Tableau 39 présente la proportion d'îlots et la part de surface agricole supprimés avec un seuil de surface. Il montre que **l'application d'un seuil de surface affecte différemment le nombre d'îlots et la surface agricole**. Il supprime près de 25% à plus de 90% des îlots. Toutefois, ces îlots supprimés correspondent à une part de la surface agricole qui

⁷⁴ La surface de référence correspond à la surface en culture sur les îlots. Elle est calculée sur la base des déclarations ; elle est donc différente d'une surface géométrique.

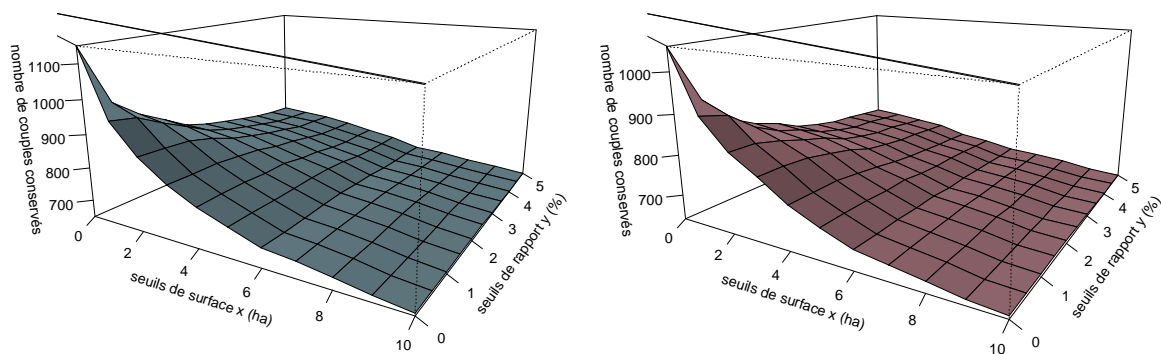


Figure 58 : Nombre de couples de codes exploitation conservés dans la table de correspondance 2007-2008 (à gauche en bleu) et 2008-2009 (à droite en rouge) en fonction des différentes combinaisons de seuils x et y.

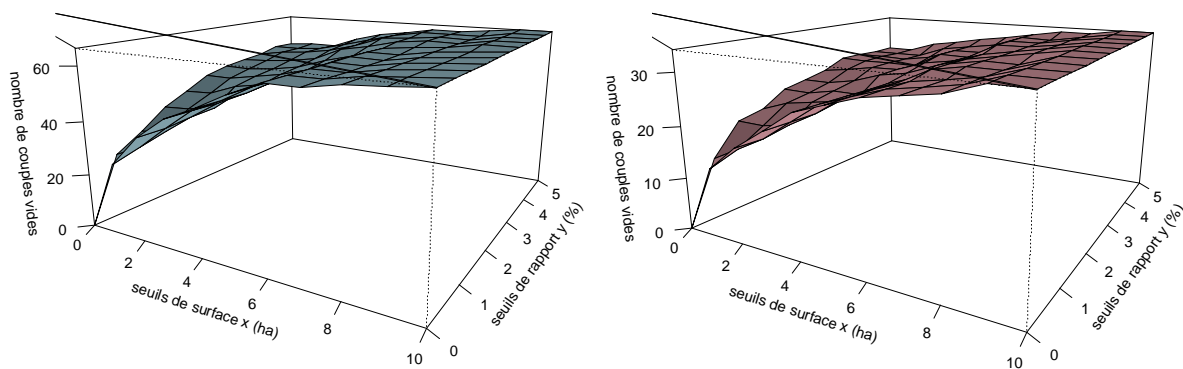


Figure 59 : Nombre de couples de codes exploitation qui n'ont pas de code identifié une des deux années en 2007-2008 (à gauche en bleu) et 2008-2009 (à droite en rouge) en fonction des différentes combinaisons de seuils x et y.

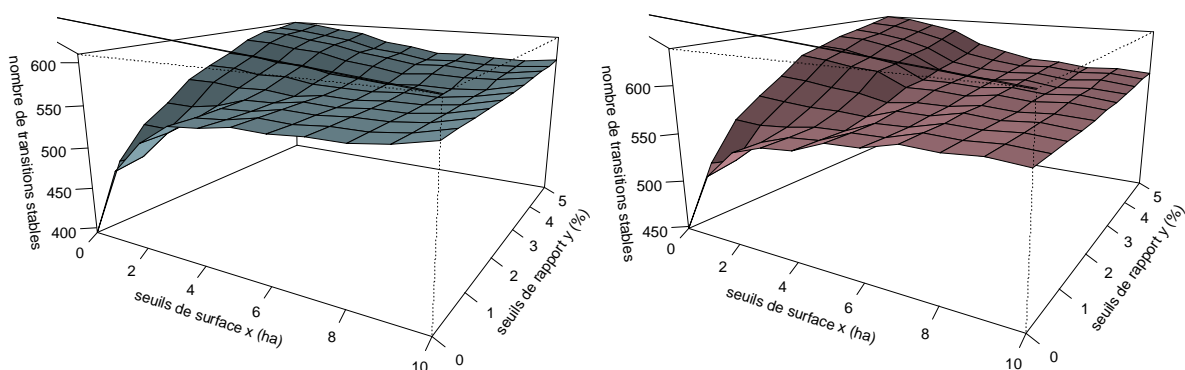


Figure 60 : Nombre de couples de codes exploitation associés à des transitions stables en 2007-2008 (à gauche en bleu) et 2008-2009 (à droite en rouge) en fonction des différentes combinaisons de seuils x et y.

varie d'un peu plus de 3% à 60%. L'application du seuil de 1ha permet une sélection déjà conséquente des couples dans la table de correspondance en supprimant ceux faisant intervenir uniquement des îlots de très petite taille. Bien que ce seuil supprime environ ¼ des îlots, l'absence de ces îlots peut être considérée comme négligeable, dans la mesure où ils représentent seulement 3% de la surface agricole de notre zone d'étude. De plus, ces îlots accueillent dans près de la moitié des cas des surfaces non cultivées (gel, éléments divers tels que route, haie...); dans le cas contraire, il s'agit très majoritairement de prairies⁷⁵.

La Figure 58 présente le nombre de couples de codes exploitation conservés dans la table de correspondance en 2007-2008 et 2008-2009 en fonction des différentes combinaisons de seuils (x,y). Nous notons que l'application des seuils permet bien de supprimer des couples de codes exploitation qu'on suppose surnuméraires. Le nombre de couples de code exploitation évolue de la même façon en 2007-2008 et 2008-2009 avec les valeurs de seuil. Il diminue rapidement dès les faibles valeurs de seuils (jusqu'à 1 ha pour le seuil de surface commune et 2% pour le seuil de rapport). Pour des seuils $x = 1$ ha et $y = 1\%$, près de 80% des couples de codes exploitation initialement présents dans la table sont conservés. Pour les plus fortes valeurs de seuils (10ha et 5%), le nombre de couples est divisé par 2 : il reste 649 couples sur les 1150 en 2007-2008 et 638 sur les 1057 en 2008-2009. Il est alors inférieur au nombre d'exploitations ayant au moins un îlot sur le territoire et qui doivent donc être classées. Cela signifie que certaines exploitations ne sont plus caractérisées. **Il y a un risque de suppression de couples pertinents pour la classification (pas liés à des erreurs de dessin) si les seuils sont trop élevés.**

La Figure 59 présente le nombre de couples de codes exploitation qui n'ont pas de code identifié une des deux années en 2007-2008 et 2008-2009 en fonction des différentes combinaisons de (x,y). **Cette figure confirme que des couples du type vide/Id_ea_n+1 ou Id_ea_n/vide se retrouvent parmi les couples supprimés.** Pour des seuils $x = 1$ ha et $y = 1\%$, cela représente 13,5 % des couples supprimés en 2007-2008 et 8,9% en 2008-2009. Comme précédemment, le nombre de ce type de couples de codes exploitation augmente plus fortement pour les faibles valeurs de seuils. Néanmoins, la part de couples de codes exploitation qui n'ont pas de code identifié une des deux années reste égale. **Augmenter les seuils pour capter davantage de couples vide/Id_ea_n+1 ou Id_ea_n/vide ne présente donc pas d'intérêt.**

La Figure 60 présente le nombre de couples de codes exploitation associés à des transitions stables en 2007-2008 et 2008-2009 en fonction des différentes combinaisons de seuils (x,y). Nous observons que le nombre de parcelles stables augmente lorsque les valeurs de seuils (x,y) augmentent. Toutefois, contrairement aux résultats précédents, au-delà d'une certaine valeur de seuil de surface (environ 4ha), le nombre de parcelles stables se met à diminuer. En effet, **pour des seuils de surface trop élevés, les évolutions des exploitations dont la SAU est limitée ne peuvent plus être caractérisées** : il ne reste aucun couple Id_ea_n / Id_ea_n+1 après application des seuils. Pour des seuils $x = 1$ ha et $y = 1\%$, 334 exploitations ayant 75% de leur SAU dans les 39 communes sont classées comme stables entre 2007 et 2008. Pour des seuils $x = 10$ ha et $y = 5\%$, cela représente 368 exploitations. Mais sur ces 368 exploitations, 18 exploitations présentent une différence de SAU entre 2007 et 2008 supérieure à 5 ha (de 6 à 61,6 ha de différence) ; 35 autres exploitations ont une différence de SAU comprise entre 1 et 5ha. Pour les seuils de 1ha et 1%, seule une exploitation à une

⁷⁵ Malgré leur très faible surface, il ne s'agit pas pour autant de bandes enherbées, présentes notamment en bordures de cours d'eau. Celles-ci ne font pas l'objet d'une déclaration spécifique dans le RPG (cf. GéoPortail).

différence de SAU entre 2007 et 2008 supérieure à 5 ha (49.7 ha de différence) à laquelle s'ajoutent 14 exploitations dont la différence est comprise entre 1 et 5 ha.

Au regard des résultats obtenus sur la période 2007-2009, nous avons choisi de retenir les valeurs de 1ha pour le seuil x de surface commune et de 1% pour le seuil y sur les rapports de surfaces. Il s'agit pour nous d'un compromis entre finesse dans l'identification des évolutions et quantité / qualité du classement des parcelles selon leurs évolutions. L'ensemble des analyses des évolutions de parcelles présentées en partie 3 sont relatifs au choix de ces seuils.

Annexe n°5 : Lien entre indicateurs de morcellement des parcellaires et SAU de l'exploitation en absence de normalisation

Pour rappel, la normalisation d'un indicateur de morcellement correspond au fait de le ramener à une surface de référence de 100 ha ce qui permet de comparer les contraintes en termes de débit de chantiers entre exploitations, qu'elles soient grande ou petites. Les indicateurs non décorrés de la SAU traduisent quant à eux le temps global de travail en lien avec la taille de l'exploitation.

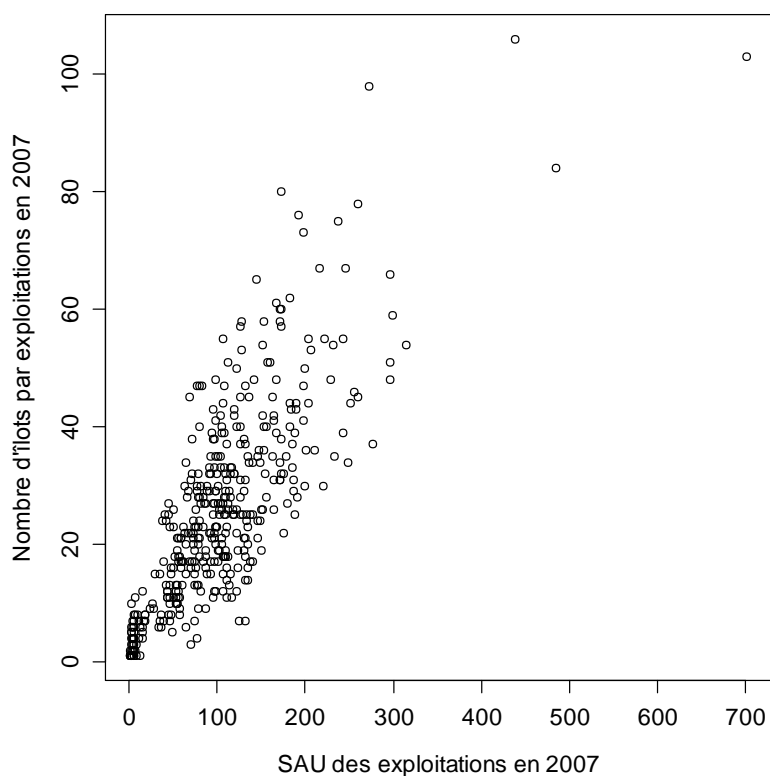


Figure 61 : Représentation du nombre d'îlots par exploitation en fonction de la SAU des exploitations en 2007. Cet indicateur de morcellement du parcellaire est corrélé à la taille de l'exploitation.

Annexe n°6 : Lien entre indicateurs de dispersion des parcellaires et SAU de l'exploitation en absence de normalisation

La normalisation d'un indicateur de dispersion correspond au fait de le ramener à une surface de référence de 100 ha. Cela permet de comparer les contraintes en termes de temps de déplacement par hectare cultivé entre exploitations, qu'elles soient grande ou petites. Les indicateurs non décorrélés de la SAU traduisent quant à eux le temps global de travail en lien avec la taille de l'exploitation.

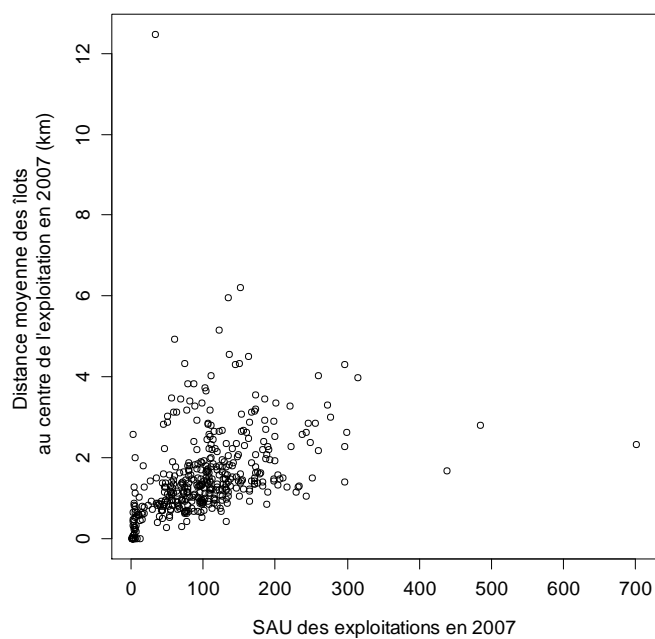


Figure 62 : Représentation de la distance moyenne des îlots au centre de l'exploitation en fonction de la SAU des exploitations en 2007. Cet indicateur de dispersion du parcellaire est corrélé à la taille de l'exploitation.

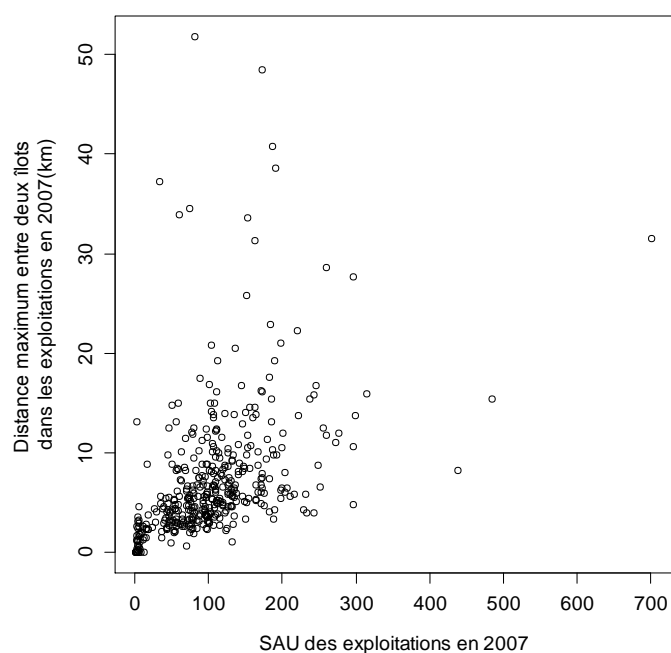


Figure 63 : Représentation de la distance maximum entre deux îlots d'un même parcellaire en fonction de la SAU des exploitations en 2007. Cet indicateur de dispersion du parcellaire est corrélé à la taille de l'exploitation.

Annexe n°7 : Guide d'entretien semi-directif utilisé lors des enquêtes en exploitations

A. Parcellaire

- Tracer le parcellaire sur les orthophotos (qui comprennent les routes et les limites de communes)
- Localiser le siège de l'EA et les principaux bâtiments
- Numéroté les parcelles

➤ Historique du parcellaire

Retracer l'acquisition progressive des îlots et les implications pour la gestion de l'exploitation → Localiser l'acquisition progressive des parcelles après 2007 avec différentes couleurs et donner l'année d'acquisition

Zoom sur l'évolution de la structure du parcellaire sur la période 2007-2014

Année	Type d'évolution ¹	Surface et nb de parcelles / îlots	Opportunités / contraintes ²	Causes ³	Csq de ce changement dans la gestion de l'EA	Personne avec qui a eu lieu la transaction (contact, type EA)
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
2012						
2013						
2014						

1 Accroissement, réduction, échange ponctuel, échange en routine, regroupement, séparation

2 En termes de taille, forme et dispersion des parcelles et/ou de taille, morcellement, dispersion du parcellaire

3 Remembrement, échange de terre, urbanisation, vente, arrêt d'activité d'un voisin...

Quel a été le principal objectif de ces évolutions (regroupement des îlots à proximité du siège de l'exploitation, mise en place d'une exploitation bipolaire, augmentation de la taille des îlots/parcelles...) ? → *Caractériser les effets sur la structure du parcellaire (TMD)*

- **Caractérisation de la structure actuelle du parcellaire : Identification des parcelles les plus contraignantes / favorables**
- ➔ *Localiser les parcelles contraignantes/favorables*
- ➔ *En termes de type de sol, accès à l'irrigation, taille, forme, distance au siège, environnement ...*
- ➔ *Expliciter pourquoi c'est une atout ou contrainte*

Atouts	Pourquoi ?
Contraintes	Pourquoi ?

Parmi les critères cités comme atouts ou contraintes :

- Taille : surface totale petite moyenne grande
- Morcellement : nb de parcelles/ îlots réduit moyen élevé

Surface des parcelles petite moyenne grande

- Dispersion : distance entre les parcelles/îlots faible moyenne importante

Commentaires :

B. Assolement et successions

- Quel est l'objectif global de l'exploitation (maximisation revenu, de la production sur rdt/qualité, limitation des intrants, réduction du temps de travail...) ? → cf. *méta-raisonnement J-B. Gratecap*

➤ Composition de l'assolement :

- Quelles sont les principales cultures (cultures de base) présentes dans l'assolement de la campagne 2013-2014 ? En plus de ces cultures, quelles sont les cultures plus accessoires (pas présentes tous les ans dont éventuellement en 2013-2014) dans votre assolement ? à quelle fréquence sur 10 ans ? Quelle est la surface minimum cultivée pour chaque culture ?

→ Relever sur fond parcellaire l'assolement de 2012 (pour avoir la correspondance groupes culture, assolement 2009 à 2011 déjà dispo dans base Pollinov), 2013 et 2014 (pas dispo dans RPG)

Cultures de base (préciser la surface) :
Cultures accessoires (préciser la surface et la fréquence sur 10 ans) :

- Les cultures que vous avez mentionnées (assolement 2013-2014 + cultures accessoires) sont-elles présentes dans l'assolement depuis 2007 ? Si non, en quelle année ont-elles été intégrées et pourquoi ? **L'acquisition de nouveaux îlots a-t-il été l'occasion d'introduire ces nouvelles cultures ou, inversement, c'est le choix préalable d'introduire cette culture qui a nécessité l'acquisition de nouveaux îlots ?**

- Les surfaces des cultures présentes dans l'assolement 2013-2014 (en particulier culture de base) ont-elles varié depuis 2007 ? Si oui, a-t-elle augmenté ou diminué et pouvez-vous donner un ordre de

grandeur de cette variation (min, max / %) ? Quand et pourquoi ? **L'acquisition de nouvelles surfaces a-t-elle conduit à l'augmentation de surface d'une culture au détriment d'autres (logique de simplification pour limiter temps de travail) ?**

⇒ Recoupement avec infos RPG + infos années non disponibles

➤ **Fonction des cultures :**

- Quel est le rôle/usage qui est alloué aux cultures de l'assolement (de base et accessoire) ? Quels sont les services rendus et en quoi cela permet-il de mieux répondre aux objectifs de l'EA ? Quels sont les débouchés ?

Cultures	Rôle(s) / usage(s)	Service(s) rendu(s)	Débouché(s)	Commentaires

- D'autres cultures ont-elles été testées ou abandonnées au cours des 10 dernières années ? Quelle place occupait-elle dans la succession ? Quelle était la surface dans l'assolement ? Si abandon, cette surface a-t-elle diminué avant disparition (rupture brutale ou non) ?
- Quelle(s) culture(s) les a (ont) remplacées et pourquoi ? Remplissait-elle(s) la même fonction ou non ?

T/A	Culture	Surface	Place ds succession	Remplacée par...	Commentaires

-

- Si arrêt, quand et pourquoi ? → En quoi ces cultures ne permettraient-elles pas de répondre à l'objectif actuel de l'exploitation ? Les contraintes du parcellaire **ou ces évolutions** ont-elle joué un rôle dans cet arrêt ?

➤ **Succession (temps de retour, couple précédents/ suivants) :**

- Comment s'intègrent les cultures dans la succession (précédents préférentiels/interdits) ?

Culture	Tps de retour min	Précédents	Suivants	Fréquence /10ans	Justification des choix

- Avez-vous une ou des successions fixes ?

Succession 1 :

Succession 2 :

Succession 3 :

- Les successions diffèrent-elles selon les parcelles (ex : simplification sur parcelles éloignées, prairies/Jachères sur parcelles de petite taille...) ? Pourquoi ?

→ Localiser sur transparent les successions 1, 2, 3... et faire le lien avec les atouts/contraintes des parcelles évoquées précédemment

- Dans quel cas faites-vous des dérogations à la règle des temps de retour (changement du temps de retour et/ou une modification des couples précédents/suivants) ? Certaines parcelles font-elles plus souvent l'objet de changement de la succession (fréquence sur 10 ans) ? pourquoi
- ➔ Localiser les parcelles de dérogation => Recoupement d'infos avec temps de retour et motifs de succession

➤ **Zone cultivable :**

- Sur quelles parcelles chaque culture est-elle préférentiellement cultivée ou, inversement, sur quelles parcelles est-elle exclue ? Quelles en sont les raisons ?
- ➔ *Localiser sur transparent en faisant le lien avec les contraintes des parcelles évoquées précédemment, notamment taille et éloignement des parcelles + successions évoquées => recoupement d'informations*

- Certaines cultures étaient-elles cultivées sur des parcelles où elles ne le sont plus aujourd'hui ? Inversement, se retrouvent-elles aujourd'hui sur des parcelles où elles n'étaient pas implantées auparavant ? Pourquoi ce changement ?
- ➔ Localiser les parcelles

C. Travail du sol

➤ Caractérisation du système actuel

- Quelle est la logique globale du travail du sol (labour annuel, labour occasionnel, TCS...) ?

- Quelles sont les facteurs de variations de la stratégie de travail du sol :
 - Fonction des cultures ? OUI
NON
 - Fonction des parcelles ? OUI NON
 - Autres :

- Discuter de ce qui est fait en fonction des facteurs de variations identifiés : Qu'est-ce qui est fait (labour systématique/occasionnel/absent, cultures concernées, parcelles concernées, fréquence labour dans la rotation, profondeur (cm), nombre de déchaumages, outils, dates de passage par quinzaine...) ? Pourquoi ?

- Si le travail du sol est différent selon les parcelles, expliciter pourquoi et donner les différences entre parcelles.

- ➔ Localiser les différents modes de travail du sol et les groupes de parcelles gérées de la même façon et/ou conjointement

➤ **Caractérisation des évolutions passées**

- Y a-t-il eu des évolutions dans la stratégie de travail du sol au cours de l'histoire de l'exploitation, et notamment des 10 dernières années ? OUI (année :) NON
- Pourquoi ?
-
-
- Lesquels ? (liste non exhaustive)
 - Fréquence de labour : Diminution Augmentation
Préciser les cultures concernées :
 - Labour : Abandon Reprise sur toute de la rotation / une partie de la rotation
Préciser les cultures concernées :
 - Passage en : TCS Semis direct Semi sous-couvert
 - Autres :

- Quels sont les facteurs qui ont conduit à cette évolution du travail du sol (diminution du temps de travail, limitation du recours aux intrants chimiques...) ? **L'acquisition de nouvelles surfaces a-t-elle conduit a changé la stratégie de travail du sol et dans quel sens (différenciation en fonction de l'éloignement, simplification globale...) ?**

- L'adoption de certaines mesures ou de certains matériels (semoir...) a-t-elle aidé à ce changement ?

D. Protection des cultures

➤ Caractérisation du système actuel

- Quelle est la stratégie globale de protection à l'échelle de chaque culture ? (cf. fiche par culture)
- Gérez-vous différemment certaines parcelles et pourquoi (potentiel, pression) ? → *les localiser*

- Quand vous réalisez les traitements, gérez-vous conjointement certaines parcelles ? → *les localiser*
-
-

➤ Caractérisation des évolutions passées

- Y a-t-il eu des évolutions dans la stratégie de protection des cultures au cours des 10 dernières années ? OUI (année :) NON
- Lesquels (produits, doses...) ? Pourquoi (matériel, contraintes réglementaires, MAE...)?

- Plus particulièrement, dans la stratégie d'interventions chimiques ? (*liste non exhaustive*)

- conversion du système : OUI NON en intégré biologique
- réduction du nombre de passages : OUI NON sur herbicide / fongicide / insecticide
- réduction des doses : OUI NON sur herbicide / fongicide / insecticide
- changement de produits : OUI NON sur herbicide / fongicide / insecticide

passage à produit avec m.a. seule / mélange de produits avec m.a. seule / produit avec mélange de m.a.

Pour les 3 derniers cas, préciser les cultures concernées :

- Quels sont les facteurs qui ont conduit à une évolution de la stratégie de protection des cultures ? L'adoption de certaines innovations (agriculture de précision, OAD...) ou de MAE (conversion AB...) a-t-elle aidé à ce changement ? **L'acquisition de nouvelles surfaces a-t-elle conduit à changer la stratégie de protection des cultures et dans quel sens (différenciation en fonction de l'éloignement, simplification globale...) ?**

STRATEGIES DE PROTECTION DES CULTURES

NOM DE LA CULTURE : _____

Quelle est la stratégie globale de la protection de la culture ? *Justifier les choix et donner les critères d'ajustement*

- Gestion interculture et des résidus/préparation du semis :
- Date de semis (quinzaine) : _____ densité : _____ traitement de semence : _____
- Critères de choix variétal (*lister dans l'ordre*) :

	Précédents concernés	Période d'application	Nbre moyen de passages	Critères de déclenchement	Produits et doses (pleine, ½, ¼)	Maladies et ravageurs visés	curative, préventive, except.	Fréq. d'application (nb années/10)	Critères d'ajustement
Herbi.									
Fongi.									
Insecti.									
Rég.									
Mollu.									

- Critère de choix des produits et des doses : _____ Conseils provenant de _____ CA _____ Coop _____ Autre : _____
- Recours au désherbage mécanique ou à d'autres techniques alternatives et périodes :

E. Fertilisation

➤ Caractérisation du système actuel

- Quelle est la stratégie globale de fertilisation à l'échelle de chaque culture ? (cf. tableau page suivante)
- Gérez-vous différemment certaines parcelles et pourquoi (potentiel) ? → *les localiser*

- Quand vous réalisez les apports minéraux, gérez-vous conjointement certaines parcelles ? → *les localiser*
-

➤ Caractérisation des évolutions passées

- Y a-t-il eu des évolutions dans la stratégie de fertilisation au cours des 10 dernières années ?
OUI (année :) NON
- Lesquels (forme, dose, date, fractionnement) ? Pourquoi (contraintes réglementaires, MAE...) ?

- Plus particulièrement, dans la stratégie d'apports minéraux ? (*liste non exhaustive*)

- conversion du système en biologique : OUI NON
- augmentation du fractionnement : OUI NON préciser :
- réduction des doses : OUI NON préciser :
- changement de produits : OUI NON préciser :

Pour les 3 derniers cas, préciser les cultures concernées :

- Quels sont les facteurs qui ont conduit à une évolution de la stratégie de fertilisation ? L'adoption de certaines innovations (agriculture de précision, OAD...) ou de MAE (conversion AB...) a-t-elle aidé à ce changement ? **L'acquisition de nouvelles surfaces a-t-elle conduit à changer la stratégie de fertilisation et dans quel sens (différenciation en fonction de l'éloignement, disparition des légumineuses avec simplification des successions...) ?**

Cultures	Précédents concernés	Éléments minéraux apportés	Apports organiques (fumure de fond et cycle culture)	Nb moyen d'unités / éléments (minéral + organique)	Fractionnement (nb de passages et dose/passage)	Période d'apport (quinzaine)	Facteurs de variation (reliquats ?)	Critères qualité (tx protéines), objectif rdt

F. Irrigation

➤ Caractérisation du système actuel

- L'irrigation est-elle possible sur votre exploitation ? OUI NON

Si OUI, nombre de parcelles irrigables : somme des surfaces irrigables (ha) :

➔ Localiser les parcelles

Niveau priorité	Cultures irriguées	Systématique / occasionnel	Fréq. / 10 ans	Surface (% sole culture)	Nb moyen jours irrigation / an	Critère de déclenchement	Objectif (rdt, qualité, diversification...)

➤ Caractérisation des évolutions passées

- Y a-t-il eu des évolutions dans la stratégie d'irrigation dans l'histoire de l'exploitation, et plus particulièrement au cours des 10 dernières années ? OUI (année :) NON

Pourquoi ? Effet des restrictions ?

Lesquels ? (liste non exhaustive)

- Nature des cultures irriguées :
- Volumes apportés : augmentation / diminution (..... m³)
- Surfaces concernées par culture : augmentation / diminution (..... ha)
- Equipement :

- Quels sont les facteurs qui ont conduit à une évolution de l'irrigation ? L'adoption de certaines innovations (irrigation goutte à goutte), la souscription de MAE (désirrigation) ou la mise en place de certaines mesures a-t-elle favorisé ce changement ? **L'acquisition de nouvelles surfaces a-t-elle conduit à changer la stratégie d'irrigation et dans quel sens ?**

G. MAE

Souscrivez-vous à des MAE ? OUI NON

Lesquelles ?

Cultures concernées ? Pourquoi ?

Parcelles concernées ? Pourquoi ?

➔ localiser les parcelles sur transparent

H. Synthèse

Les modifications de l'assolement et des successions ont-elles été liées à un changement d'objectif global de l'exploitation ? **Ce changement d'objectif a-t-il été conjoint à une évolution du parcellaire ?**

- Simplification du travail : départ à la retraite rupture GAEC
- Changement mode de production : arrêt irrigation travail simplifié du sol

- Limitation du recours aux intrants : évolution réglementation MAE
 - Gestion de la fertilisation : intégration / retrait de Légumineuses cultures à faible / fort besoin en N Rôle des intercultures
 - Gestion des bioagresseurs :
- alternance cultures H/P allongement rotation assolement concerté
- augmentation des temps de retour modification des couples précédents/suivants
- cultures à effet allélopathique cultures « piège » cultures à faible IFT
- Débouchés/usages : création disparition
- Autres :

➤ Perspectives d'évolution du parcellaire

Évolutions envisagées / souhaitées / imposées et pourquoi ?

- Maintien du parcellaire sans changement
- Agrandissement du parcellaire (..... ha)
- Regroupement avec autres EA
- Transmission (famille : OUI NON)
- Autres :

Commentaires :

Annexe n°8 : Successions de cultures relevées pour l'année 2007 dans les exploitations enquêtées

- id = identifiant unique de la succession dans l'ensemble du réseau d'exploitation
- id_ea = identifiant de l'exploitation
- id_succ = identifiant unique de la succession relativement aux successions présentes dans l'exploitation
- prop = proportion occupée par la succession dans la SAU de l'exploitation

id	id_ea	id_succ	Localisation	Prop	Succession
2007_1	S1	S1_0	petites parcelles	0.042	prairies naturelles ou jachères
2007_2	S1	S1_1	terres de fond de vallées	0.125	mono MG
2007_3	S1	S1_2bis	parcelles non irriguées	0.313	COH / BD ou BTH / BTH
2007_4	S1	S1_4	parcelles irriguées	0.313	ME / ME ou BTH / BTH ou OH
2007_5	S1	S1_5	parcelles irriguées	0.208	Luz x3 / BTH / ME / ME ou BTH / ME ou BTH/ ME ou BTH/ ME ou BTH / ME ou BTH / ME ou BTH
2007_6	S2	S2_0	petites parcelles	0.050	prairies naturelles ou jachère
2007_7	S2	S2_1		0.950	COH / BTH (/ BTH ou OH) / Tsol / BTH (/ BTH ou OH)
2007_8	S3	S3_0	petites parcelles	0.027	prairies naturelles ou jachères
2007_9	S3	S3_1	1 parcelle inondable	0.041	mono MG
2007_10	S3	S3_2		0.689	COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD
2014_10	S3	S3_4		0.081	Luz S x2 / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD
2007_12	S3	S3_5		0.162	Luz F x4 / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD
2007_13	S4	S4_0	zone outarde	0.099	prairies naturelles ou jachères
2007_14	S4	S4_2	terres irriguées + terres profondes Marqueline	0.180	mono MG
2007_15	S4	S4_3		0.721	Tsol / BTH / BTH / BTH
2007_16	S5	S5_0	petites parcelles + zone outarde	0.039	prairies naturelles ou jachères
2007_17	S5	S5_1		0.571	COH / BTH (/ BTH) / Tsol / BTH
2007_18	S5	S5_2		0.390	COH / BTH (/ BTH)
2007_19	S6	S6_0	petites parcelles	0.368	prairies naturelles ou jachères
2007_20	S6	S6_1	terres de fond de vallées	0.029	mono MG
2007_21	S6	S6_2bis	groies (proche siège EA) et terres rouges à châtaigners (loin siège EA)	0.603	COH / BTH (/ BTH) / Maïs ou Tsol / BTH (/ BTH)
2007_22	S7	S7_0	petites parcelles	0.007	prairies naturelles ou jachères
2007_23	S7	S7_1	terres de fond de vallées	0.045	mono MG
2007_25	S7	S7_2bis	parcelles non irriguées	0.425	COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / Lin O / BTH ou BD
2007_26	S7	S7_3bis	parcelles irriguées	0.522	COH / BTH ou BD / Bett S / BTH ou BD / légumes / BTH ou BD (blé peut-être en semence)

2007_27	S8	S8_0	petites parcelles	0.195	prairies naturelles ou jachères
2007_28	S8	S8_1bis		0.805	COH / BTH / Tsoil / BTH
2007_29	S9	S9_0	petites parcelles	0.043	prairies naturelles ou jachères
2007_30	S9	S9_1	parcelles irriguées	0.180	Maïs S ou OP / BTH ou BD / Tsoil / BTH ou BD
2007_31	S9	S9_2	parcelles non irriguées	0.777	COH / BTH ou BD (/OH) / Lin O ou Tsoil / BTH ou BD (/OH)
2007_32	S10	S10_0	redressement des champs + zone outarde	0.155	prairies naturelles ou jachères
2007_33	S10	S10_1bis	petites groies non irriguées	0.845	Tsoil / BTH / BTH
2007_34	A1	A1_0	petites parcelles + parcelles CG	0.116	prairies naturelles ou jachères
2007_35	A1	A1_1bis	terres séchantes	0.032	Luz S x2 / BTH ou BD / COH / BTH ou BD / Tsoil / BTH ou BD
2007_36	A1	A1_2	terres séchantes	0.423	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Tsoil / BTH ou BD
2007_37	A1	A1_3bis	terres moins séchantes	0.111	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Pois / BTH ou BD
2007_38	A1	A1_4bis	deux types de terres	0.317	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Tsoil / BTH ou BD / Pois / BTH ou BD
2007_39	A2	A2_0	petites parcelles	0.011	prairies naturelles ou jachères
2007_40	A2	A2_1		0.989	COH / BTH / Tsoil / BD
2007_41	A3	A3_0	petites parcelles	0.009	prairies naturelles ou jachères
2007_42	A3	A3_1	limon profond	0.028	mono MG
2007_43	A3	A3_3	groies non irriguées	0.708	Colza / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Tsoil / BTH ou BD (/ BTH ou BD)
2007_44	A3	A3_4	groies non irriguées	0.255	Colza / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Tsoil / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Lin O / BTH ou BD (/ BTH ou BD)
2007_45	A4	A4_0	petites parcelles	0.048	prairies naturelles ou jachères
2007_46	A4	A4_1bis	petites groies non irriguées	0.952	COH / BD
2007_47	A5	A5_0	zone outarde, petites parcelles	0.053	prairies naturelles ou jachères
2007_48	A5	A5_1	terres de fond de vallées	0.194	mono MG
2007_49	A5	A_2bis	groies non irriguées	0.510	COH / BTH / Tsoil / BTH
2007_50	A5	A5_3	groies irriguées	0.243	MG / BTH ou BD (/OP) / COH ou Tsoil / BTH ou BD (/OP)
2007_51	A6	A6_0	petites parcelles	0.140	prairies naturelles ou jachères
2007_52	A6	A6_1	terres de fond de vallées	0.140	mono MG
2007_53	A6	A6_3bis	groies et argilo-calcaires non irrigués	0.720	COH / BTH (/ BTH ou BD ou OH) / Tsoil ou Lin O / BTH (/ BTH ou BD ou OH)
2007_54	A7	A7_0	petites parcelles dans village	0.095	prairies naturelles ou jachères + reste luzerne (pas MAE)
2007_55	A7	A7_1	terrain argileux	0.137	mono MG
2007_56	A7	A7_2	terres rouges et petites groies	0.558	COH / BTH (/ OH) / Tsoil / BTH (/ OH)
2007_57	A7	A7_3	terres rouges et petites groies	0.211	COH / BTH (/ OH) / Tsoil ou Pois / BTH (/ OH)
2007_58	A8	A8_0	petites parcelles	0.063	prairies naturelles ou jachères
2007_59	A8	A8_1	limon argileux ou petites groies	0.938	COH / BTH (/BTH) / Tsoil / BTH (/BTH)

2007_60	A9	A9_0	petites parcelles	0.052	prairies naturelles ou jachères
2007_61	A9	A9_1_bis	petites groies non irriguées	0.948	Tsol / BTH ou BD (/ BTH ou OH)
2007_62	A10	A10_0	petites parcelles	0.084	prairies naturelles ou jachères
2007_63	A10	A10_2	groies irriguées	0.573	Luz x2-3 / BTH ou BD / Maïs / Maïs / BTH ou BD / COH ou Tsol / BTH ou BD
2007_64	A10	A10_3	groies non irriguées	0.344	Maïs / BTH ou BD / COH ou Tsol / BTH ou BD
2007_65	A11	A11_0	petites parcelles	0.035	prairies naturelles ou jachères
2007_66	A11	A11_1	terres de fond de vallée	0.206	mono MG
2007_67	A11	A11_2bis		0.759	COH / BTH (/ BTH ou OH) / Tsol / BTH

Annexe n°9 : Successions de cultures relevées pour l'année 2014 dans les exploitations enquêtées

- id = identifiant unique de la succession dans l'ensemble du réseau d'exploitation
- id_ea = identifiant de l'exploitation
- id_succ = identifiant unique de la succession relativement aux successions présentes dans l'exploitation
- prop = proportion occupée par la succession dans la SAU de l'exploitation

id	id_ea	id_succ	Localisation	Prop	Succession
2014_1	S1	S1_0	petites parcelles + zone outarde	0.104	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_2	S1	S1_1	terres de fond de vallées	0.125	mono MG
2014_3	S1	S1_2	parcelles irriguées et non irriguées	0.771	COH / BTH / OH / Tsol / BTH / OH
2014_4	S2	S2_0	petites parcelles + zone outarde	0.070	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_5	S2	S2_1		0.930	COH / BTH (/ BTH ou OH) / Tsol / BTH (/ BTH ou OH)
2014_6	S3	S3_0	petites parcelles	0.041	prairies naturelles ou jachères
2014_7	S3	S3_1	1 parcelle inondable	0.041	mono MG
2014_8	S3	S3_2		0.270	COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD
2014_9	S3	S3_3		0.405	COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / MG / BTH ou BD
2014_10	S3	S3_4		0.081	Luz S x2 / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD
2014_11	S3	S3_5		0.162	Luz F x4 / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD
2014_12	S4	S4_0	zone outarde	0.464	prairies naturelles ou jachères
2014_13	S4	S4_1		0.536	mono BTH
2014_14	S5	S5_0	petites parcelles + zone outarde	0.065	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_15	S5	S5_1		0.597	COH / BTH (/ BTH) / Tsol / BTH
2014_16	S5	S5_2		0.338	COH / BTH (/ BTH)
2014_17	S6	S6_0	petites parcelles + zone outarde	0.257	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_18	S6	S6_1	terres de fond de vallées	0.029	mono MG
2014_19	S6	S6_2	groies (proche siège EA) et terres rouges à chataigners (loin siège EA)	0.713	Tsol / BTH (/ BTH ou OH) / MG ou COH / BTH
2014_20	S7	S7_0	petites parcelles	0.007	prairies naturelles ou jachères
2014_21	S7	S7_1	terres de fond de vallées	0.045	mono MG
2014_22	S7	S7_2	parcelles non irriguées	0.425	COH / BTH ou BD / Tsol / BTH ou BD / Lin O / BTH ou BD / Pois / BTH ou BD
2014_23	S7	S7_3	parcelles irriguées	0.522	COH / BTH ou BD / Bett S / BTH ou BD / légumes / BTH ou BD / oeillette / BTH ou BD (blé peut-être en

					semence)
2014_24	S8	S8_0	petites parcelles + zone outarde	0.221	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_25	S8	S8_1		0.779	COH / BTH (/OH) / TsoL / BTH (/ OH) / Pt Pois / BTH (/OH)
2014_26	S9	S9_0	petites parcelles + zone outarde	0.043	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_27	S9	S9_1	parcelles irriguées	0.180	Maïs S ou OP / BTH ou BD / TsoL / BTH ou BD
2014_28	S9	S9_2	parcelles non irriguées	0.777	COH / BTH ou BD (/OH) / TsoL / BTH ou BD (/OH) / Lin O / BTH ou BD (/OH)
2014_29	S10	S10_1		1.000	TsoL / BTH / BTH /TsoL / BTH / BTH ou OH
2014_30	A1	A1_0	petites parcelles + zone outarde + parcelles CG	0.072	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_31	A1	A1_1	terres séchantes	0.129	Luz x2 / BTH ou BD / COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / TsoL / BTH ou BD
2014_32	A1	A1_2	terres séchantes	0.232	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / TsoL / BTH ou BD
2014_33	A1	A1_3	terres moins séchantes	0.155	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / Pois / BTH ou BD / MG / BTH ou BD
2014_34	A1	A1_4	deux types de terres	0.412	COH / BTH ou BD (/ BTH ou BD) / TsoL / BTH ou BD / Pois / BTH ou BD / MG / BTH ou BD
2014_35	A2	A2_0	petites parcelles	0.011	prairies naturelles ou jachères
2014_36	A2	A2_1		0.989	COH / BTH / TsoL / BD
2014_37	A3	A3_0	petites parcelles + zone outarde	0.036	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_38	A3	A3_1	limon profond	0.022	mono MG
2014_39	A3	A3_2	petites groies	0.109	TsoL / BTH / BTH ou OH
2014_40	A3	A3_3	groies moyennes et profondes	0.833	TsoL / BTH (/ BTH ou OH) / Pois ou Lin O / BTH (/ BTH ou OH)
2014_41	A4	A4_0	petites parcelles	0.010	prairies naturelles ou jachères
2014_42	A4	A4_1	petites groies non irriguées	0.717	TsoL / BTH
2014_43	A4	A4_2	argilo-calcaires irrigués	0.273	MG / BTH
2014_44	A5	A5_0	petites parcelles + zone outarde	0.051	prairies naturelles ou jachères
2014_45	A5	A5_1	terres de fond de vallées	0.186	mono MG
2014_46	A5	A5_2	groies non irriguées	0.763	COH / BTH (/OH) / TsoL ou Lentille / BTH (/ OH) / Oeillette / BTH (/ OH)
2014_47	A6	A6_0	petites parcelles + zone outarde	0.087	prairies naturelles ou jachères
2014_48	A6	A6_1	terres de fond de vallées	0.058	mono MG
2014_49	A6	A6_2	groies (ancienne EA parents)	0.146	COH / BTH / OH / TsoL / BTH / OH
2014_50	A6	A6_3	argilo-calcaire (ancienne EA parents)	0.155	COH / BTH ou BD / TsoL / BTH ou BD / Pois / BTH ou BD
2014_51	A6	A6_4	terres intermédiaires irriguées (2 parcelles~15 ha)	0.044	mono MG

2014_52	A6	A6_5	terres intermédiaires non irriguées (ancienne EA associée)	0.117	MG / BTH (/ BTH ou OH) / Tsoil / BTH (/ BTH ou OH) / Pois / BTH (/ BTH ou OH)
2014_53	A6	A6_6	groies superficielles irriguées (ancienne EA associée)	0.131	COH / BTH ou BD / Tsoil ou MG / BTH ou BD / Haricots / BTH ou BD
2014_54	A6	A6_7	groies superficielles non irriguées (ancienne EA associée)	0.146	COH / BTH ou BD (/ BTH ou OH) / Tsoil / BTH ou BD (/ BTH ou OH) / Oeillette / BTH ou BD (/ BTH ou OH)
2014_55	A6	A6_8	groies superficielles non irriguées (ancienne EA oncle)	0.117	COH / BTH / OH / Oeillette / BTH / OH
2014_56	A7	A7_0	petites parcelles dans village	0.106	prairies naturelles ou jachères + reste luzerne (pas MAE)
2014_57	A7	A7_1	terrain argileux	0.153	mono MG
2014_58	A7	A7_2	terres rouges et petites groies	0.506	COH / BTH (/ OH) / Tsoil / BTH (/ OH)
2014_59	A7	A7_3	terres rouges et petites groies	0.235	COH / BTH (/ OH) / Tsoil ou Pois / BTH (/ OH)
2014_60	A8	A8_0	petites parcelles	0.012	prairies naturelles ou jachères
2014_61	A8	A8_1	limon argileux ou petites groies	0.988	COH / BTH / Tsoil / BTH
2014_62	A9	A9_0	petites parcelles + zone outarde	0.112	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_63	A9	A9_1	petites groies	0.888	Tsoil / BTH / OH
2014_64	A10	A10_0	petites parcelles + zone outarde	0.094	prairies naturelles ou jachères ou luzerne MAET
2014_65	A10	A10_1		0.906	Luz x2-3 / BTH / Triti + Pois / Lentille ou haricot / engrain ou BTH / Lin ou Tsoil ou MG
2014_66	A11	A11_0	petites parcelles	0.035	prairies naturelles ou jachères
2014_67	A11	A11_1	terres de fond de vallée	0.206	mono MG
2014_68	A11	A11_2		0.759	COH / BTH ou BD (/ BTH ou OH) / Pois ou Oeillette / BTH ou BD (/ BTH ou OH)



**Évolution des territoires agricoles sous
l'action des acteurs locaux : Diversité des
projets de territoire, de leur mise en œuvre
et conséquences sur la Plaine de Niort.**

Projet d'ingénieur 3A, spécialité IDEA

Alexia JOURDIN – Erika KERISIT

28/02/2014

Commanditaire et encadrant du projet : Clémence BOUTY (AgroParisTech / INRA – UMR SAD APT)

Enseignant-tuteur responsable : Philippe MARTIN (AgroParisTech / INRA – UMR SAD APT)



Les diagrammes SWOT – Strengths / Weaknesses / Opportunities / Threats (Figure 64, Figure 65, Figure 66, Figure 67) – relatent pour chaque enjeu les avantages et les faiblesses des projets qui les concernent ainsi que les opportunités et les menaces relevant plutôt d'influences extérieures non contrôlables.

Les relations entre acteurs de la plaine Sud de Niort sont synthétisées dans la Figure 68. La couleur du cadre symbolise l'enjeu principal pour un acteur donné. Les aires d'action des acteurs et la localisation des projets sont rappelés en Figure 69.

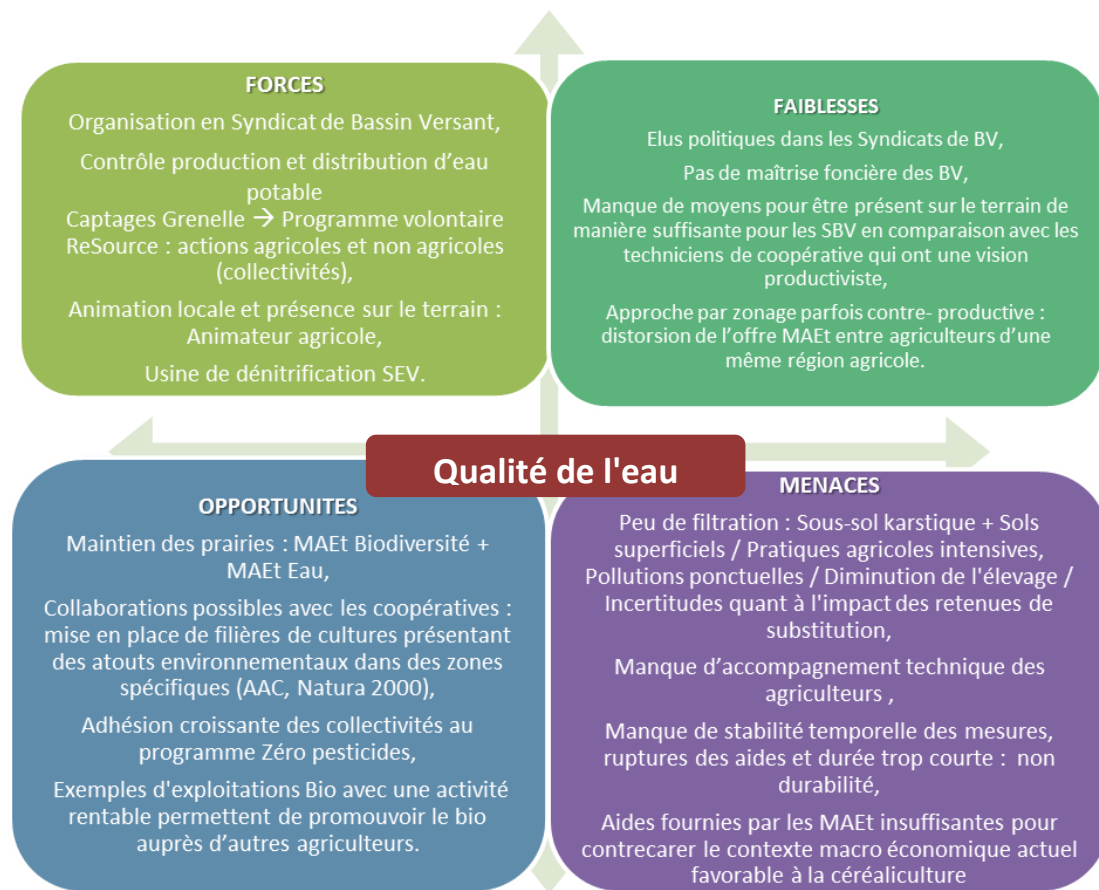


Figure 64 : Diagramme SWOT sur l'enjeu « Qualité de l'eau ».

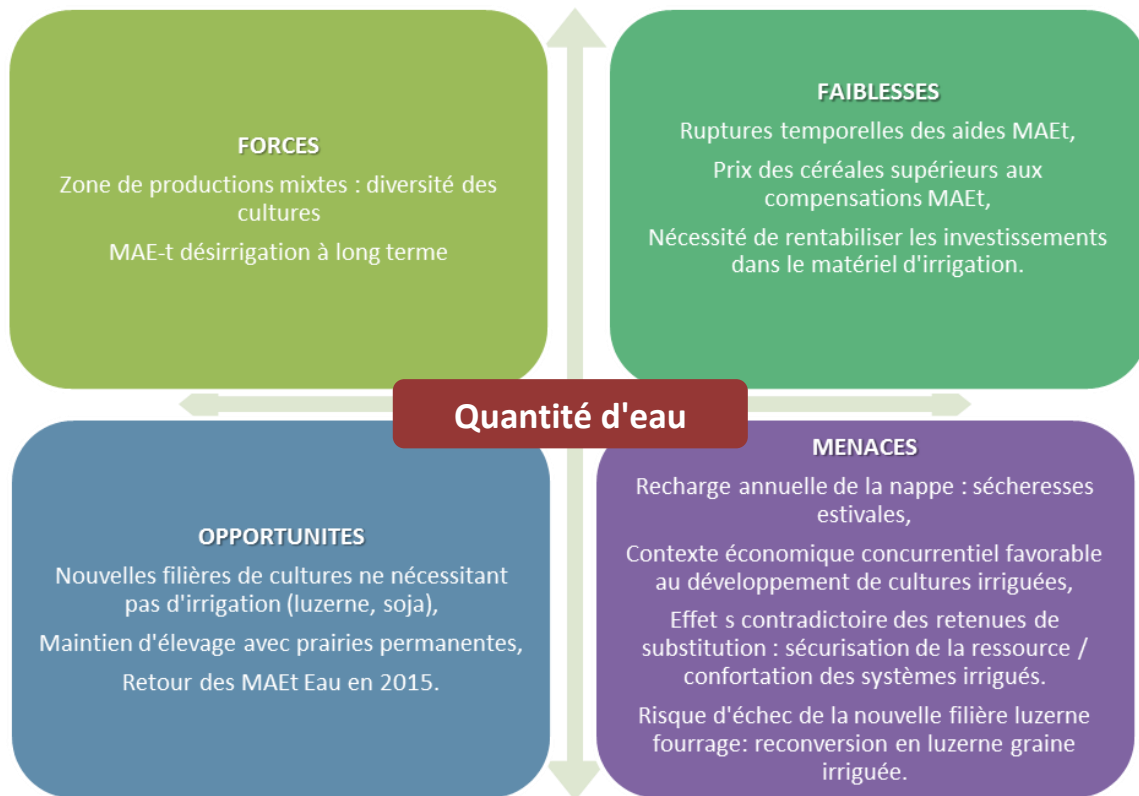


Figure 65 : Diagramme SWOT sur l'enjeu « Quantité de l'eau ».

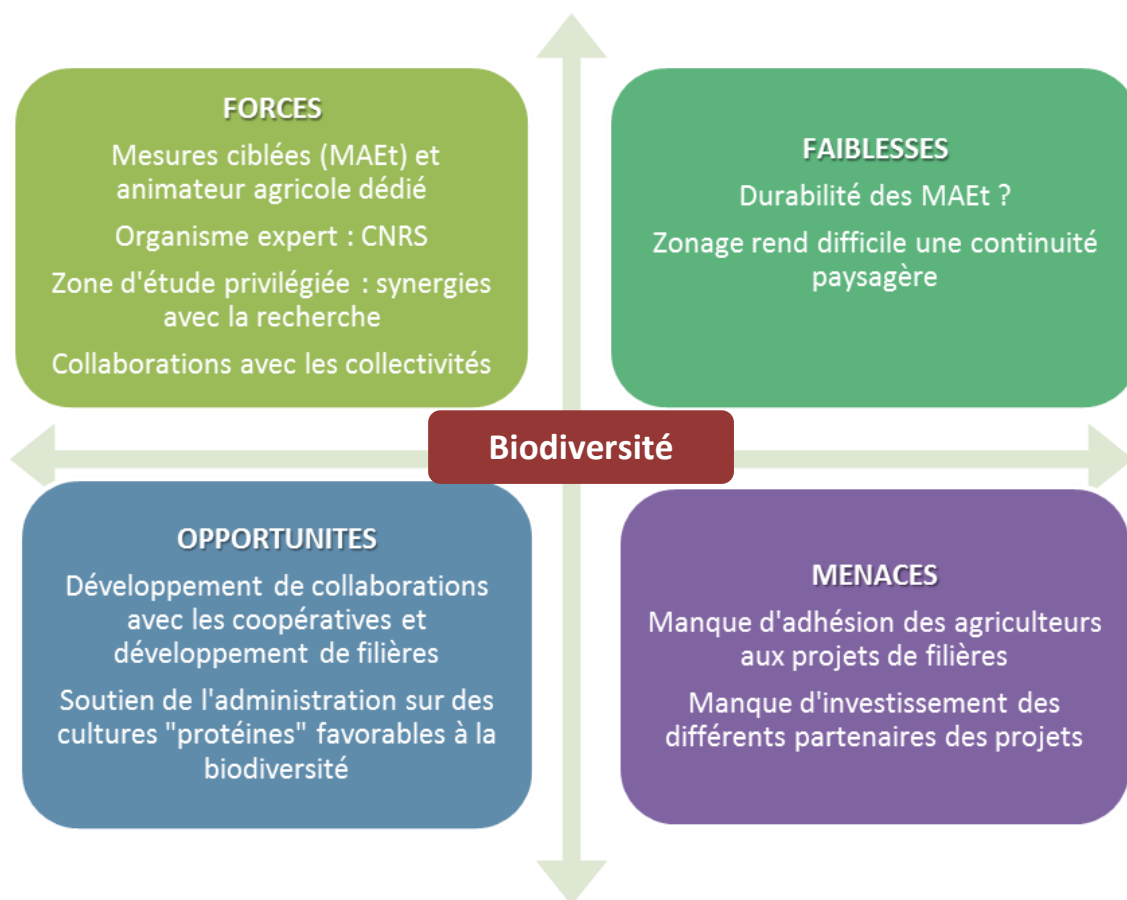


Figure 66 : Diagramme SWOT sur l'enjeu « Biodiversité ».

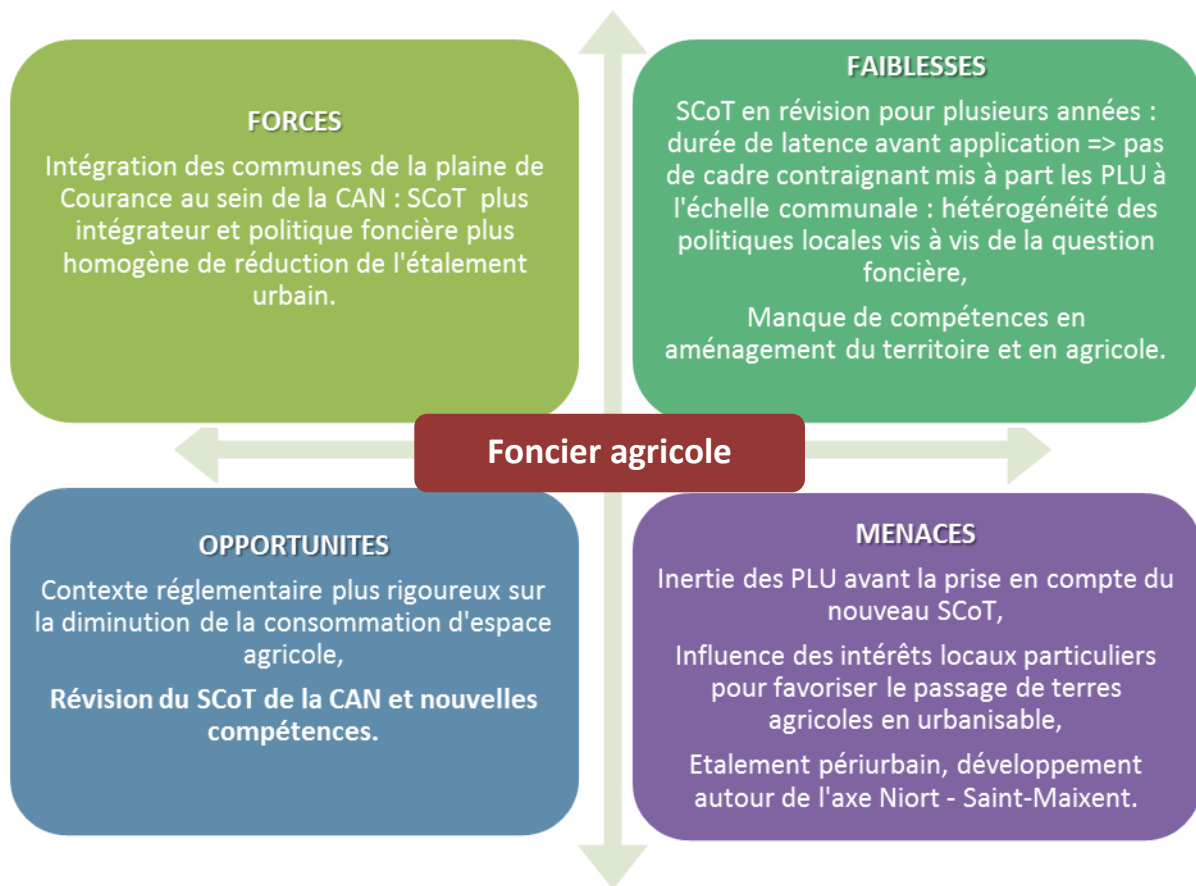
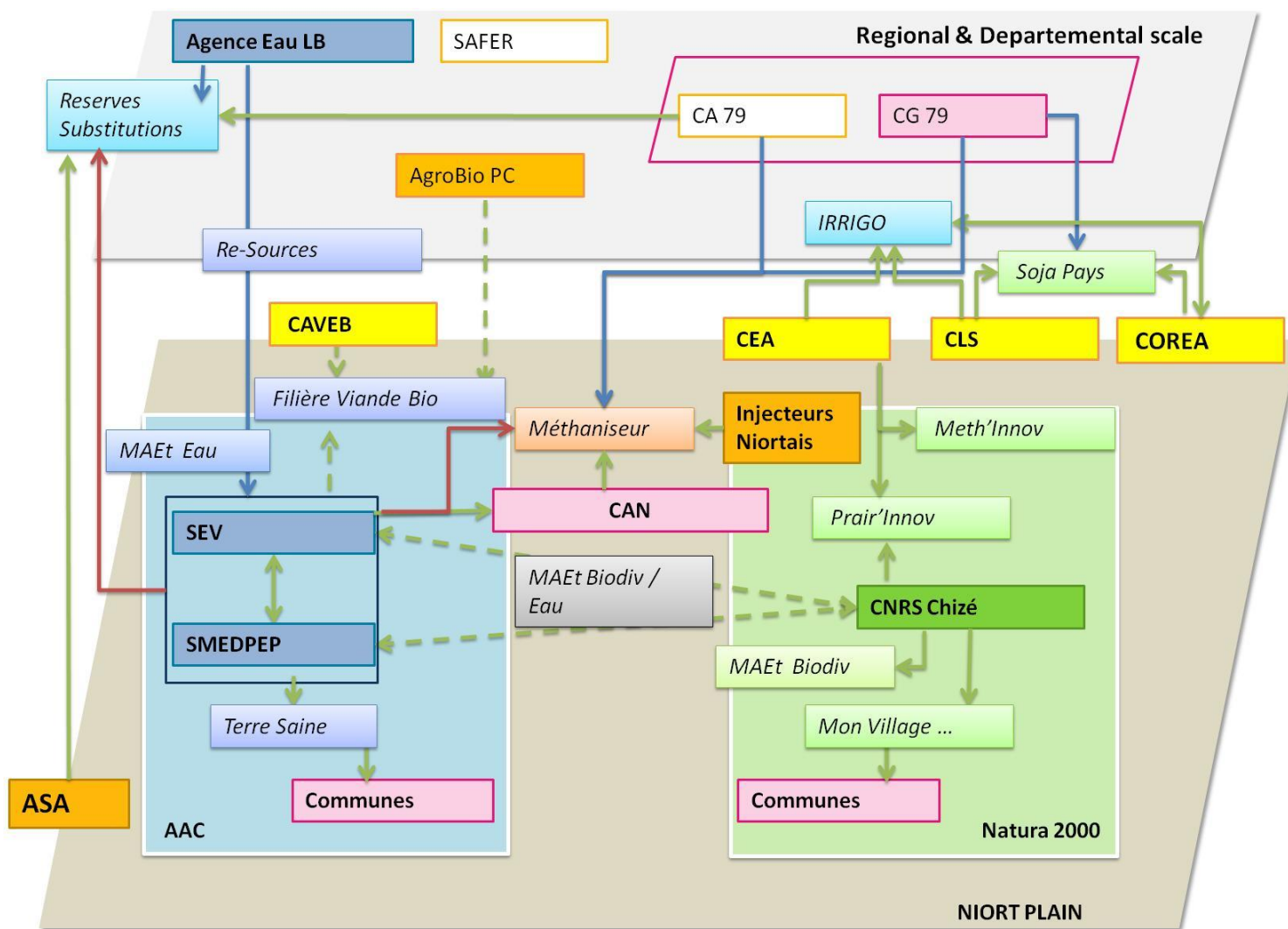


Figure 67 : Diagramme SWOT sur l'enjeu « Foncier agricole ».



Type de structure

Injecteurs Niortais	Groupement d'agriculteurs
CAVEB	Coopérative agricole
SEV	Syndicat de Bassin versant
Chizé CNRS	Organisme de recherche
Communes	Administrateurs territoriaux

Principal enjeu visé par le projet

Meth'Innov	Biodiversité
Terre Saine	Eau
Méthanisation	Autre

Interactions

	Synergie
	Antagonisme
	Apport financier
	Interaction passée
	Interaction en cours d'élaboration

Figure 68 : Schéma des relations entre acteurs sur la Plaine de Niort (Réalisation : Jourdin et Kerisit, 2014).

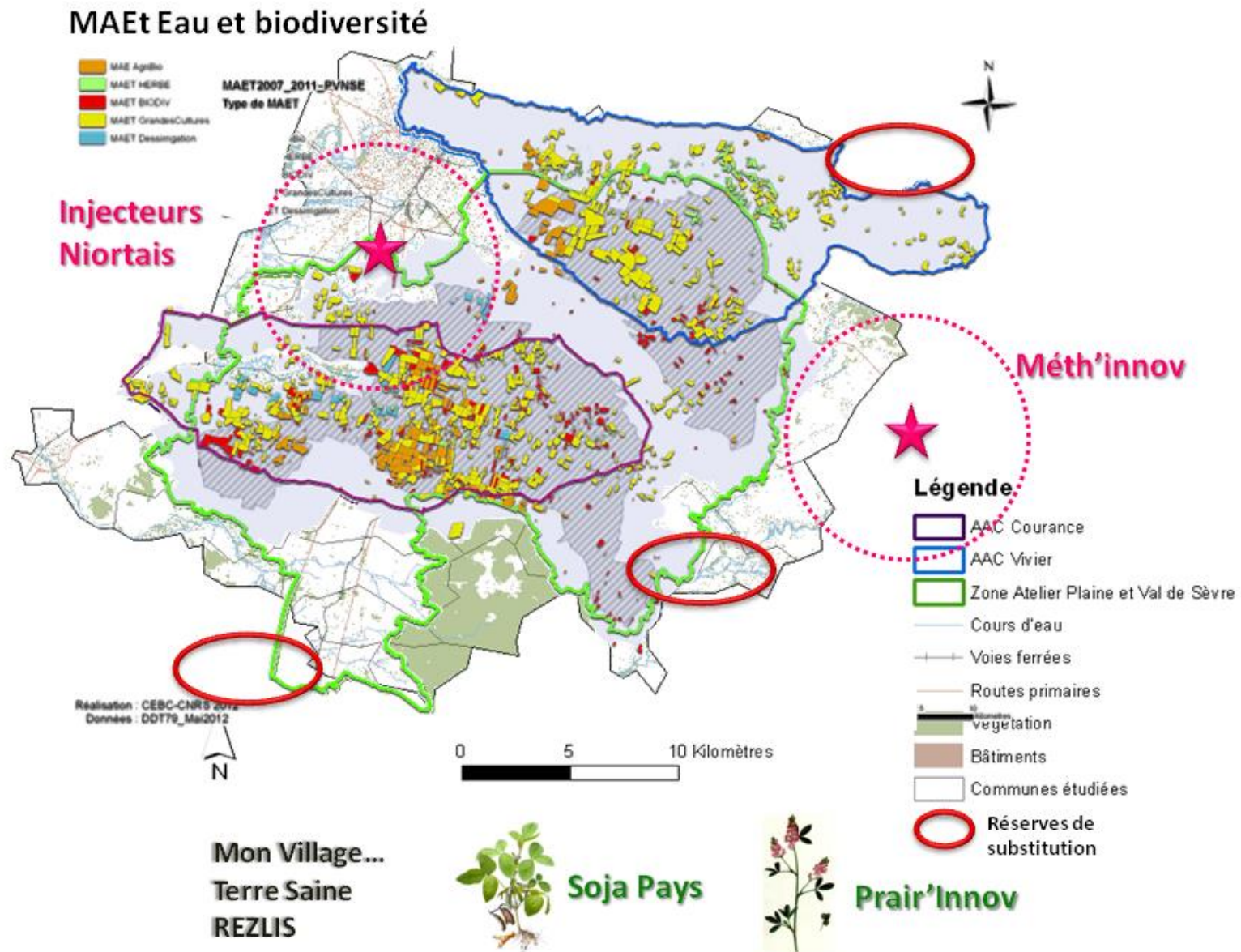
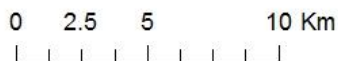
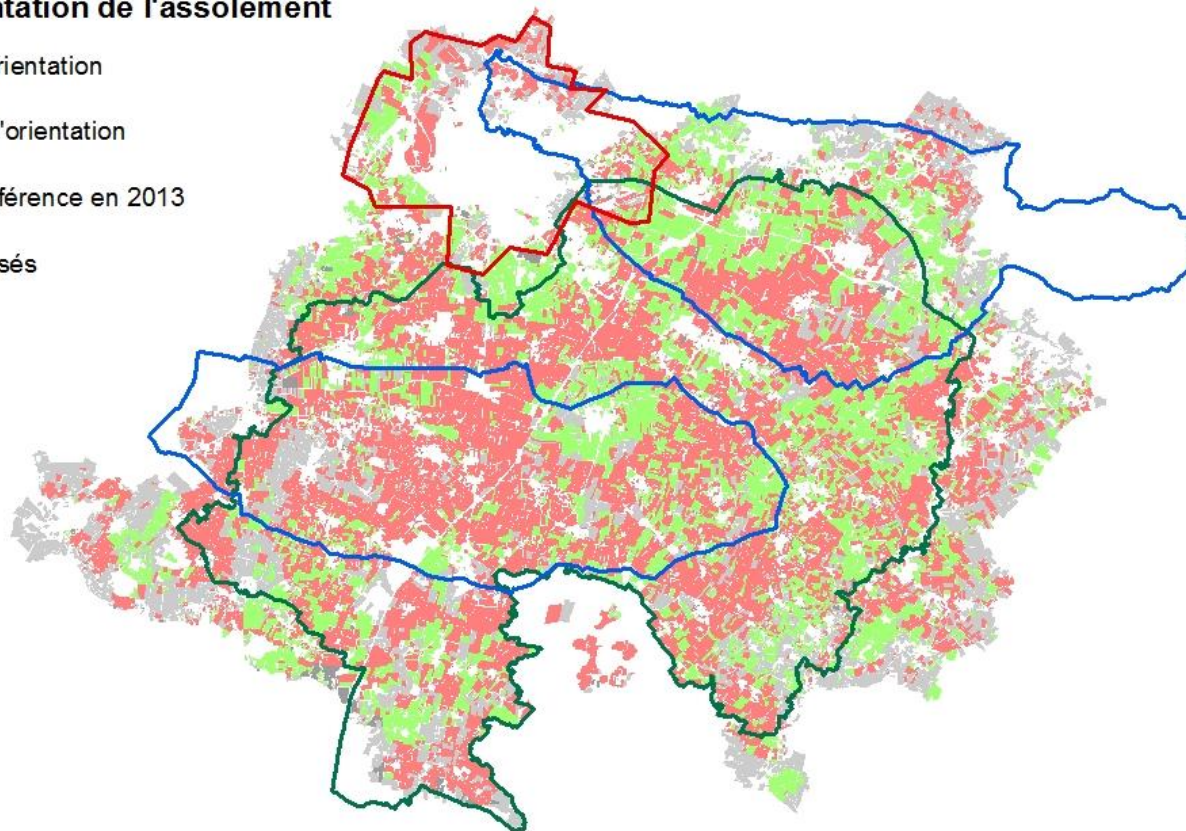
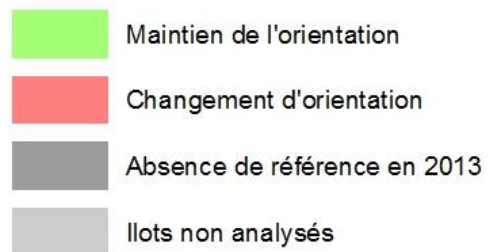


Figure 69 : Carte de localisation des différents projets (Réalisation : Jourdin et Kerisit).

**Annexe n°11 : Cartographie des surfaces associées à un changement
d'assolement sur la plaine de Niort**

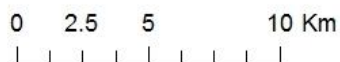
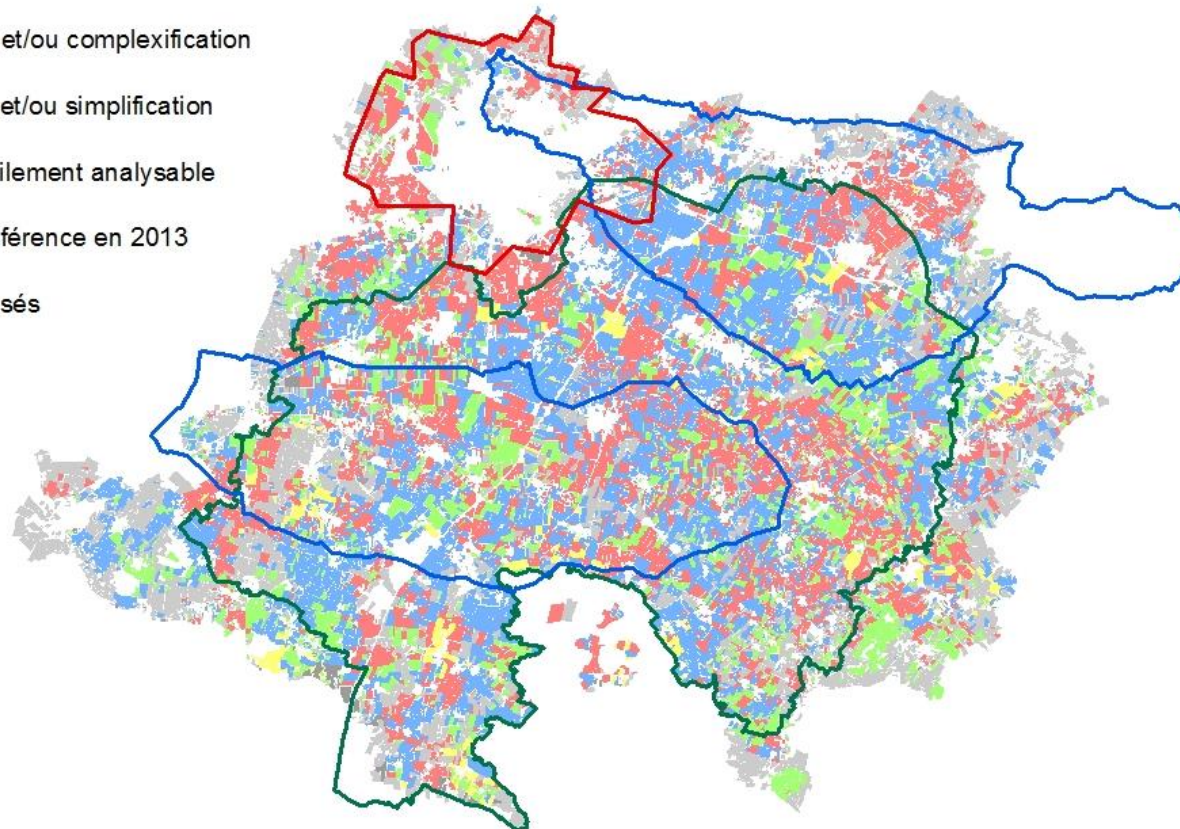
Evolution de l'orientation de l'assolement



Sources : RPG - ASP
Réalisation : C. Bouty

Figure 70 : Cartographie des surfaces associées à une évolution de l'orientation de l'assolement entre 2007 et 2013. Les surfaces associées à ce type d'évolution ont été estimées en comparant l'orientation de l'assolement de l'exploitation à laquelle un îlot est rattaché en 2007 et celle de l'exploitation à laquelle est rattaché le même îlot en 2013. Seules surfaces associées à des îlots appartenant en 2007 ou en 2013 à une exploitation pour laquelle la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée ont été prises en compte.

Evolution de la diversité et/ou de la complexité de l'assolement



Sources : RPG - ASP
Réalisation : C. Bouty

Figure 71 : Cartographie des surfaces associées à une évolution de l'orientation de l'assolement entre 2007 et 2013. Les surfaces associées à ce type d'évolution ont été estimées en comparant l'orientation de l'assolement de l'exploitation à laquelle un îlot est rattaché en 2007 et celle de l'exploitation à laquelle est rattaché le même îlot en 2013. Seules surfaces associées à des îlots appartenant en 2007 ou en 2013 à une exploitation pour laquelle la trajectoire d'évolution du parcellaire a été identifiée ont été prises en compte.

**Annexe n°12 : Règles mobilisées pour la reconnaissance des séquences
d'occupation du sol (extrait de la notice de RPG Explorer)**

Tableau 40 : Types de reconnaissance des séquences et exemples.

Type	Exemple d'évolution année n à année n+1 ⁽²⁾	Séquence(s)	Explications
1 : une culture par îlot et par an		+ 19(1) = 1 -> 2	Une seule culture dans l'îlot les années n et n+1 (quelle que soit sa surface), correspondant à une unique séquence de type 1 : 19 ha ⁽²⁾ d'une culture 1 en année n suivis d'une culture 2 en année n+1.
2 : surface égale entre les années		+ 9(2) = 1 -> 5 + 10(2) = 2 -> 2	Deux cultures par an, réparties sur des surfaces égales d'une année à l'autre (9 ha -> 9 ha, 10 -> 10ha) mais différentes l'une de l'autre (9 ha ≠ de 10 ha), correspondant à deux séquences de type 2 : - 9 ha d'une culture 1 en année n suivis d'une culture 5 en année n+1, - 10 ha de culture 2 en année n suivis d'une culture 2 en année n +1.
3 : Agrégation / désagrégation surface égale		+ 9(3) = 1 -> 5 + 10(3) = 1 -> 2	Une culture en année n se « désagrège » en deux cultures en année n+1, de surface totale égale, correspondant à deux séquences de type 3 : - 9 ha d'une culture 1 en année n suivis d'une culture 5 en année n+1, - 10 ha d'une culture 1 en année n suivis d'une culture 2 en année n+1.
4 : Surface similaire à X %		+ 7(4) = 1-> 5 + 11,8(4) = 2 -> 2	Deux cultures par an, réparties sur des surfaces différentes (7 ha ≠ 7,1 ha et 12 ha ≠ 11,8 ha) mais similaires à X % près d'une année sur l'autre, correspondant à deux séquences de type 4 : - 7 ha ⁽²⁾ d'une culture 1 en année n suivis d'une culture 5 en année n+1, - 11,8 ha ⁽²⁾ d'une culture 2 en année n suivis d'une culture 2 en année n +1.
5 : Agrégation / désagrégation surface égale		+ 18(4) = 2 -> 2 + 0,1(5) = 2-> 5 + 0,9(5) = 1-> 5	Après avoir déterminé une séquence de type 1 à 4 (ici type 4, 18 ha ⁽²⁾ d'une culture 2 en année n suivis d'une culture 2 en année n+1), il se peut qu'il devienne possible d'agréger à surface égale, il s'agit alors d'une séquence de type de 5 : 0,1 ha ⁽²⁾ d'une culture 2 (restant des 18,1 ha de culture 2 en année n suivis des 18 ha de culture 2 en année n+1) et 0,9 ha d'une culture 1 en année n suivis de 1 ha de culture 5 (0,1 + 0,9) en année n + 1.

Tableau 40 (suite) : Types de reconnaissance de séquences et exemples.

Type	Exemple d'évolution année n à année n+1 ⁽¹⁾	Séquence(s)	Explications
6 : Agrégation / désagrégation surface à X %		$+ 8,9(6) = 1 \rightarrow 5$ $+ 9,8(6) = 1 \rightarrow 2$	<p>2 séquences de type 6 (une culture en année n se « désagrège » en deux cultures en année n+1, de surface totale égale à X % près) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8,9 ha ⁽²⁾ de culture 1 en année n puis 8,9 ha de culture 5 en année n+1 - 9,8 ha ⁽²⁾ de culture 1 en année n et 9,8 ha de culture 2 en année n+1
7 : une culture par îlot et par an (restant après détermination des autres séquences)		$+ 10(2) = 2 \rightarrow 2$ $+ 7(7) = 1 \rightarrow 5$	<p>Après avoir déterminé une séquence de type 1 à 6 (ici type 2, 10 ha d'une culture 2 en année n suivis d'une culture 2 en année n+1), il se peut qu'il ne reste plus qu'une culture par îlot par année mais dont on ne peut pas reconnaître de similarité de surface (pas d'égalité exacte ou à 5 %), il s'agit alors d'une séquence de type de 7 : 7 ha⁽²⁾ d'une culture 1 en année n suivi d'une culture 5 en année n + 1.</p> <p>Le cas présenté ici correspond à une réduction de la surface de l'îlot entre les années n et n+1.</p>
8 : non classé		$+ 19(8) =$	Deux cultures par îlot par année présentent exactement les mêmes surfaces, il n'est pas possible de déterminer si 9,5 ha d'une culture 1 en année n sont suivis d'une culture 5 en année n+1 ou d'une culture 2.
		$+19(8)$	Trois cultures sont présentes dans l'îlot en année n puis deux seulement en année n+1, sans qu'aucune correspondance de surface ne soit possible, que ce soit directement (égalité) ou par agrégation/désagrégation.
		$+ 6,5(8) =$ $+ 12(4) = 2 \rightarrow 2$	Après avoir déterminé une séquence de type 1 à 6 (ici type 4, 12 ha * d'une culture 1 en année n suivi d'une culture 1 en année n+1), il reste 7 ha d'une culture 1 en année n suivi de 3 ha de culture 5 et 3,5 ha de culture 3 en année n+1, l'écart de surface entre les années n et n+1 pour les surfaces restantes est trop important pour déterminer une séquence (différence de surface supérieure à X %)..

⁽¹⁾ Le rectangle représente les contours d'un îlot, les tirets représentent les limites entre parcelles culturales à l'intérieur de l'îlot (les données ASP précisent uniquement les surfaces de chaque groupe de cultures dans l'îlot, sans représenter ces limites, elles sont représentés ici pour faciliter la compréhension)

⁽²⁾ quand la surface varie à X % près d'une année l'autre, la surface minimale est retenue pour la surface de la séquence

Abstract:

Among the different drivers that influence the change of agricultural practices, farm territory changes are an opportunity for farmers to adapt their cropping systems. Few studies have focused on the link between farm territory changes and cropping system evolutions. The aim of this work is to study these links at the farm scale and for a small agricultural area on a short time period (seven years).

This work is based on one illustrative case study, the south Niort plain in France. This agricultural territory is characterized by a rich diversity of farm territory structures and cropping systems. It presents numerous environmental issues (water, biodiversity, urban planning). In order to address the changes of farm territories and cropping systems, we used information from the "Registre Parcellaire Graphique" (RPG 2007-2013) and data related to farm surveys.

While we observed an important diversity of farm territory trajectories from 2007 to 2013 (reduction, reconfiguration, etc.), the main farm territory change corresponds to the increase of the used agricultural area (UAA) of the farms, whatever their initial size. However, these increases do not systematically conduct to a high reorganization of the farm territory (lesser fragmentation and/or dispersion). For a group of 21 farms (10 with a stable UAA and 11 with a growing UAA), we identified 7 types of crop successions and 5 technical logics for three groups of practices. The farm growth of the farm territory is one of the drivers which influence the change of crop successions (number, type or part in the UAA) and practices, especially when the increase in UAA lead to the acquisition of irrigation or to a differentiation of soil and climate conditions. Cropping system changes are also influenced by external drivers such as economic and political ones (economical context, environmental incentive for instance). At the territorial scale, crop successions in each farm were estimated by cropping plans because of the high number of farms considered and the available database. We considered that cropping plan changes reveal crop succession changes. For 416 farms within the study area, we showed that the farm territories change is a driver for global cropping plan change (orientation, diversity and /or complexity) and for specific land-use change involving permanent grasslands. The cropping plan ability to represent the crop successions was evaluated through the comparison between results from the survey analysis and the ones from the RPG analysis.

The analysis of farms' dynamics and their consequences on the landscape in terms of spatial distribution of cropping systems is a key concern for spatial planning managers. Our results give some elements to help them in participatory procedure with farmers in order to develop cropping systems in favor of the environment. This work has produced methodological contributions which will be integrated in routine analysis for landscape monitoring.

Key-words: farm territory, cropping systems, change, scale transition, spatially-explicit database, survey, landscape agronomy.

Résumé :

Parmi les facteurs qui influencent les pratiques des agriculteurs, l'évolution des parcelles d'exploitation, en surface ou en répartition, peut être une opportunité pour eux de faire évoluer leurs systèmes de culture. Peu de travaux se sont attachés à caractériser le lien entre les évolutions de parcelles d'exploitation et les évolutions des systèmes de culture. L'objectif de cette thèse est d'instruire ces liens à l'échelle de l'exploitation et d'un petit territoire agricole sur un pas de temps court (sept ans).

Ce travail a été mené sur la plaine Sud de Niort, dans le Sud des Deux-Sèvres (France). Ce territoire est le lieu d'une diversité de systèmes de production et de structures de parcelles d'exploitation, mais est aussi porteur de nombreux enjeux environnementaux (ressource en eau, biodiversité, étalement urbain). Les données du Registre Parcellaire Graphique (RPG 2007-2013) et des données issues d'enquêtes en exploitations ont été mobilisées afin de caractériser les évolutions des parcelles d'exploitation et des systèmes de culture.

Bien qu'on relève une grande diversité d'évolutions de parcelles (réduction, reconfiguration, etc.) entre 2007 et 2013, l'évolution majoritaire des parcelles d'exploitation sur la plaine Sud de Niort est l'accroissement de la SAU des exploitations, quelle que soit la taille initiale de celles-ci. En revanche, ces agrandissements ne conduisent pas systématiquement à une plus grande structuration des parcelles (moindre morcellement et/ou dispersion des îlots). Pour un échantillon de 21 exploitations dont 10 ayant un parcellaire stable et 11 un parcellaire qui s'agrandit, nous avons identifié 7 types de successions de cultures et 5 méta-raisonnements pour trois postes de pratiques. Nous avons montré que pour ces exploitations, l'évolution du parcellaire est un des facteurs influençant l'évolution des successions de cultures (nombre, nature ou part de SAU) et des pratiques. C'est le cas notamment lorsque l'agrandissement conduit à l'acquisition d'irrigation ou de parcelles ayant des conditions pédoclimatiques différentes de celles initialement présentes dans le parcellaire. Les changements de systèmes de culture observés sont aussi fortement liés à des leviers externes au fonctionnement des exploitations (filières, MAET par exemple). A l'échelle du territoire agricole, compte tenu du nombre d'exploitations considérées et des données disponibles, seules les successions de cultures approchées par l'assolement ont été analysées. Les changements d'assolement connus entre 2007 et 2013 pour une même exploitation ont alors été considérés comme des marqueurs des changements de successions de cultures. Pour 416 exploitations de la zone d'étude, nous avons montré que l'évolution des parcelles d'exploitation est un facteur incitant au changement global d'assolement (orientation, diversité et/ou complexité) et au changement spécifique d'usage des sols impliquant des prairies permanentes à l'échelle de chaque exploitation. La capacité des assolements à rendre compte des successions de culture a été évaluée en comparant les successions de cultures obtenues par enquêtes sur notre échantillon d'exploitations à celles estimées à partir des assolements pour ces mêmes exploitations.

L'analyse des dynamiques d'exploitations et leurs conséquences sur le territoire en termes de distribution spatiale des systèmes de culture est au cœur des préoccupations des gestionnaires de territoires agricoles. Les résultats de cette thèse apportent des éléments pour les accompagner dans la co-construction, avec les agriculteurs, d'organisations spatiales des systèmes de culture favorables aux processus biogéochimiques et écologiques. Ce travail de thèse a produit des apports méthodologiques qui pourront, à terme, être intégrés en routine dans l'analyse et le suivi des territoires agricoles à enjeux environnementaux.

Mots-clés : parcellaire d'exploitation, système de culture, évolution, transition d'échelle, bases de données spatialisées, enquêtes, agronomie des territoires.