



Agriculture biologique et qualité des eaux dans des aires d'alimentation de captage : diversité des postures techniques d'agriculteurs conventionnels et biologiques et pressions nitrate et pesticide induites

Jean-Baptiste Gratecap

► To cite this version:

Jean-Baptiste Gratecap. Agriculture biologique et qualité des eaux dans des aires d'alimentation de captage : diversité des postures techniques d'agriculteurs conventionnels et biologiques et pressions nitrate et pesticide induites. Agronomie. AgroParisTech, 2014. Français. <NNT : 2014AGPT0059>. <tel-02149873>

HAL Id: tel-02149873

<https://pastel.hal.science/tel-02149873v1>

Submitted on 6 Jun 2019

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

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



HAL Authorization



Doctorat ParisTech

T H È S E

pour obtenir le grade de docteur délivré par

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

Spécialité : Sciences Agronomiques

présentée et soutenue publiquement par

Jean-Baptiste GRATECAP

le 15 décembre 2014

**Agriculture biologique et qualité des eaux dans des aires
d'alimentation de captage : diversité des postures techniques
d'agriculteurs conventionnels et biologiques et pressions nitrate
et pesticide induites**

Directeur de thèse : **Alexander Wezel, ISARA-Lyon**

Jury

M. Philippe Martin, Professeur, UMR SAD-APT, INRA/AgroParisTech (HDR)

Mme. Nathalie Girard, Directrice de recherches, UMR AGIR, INRA Toulouse (HDR)

M. Stéphane de Tourdonnet, Maître de conférences, UMR Innovation, Montpellier Supagro (HDR)

Mme Christine Aubry, Ingénieure de recherches, UMR SAD-APT, INRA/AgroParisTech (HDR)

M. Marc Benoît, Directeur de recherches, Unité SAD-ASTER, INRA Mirecourt

M. Denis Rousset, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

M. Alexander Wezel, Professeur, département AGE, ISARA-Lyon (HDR)

Président
Rapporteur

Rapporteur
Examineur
Examineur
Membre invité
Directeur

Remerciements

Le moment (tant fantasmé) de l'écriture des traditionnels remerciements est arrivé. Au moment de boucler cette thèse et d'exprimer ma gratitude aux nombreuses personnes impliquées ou rencontrées au cours de mon doctorat, je pense évidemment et en premier lieu à mon directeur de thèse, Alexander Wezel. Je suis très heureux d'avoir pu être ton premier thésard officiel, et d'avoir bénéficié de tes enseignements et de tes remarques pertinentes tout au long de cette thèse. J'ai énormément appris à ton contact sur les exigences du métier de chercheur. Merci encore pour ta disponibilité constante, ta rigueur, ta bienveillance au cours de ce projet.

Un immense merci à Philippe Martin, qui a assumé, sans que rien ne l'y oblige, un statut de co-directeur « officieux » au cours de cette thèse. Malgré ce statut un peu bancal, j'ai pu bénéficier de votre appui constant. Les points d'avancement réguliers que nous avons pu faire ensemble ont été décisifs. Ils ont d'abord rendu possible une prise de recul nécessaire à la consolidation des raisonnements scientifiques développés au cours de la thèse. Ils ont également permis de compléter mes connaissances en agronomie, une discipline qui m'était totalement étrangère à l'initialisation de mon doctorat. J'espère sincèrement que notre collaboration sera amenée à perdurer.

Toute ma gratitude va aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'évaluer ces travaux. Je remercie Nathalie Girard et Stéphane de Tourdonnet d'avoir accepté d'être rapporteurs de ce mémoire de thèse, ainsi que Christine Aubry et Marc Benoît qui ont bien voulu en être les examinateurs. Les remarques effectuées au cours des corrections et de la soutenance m'ont ouvert de nouvelles perspectives pour valoriser au mieux mes recherches. Merci également pour votre bienveillance le jour de la soutenance.

Je tiens plus généralement à remercier ici l'ensemble des chercheurs croisés au cours du doctorat, et qui ont pu apporter une contribution à ce travail. Je pense en premier lieu aux membres du comité de pilotage : Jean-Marcel Dorioz, Marc Benoît et Christophe Toussaint Soulard. Merci de m'avoir « relevé la tête du guidon » à des moments-clés de la thèse et d'avoir réorienté, via vos remarques, mes travaux vers des voies plus prometteuses. Merci également aux membres du projet ABiPeC, avec qui j'ai partagé un voyage d'étude germano-suisse enrichissant et des discussions importantes pour la maturation de mon projet de thèse : Christine Aubry, Fabienne Barataud, Florence Hellec, Romain Melot, Laura Martin, Florine Nataf et Maria Zipfer. Un merci particulier à Caroline Petit, pour nos échanges réguliers tout au long de nos doctorats respectifs.

Un immense merci aux collègues de l'ISARA impliqués dans le projet de recherche ABAAC (Agriculture Biologique et Aires d'Alimentation de Captage) au sein duquel cette thèse s'est déroulée. Je tiens à remercier Philippe Fleury, qui m'a notamment poussé à développer mon propre cadre conceptuel pour l'analyse des logiques d'agriculteurs. J'ai beaucoup appris à ton contact, en particulier sur la conduite d'un projet de recherche et sur les méthodes d'animation de réunions. Merci pour ta disponibilité et tes remarques piquantes. Toute ma reconnaissance va également aux autres enseignants-chercheurs impliqués dans le projet depuis sa conception et qui m'ont permis, à chaque réunion, de remettre en perspective mes travaux : Christophe David, Mathieu Guérin, Patrick

Mundler et Jean-François Vian. Un merci tout spécial à Yann Guironnet que j'ai eu le plaisir d'encadrer au cours de son stage de fin d'étude à l'ISARA.

Le projet ABAAC a été financé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et la région Rhône-Alpes. Toute ma reconnaissance va aux membres de ces institutions qui ont suivi et orienté, via les comités de pilotage réguliers, les travaux menés à l'ISARA. Je pense en premier lieu à Denis Rousset de l'Agence de l'Eau, qui m'a fait le plaisir de participer à mon jury de soutenance et qui a su mettre à profit sa connaissance du monde agricole pour nous accompagner au cours de ce projet. Merci également à Jean Peytavin, Claire Nivon et Eve Sivade, qui ont fourni un cadrage institutionnel précieux pour nourrir et mettre en perspective nos travaux. Je tiens plus généralement à remercier l'ensemble des institutionnels (Chambres d'Agriculture, région Rhône-Alpes, DDT, Corrabio...) ayant participé aux réunions de suivi du projet, notamment Laurie Castel, Bertrand Chareyron, Marinette Feuillade, Jean Fragnoux et Jean-Marc Vinatier.

J'adresse toute ma gratitude aux membres de l'école doctorale ABIES au sein de laquelle j'ai pu développer ce travail de doctorat, en particulier Corinne Fiers, Françoise Launay et Irina Vassileva pour leur disponibilité. Merci également aux intervenants Eric Birlouez et Donald White pour les formations dispensées ; ces dernières m'ont fourni des outils importants pour la valorisation académique et institutionnelle de mes résultats.

Mes travaux de thèse trouvent leurs racines sur deux territoires qui m'ont fourni une matière très riche pour mener à bien mes recherches. Je tiens donc à remercier toutes les personnes qui m'ont permis d'y travailler et qui m'ont apporté des éclairages nécessaires à la compréhension des dynamiques agricoles locales, en particulier Christel Constantin-Bertin, Jean-Paul Nicolet, Christel Robert et Nadège Villard. Toute ma reconnaissance va à Jean-Marc Contet pour nos échanges fréquents et toujours constructifs sur l'AAC de Péronnas. J'adresse également des remerciements particuliers à Isabelle Gin et Damien Cornet de la Régie de l'Eau de Bourg-en-Bresse, pour lesquels j'ai eu le plaisir de produire un diagnostic territorialisé des pressions agricoles sur l'AAC et qui m'ont offert l'opportunité de tester mes méthodes dans une situation concrète de gestion.

Je ne remercierai jamais assez les agriculteurs rencontrés sur les deux territoires, qu'ils soient conventionnels ou biologiques. J'avais été prévenu en amont des phases d'enquête : l'accueil sur les exploitations risquait d'être difficile, en raison notamment des thématiques abordées dans le cadre du projet de recherche (qualité de l'eau et agriculture biologique !). Pourtant, et malgré ces sujets sensibles, j'ai été toujours très bien reçu par des agriculteurs très éloignés des clichés et manifestement heureux de partager leur savoir-faire. Comme le montrent les nombreux extraits d'entretiens intégrés dans ce manuscrit, les propos échangés dans les exploitations autour d'un verre de jus de fruit n'ont pas été de simples données mais ont constamment nourri la réflexion conceptuelle ayant abouti au cadre d'analyse proposé. Pour tout ce que j'ai appris au cours des entretiens et pour l'accueil qui m'a été réservé, les enquêtes menées chez les agriculteurs ont constitué les meilleurs moments de cette période de doctorat. Merci à eux.

J'adresse mes plus vifs remerciements à l'ensemble du personnel de l'école ISARA-Lyon, au sein de laquelle j'ai effectué mon doctorat. Tout d'abord, merci de m'avoir permis de taper à votre porte pour combler, au cours de discussions informelles, les lacunes résultant de mon absence de

formation en agronomie. Merci ensuite pour les bons moments passés au cours de ces trois années à Lyon. Toute ma gratitude va ainsi aux personnes suivantes (citées en vrac et en présentant mes excuses aux personnes oubliées) : François Billy, Florian Celette, Pascal Desamais, Annie Dufour, Jean Gallice, Jacques Godet, Karima Latti, Thomas Lhuillery, Joséphine Peigne, Marine Pobel, Joël Robin, Virginie Soldat, Yann Soubourou, Orlane Trémeau, Dominique Vallod. Un merci tout particulier à Alizée Bellier et à Monique Aregall pour l'accompagnement logistique et pour leur bonne humeur. J'espère que nous aurons l'occasion de retravailler ensemble très prochainement, au détour d'une motte alpha, d'un étang piscicole ou d'une aire d'alimentation de captage.

Un merci tout particulier aux collègues avec qui j'ai pu joindre le scientifique à l'agréable et sans lesquels mon séjour entre Rhône et Saône n'aurait pas eu la même saveur. Je pense notamment à Marion Casagrande pour son soutien sans faille et pour son apport scientifique décisif dans la maturation de mon projet de thèse, à Mathieu Guérin pour m'avoir initié à l'hydrogéologie et aux comics, à Arnaud Hallier pour les sessions foot qui m'ont coûté un ligament, à Anthony Letort pour les discussions sur les taux de chargement et les grossesses gémellaires, à Vincent Payet pour les formations informelles et indolores de statistiques sous R, à Benoît Sarrazin pour m'avoir offert l'opportunité d'enseigner, à Jean-François Vian pour ses *skills* magiques au ping-pong et pour son hospitalité. Un immense bisou à mes camarades thésards qui ont partagé le périple (parfois pénible) que peut constituer un doctorat : merci à Audrey Vincent avec qui j'ai eu l'immense plaisir d'interagir au quotidien dans le cadre du projet ABAAC, à Florent « Starsky » Arthaud et David « Hutch » Pobel, à Yvan Tritz le roi du *gegenfuss*, à mon *cultos* bien aimé Vincent Lefèvre et à Camille Amossé pour sa sérénité rafraîchissante en période de coup de mou. J'espère tous vous retrouver bientôt pour d'autres instants « waikiki » autour d'une table de ping-pong ou du ninkasi.

Je souhaite pour terminer remercier tous mes proches qui m'ont épaulé et offert des « pauses-fraicheur » au cours de ce marathon, en commençant par la diaspora rouennaise : Baptiste, Marine, Yoh, Noémie, Camille, Charlène, Béranger, Maxou, Marie, Lolo, Max, Charlotte, Tonia, Pauline, Fiston, Béné, Trambi, Gaboul, Elodie, Faf. Un immense bisou à mes sœurs et à mes parents qui m'ont soutenu au cours de mes (longues !) études. Merci encore pour votre patience et votre amour. Je voudrais enfin remercier tout spécialement Marie pour son soutien indéfectible et pour avoir cru en moi lorsque l'aboutissement de ce projet semblait s'éloigner à mesure que les semaines défilaient. Je suis très heureux de t'avoir rejoint après trois longues années de séparation géographique. Merci pour les deux cadeaux qui ont ponctué à merveille cette fin de thèse.

Sommaire

Remerciements.....	3
Sommaire.....	6
Table des figures.....	9
Table des tableaux.....	11
Table des encadrés.....	13
Liste des sigles.....	14
Chapitre 1. Contexte de la thèse	15
1.1 Agriculture et qualité des eaux	16
1.1.1 Une pollution généralisée des eaux souterraines par les activités agricoles	16
1.1.2 « Une amélioration trop lente de la qualité des eaux »	16
1.1.3 De nouveaux outils pour restaurer la qualité des eaux souterraines	18
1.2 Développer l'agriculture biologique sur les AAC.....	20
1.2.1 « L'agriculture biologique : l'alternative pour protéger l'eau durablement »	20
1.2.2 Des freins majeurs au développement de l'AB sur les AAC	22
1.2.3 Quelles formes d'agriculture biologique sur les AAC ?	24
1.3 Présentation de la thèse	26
1.3.1 Objectifs généraux de la thèse	26
1.3.2 Vers une typologie des exploitations sur les territoires à enjeu eau.....	27
1.3.3 Positionnement (inter)disciplinaire de la thèse	28
Chapitre 2. Synthèse bibliographique et problématique	31
2.1 Méthodes pour évaluer la contribution potentielle d'un développement de l'AB sur les AAC	32
2.1.1 Des biais importants dans les études comparatives	32
2.1.2 Vers une adaptation des méthodes d'évaluation.....	35
2.2 Envisager des conversions à l'AB sur des exploitations conventionnelles à l'échelle d'un territoire	39
2.2.1 Définir le potentiel de développement de l'AB sur un territoire	39
2.2.2 Les trajectoires vers l'AB, des objets complexes	41
2.2.3 Proximités à l'AB et propension à la conversion	43
2.3 Comprendre les pratiques des agriculteurs	48
2.3.1 Analyser les « raisons de faire » à l'origine des systèmes de culture	48
2.3.2 Intérêts et limites des cadres d'analyse compréhensive des pratiques pour la démarche typologique	51

2.4	Problématique et objectifs scientifiques de la thèse	58
2.4.1	Problématique	58
2.4.2	Objectifs scientifiques et résultats attendus	59
Chapitre 3. Dispositif de recherche		61
3.1	Une démarche de thèse basée sur un concept original : les principes d'action	62
3.1.1	Une méthode hybride pour étudier la diversité des profils d'agriculteurs.....	62
3.1.2	Définitions conceptuelles : principes d'action et postures techniques	62
3.2	Un dispositif conçu autour de deux terrains complémentaires.....	64
3.2.1	Des enjeux de restauration de la qualité des eaux souterraines	64
3.2.2	Une vulnérabilité variable sur les zones à enjeu eau.....	67
3.2.3	Des systèmes de production contrastés	69
3.2.4	Un développement limité de l'AB.....	71
3.3	Dispositif d'enquête	73
3.3.1	Stratégie d'échantillonnage	73
3.3.2	Des exploitations diversifiées sur les zones à enjeu eau	76
3.3.3	Conduite des entretiens.....	80
3.4	Méthodes d'analyse des entretiens	82
3.4.1	Analyse compréhensive des pratiques via les principes d'action.....	82
3.4.2	Evaluation des pressions sur les zones à enjeu eau	92
Chapitre 4. De la diversité des principes d'action à celle des postures techniques		95
4.1	Diversité des principes d'action	96
4.1.1	Principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement.....	96
4.1.2	Principes d'action relatifs aux pratiques culturales.....	101
4.1.3	Analyse des principes d'action par agriculteur sur les deux terrains	108
4.2	Diversité des postures techniques	113
4.2.1	Présentation des grilles techniques.....	113
4.2.2	Résultats de l'analyse multivariée	117
4.2.3	Variabilité inter et intra-groupe des postures techniques.....	119
4.2.4	Synthèse de l'analyse des postures techniques sur les deux terrains	127
Chapitre 5. Origine et distribution spatiale des pressions sur les zones à enjeu eau		132
5.1	Variabilité et distribution spatiale des pressions relatives aux systèmes de culture sur les zones à enjeu eau	133
5.1.1	Abstract.....	134
5.1.2	Introduction.....	134
5.1.3	Materials and methods	137
5.1.4	Results.....	140
5.1.5	Discussion.....	152
5.1.6	Conclusions.....	156

5.2	Evaluation des principes d'action par rapport aux enjeux de qualité des eaux.....	157
5.2.1	Postures techniques et niveaux de pressions sur la lixiviation des nitrates	157
5.2.2	Postures techniques et niveaux de recours aux pesticides.....	164
5.2.3	Distribution spatiale des postures techniques sur les zones à enjeu eau.....	171
5.2.4	Synthèse sur les interactions entre principes d'action et niveaux de pressions	174
Chapitre 6. Spécificités des postures techniques en AB et comparaison avec les postures techniques conventionnelles : implications sur la propension à la conversion et sur l'évolution potentielle des pressions		179
6.1	Principes d'action et postures techniques chez les agriculteurs biologiques.....	181
6.1.1	Spécificité des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés chez les agriculteurs biologiques	181
6.1.2	Diversité des postures techniques chez les agriculteurs biologiques.....	183
6.1.3	Une lecture des transitions vers l'AB via l'analyse des principes d'action.....	189
6.2	Propensions à la conversion et différentiels des pressions entre agriculteurs conventionnels et biologiques	194
6.2.1	Analyse de la propension à la conversion chez les exploitants conventionnels	194
6.2.2	Comparaison des niveaux de pression entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques	198
Chapitre 7. Discussion générale		209
7.1	Opportunité d'un développement de l'AB pour préserver la ressource en eau.....	210
7.1.1	Les éléments de réponse apportés.....	210
7.1.2	Les limites de la méthode d'évaluation de la contribution de l'AB	213
7.1.3	Propensions et potentiels de conversion	215
7.1.4	Des déterminants territoriaux non pris en compte	219
7.2	Retour sur l'analyse compréhensive des pratiques via les principes d'action.....	220
7.2.1	L'analyse des principes d'action pour affiner la caractérisation des objectifs et des profils d'agriculteurs	220
7.2.2	Les composantes cardinales de la diversité des postures techniques.....	221
7.2.3	Facteurs de production et postures techniques.....	225
7.2.4	Des postures techniques spatialisées sur les zones à enjeu eau.....	226
7.3	Principes d'action et déclinaisons opérationnelles	227
7.3.1	Intérêts du cadre d'analyse pour les démarches de gestion sur les AAC	227
7.3.2	Améliorer la portabilité de la méthode	228
Conclusions		230
Bibliographie.....		234
Annexes.....		246

Table des figures

Figure 1.1. Démarche de gestion sur les AAC.....	19
Figure 1.2. Paysage dans le bassin de la Mangfall.	23
Figure 3.1. Localisation des deux champs captants en Rhône-Alpes.	64
Figure 3.2. Aire d'alimentation du captage de Péronnas et secteurs vulnérables.	68
Figure 3.3. Aire d'alimentation des captages de Manthes et de Lapeyrouse-Mornay et identification des zones de contribution prioritaires.....	69
Figure 3.4. Localisation des exploitations enquêtées sur l'AAC de Péronnas.....	74
Figure 3.5. Localisation des exploitations enquêtées sur l'AAC de Lapeyrouse-Mornay.	75
Figure 3.6. Structure de la démarche d'analyse des principes d'action	82
Figure 3.7. Un exemple de point technique discriminant.....	87
Figure 4.1. Classification ascendante hiérarchique réalisée à partir de l'analyse des correspondances multiples et de la grille technique pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréaliers).	118
Figure 4.2. Classification ascendante hiérarchique réalisée à partir de l'analyse des correspondances multiples et de la grille technique pour le terrain de Péronnas (éleveurs)	119
Figure 4.3. Synthèse des postures techniques sur les deux terrains.	128
Figure 5.1. Location of rotation types in the catchment area of Péronnas and neighbor municipalities	142
Figure 5.2. Location of rotation types and vulnerable areas at Lapeyrouse-Mornay study site.....	143
Figure 5.3. Box plots representing systems N-surpluses by rotation types for Péronnas and Lapeyrouse-Mornay sites.....	145
Figure 5.4. Box plots representing mean annual herbicide treatment frequent index (HTFI) by rotation types for Péronnas and Lapeyrouse sites	148
Figure 5.5. Spatial distribution of N-balance values according to various vulnerability areas on Lapeyrouse-Mornay site.	149
Figure 5.6. Spatial location of bare soil frequencies during leaching period in the Péronnas water catchment area.....	150
Figure 5.7. Spatial location of bare soil frequencies during leaching periods in the Lapeyrouse water catchment area.....	151
Figure 5.8. Balance azotée moyenne sur les territoires d'exploitations pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	158
Figure 5.9. Balance azotée moyenne sur les territoires d'exploitation pour le terrain de Péronnas..	158

Figure 5.10. Balances azotées des systèmes de culture par type d'îlots et par groupe d'agriculteurs pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	160
Figure 5.11. Balances azotées par systèmes de culture sur le terrain de Péronnas.....	161
Figure 5.12. Part moyenne des surfaces en sol nu en périodes d'interculture sur les différentes exploitations du terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	162
Figure 5.13. Fréquence des sols nus lors des périodes interculture par systèmes de culture.....	163
Figure 5.14. Indice de fréquence des traitements moyen sur le territoire d'exploitation pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay	166
Figure 5.15. Indice de fréquence des traitements moyen sur les cultures par exploitation pour le terrain de Péronnas	167
Figure 5.16. Indice de fréquence des traitements herbicides moyen sur le territoire d'exploitation pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	168
Figure 5.17. Indices de fréquence des traitements herbicides pour les différents systèmes de cultures sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay	169
Figure 5.18. Indice de fréquence des traitements herbicides sur les cultures par exploitation pour le terrain de Péronnas	170
Figure 5.19. Distribution spatiale des postures techniques sur la zone à enjeu eau de Lapeyrouse-Mornay.....	171
Figure 5.20. Distribution spatiale des postures techniques sur la zone à enjeu eau de Péronnas	173
Figure 6.1. Arbre de décision pour l'élaboration de la typologie des degrés de propension à la conversion pour les exploitants conventionnels.	195
Figure 6.2. Distribution des différents degrés de propension à la conversion sur la zone à enjeu eau de Lapeyrouse-Mornay	205
Figure 6.3. Distribution des différents degrés de propension à la conversion sur la zone à enjeu eau de Péronnas.....	206
Figure 7.1. Facteurs de différenciation entre les principes d'action relatifs à l'organisation des pratiques culturales.	222

Table des tableaux

Tableau 2.1. Typologie des approches comparatives sur la lixiviation des nitrates entre systèmes biologiques et systèmes conventionnels	33
Tableau 2.2. Adaptation des modèles conceptuels d'analyse compréhensive des pratiques d'agriculteurs pour l'étude de l'opportunité des conversions à l'AB sur une zone à enjeu eau.....	52
Tableau 3.1. Principales caractéristiques des deux terrains	65
Tableau 3.2. Occupation des sols sur la surface agricole utile pour les deux AAC.....	70
Tableau 3.3. Comparaison des caractéristiques structurelles des exploitations conventionnelles et biologiques de l'échantillon sur le terrain de Péronnas	78
Tableau 3.4. Comparaison des caractéristiques structurelles des exploitations conventionnelles et biologiques de l'échantillon sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	80
Tableau 3.5. Présentation des concepts mobilisés pour l'analyse des principes d'action.....	84
Tableau 3.6. Des exemples de points techniques recensés dans les éléments clés de discours de six entretiens réalisés sur le terrain de Péronnas	87
Tableau 3.7. Un exemple de grille technique élaborée sur les six exploitations céréalières conventionnelles sur le terrain de Péronnas.....	90
Tableau 3.8. Fiche signalétique de la méthode d'évaluation de la lixiviation des nitrates et des pesticides.....	92
Tableau 4.1. Synthèse des principes d'action identifiés sur les deux terrains d'étude.	107
Tableau 4.2. Grille de synthèse des principes d'action mentionnés par les agriculteurs dans les éléments clés de discours technique pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	109
Tableau 4.3. Grille de synthèse des principes d'action mentionnés par les éleveurs dans les éléments clés de discours technique pour le terrain de Péronnas.....	110
Tableau 4.4. Importance relative des principes d'action sur l'organisation de l'assolement pour les deux terrains.....	111
Tableau 4.5. Importance relative des principes d'action sur les pratiques culturales pour les deux terrains.....	112
Tableau 4.6. Grille technique pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales)	115
Tableau 4.7	116
Tableau 4.8. Oppositions des principes d'action dans les points techniques des deux grilles	117
Tableau 4.9. Tableau de synthèse des postures techniques par agriculteurs (terrain de Lapeyrouse-Mornay).....	120
Tableau 4.10. Tableau de synthèse des postures techniques par éleveurs (terrain de Péronnas).....	121

Tableau 4.11. Variabilité des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action pour les trois groupes à Lapeyrouse-Mornay	123
Tableau 4.12. Variabilité des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action sur le terrain de Péronnas	125
Tableau 5.1. Characteristics of rotations types in the two study areas.....	141
Tableau 5.2. Mean values and standard deviation of agro-environmental indicators of rotation types for the two study sites.	144
Tableau 5.3. Indices de fréquence des traitements par types de postures techniques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	165
Tableau 5.4. Indices de fréquence des traitements par types de postures techniques sur le territoire de Péronnas.....	165
Tableau 6.1. Spécificités des modalités d'organisation des systèmes de culture sur les exploitations biologiques des deux terrains (points techniques non discriminants) et évolution au cours de la transition.	182
Tableau 6.2. Grille technique pour la différenciation des postures techniques chez les agriculteurs biologiques pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay	184
Tableau 6.3. Grille technique pour la différenciation des postures techniques chez les agriculteurs biologiques du territoire de Péronnas	187
Tableau 6.4. Tableau de synthèse des postures techniques par agriculteurs biologiques pour les deux terrains.	188
Tableau 6.5. Typologie des transitions vers l'AB.	191
Tableau 6.6. Typologie des degrés de propension à la conversion en fonction des postures techniques chez les exploitants conventionnels.	197
Tableau 6.7. Différentiel des pressions entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques sur la lixiviation des nitrates pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.....	202
Tableau 6.8. Différentiel des pressions entre éleveurs conventionnels et éleveurs biologiques sur la lixiviation des nitrates pour le terrain de Péronnas	203

Table des encadrés

Encadré 1. Agriculture biologique et lixiviation des nitrates vers les ressources en eau.....	21
Encadré 2. L'hypothèse de conventionnalisation de l'AB.....	25
Encadré 3. Repérer les éléments clés de discours technique dans les retranscriptions.....	85
Encadré 4. Facteurs complémentaires potentiellement à l'origine d'une différenciation des quantités lixiviées entre systèmes de culture biologiques et systèmes de culture conventionnels	215
Encadré 5. Des interactions entre degrés de propension à la conversion et perception de l'AB.....	218
Encadré 6. Conceptions du rendement et influence sur l'organisation des systèmes de culture.....	223

Liste des sigles

AAC	Aire d’Alimentation de Captage
AB	Agriculture Biologique
ACM	Analyse des Correspondances Multiples
AEP	Alimentation en Eau Potable
CAD	Contrat d’Agriculture Durable
CIPAN	Culture Intermédiaire Piège A Nitrates
CP	Céréales à Paille
EA	Exploitation Agricole
IFT	Indice de Fréquence des Traitements
IFTH	Indice de Fréquence des Traitements Herbicides
MAE	Mesure Agro-Environnementale
SAU	Surface Agricole Utile
SDAGE	Schéma Directeur d’Aménagement et de Gestion des Eaux
SdC	Système de Culture
SFP	Surface Fourragère Principale
SIG	Système d’Information Géographique
UGB	Unité Gros Bétail
UTH	Unité de Travail Humain
ZV	Zone vulnérable sur les AAC

Chapitre 1

Contexte de la thèse

1.1 Agriculture et qualité des eaux

1.1.1 Une pollution généralisée des eaux souterraines par les activités agricoles

Au cours de la seconde moitié du XX^e siècle ont émergé des problèmes de qualité des eaux en lien avec l'activité agricole (Hénin, 1980). Les eaux souterraines ont ainsi connu une **augmentation drastique des concentrations en nitrates et en pesticides**. Cette tendance est liée à un développement constant des surfaces en grandes cultures et à l'essor de modes de production agricole intensifs, basés sur le recours aux engrais minéraux et aux produits phytosanitaires dans la conduite des cultures (Morlon *et al.*, 1998; Souchère *et al.*, 2003). Elle débouche aujourd'hui sur une pollution généralisée des masses d'eau souterraines dans les pays développés (Kolpin *et al.*, 1998; Strebel *et al.*, 1989) et plus particulièrement en France. En 2009, 41% des masses d'eau souterraines françaises n'étaient pas en bon état chimique selon les critères de la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE) (ONEMA, 2010). En 2007, 58% des points de prélèvement du réseau de contrôle DCE enregistraient des teneurs en nitrate supérieures à 10 mg/L (SOeS, 2010). Ces teneurs dépassent le seuil de potabilité (50 mg/L de NO₃⁻) sur 9% des points de prélèvement. Les pesticides sont détectés dans les deux tiers des masses d'eaux souterraines et sur 57% des stations. Les dépassements de la valeur seuil pour la potabilité de l'eau (0,5 ug/L) concernent 4% des ouvrages prélevés.

La contamination des nappes par les nitrates et les pesticides génère des **coûts importants pour la collectivité**. La France fait ainsi partie des pays européens les plus sanctionnés par l'Union Européenne pour manquement aux obligations imposées par la Directive-Cadre sur l'Eau (Cour des comptes, 2010). Ces pollutions entraînent également des coûts associés aux opérations de traitement des eaux potables. Selon les estimations du Commissariat Général au Développement Durable (Bommelaer et Devaux, 2011), les volumes d'eaux traitées pour les nitrates et les pesticides représenteraient respectivement 10 et 45% des volumes d'eau potable prélevés. Le coût de ces traitements serait compris entre 380 à 720 M€/an. La contamination des ressources en eau potable induit également des opérations de mélanges des eaux, voire la mise en service de nouveaux ouvrages consécutive à l'abandon d'un captage trop pollué. Les pollutions d'origine agricoles par les nutriments et les produits phytosanitaires sont la principale cause de ces abandons, avec 878 captages concernés entre 1998 et 2008 (Secrétariat d'Etat chargé de la Santé, 2012). La préservation des ressources en eau potable sur le long terme constitue ainsi un enjeu majeur pour les collectivités locales.

1.1.2 « Une amélioration trop lente de la qualité des eaux »¹

A partir des années 80, les pratiques agricoles évoluent pour faire face à des enjeux environnementaux émergents, en particulier à la pollution croissante des masses d'eau souterraines. Ce changement de paradigme, souvent qualifié de **passage à une « agriculture raisonnée »**²,

¹ Ce titre est tiré d'un rapport de la Cour des Comptes (2010).

² Dans son rapport de 2000, G. Paillotin présente l'agriculture raisonnée comme une « démarche de qualité » basée sur les principes suivants :

s'appuie sur des modalités pointues d'ajustement de l'utilisation des intrants qui permettent théoriquement d'améliorer les marges à l'ha et de réduire les externalités négatives associées aux pratiques agricoles (Paillotin, 2000). Il se traduit par la diffusion d'outils d'aide à la décision permettant l'ajustement des doses, des dates et des formes d'apport d'engrais (Meynard *et al.*, 1997; Soulard, 1999). Le recours au bilan prévisionnel est aujourd'hui largement répandu, via la réalisation de plans de fumure obligatoires dans les zones Directive Nitrates. Cette remise en cause se traduit également par le développement de pratiques reposant sur une utilisation plus fine des pesticides : ces pratiques de protection raisonnée visent à moduler les traitements phytosanitaires (produits, doses, dates d'utilisation) en fonction de seuils de présence des adventices, des maladies ou des ravageurs sur les parcelles (Butault *et al.*, 2010). La diminution de l'impact environnemental associé à l'utilisation des pesticides repose également sur le développement de nouvelles matières actives moins nocives et/ou moins polluantes, comme par exemple des substances peu susceptibles d'être entraînées vers les ressources en eau souterraines.

La généralisation de ces « bonnes pratiques agricoles » n'a pas eu un impact significatif et généralisé sur les concentrations en nitrates et en pesticides dans les nappes. Les chiffres relatifs à l'évolution des concentrations en nitrates entre 1997 et 2007 font état d'une **dégradation lente mais continue de la qualité des eaux souterraines**, tandis que les eaux de surface connaissent une stagnation relative des concentrations rendue possible par la diminution des pollutions ponctuelles (SOeS, 2010). Sur la même période, les chroniques de concentration des pesticides mettent en évidence des substitutions entre produits³.

L'absence de réduction significative des concentrations en polluants n'est pas seulement le fait de l'inertie des masses d'eau souterraines⁴ ou de la dégradation lente des substances les plus rémanentes. En effet, **les chiffres relatifs aux quantités d'intrants consommées ne mettent pas en évidence une réduction significative de l'utilisation des produits incriminés**. La quantité d'azote par ha de surface fertilisable en France métropolitaine enregistre une légère baisse sur les 20 dernières années, en passant de 84 à 82 kg N/ha (chiffres de l'Union des Industries de la Fertilisation, 2013). Des pics de consommation apparaissent, en relation avec l'évolution des prix du pétrole et des productions agricoles ; ces pics mettent en évidence la réversibilité de la diminution observée et le maintien d'un raisonnement économique pour l'utilisation de ces engrais (SOeS, 2010). La consommation de pesticides enregistre quant à elle une diminution générale des quantités vendues depuis le début des années 2000 (SOeS, 2010). Cette diminution importante (-21% entre 2001 et 2008) doit néanmoins être nuancée car elle ne prend pas en compte les effets de substitution des substances par de nouvelles matières actives efficaces à plus faibles doses (Aubertot *et al.*, 2005).

- « Respecter de la meilleure façon possible la nature tout en maintenant, voire même en améliorant, la rentabilité économique des exploitations et en favorisant la qualité technologique et bien sûr sanitaire des produits ».

- « Appliquer la démarche à l'ensemble de l'exploitation et non à tel ou tel atelier ».

- « Améliorer constamment sa performance par le raisonnement des pratiques, en intégrant les innovations issues du progrès technique ».

³ Si la quantification de l'atrazine est moins fréquente depuis son interdiction en 2003, d'autres molécules herbicides comme le glyphosate ou le métolachlore présentent une augmentation des taux de quantification.

⁴ L'inertie de certaines masses d'eau peut induire un décalage temporel important entre l'utilisation des produits et la détection des pollutions, lié aux temps de transferts des polluants dans la zone non saturée et dans les nappes.

Lorsque l'on s'intéresse à l'évolution du nombre de « doses-unités »⁵, on constate une stagnation globale du recours aux pesticides. Là aussi, une forte variabilité interannuelle de la consommation est constatée : elle met en évidence des stratégies de sécurisation des rendements lorsque les cours sont élevés.

La généralisation des « bonnes pratiques agricoles », notamment dans les zones vulnérables, n'a pas permis une reconquête de la qualité de l'eau. L'impact relatif d'une amélioration partielle des pratiques existantes sur les concentrations en nitrates est confirmé par des travaux de modélisation réalisés à différentes échelles (Lam *et al.*, 2011; Thieu *et al.*, 2011). Ces travaux simulent l'évolution de l'état des ressources en eau en fonction de différents scénarios et mettent en évidence la non-atteinte des objectifs de la DCE en cas d'application généralisée des bonnes pratiques agricoles. Les tendances observées et simulées des concentrations en polluants dans les nappes plaident donc pour une remise en cause profonde des pratiques agricoles.

1.1.3 De nouveaux outils pour restaurer la qualité des eaux souterraines

Le contexte réglementaire relatif aux enjeux de qualité des eaux a connu récemment des évolutions importantes. La DCE (Directive 2000/60/CE) fixe des **objectifs ambitieux de reconquête de la qualité de l'eau** en imposant de revenir au bon état écologique des eaux et des milieux aquatiques d'ici 2015. Face à cette obligation de résultats et aux risques forts de ne pas atteindre les objectifs fixés sur une proportion élevée des masses d'eau françaises (Lefeuvre *et al.*, 2005), la Cour des Comptes (2010) pointe **l'insuffisance des « instruments de la gestion durable des eaux »**, notamment les instruments associés aux enjeux de réduction des pollutions diffuses. La Cour des Comptes met également en exergue le niveau de contractualisation faible des mesures agro-environnementales (MAE) et l'« *allocation non optimale des ressources de la politique de l'eau* », qui se traduit par une domination forte des financements associés aux actions curatives par rapport aux montants alloués aux actions préventives⁶. La mise en application de la Directive Nitrate sur les zones vulnérables a certes permis une diffusion des outils de raisonnement de la fertilisation mais est jugée insuffisante par rapport aux enjeux de reconquête de la qualité de l'eau. Derrière l'insuffisance des instruments, c'est bien les « bonnes pratiques agricoles » qui sont remises en cause : pour reconquérir la qualité de l'eau, **il ne s'agit plus seulement d'améliorer l'utilisation des intrants mais de la réduire.**

Le Grenelle de l'Environnement, initié en 2007, réaffirme la nécessité d'une diminution drastique de l'usage des intrants. A l'échelle nationale, le plan Ecophyto fixe un objectif ambitieux de diminution de 50% des fréquences de traitements en pesticides à l'horizon 2018. Afin de préserver sur le long terme la qualité des ressources utilisées pour l'alimentation en eau potable (AEP), un nouveau dispositif réglementaire est créé. La loi Grenelle 1 aboutit en 2009 à l'identification de **532 captages**

⁵ « Le NODU rapporte la quantité de chaque substance active à une dose-unité qui lui est propre et permet donc d'apprécier l'intensité du recours aux pesticides indépendamment d'éventuelles substitutions de substances actives par de nouvelles substances plus efficaces à faibles doses. Il permet ainsi une meilleure appréciation de l'évolution des pratiques agricoles ». Le NODU est mobilisé comme indicateur de référence dans le cadre du suivi Eco-Phyto.

⁶ Sur le 9^{ème} programme des Agences de l'Eau (2007-2012), les montants alloués aux actions curatives étaient 1,8 fois supérieurs aux montants alloués aux actions préventives

prioritaires⁷, pour lesquels une **Aire d’Alimentation du Captage (AAC)** est délimitée (MEDDTL et MAAPRAT, 2010a). L’AAC est définie comme l’ensemble « *des points de la surface du sol qui contribue à l’alimentation du captage* » (Vernoux *et al.*, 2007). Cette zone fait l’objet d’un plan d’action négocié localement et destiné à réduire les pollutions diffuses associées aux pratiques agricoles. Les étapes de la démarche sont présentées dans la Figure 1.1 et en annexe 2.

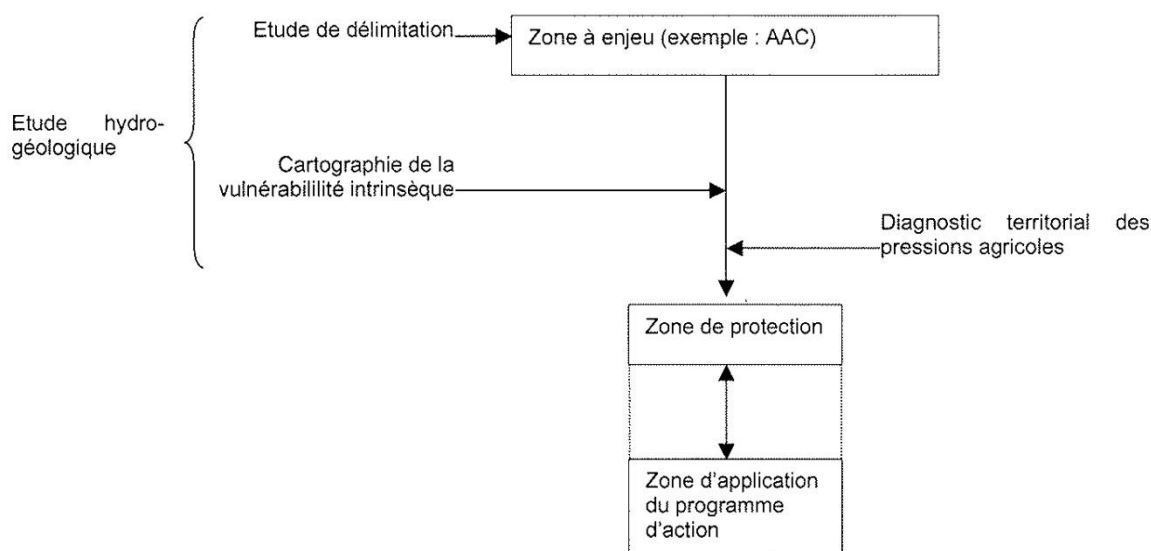


Figure 1.1. Démarche de gestion sur les AAC. La démarche se décompose en trois phases : la délimitation des zones les plus contributives pour l’alimentation du captage (étude hydrogéologique), l’identification et la spatialisation des facteurs de pression sur la zone porteuse d’enjeux environnementaux (diagnostic territorialisé des pressions agricoles) et la rédaction du plan d’action. Source : circulaire d’application du décret n°2007-882.

Par son échelle territoriale⁸, ce nouveau dispositif complète les dispositifs de zonage plus anciens. Il constitue une **échelle de gestion intermédiaire** entre les zones vulnérables de la Directive Nitrates, trop étendues pour engager des évolutions fortes des pratiques agricoles, et les périmètres de protection des captages, qui visent à réduire les risques de pollutions ponctuelles dans le voisinage immédiat des captages (Vernoux et Buchet, 2010). La démarche de gestion sur les AAC est plus ambitieuse car elle vise une restauration durable de la qualité de l’eau potable par la limitation des pollutions diffuses.

Pour atteindre cet objectif, plusieurs types de mesures peuvent être intégrés dans les programmes d’action (MEDDE et MAAF, 2013). Le premier type d’outils est basé sur des **actions contractuelles** avec les agriculteurs, et reprend le dispositif des MAE. Ces actions reposent sur une évolution

⁷ L’identification des captages prioritaires au titre du Grenelle de l’Environnement est basée sur les critères suivants : i) l’état de la ressource vis-à-vis des pollutions par les nitrates ou les pesticides ii) le caractère stratégique de la ressource au vu de la population desservie et de la substituabilité de la ressource et iii) la volonté de reconquérir certains captages abandonnés.

⁸ Près de 50% des AAC délimitées sur le territoire français ont une superficie comprise entre 400 et 4000 ha (Barataud *et al.*, 2013).

volontaire des pratiques de l'agriculteur, les pertes éventuelles de revenus étant compensées via des aides. Si ce dispositif s'intègre naturellement dans les démarches de préservation des AAC qui se veulent co-construites avec les acteurs locaux, son efficacité et la pérennité des changements de pratiques induits sont remis en cause (Barbut et Baschet, 2005). Le deuxième type de dispositif implique une **transformation plus drastique de l'occupation et de l'utilisation des sols sur les secteurs les plus vulnérables** (reforestation, mise en herbe, baux ruraux à clauses environnementales). Ces dispositifs de maîtrise foncière permettent potentiellement une préservation optimale de la ressource en eau, notamment si la forêt ou des prairies de fauche sont implantées (Benoît *et al.*, 1995). Ils présentent en revanche un inconvénient lié à l'acceptation locale du projet car ils impliquent souvent la remise en question de la vocation agricole des terres concernées⁹. Entre des mesures contractuelles jugées peu efficaces et des dispositifs de maîtrise foncière mal acceptés, **la conversion en agriculture biologique (AB) d'exploitations concernées par l'AAC constitue une troisième voie** potentiellement pertinente pour assurer la reconquête de la qualité des ressources en eau potable.

1.2 Développer l'agriculture biologique sur les AAC

Si l'AB est très majoritairement perçue comme un mode de production adapté aux enjeux de reconquête de la qualité des eaux, la conversion des terres à l'AB sur les AAC françaises reste à l'heure actuelle très limitée.

1.2.1 « L'agriculture biologique : l'alternative pour protéger l'eau durablement »¹⁰

Dans la nouvelle réglementation européenne, en vigueur depuis 2009, la définition de la production biologique¹¹ met en exergue les **bénéfices environnementaux associés à l'AB** : ce mode de production permettrait notamment la « préservation des ressources naturelles », parmi lesquelles les ressources en eau souterraines. Le Grenelle de l'Environnement a lui aussi mis en avant le rôle que pourrait jouer l'Agriculture Biologique (AB) dans la préservation des ressources en eau. L'AB est depuis considérée par les acteurs institutionnels comme un outil pertinent pour la diminution des transferts de nitrates et de pesticides vers les ressources en eau (FNAB, 2013; Vincent *et al.*, 2011).

⁹ La faisabilité de ces mesures drastiques est renforcée par l'intervention potentielle du préfet, qui a la possibilité de rendre obligatoires certaines mesures du plan d'action par décret s'il estime que les moyens mis en œuvre sont insuffisants (Décret n°2007-882 du 14 mai 2007 relatif à certaines zones soumises à contraintes environnementales).

¹⁰ L'intitulé de cette section reprend le titre d'une brochure de la FNAB (2013).

¹¹ « La production biologique est un système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-être animal et une méthode de production respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard de produits obtenus grâce à des substances et à des procédés naturels » (règlement européen N° 834/2007 du 28 juin 2007 du Conseil de l'Union européenne).

Encadré 1. Agriculture biologique et lixiviation des nitrates vers les ressources en eau

La question de la lixiviation des nitrates liée aux systèmes biologiques a fait l'objet de plusieurs méta-analyses (Hansen *et al.*, 2001; Mondelaers *et al.*, 2009; Stolze *et al.*, 2000; Tuomisto *et al.*, 2012). Ces études synthétiques mettent en évidence des quantités d'azote lixiviées réduites sur les systèmes biologiques. Ces quantités sont significativement inférieures par rapport à celles identifiées sur les systèmes conventionnels, ce que confirment les études longitudinales qui analysent l'évolution des quantités lixiviées au cours de la transition vers l'AB (Benoit *et al.*, 2005; Honisch *et al.*, 2002; Smukler *et al.*, 2008). Néanmoins, ces méta-analyses soulignent l'extrême variabilité des résultats entre études, en fonction des conditions pédologiques mais aussi des outils mobilisés pour l'évaluation. De plus, la différence entre systèmes conventionnels et biologiques n'est plus significative –et peut devenir défavorable à l'AB- lorsque la quantité d'azote lixiviée est ramenée à l'unité de production (Mondelaers *et al.*, 2009; Tuomisto *et al.*, 2012). Ce type d'indicateurs intégrant le rendement n'est pas mobilisé au cours de ce travail ; en effet, la mise en place des AAC sur des surfaces limitées justifie la priorité accordée aux enjeux de qualité de l'eau par rapport aux enjeux de production sur ces zones.

Plusieurs facteurs ont été mentionnés pour expliquer ces différences. Ces facteurs sont d'abord quantitatifs : les systèmes en AB sont en effet caractérisés par des quantités d'azote mobilisées plus faibles que dans les systèmes conventionnels, ce qui est lié aux taux de chargement généralement limités sur les systèmes d'élevage en AB mais aussi au prix des intrants (Benoit *et al.*, 2005). Malgré des rendements plus bas en AB, les surplus des bilans azotés sont mieux équilibrés, qu'ils soient calculés à l'échelle du système de culture (Hansen *et al.*, 2000a) ou de l'exploitation (Caplat, 2006; Dalgaard *et al.*, 2002; Halberg *et al.*, 1995). Ces résultats mettent en évidence une gestion plus économe de l'azote sur les exploitations en AB. Les différences relatives aux quantités lixiviées proviennent également de facteurs qualitatifs, plus particulièrement de la nature des apports azotés (Drinkwater *et al.*, 1998) et de l'utilisation plus systématique des engrais verts qui permet une meilleure couverture des sols lors des intercultures (Haas *et al.*, 2002). Certaines composantes de l'assolement peuvent également induire une diminution globale des quantités lixiviées sur les exploitations en AB : c'est le cas par exemple des surfaces en prairies, généralement plus importantes que sur les exploitations conventionnelles (Langer, 2002).

Certains travaux remettent en cause l'impact positif de l'AB sur la lixiviation des nitrates, en pointant des différences de quantités lixiviées non significatives entre systèmes conventionnels et systèmes en AB (Kristensen *et al.*, 1994; Stopes *et al.*, 2002), voire des différences favorables à certains systèmes conventionnels bien gérés (Korsaeth et Eltun, 2000; Torstensson *et al.*, 2006). Des situations ponctuelles à l'origine de processus de lixiviation intenses sont identifiées comme étant récurrentes dans les systèmes en AB (Østergaard *et al.*, 1995; Scheller et Vogtmann, 1995). C'est le cas notamment des situations de retournements de prairies ou d'enfouissement des engrais verts qui peuvent amener une minéralisation forte de l'azote du sol. Cette minéralisation est à l'origine d'une lixiviation importante si aucune culture n'est en mesure de valoriser cet excédent, ce qui est le cas notamment lors des retournements de prairies réalisés à l'automne (Benoit *et al.*, 2005). Les problèmes de désynchronisation entre la disponibilité de l'azote du sol et les besoins de la culture sont renforcés en AB par les arrière-effets associés à l'utilisation régulière des fumiers et des composts (Torstensson *et al.*, 2006). Les apports réalisés à l'automne peuvent également induire une augmentation importante des quantités lixiviées.

Grâce à l'interdiction des pesticides de synthèse dans les cahiers des charges (règlement CE n° 834/2007), les agriculteurs biologiques ne participent pas à la contamination des nappes par les matières actives les plus lixiviables. Le rôle des systèmes biologiques par rapport à la lixiviation des nitrates vers les eaux souterraines a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques qui mettent en évidence une **réduction globale des risques de lixiviation** sur ces systèmes par rapport aux systèmes

conventionnels (encadré 1). Cet impact positif est également reconnu par les pouvoirs publics. Selon le guide méthodologique des ministères en charge de la préservation de la qualité de l'eau sur les AAC (MEDDE et MAAF, 2013), la réduction des pressions est associée à des spécificités des pratiques biologiques : apports azotés/ha plus faibles, non-utilisation des engrais minéraux azotés facilement lixiviables, présence plus importante de surfaces en herbe, taux de couverture du sol plus importants, pratiques d'élevage extensives (chargement limité). Le bassin de la rivière Mangfall, qui représente 80% de l'alimentation en eau potable pour la ville de Munich (Allemagne), est souvent cité comme un exemple de réussite d'un programme de réduction des pollutions agricoles basé sur une conversion massive des exploitations concernées à l'AB (Barataud *et al.*, 2014). La conversion d'une majeure partie de l'AAC¹² a permis de réduire durablement les concentrations en nitrates (8-10 mg/L en 2010) ; les pesticides ne sont plus détectés dans les eaux captées.

Au vu des garanties certaines de l'AB par rapport à un enjeu de reconquête de la qualité des eaux, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse souhaite faire coïncider les objectifs de développement de l'AB établis lors du Grenelle de l'Environnement¹³ et les enjeux de reconquête de la qualité des eaux sur les AAC. Cette approche est d'autant plus pertinente que les surfaces agricoles sur les AAC des 210 captages prioritaires au titre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) ne représentent que 50000 ha, soit 1% de la SAU de l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée (J. Peytavin, comm.pers.). Les surfaces dans les AAC et les surfaces en AB présentent ainsi des ordres de grandeur proches, ce qui rend théoriquement possible **la concentration du développement de l'AB sur les AAC**. Cet objectif s'inscrit dans une approche globale de l'Agence, qui souhaite favoriser des actions fortes sur des territoires restreints mais stratégiques, quitte à réduire ses exigences quant à l'évolution des pratiques agricoles sur les zones les moins vulnérables. La conversion des terres situées sur les AAC présente également un avantage relatif aux coûts engagés par l'Agence de l'Eau : les actions préventives de gestion de la qualité de l'eau associées à la conversion à l'AB semblent bien moins onéreuses que les actions curatives de traitement des eaux¹⁴ (Bommelaer et Devaux, 2011; Schuchardt, 2010).

1.2.2 Des freins majeurs au développement de l'AB sur les AAC

A première vue, l'AB est une solution pertinente pour réduire la contamination des eaux souterraines par les nitrates et les pesticides, surtout si les conversions couvrent les zones les plus vulnérables de l'AAC. Pourtant, Munich reste un cas très isolé de conversion massive et localisée d'exploitations conventionnelles à l'AB. Les premiers retours d'expérience sur les AAC françaises mettent ainsi en évidence **le recours très limité à l'AB dans les plans d'action** (Barataud, 2013). Malgré une volonté

¹² Les surfaces converties à l'AB représentaient en 2010 88% de la surface totale de l'AAC (Schuchardt, 2010).

¹³ La loi n°2009-967 du 3 août 2009, de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (loi « Grenelle I ») fixait un objectif de 6% de la SAU en agriculture biologique en 2012 et de 20% en 2020.

¹⁴ Les aides à l'ha pour les conversions sont très largement inférieures aux coûts induits par la dépollution des eaux potables, estimés entre 800 et 2400 euros par ha d'agriculture conventionnelle sur les AAC et par an (Bommelaer et Devaux, 2011). De la même façon, le coût du programme de soutien à l'AB pour le bassin de la Mangfall est huit fois inférieur aux coûts éventuels d'un traitement de l'eau potable distribuée à Munich (Schuchardt, 2010).

politique réelle et une médiatisation importante, le développement de l'AB sur l'AAC de Lons-le-Saunier reste anecdotique (Barataud *et al.*, 2014). Lors de démarches collectives d'appui à la rédaction des plans d'action, Chantre *et al.* (2012) font état d'une résistance forte des agriculteurs à un scénario hypothétique de généralisation de l'AB sur les AAC. La possibilité offerte au préfet d'imposer des mesures sur les AAC est perçue comme une épée de Damoclès par la profession agricole et peut localement renforcer la résistance à l'AB. On met ici en évidence un **hiatus entre la place centrale accordée à l'AB par les pouvoirs publics dans les dispositifs actuels pour une reconquête de la qualité des eaux et la diffusion concrète de ce mode de production** en France et sur les territoires à enjeu eau.



Figure 1.2. Paysage dans le bassin de la Mangfall. Cette zone de 6800 ha assure 80% de l'alimentation en eau potable de la ville de Munich. Les systèmes de production extensifs forment un contexte très favorable au développement de l'AB (Barataud *et al.*, 2014) (Photo : Gratecap).

Si la France n'apparaît pas comme un « bon élève » en Europe en matière de préservation de la qualité des eaux, le développement actuel de l'AB sur le territoire français reste lui-aussi inférieur à celui observé dans d'autres pays européens. La France pointe ainsi au 17^e rang en ce qui concerne la part nationale des surfaces conduites en AB, avec un pourcentage de SAU limité à 3,8% en 2012 (Agence Bio, 2013). L'objectif de 6% de la SAU établi par le Grenelle de l'Environnement pour 2012 n'a pas été atteint. Seules 4,7% des exploitations françaises étaient engagées en AB. Pour expliquer ces taux de conversions encore limités, des freins de natures diverses ont pu être identifiés dans la littérature (Géniaux *et al.*, 2010; Sainte-Beuve, 2010). A l'heure actuelle, **ces freins rendent l'hypothèse d'une augmentation massive des conversions sur les AAC peu réaliste.**

Si le territoire français souffre d'un retard certain dans le développement de l'AB, cette situation semble amplifiée sur les AAC. Barataud (2013) met en évidence une **sous-représentation de l'AB sur la majeure partie des AAC délimitées**. Plus généralement, Allaire *et al.* (2013a) identifient un effet apparemment répulsif des zones vulnérables (au sens de la Directive Nitrates) sur la diffusion spatiale de l'AB. Cet effet paradoxal -**l'AB est moins présente dans les zones où l'on en a besoin**- s'explique par la nature des systèmes de production dans ces zones à enjeu eau. Les zones vulnérables sont souvent caractérisées par des systèmes en grandes cultures ou en élevage intensif peu enclins à la conversion (Allaire *et al.*, 2013a). 46% des AAC ont ainsi une dominante grandes cultures (Barataud, 2013) alors que ce secteur est sous-représenté en AB (Agence Bio, 2013). Les systèmes de production majoritaires sur les AAC françaises s'opposent aux systèmes de production très extensifs qui caractérisent le bassin de la Mangfall (Figure 1.2). Ces derniers forment un contexte très favorable à l'AB et font du cas d'école « Munich » un exemple très peu représentatif des enjeux de développement de l'AB dans les zones à enjeu eau françaises (Barataud *et al.*, 2014).

Des incompatibilités d'échelles contribuent enfin à rendre la **concentration des conversions sur les AAC peu réaliste à court terme**. En effet, de nombreux territoires d'exploitations ne sont que partiellement concernés par les AAC ; il peut être difficile de demander à un agriculteur d'engager une conversion -donc une évolution globale de son système d'exploitation- si le taux de concernement¹⁵ de son territoire d'exploitation est réduit. De même, les questions de débouchés des productions biologiques, qui contraignent souvent la conversion, ne peuvent être résolues à l'échelle de l'AAC (Petit, 2013).

1.2.3 Quelles formes d'agriculture biologique sur les AAC ?

Une fois présentés les freins qui rendent peu probable un développement massif des conversions sur les AAC à court terme, **on peut s'interroger légitimement sur les formes d'AB qui sont appelées à s'implanter sur ces zones à enjeu**. Plusieurs études mettent en effet en évidence la diversité des systèmes techniques biologiques (Guthman, 2000; Petit, 2013). Parmi ces systèmes, certains sont décrits comme étant « conventionnalisés » (encadré 2).

Des éléments de contexte propres aux AAC pourraient induire le développement d'une agriculture biologique conventionnalisée sur ces zones à enjeu eau. La dominante grandes cultures identifiée sur une majorité d'AAC pose notamment question : le passage à l'AB sur des exploitations céréalières spécialisées pourrait en effet provoquer **la généralisation de modèles de production biologique plus intensifs et potentiellement moins durables** (David, 2009). Petit (2013) remet directement en cause la possibilité d'un développement d'une agriculture biologique « canonique » en Ile de France : les systèmes de production sont actuellement trop éloignés des modèles classiques de l'exploitation biologique en polyculture-élevage. Un certain niveau de conventionnalisation des systèmes semble, en l'état actuel des choses, un passage obligé pour un essor de l'AB dans la région.

¹⁵ Le taux de concernement d'une exploitation est défini comme le rapport entre la surface de l'exploitation située sur l'AAC et la surface totale de l'exploitation (Benoit *et al.*, 1997).

Encadré 2. L'hypothèse de conventionnalisation de l'AB

L'hypothèse de conventionnalisation de l'AB apparaît dans les travaux de Buck *et al.* (1997) et est actuellement débattue dans la communauté scientifique (Darnhofer *et al.*, 2010; Lamine et Bellon, 2009a). Selon cette hypothèse, l'AB telle qu'elle se développe actuellement ne serait plus qu'une version légèrement modifiée du modèle agricole dominant conventionnel. Cette tendance générale est perçue comme une érosion des principes de l'AB et est observée à plusieurs échelles. Elle se traduit tout d'abord par un processus d'industrialisation de la production et de la transformation des produits biologiques. A l'échelle des systèmes techniques, on parle de conventionnalisation lorsque l'on constate une distance certaine entre les pratiques concrètes de l'agriculteur et les principes de l'AB tels qu'ils sont définis par l'IFOAM (2005). Des indicateurs ont été développés pour évaluer cette distance (Darnhofer *et al.*, 2010) ; leur utilisation met en évidence des degrés variés mais parfois élevés de conventionnalisation (Guthman, 2000; Oelofse *et al.*, 2011; Petit, 2013). Les systèmes concernés sont notamment caractérisés par une faible diversité des cultures dans les assolements et par le recours à des pratiques de substitution des intrants de synthèse interdits en AB.

De la même façon, la généralisation d'aides à la conversion avec des montants importants sur des zones à enjeu eau peut déboucher sur des **conversions qualifiées « d'opportunistes »**. Dans leur revue bibliographique sur la conversion, Lamine et Bellon (2009a) mettent en évidence une opposition classique dans la littérature entre des conversions idéologiques et des conversions plus pragmatiques, liées à des déterminants économiques (opportunités liées au marché ou à des aides aux montants élevés). Le développement potentiel de conversions motivées par des déterminants principalement économiques sur les AAC pourrait occasionner le recours à des systèmes techniques plus conventionnalisés.

La durabilité des systèmes biologiques conventionnalisés est actuellement remise en cause (De Wit et Verhoog, 2007). Si l'autonomie constitue l'un des principes fondamentaux des systèmes biologiques, le recours à l'utilisation de sources exogènes pour la nutrition azotée est aujourd'hui important, en particulier sur les exploitations céréalières (David, 2011). De la même façon, Hansen *et al.* (2000b) notent une spécialisation¹⁶ croissante des exploitations biologiques et mettent en évidence une lixiviation accrue dans les systèmes spécialisés par rapport à des systèmes mixtes. Bien que l'impact positif général de l'AB ne puisse être remis en cause, **les formes potentielles des systèmes biologiques** amenées à se développer sur les AAC –en particulier les formes les plus éloignées des standards de l'AB- **doivent être évaluées par rapport à l'objectif de réduction de la lixiviation des nitrates vers les ressources en eau souterraines.**

¹⁶ « Les systèmes fortement spécialisés sont définis comme des systèmes de production à faible autosuffisance, notamment en fertilisation, et où l'élevage est absent » (Hansen *et al.*, 2000b).

1.3 Présentation de la thèse

1.3.1 Objectifs généraux de la thèse

Ce travail de thèse s'appuie sur plusieurs constats :

- L'agriculture biologique est présentée comme un outil pertinent pour la reconquête de la qualité des eaux sur les AAC par les institutions en charge de la gestion de l'eau en France ;
- Le développement massif de l'AB sur les AAC est peu réaliste en l'état actuel des choses. L'AB est actuellement sous-représentée sur les AAC ; l'intégration de l'AB dans les plans d'action en cours de rédaction se heurte à des résistances importantes de la profession agricole ;
- L'efficacité des conversions par rapport à l'enjeu nitrate est potentiellement dépendante de la forme des systèmes biologiques amenés à se développer sur les AAC.

De ces constats découlent le **projet de recherche** dans lequel cette thèse s'intègre. Ce projet de recherche est intitulé « *L'agriculture biologique face à la préservation de la ressource en eau dans les aires d'alimentation de captages : adapter les pratiques agricoles et engager les acteurs dans une dynamique territoriale* » (**ABAAC**) et est financé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (RMC) et la Région Rhône-Alpes. Cette thèse a été réalisée à l'ISARA-Lyon, dans le département Agroécologie et Environnement (AGE) et l'unité de recherche Systèmes Céréaliers en Agriculture Biologique (SCAB).

Deux questions ont été établies au démarrage du projet, en partenariat avec l'Agence de l'eau :

- Quelles sont les conditions sociales, économiques et politiques qui permettraient un développement de l'AB et de ses pratiques sur une AAC pour répondre à des enjeux de qualité de l'eau ?
- Que peut-on attendre de l'adoption de pratiques issues de l'AB sur la qualité de la ressource en eau à l'échelle d'une AAC ?

Ce travail de thèse vise à mieux définir **l'opportunité réelle d'un développement de l'AB sur des zones à enjeu eau. L'objectif de la thèse est d'évaluer conjointement la faisabilité¹⁷ des conversions sur les exploitations concernées par les AAC et l'efficacité de ces conversions par rapport aux enjeux de reconquête de la qualité de l'eau.** La faisabilité est définie ici comme une proximité générale à l'AB d'une exploitation qui facilite potentiellement la conversion. Elle reste évaluée à l'échelle de l'exploitation ; les déterminants territoriaux (contexte politique local, potentiel local pour la consommation ou la transformation des productions biologiques, dynamiques d'échanges entre

¹⁷ La « faisabilité » est définie par Sebillotte comme « *l'adéquation des nouvelles façons de faire que l'agronome va proposer avec le fonctionnement des exploitations agricoles* ». (Sebillotte, 1990). On voit que l'adéquation de l'AB -qui induit une refonte globale du fonctionnement de l'exploitation agricole- avec la notion de « faisabilité » telle qu'elle est décrite ici ne va pas de soi. On précisera ultérieurement ce que l'on entend précisément par « faisabilité » dans le cadre de cette étude.

agriculteurs...) qui influent sur les dynamiques de développement de l'AB ne sont pas directement traités ici¹⁸.

Au niveau opérationnel, notre travail doit permettre à l'Agence de l'Eau de mieux orienter l'allocation de ses financements pour les AAC. Il vise également à **améliorer l'élaboration des diagnostics et des plans d'action sur les AAC, en développant des méthodologies à destination des gestionnaires locaux en charge de l'alimentation en eau potable**¹⁹. Ces gestionnaires doivent être en mesure de proposer des plans d'action plus efficaces mais aussi mieux acceptés par les agriculteurs concernés. Le rôle potentiel de l'AB dans ces plans d'action locaux doit être instruit. Pour cela, il devient intéressant pour les maîtres d'œuvres en charge de la conduite des démarches AAC d'évaluer le potentiel de développement de l'AB sur les zones à enjeu eau, en **identifiant des agriculteurs conventionnels susceptibles d'engager à moyen terme une conversion à l'AB**.

1.3.2 Vers une typologie des exploitations sur les territoires à enjeu eau

L'opportunité des conversions à l'AB sur des exploitations conventionnelles concernées par les AAC ne peut pas être instruite dans l'absolue, sans prendre en compte les spécificités des exploitations conventionnelles visées. **On part donc du postulat que l'étude de l'opportunité des conversions à l'échelle territoriale suppose nécessairement d'analyser la diversité des exploitations et/ou des agriculteurs sur la zone à enjeu eau :**

- l'impact potentiel de la conversion à l'AB varie d'une exploitation à l'autre, en fonction des niveaux de pressions sur les systèmes de culture (SdC) actuellement mobilisés par les agriculteurs conventionnels ;
- La faisabilité de la conversion varie également d'une exploitation à l'autre ; elle dépend de nombreux paramètres propres à la structure des exploitations et aux profils des agriculteurs concernés.

Pour répondre à la question posée par l'Agence de l'Eau, on choisit de s'appuyer sur **une démarche typologique à l'échelle territoriale**. La typologie devra être basée sur des critères de différenciation des exploitations agricoles adaptés aux spécificités des processus de transition vers l'AB.

L'une des spécificités fortes de ce travail réside dans sa dimension spatiale. En effet, la contribution potentielle de l'AB à la restauration de la qualité des eaux souterraines est instruite **à l'échelle territoriale de la zone à enjeu eau**. On parlera plus volontiers au cours de ce travail de « zones à enjeu eau » que d'AAC pour ne pas se limiter au périmètre hydrogéologique délimité au cours de la démarche de gestion. En effet, les liens d'interdépendances entre systèmes de culture sur le parcellaire des exploitations (Papy, 2001a) nous invitent à prendre en compte les parcelles situées hors-périmètre mais sur des territoires d'exploitations partiellement situés sur l'AAC.

¹⁸ Les déterminants territoriaux sont traités au sein d'une deuxième thèse en géographie conduite par Audrey Vincent.

¹⁹ Un diagnostic territorialisé des pressions agricoles a par ailleurs été directement réalisé dans le cadre de cette thèse. Ce diagnostic a été rédigé à la demande de la Régie de l'Eau de Bourg-en-Bresse, et concerne l'AAC de Péronnas (Ain).

Le concept polysémique de « **territoire** » sera considéré au cours de ce travail comme relevant simplement d'une « **configuration spatiale** » associée au zonage environnemental (Lévy et Lussault, 2003). Seul le territoire agricole, considéré comme un « ensemble de portions d'espace affectées à des systèmes de culture » (Benoît et Papy, 1998), est pris en compte. L'acceptation selon laquelle le territoire renverrait à un « espace approprié » par des acteurs ne peut en effet s'appliquer à l'AAC tout juste délimitée. Cet espace ne peut être tout à fait considéré comme un territoire d'action²⁰ (Papy, 1999) sans un plan d'action rédigé, reconnu et appliqué, ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui. **L'échelle territoriale** à laquelle nous ferons référence au cours de ce travail renvoie quant à elle à une échelle intermédiaire entre celle du petit bassin versant (une centaine d'ha) et celle de la région (plusieurs dizaines de milliers d'ha). On postule que cette échelle territoriale induit des problématiques et des méthodes d'analyses spécifiques, distinctes de celles mobilisées pour des études menées à l'échelle régionale ou nationale.

1.3.3 Positionnement (inter)disciplinaire de la thèse

Les questions de l'Agence de l'Eau à l'origine de ce travail nous invitent à sortir de l'approche agronomique classique qui traite des « *relations au sein de l'ensemble constitué par le peuplement végétal, le climat et le sol et soumis à l'action de l'homme en vue d'une production* » (Sebillotte, 1974). L'étude de l'opportunité d'un développement de l'AB pour améliorer la qualité des eaux nous amènent à prendre en compte i) les pressions à l'origine de la contamination des eaux souterraines par les nitrates et les pesticides et ii) les processus de transition vers l'AB. Les enjeux de la thèse induisent donc un changement de point de vue de l'agronome, caractérisé par un « **double rapprochement** » (Martin, 2009) :

- L'agronome se rapproche tout d'abord des **disciplines du milieu** (pédologie, hydrologie, écologie) en s'intéressant aux processus biophysiques qui vont influencer sur l'état de la ressource ;
- Le deuxième rapprochement s'opère vers les **sciences sociales** (sociologie, sciences de gestion, ethnologie, géographie) et vise à rendre compte des comportements humains à l'origine des pratiques polluantes et des transitions vers des modes de production plus durables.

La question de la pollution des ressources en eau par les nitrates mobilise ainsi trois systèmes interdépendants, les systèmes socio-économiques, les systèmes biotechniques et les hydrosystèmes (Benoît *et al.*, 1997). Pour étudier les interactions entre ces trois systèmes, nous mobilisons une **approche interdisciplinaire**. La parcelle ne constitue plus nécessairement l'échelle de référence pour l'analyse agronomique. Cette dernière s'insère en effet dans deux ensembles identifiés comme déterminants dans l'étude des processus de transferts des polluants et des marges de manœuvre pour l'évolution des pratiques de l'agriculteur : ces deux ensembles sont le territoire d'exploitation et l'AAC (Benoît et Papy, 1997).

Ce travail se veut ainsi situé à **l'interface entre plusieurs disciplines et plusieurs échelles spatiales de travail**. Ces interfaces sont l'objet d'une discipline scientifique en développement (Wezel *et al.*,

²⁰ « Le territoire d'action se définit, pour un ensemble organisé d'actions ayant comme objectif de produire des biens et des services, par l'usage qui est fait d'un espace délimité » (Papy, 1999).

2009). L'agroécologie est ainsi définie par Dalgaard *et al.* (2003) comme « *l'étude des interactions entre les plantes, les animaux, les humains et l'environnement au sein des systèmes agricoles* ». Ces auteurs distinguent deux courants principaux : le premier, dénommé « *hard agroecology* », traite principalement des rapports entre la production et les externalités engendrées par les systèmes agricoles sur l'environnement. Le second est appelé « *soft agroecology* » et instruit plus spécifiquement les interfaces entre les activités humaines à l'origine des systèmes de production agricoles et l'agro-écosystème. Notre thèse s'inscrit plus spécifiquement dans le second courant ; en effet, il aurait été difficile de mener de front une analyse fine i) des transferts à l'origine de la contamination des nappes et ii) des logiques d'organisation et d'évolution des systèmes agricoles. L'accent sera mis sur la diversité et la distribution spatiale de ces logiques d'organisation, sur leur impact potentiel sur les phénomènes de lixiviation et sur la faisabilité des changements de mode de production sur le territoire. L'enjeu de la thèse ne sera pas de produire un nouvel outil permettant d'évaluer ou de modéliser plus finement les processus de lixiviation à l'origine de la contamination des eaux souterraines.

Ce travail peut également être rattaché à plusieurs branches intégratives de l'agronomie, notamment l'agronomie des territoires (Lardon et Capitaine, 2008; Papy, 2001b) et l'agronomie des systèmes techniques (Aubry, 2007).

Chapitre 2

Synthèse bibliographique et problématique

On structure la synthèse bibliographique à partir de deux thématiques :

- Les méthodes d'évaluation de la contribution potentielle de l'AB via la comparaison des risques de lixiviation entre systèmes conventionnels et systèmes biologiques (section 2.1).
- L'évaluation de la faisabilité de conversions à l'AB sur des exploitations conventionnelles à l'échelle territoriale (section 2.2).

La section 2.3 portera sur les cadres théoriques et méthodologiques potentiellement mobilisables pour réaliser la typologie des exploitations sur le territoire à enjeu eau. La synthèse bibliographique sera suivie par la description de la problématique de thèse.

2.1 Méthodes pour évaluer la contribution potentielle d'un développement de l'AB sur les AAC

Plutôt que proposer une nouvelle revue bibliographique sur les risques de lixiviation des nitrates dans les systèmes biologiques (encadré 1, chapitre 1), on s'intéresse ici à la diversité des méthodes d'évaluation mobilisées et à leur pertinence dans le cadre de notre étude. Les nouveaux enjeux relatifs à la reconquête de la qualité de l'eau sur les AAC nécessitent en effet une adaptation des méthodes d'analyses comparatives de la lixiviation des nitrates²¹ entre systèmes conventionnels et systèmes biologiques. A partir d'une analyse bibliographique²² (Tableau 2.1), on identifie les limites des approches mobilisées quant à l'analyse de la contribution potentielle d'un développement de l'AB à la reconquête de la qualité de l'eau sur une AAC.

2.1.1 Des biais importants dans les études comparatives

2.1.1.1 L'échelle temporelle d'évaluation

L'échelle temporelle d'analyse de la lixiviation pose potentiellement problème. Comme l'enjeu de reconquête de la qualité des eaux sur les AAC s'inscrit dans le long terme, il est difficile d'évaluer la contribution réelle de l'AB sans **analyser les processus de lixiviation à l'échelle du système de culture**, donc sur une rotation complète. Les travaux basés sur un suivi de parcelles agricoles réalisés à grande échelle (Kristensen *et al.*, 1994; Østergaard *et al.*, 1995; Stopes *et al.*, 2002) ne remplissent pas ce critère : en effet, les mesures de la teneur en azote minéral des sols en automne ou des quantités d'azote lixiviées sont analysées à l'échelle de l'année²³.

Dans ces conditions, l'impact des différences entre systèmes biologiques et systèmes conventionnels sur le long terme est difficile à évaluer. Ces études mettent en évidence des situations spécifiques à

²¹ Du fait de l'interdiction des pesticides de synthèse dans le cahier des charges de l'AB, seules les références relatives à la lixiviation des nitrates sont prises en compte.

²² La revue bibliographique est centrée sur les systèmes en céréales et en polyculture-élevage qui constituent l'essentiel des systèmes de production identifiés sur nos terrains (cf chapitre 3). Les systèmes arboricoles ou maraîchers ne sont pas abordés.

²³ Même lorsque les données sont disponibles sur plusieurs années (Østergaard *et al.*, 1995; Stopes *et al.*, 2002), aucune démarche d'agrégation des résultats sur la rotation n'est mobilisée.

l'AB pour lesquelles les quantités lixiviées sont supérieures aux situations identifiées sur les systèmes conventionnels, notamment lors des phases de minéralisation intense induites par le retournement d'une prairie ou d'un couvert de légumineuse (Scheller et Vogtmann, 1995). Si l'identification de ces phases est importante dans une perspective de réduction des pressions associées aux systèmes biologiques, elle ne répond pas à la question de l'impact potentiel de l'AB sur le long terme car la fréquence de ces situations n'est pas analysée. L'évaluation de la contribution des conversions à la réduction des quantités d'azote lixiviées nécessite **une comparaison des pressions associées aux systèmes de culture** plutôt qu'une analyse fine de la variabilité des risques de lixiviation à court terme.

Tableau 2.1. Typologie des approches comparatives sur la lixiviation des nitrates entre systèmes biologiques et systèmes conventionnels : avantages et limites quant à l'évaluation de la contribution d'un développement de l'AB à l'échelle d'une zone à enjeu eau.

Types d'études	Références bibliographiques	Avantages	Limites
Dispositifs comparatifs expérimentaux	(Drinkwater <i>et al.</i> , 1998) (Haas <i>et al.</i> , 2002) (Korsaeth et Eltun, 2000) (Torstensson <i>et al.</i> , 2006)	- Mesures directes	- Biais potentiels de représentativité - Pas de diversité des SdC comparés
Suivis de parcelles d'agriculteurs	(Kristensen <i>et al.</i> , 1994) (Østergaard <i>et al.</i> , 1995) (Stopes <i>et al.</i> , 2002)	- Mesures directes - Pratiques réelles d'agriculteurs - Variabilité des quantités lixiviées intégrée	- Pas d'analyse à l'échelle du SdC - Pas de comparabilité des résultats, systèmes de production différents
Suivi longitudinal de parcelles converties en AB	(Benoit <i>et al.</i> , 2005) (Honisch <i>et al.</i> , 2002) (Smukler <i>et al.</i> , 2008)	- Mesures directes - SdC réels d'agriculteurs - Comparabilité des systèmes de production assurée	- Pas de diversité des SdC comparés - Etudes centrées sur la phase de conversion (pas sur le long terme)
Etudes des bilans azotés sur les exploitations	(Caplat, 2006) (Halberg <i>et al.</i> , 1995)	- Systèmes d'exploitation réels - Diversité des systèmes comparés	- Evaluation indirecte (indicateurs de pression) - Variabilité des pressions sur l'EA* non intégrée
Scénarios spatialisés de développement de l'AB	(Dalgaard <i>et al.</i> , 2002) (Thieu <i>et al.</i> , 2011)	- Extrapolation sur des zones à enjeu eau	- Evaluation indirecte (Indicateurs, modélisation) - Diversité des systèmes peu prise en compte

*EA : exploitation agricole.

Cette analyse des pressions sur le long terme est d'autant plus importante que la conversion implique potentiellement un allongement des rotations, consécutif à une diversification plus forte des cultures ou à l'introduction de légumineuses dans les rotations (Guéri, 2012). Si les résultats de certaines études comparatives expérimentales peuvent être remis en cause faute d'une profondeur de temps suffisante dans les données récoltées (Haas *et al.*, 2002), la plupart des dispositifs

expérimentaux mobilisés intègrent des mesures à moyen terme²⁴ (Drinkwater *et al.*, 1998; Korsæth et Eltun, 2000; Torstensson *et al.*, 2006).

2.1.1.2 Comparabilité des systèmes conventionnels et biologiques

Pour être représentatifs d'une conversion plausible, les systèmes intégrés dans les analyses comparatives doivent d'abord relever d'un **même système de production**. Les mesures doivent également être réalisées dans des **milieux comparables** pour centrer l'analyse sur le rôle des systèmes de culture quant aux dynamiques de lixiviation des nitrates. Les études basées sur un suivi longitudinal de parcelles en transition vers une conduite biologique sont intéressantes car elles garantissent la pertinence de la comparaison entre systèmes (Benoit *et al.*, 2005; Honisch *et al.*, 2002; Smukler *et al.*, 2008).

On remarque que de **nombreuses études ne répondent pas totalement à ces critères de comparabilité**. Les dispositifs basés sur un suivi à grande échelle de parcelles d'agriculteurs (Kristensen *et al.*, 1994; Østergaard *et al.*, 1995; Stopes *et al.*, 2002) génèrent de nombreuses confusions d'effets, ce qui rend les résultats difficilement lisibles. Les quantités moyennes d'azote lixiviées par types de parcelles (parcelles biologiques vs parcelles conventionnelles) ne sont pertinentes que si les prélèvements sont réalisés sur des parcelles équivalentes et dans des systèmes de production comparables, ce que rien ne garantit. Ces confusions d'effets potentielles sont renforcées par le déséquilibre des effectifs entre les deux types de parcelles, avec un nombre de parcelles conduites en AB très inférieur au nombre de parcelles conventionnelles. Ces problèmes de représentativité sont directement soulevés par Kristensen *et al.* (1994) : les auteurs questionnent les faibles effectifs des parcelles biologiques et la pertinence de la moyenne obtenue. Ils mentionnent également une localisation préférentielle des parcelles en AB sur des zones de percolation faible, ce qui induirait potentiellement une surestimation des pressions relatives aux systèmes biologiques²⁵.

2.1.1.3 Représentativité des systèmes conventionnels et biologiques

La question de la représentativité des systèmes soumis à la comparaison se pose nécessairement lorsque la contribution de conversions à l'AB à la restauration de la qualité des eaux doit être évaluée (Knudsen *et al.*, 2006). Les dispositifs comparatifs expérimentaux sont particulièrement visés (Drinkwater *et al.*, 1998; Haas *et al.*, 2002; Korsæth et Eltun, 2000; Torstensson *et al.*, 2006). En effet, contrairement aux études précédemment citées, **les systèmes comparés ne correspondent pas à des pratiques réelles d'agriculteurs mais à des systèmes conçus à dire d'experts**. Le « réalisme » de ces systèmes peut être remis en cause : c'est le cas par exemple lorsque le chercheur s'appuie sur les « bonnes pratiques agricoles » pour concevoir les systèmes comparés, alors que des études antérieures ont mis en évidence des différences nettes entre ces « bonnes pratiques » et les pratiques de fertilisation réelles (Cerf et Meynard, 1988). Ce choix est très fréquent, aussi bien pour

²⁴ Entre 5 et 8 ans pour les études citées.

²⁵ Au contraire, les vitesses de drainage élevées observées sur les zones occupées préférentiellement par les exploitations conventionnelles induisent une réduction des quantités d'azote mesurées dans le sol, donc une sous-estimation relative du potentiel de lixiviation pour ces systèmes.

les systèmes conventionnels²⁶ (Honisch *et al.*, 2002; Korsaaeth et Eltun, 2000; Stopes *et al.*, 2002; Torstensson *et al.*, 2006) que pour les systèmes biologiques²⁷ (Haas *et al.*, 2002; Hansen *et al.*, 2000a; Hansen *et al.*, 2000b). Cette **distance potentielle aux pratiques réelles** peut constituer un biais majeur dans les résultats obtenus. On remarque que les spécificités des systèmes comparés sont rarement argumentées par rapport à des pratiques réelles dans les travaux cités précédemment.

Cette question de la représentativité se pose plus particulièrement lorsque les systèmes de culture biologiques sont modifiés pour améliorer la comparabilité avec les systèmes conventionnels. Kirchmann et Bergström (2001) remettent ainsi en cause la pertinence des études comparatives réalisées en pointant les différences de rotation, les apports d'azote moindres et la meilleure couverture des sols dans les systèmes biologiques. Selon eux, ces différences devraient être gommées pour réaliser une comparaison « toutes choses égales par ailleurs », en centrant par exemple sur les différences d'engrais azotés entre systèmes conventionnels et biologiques (Bergström *et al.*, 2008; Torstensson *et al.*, 2006). **Ces études sont peu pertinentes car elles sous-estiment clairement la singularité des systèmes biologiques par rapport aux systèmes conventionnels.** Elles aboutissent ainsi à des systèmes biologiques peu réalistes, définis par rapport au cahier des charges et qui n'intègrent pas les modifications des pratiques observées sur les exploitations biologiques.

Les biais de représentativité des systèmes comparés sont potentiellement à l'origine de différences majeures dans les résultats obtenus. **Afin de limiter ces biais, on préfère i) centrer l'analyse sur des systèmes de culture conventionnels et biologiques réels et ii) intégrer la diversité des systèmes de culture dans l'analyse.**

2.1.2 Vers une adaptation des méthodes d'évaluation

2.1.2.1 Intégrer la diversité des systèmes de culture conventionnels et biologiques

Les quantités d'azote lixiviées identifiées dans les analyses comparatives sont caractérisées par leur forte variabilité (Stopes *et al.*, 2002; Tuomisto *et al.*, 2012). Ce constat amène plusieurs chercheurs à plaider pour une meilleure prise en compte de la diversité des systèmes de culture conventionnels et biologiques (Benoit *et al.*, 2005; Hansen *et al.*, 2000a; Meynard, 1985). Instruire cette diversité est d'autant plus important lorsque l'on traite de l'impact potentiel d'un développement de l'AB à l'échelle d'une zone à enjeu eau. En effet, **la contribution potentielle de l'AB à la reconquête de la qualité des eaux dépend des différences de pressions entre les systèmes conventionnels actuels et les systèmes « cibles » en AB.** L'impact de la conversion varie donc d'un agriculteur conventionnel à

²⁶ Les systèmes conventionnels mobilisés dans la comparaison sont souvent identifiés comme relevant de pratiques agricoles « intégrées ». On remarque notamment que la diversité des cultures en rotation est relativement importante –aucun système en monoculture n'est soumis à comparaison– et que les pratiques de couverture des sols en période d'interculture sont très souvent mobilisées. Cette représentation « idéalisée » des systèmes conventionnels est nécessairement problématique ; elle pourrait induire une sous-estimation des différences de quantités d'azote lixiviées entre systèmes biologiques et systèmes conventionnels.

²⁷ Les auteurs parlent de « *well-managed organic farming systems* ».

l'autre, voire d'une parcelle à l'autre sur le territoire d'exploitation. Il évolue également en fonction des systèmes biologiques mobilisés après la conversion.

La diversité des systèmes conventionnels et biologiques n'est pas prise en compte dans les études expérimentales comparatives (Meynard, 2009). Les dispositifs expérimentaux sont lourds et ne permettent pas de multiplier les suivis chez les agriculteurs (Tableau 2.1). S'ils aident à mieux comprendre les processus de lixiviation, ces dispositifs sont peu pertinents lorsqu'il s'agit d'évaluer l'impact potentiel d'un développement des conversions sur une AAC. Les résultats, très dépendants des conditions pédologiques et des systèmes suivis, ne peuvent être extrapolés sur l'ensemble de la zone à enjeu eau.

Les travaux basés sur le calcul des bilans azotés sont plus intéressants car ils permettent de multiplier les observations sur un grand nombre d'exploitations (Caplat, 2006; Halberg *et al.*, 1995). Néanmoins, le calcul du bilan apparent est réalisé sur l'ensemble de la structure et ne donne qu'une valeur moyenne de surplus sur le territoire d'exploitation. La variabilité et la distribution spatiale des pressions sur les différents ilots du territoire d'exploitation n'ont à notre connaissance pas été directement analysées, ce qui pose problème. En effet, certains territoires d'exploitations comprennent à la fois des ilots situés sur et en dehors des secteurs vulnérables.

2.1.2.2 Méthodes d'évaluation de scénarios de développement de l'AB

Les travaux proposant une évaluation spatialisée de l'impact de scénarios de conversions à l'AB sur les risques de lixiviation des nitrates à l'échelle d'un territoire sont rares et n'intègrent que partiellement la diversité des systèmes. Dans leur étude visant à modéliser l'impact d'un développement exhaustif de l'AB sur de grands bassins régionaux, Thieu *et al.* (2011) fixent la concentration des eaux lixiviées vers la zone sous-racinaire à 3-6 mgN/L/ha/an sous l'ensemble des parcelles biologiques. Le scénario produit dans cette étude pose problème pour évaluer l'impact potentiel d'un développement de l'AB sur une AAC : si une valeur moyenne est potentiellement pertinente à l'échelle régionale, **la variabilité et la distribution spatiale des quantités lixiviées doivent être prises en compte sur une zone à enjeu eau plus réduite**. Des travaux de modélisation mettent ainsi en évidence des variations des concentrations des eaux en nitrate en fonction de la localisation de cultures « sources » sur un bassin versant (Beaujouan *et al.*, 2001).

Pour évaluer la diminution du surplus azoté moyen permise par les conversions à l'AB sur une zone à enjeu eau, Dalgaard *et al.* (2002) mobilisent des valeurs moyennes de bilans azotés calculés à l'échelle de l'exploitation par types de systèmes de production. Cette approche ne tient pas compte de la variabilité potentielle des pressions en fonction des parcelles sur un même territoire d'exploitation. De plus, elle postule que la variabilité des pressions entre exploitations dépend avant tout des systèmes de production ; **la variabilité des pressions liées à des différences de pratiques entre agriculteurs n'est pas intégrée**. Avant de mobiliser une typologie des systèmes de production pour spatialiser l'évolution des pressions en cas de développement de l'AB, il semble important d'analyser la pertinence d'une telle typologie par rapport à la variabilité des pressions actuelles sur les exploitations conventionnelles.

2.1.2.3 Outils pour évaluer la contribution d'un développement de l'AB sur une AAC

Pour étudier la contribution d'un développement de l'AB à la restauration de la qualité des eaux sur une AAC, **l'analyse doit prendre en compte la diversité et la distribution spatiale des systèmes de culture** actuellement mobilisés par les agriculteurs conventionnels. La diversité des systèmes de culture biologiques « cibles » doit également être intégrée. Pour améliorer la comparabilité avec les systèmes de culture conventionnels, on mobilise en priorité les systèmes de culture en AB déjà présents sur le territoire. En augmentant le nombre de systèmes soumis à l'évaluation, on améliore la représentativité de l'analyse et on offre une réponse plus nuancée aux décideurs tentés de mobiliser l'AB comme solution sur des AAC touchées par des concentrations élevées en nitrates.

Les méthodes proposées dans la bibliographie présentent toutes des limites importantes pour analyser la diversité et la distribution spatiale des systèmes de culture sur les zones à enjeu eau (Tableau 2.1). Les méthodes basées sur des mesures directes sont lourdes et ne peuvent pas être mobilisées sur un nombre de sites trop important. De la même façon, le recours à des modèles couplés simulant les flux d'eau et de polluants de la parcelle vers les ressources en eau souterraines se heurte à des difficultés relatives à l'implémentation de la diversité des systèmes dans le modèle (Durand, 2004). Ces difficultés sont d'autant plus importantes lorsque les systèmes intégrés dans le modèle sont très variés. La modélisation des systèmes biologiques pose problème car plusieurs dynamiques propres à ces systèmes sont mal connues²⁸.

Plutôt que d'analyser de manière exhaustive les processus de contamination des eaux souterraines, il semble ici plus opportun de restreindre l'analyse aux pressions, c'est-à-dire à l'ensemble des caractéristiques des systèmes de culture susceptibles de jouer un rôle sur le transfert des polluants par lixiviation vers la zone sous-racinaire. Les **indicateurs de pression** présentent ainsi plusieurs avantages pour analyser la contribution d'un développement de l'AB à l'échelle d'une AAC. Ces outils souples permettent de multiplier les systèmes de culture soumis à l'évaluation, et donc d'améliorer la représentativité de l'analyse comparative. Les indicateurs de pression permettent également de centrer l'analyse sur les déterminants propres aux systèmes de culture, sans que les variations des risques associées aux différences de milieux ou de climat n'interfèrent dans l'évaluation. Contrairement aux travaux basés sur les bilans azotés calculés à l'échelle de l'exploitation, **les indicateurs devront être construits à l'échelle du système de culture** pour prendre en compte la variabilité spatiale des pressions sur les parcelles des territoires d'exploitation.

L'analyse de la variabilité et de la distribution spatiale des pressions ne doit pas être perçue comme une fin en soi pour évaluer la contribution d'un développement de l'AB sur une AAC. Elle doit aboutir à l'élaboration d'une typologie des systèmes de culture permettant la mise en place raisonnée de sites de mesures et d'une phase de modélisation spatialisée s'appuyant sur les résultats expérimentaux obtenus (Benoit *et al.*, 2005). Notre travail de thèse s'arrête à la première phase.

²⁸ On pense notamment à la fixation symbiotique de l'azote par les légumineuses, qui constitue souvent une source d'apports azotés majeure dans les systèmes de culture biologiques.

De la synthèse bibliographique relative aux travaux comparatifs sur la lixiviation des nitrates entre systèmes conventionnels et biologiques, nous concluons les points suivants :

- La synthèse met en évidence des biais importants des méthodes d'évaluation. Ces biais (non-comparabilité, non-représentativité, diversité des systèmes de culture insuffisamment prise en compte) remettent en cause la pertinence de l'évaluation de la contribution potentielle de l'AB à la restauration de la qualité de l'eau sur les AAC.
- Pour améliorer la représentativité et la diversité des systèmes comparés, nous nous appuierons sur des indicateurs qui nous permettront de mesurer et de spatialiser la variabilité des pressions à l'échelle des zones à enjeu eau.

2.2 Envisager des conversions à l'AB sur des exploitations conventionnelles à l'échelle d'un territoire

2.2.1 Définir le potentiel de développement de l'AB sur un territoire

2.2.1.1 Scénarios spatialisés de développement de l'AB

Les travaux de modélisation spatialisés reposant sur un développement de l'AB sont rares. La création de scénarios prospectifs incluant des conversions se heurte à deux difficultés principales :

- simuler un développement réaliste de l'AB en sélectionnant les exploitations les plus susceptibles de se convertir ;
- simuler des modalités réalistes de transition des systèmes techniques sur les exploitations concernées par une hypothétique conversion.

Plusieurs études évaluent des scénarios spatialisés de développement de l'AB par rapport à des enjeux de qualité de l'eau sur les nitrates et/ou les pesticides. Thieu *et al.* (2011) ont recours à un scénario idéalisé de développement de l'AB à l'échelle de trois grands bassins versants régionaux en simulant une conversion massive de l'ensemble des terres agricoles concernées. Delmotte *et al.* (2013) simulent un développement partiel (20% des terres en AB) ou exhaustif à l'échelle de la Camargue. Enfin, Dalgaard *et al.* (2002) évaluent l'impact sur le bilan azoté de plusieurs scénarios de conversion à l'échelle d'une zone à enjeu eau plus restreinte. Les deux premiers scénarios produits sont différenciés en fonction des systèmes de production des exploitations (exploitations laitières vs exploitations porcines en conversion) ; le troisième simule un développement des conversions concentré sur le secteur le plus vulnérable.

Dans ces trois études, **le réalisme des scénarios produits est limité**. Si la question des modalités de conversion à l'échelle des exploitations est souvent traitée, la question relative aux exploitations susceptibles de se convertir n'est pas toujours abordée puisque la plupart des scénarios envisagent un développement spatialement exhaustif de l'AB sur les zones à enjeu. Les scénarios basés sur un développement partiel de l'AB sur la zone à enjeu souffrent également d'un manque de réalisme. Dans l'étude de Delmotte (2011), les surfaces concernées par la conversion sont identifiées grâce à des simulations bio-économiques visant à maximiser la valeur de la production agricole à l'échelle régionale. Dalgaard *et al.* (2002) simulent des conversions par types de systèmes de production sur les exploitations.

Face aux limites relatives aux scénarios de développement de l'AB identifiés dans la littérature, on choisit d'approfondir la question du potentiel de développement de l'AB **en identifiant sur le territoire les exploitations les plus susceptibles de se convertir à moyen terme**. L'emprise spatiale de ces conversions plausibles sera analysée. En revanche, la question des modalités de conversion ne sera pas abordée dans ce travail. On ne cherchera donc pas à produire des scénarios de développement de l'AB sur les AAC.

2.2.1.2 Analyser les dynamiques de conversion à l'AB

Afin d'identifier les exploitations les plus susceptibles de se convertir à moyen terme sur un territoire, on s'intéresse aux études relatives aux dynamiques de conversion à l'AB. On distingue deux types d'études : les premières sont réalisées à des échelles larges (régionale ou nationale) et portent sur les déterminants économiques à l'origine de la distribution des exploitations biologiques. Les secondes traitent des déterminants individuels à l'origine de la décision de se convertir ou non à l'AB.

Les analyses relatives à la distribution des exploitations biologiques dans l'espace mettent en évidence **la différenciation des potentiels régionaux de développement de l'AB** (Sutherland *et al.*, 2012). Les facteurs à l'origine d'une concentration régionale des exploitations en AB (« hotspots ») sont nombreux (Allaire *et al.*, 2013b; Frederiksen et Langer, 2004; Ilbery et Maye, 2011). Ces études conduites à l'échelle nationale font ressortir le rôle de l'accès aux débouchés et aux marchés, de la structuration des filières biologiques et des politiques locales d'incitations à la conversion. La distribution des systèmes de production et des variables environnementales joue également sur les dynamiques spatialisées de développement de l'AB. Gabriel *et al.* (2009) mettent ainsi en évidence la localisation préférentielle des exploitations en AB dans des milieux présentant de faibles potentiels agricoles. Dans ces zones, l'opportunité économique de la conversion est plus grande car elle implique une diminution des rendements plus limitée. A contrario sont identifiées des « déserts » de l'AB (« coldspots »), en particulier dans les grandes régions céréalières. Néanmoins, certains auteurs remarquent le maintien de systèmes conventionnels sur des exploitations ou des territoires a priori favorables au développement de l'AB (Allaire *et al.*, 2013b; Darnhofer *et al.*, 2005; Läpple, 2012). La viabilité économique de la conversion, considérée comme un élément incontournable pour impulser un développement de l'AB, ne serait qu'un élément nécessaire mais non suffisant au passage en AB sur une exploitation.

Ces facteurs à l'origine d'une distribution spatiale non aléatoire des exploitations en AB sont principalement étudiés à des échelles régionales voire nationales (Petit, 2013). D'autres déterminants apparaissent lorsque les dynamiques de développement de l'AB sont étudiées à l'échelle des exploitations. Les études relatives à la décision de conversion (ou de non-conversion) à l'AB chez des agriculteurs biologiques et conventionnels mettent en avant la place prépondérante des **déterminants individuels liés à l'exploitant, plus particulièrement à ses valeurs et à sa perception de l'AB** (Darnhofer *et al.*, 2005; Fairweather, 1999). Les déterminants associés à la faisabilité d'un développement de l'AB sur l'exploitation sont secondaires. Ces études mettent notamment en évidence l'existence d'agriculteurs conventionnels « engagés » chez lesquels la conversion en AB n'est jamais envisagée, et cela même si la structure de l'exploitation est propice.

Conformément à ces résultats, nous optons pour une analyse centrée sur les acteurs pour évaluer l'emprise potentielle de l'AB à l'échelle d'un territoire (Renting *et al.*, 2009). On se place ici dans une hypothèse de rationalité limitée des agriculteurs²⁹ (Sebillotte et Soler, 1990; Simon, 1957). Cette approche s'oppose clairement aux travaux incluant des scénarios de développement de l'AB, qui

²⁹ Selon l'hypothèse de rationalité limitée, « le décideur ne recherche pas la meilleure solution, mais une solution qui lui paraît satisfaisante à un moment donné, compte tenu des informations dont il dispose » (Sebillotte et Soler, 1990). Cette hypothèse s'oppose à une représentation économique du comportement de l'acteur, basée sur la maximisation d'une fonction d'utilité. Cette dernière n'est pas pertinente lorsque l'on se place dans une perspective d'aide à la décision à l'échelle d'un territoire.

reposent sur une vision plus déterministe de la décision de conversion³⁰, dépendante des structures et des systèmes de production sur les exploitations (Wilson, 2008). **Plutôt que de parler de « faisabilité » des conversions, on traite ici de la propension des agriculteurs à convertir leur exploitation en AB.** Là où la faisabilité correspond à une adéquation entre le changement proposé et le fonctionnement actuel de l'exploitation, la propension est définie ici comme une tendance naturelle d'un agriculteur à faire évoluer ses pratiques vers des systèmes agricoles plus durables. Afin d'intégrer les déterminants individuels à la décision de conversion, on s'oriente vers **une typologie des agriculteurs plutôt que vers une typologie structurelle des exploitations** (Brossier et Petit, 1977; Landais, 1996). En se basant sur la diversité des profils d'agriculteurs sur les zones à enjeu eau, on souhaite évaluer de manière plus réaliste le potentiel de développement de l'AB à moyen terme.

2.2.2 Les trajectoires vers l'AB, des objets complexes

Afin d'identifier des marqueurs d'une propension de l'agriculteur à convertir son exploitation à l'AB, on s'appuie sur les analyses des trajectoires de transition vers l'AB. Ces études réalisées *a posteriori* chez les agriculteurs biologiques mettent en évidence une diversité forte des déterminants à l'origine de la conversion et des processus de transition. La pertinence des modalités d'évaluation d'une proximité entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques sera évaluée à l'aune de ces travaux.

2.2.2.1 L'étude des transitions vers l'AB

En réaction aux études sociologiques basées sur l'analyse des motivations et des processus de décision à l'origine de la conversion, des travaux récents se sont penchés sur les trajectoires d'exploitation aboutissant à la conversion en AB (Bonnaud *et al.*, 2000; Lamine, 2011; Lamine et Bellon, 2009a). L'enjeu n'est plus seulement d'étudier le « pourquoi » de la conversion mais aussi le « comment », via une « *démarche compréhensive visant à retracer la complexité des facteurs et des antécédents ayant conduit les agriculteurs là où ils en sont aujourd'hui* » (Lamine *et al.*, 2009). Au lieu de traiter uniquement de la phase de conversion administrative, ces travaux étudient les processus de transition vers l'AB *a posteriori* et sur le long terme, en partant du postulat que les déterminants à l'origine de la conversion et les changements de pratiques associés pouvaient être antérieurs à la période de conversion administrative. Les trajectoires sont conçues comme des **objets d'étude multidimensionnels** : les changements analysés sont systémiques et portent à la fois sur les pratiques, sur les conceptions et les valeurs de l'agriculteur, mais aussi sur ses relations avec son environnement social et professionnel.

Ces approches sont résolument pluridisciplinaires et **couplent des méthodes sociologiques et agronomiques** (Lamine, 2011). L'analyse sociologique repose sur une étude qualitative des transitions via des récits de vie d'exploitants. Elle vise à identifier des événements qui délimitent des phases de cohérence sur l'exploitation ; les déclencheurs, motivations et facteurs favorisant à l'origine de ces points nodaux dans la trajectoire sont analysés (Lamine *et al.*, 2009; Moulin *et al.*,

³⁰ « (...) *This is not so much farm structural characteristics in and of themselves that are decisive, but that they are mediated by farmers' perceptions and values. (...) The decision tree thus counters a deterministic view of farmer decision making which assumes that structural factors determine farmers' behaviour* » (Darnhofer *et al.*, 2005).

2008; Wilson, 2008). Les phases de cohérence sont caractérisées via une analyse agronomique qui met en évidence les transitions relatives aux systèmes techniques de l'exploitant. Le cadre ESR (Efficiency-Substitution-Redesign) développé par MacRae *et al.* (1990) est souvent mobilisé pour qualifier ces changements de pratiques³¹ (Lamine, 2011).

Si notre travail, qui vise à une évaluation *ex-ante* de la propension d'un agriculteur à se convertir à l'AB, diffère fondamentalement de l'analyse *a posteriori* des trajectoires d'exploitation, **on mobilise les principaux enseignements de ces travaux pour préciser ce que l'on entend par proximité à l'AB.** Dans la mesure où l'on cherche à évaluer la propension d'un agriculteur à se convertir à moyen terme (et non dans l'immédiat), cette approche est pertinente.

2.2.2.2 Des trajectoires d'exploitations diversifiées

L'étude des transitions vers l'AB met en évidence la diversité des trajectoires d'exploitations ainsi qu'une intrication forte entre les déterminants à l'origine de la conversion et la forme de la transition. La transition vers l'AB décrite dans les récits de vie des agriculteurs résulte d'un ensemble complexe de déterminants. Ces déterminants relèvent de motivations personnelles³² mais aussi d'événements ponctuels³³ qui déclenchent la dynamique de conversion (Lamine *et al.*, 2009). Plus les déterminants mentionnés par l'agriculteur sont nombreux et différenciés, plus la transition est susceptible d'être robuste (Lamine, 2011).

Les formes prises par la transition sont elles aussi diversifiées. Plusieurs études présentent ainsi des typologies des trajectoires vers l'AB (Bonnaud *et al.*, 2000; Lamine, 2011; Merot *et al.*, 2012). Deux critères principaux de différenciation des trajectoires sont identifiés. **L'ancienneté de la transition** permet de distinguer des transitions progressives, caractérisées par une rupture avec l'agriculture conventionnelle très antérieure à la phase administrative de conversion, et des conversions directes, avec un laps de temps court entre le moment où la conversion à l'AB est envisagée et le début de la phase administrative (Lamine, 2011). Ces dernières sont souvent associées à des opportunités économiques.

Plusieurs degrés d'évolution des systèmes techniques sont également mis en évidence : la distance initiale aux systèmes biologiques et l'amplitude des changements induits par la conversion peuvent varier d'une exploitation à l'autre. Le cadre ESR est mobilisé pour évaluer l'intensité des changements : sont généralement distinguées des transitions s'arrêtant à la phase de substitution des intrants et des transitions plus complètes incluant une reconception forte du système technique (Lamine, 2011; Merot *et al.*, 2012). Des liens entre ancienneté et intensité des transitions sont mis en évidence : les transitions directes sont souvent associées à la mise en place de pratiques relevant

³¹ Trois phases sont distinguées dans les processus de transition vers des modes de production plus durables : la première repose sur une amélioration de l'utilisation des intrants (efficience), la seconde sur un remplacement de certains intrants par des pratiques moins néfastes pour l'environnement (substitution) et la dernière sur une refonte complète du système technique (reconception).

³² Parmi ces motivations personnelles, les auteurs recensent notamment des motivations environnementales ou économiques, une volonté de rupture par rapport au système conventionnel, ou une volonté de changer l'organisation du travail sur l'exploitation.

³³ Sont identifiés des problèmes de santé, des accidents liés à la manipulation des pesticides ou encore une crise sanitaire.

d'une substitution des intrants, tandis que les transitions progressives aboutissent plus fréquemment à une reconception des systèmes techniques.

2.2.3 Proximités à l'AB et propension à la conversion

On identifie deux types d'approches pour analyser la propension d'un agriculteur à convertir son exploitation en AB. Les études en sciences sociales reposent sur l'analyse comparative des perceptions et des valeurs entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques. Les travaux en agronomie s'appuient quant à eux sur une caractérisation de la distance entre les systèmes techniques biologiques et conventionnels. On mobilise les principaux enseignements des analyses *a posteriori* des trajectoires vers l'AB pour i) évaluer la pertinence de ces approches et ii) proposer, si besoin, un nouveau cadre d'analyse de la propension d'un agriculteur à la conversion.

2.2.3.1 Proximité des attitudes et des valeurs

L'AB est un mode de production associé à des valeurs spécifiques (IFOAM, 2005). Il est donc logique de s'intéresser aux attitudes et aux valeurs propres aux agriculteurs biologiques. Si les études en sciences sociales sur l'AB traitent souvent des motivations à la conversion, certains travaux intègrent les exploitants conventionnels et permettent une comparaison entre les valeurs, les attitudes et les perceptions des deux types d'exploitants. Cette comparaison peut être quantitative et porter sur des échantillons larges, construits à l'échelle nationale (Koesling *et al.*, 2008; Läpple, 2012; McCann *et al.*, 1997; Rigby *et al.*, 2001). En dégagant les éléments de profils et les valeurs exprimées propres aux agriculteurs biologiques, les auteurs souhaitent notamment identifier des exploitants conventionnels susceptibles de se convertir (Läpple et Kelley, 2013). La pertinence d'une telle analyse est remise en cause à l'échelle territoriale : en effet, les résultats dépendent fortement des systèmes de production et de la zone à laquelle on s'intéresse (McCann *et al.*, 1997). De même, les spécificités des profils d'agriculteurs biologiques par rapport à des agriculteurs conventionnels sont susceptibles d'évoluer - voire de s'estomper - parallèlement à la diffusion de l'AB (Padel, 2001; Rigby *et al.*, 2001).

Des analyses comparatives qualitatives sur les déterminants à l'origine des décisions de conversion ont également été menées sur des échantillons plus restreints. En utilisant un arbre de décision, Fairweather (1999) et Darnhofer *et al.* (2005) mettent en évidence une **diversité des profils d'exploitants conventionnels quant à leur perception de l'AB** et des distances variables aux valeurs identifiées chez les exploitants biologiques. Ces auteurs distinguent ainsi des agriculteurs conventionnels « engagés »³⁴, des agriculteurs conventionnels « pragmatiques » qui présentent un potentiel certain de conversion à moyen terme, et des agriculteurs non certifiés mais caractérisés par des valeurs proches de l'AB. Ce gradient peut être mobilisé comme un critère de proximité à l'AB³⁵.

³⁴ Ces agriculteurs n'envisagent pas la conversion et se déclarent opposés à l'AB. Ces exploitants nient la faisabilité de ce mode de production et rejettent l'idée selon laquelle les pratiques biologiques présenteraient un quelconque intérêt en matière de préservation de l'environnement.

³⁵ Ce type d'analyse qualitative des perceptions fait d'ailleurs l'objet de déclinaisons opérationnelles visant à évaluer le potentiel de développement de l'AB à l'échelle de territoires à enjeu eau. On peut citer ici le projet « Bio et Eau » mis en place en Rhône-Alpes depuis 2010, et piloté par CORABIO, la Chambre d'Agriculture Rhône-Alpes et par COOP de France.

Plusieurs éléments nous invitent à questionner la pertinence de ces approches pour évaluer la propension des agriculteurs conventionnels à convertir leur exploitation. En effet, l'analyse des trajectoires vers l'AB a mis en évidence l'importance d'**événements déclencheurs ponctuels** -donc difficiles à prévoir- à l'origine de la conversion. La distance entre les valeurs de l'agriculteur conventionnel et les valeurs de l'AB est susceptible d'évoluer rapidement en fonction de ces événements. Plus fondamentalement, **ces approches centrées sur les valeurs exprimées n'intègrent pas la question de la proximité entre le système technique avant conversion et les systèmes en AB** (Lamine et Bellon, 2009a). Sutherland (2011) remarque ainsi que les agriculteurs se déclarant comme étant proches de l'AB ne développent pas nécessairement de connaissances spécifiques sur les techniques alternatives propres aux systèmes à bas intrants³⁶. L'intégration de critères relatifs à la proximité technique semble nécessaire pour valider le discours de l'agriculteur et évaluer sa propension à la conversion.

2.2.3.2 Proximité technique à l'AB

Les travaux portant sur les trajectoires d'exploitations vers l'AB mentionnent tous une distance variable des pratiques conventionnelles antérieures aux pratiques mobilisées en AB. Pourtant, **peu d'études se sont intéressées explicitement à l'importance *a priori* de cette distance**. La question de la proximité technique à l'AB sur des exploitations conventionnelles a été abordée par Petit (2013), qui propose une méthode d'analyse de l'ampleur du saut technique à réaliser sur des exploitations conventionnelles pour adopter des pratiques biologiques. L'ampleur de ce saut est mesurée grâce à une grille d'évaluation de la proximité à l'AB : cette grille repose sur des pratiques biologiques « types » établies grâce à la littérature ou à dires d'experts. L'importance du saut technique est résumée grâce à une note qui agrège les différentes composantes de la proximité technique (assolement, rotations et pratiques culturales).

L'évaluation de la distance à l'AB repose ici sur une approche normative déjà mobilisée pour tester l'hypothèse de conventionnalisation des systèmes techniques en AB (Guthman, 2000; Oelofse *et al.*, 2011). **L'approche est dite « normative » car elle s'appuie sur ce que devrait être l'AB, sur des principes, pour mesurer les différences de pratiques**. Dans les deux études précédemment citées, les systèmes de notation et les indicateurs qui permettent de hiérarchiser les systèmes biologiques sont conçus à partir des éléments constitutifs des agro-écosystèmes durables identifiés par Altieri (1995)³⁷. Ces approches normatives sont intéressantes car elles permettent d'évaluer une proximité technique générale des systèmes techniques à l'AB, et ainsi de comparer les distances entre agriculteurs conventionnels et biologiques sur des terrains différents (Oelofse *et al.*, 2011).

La pertinence de ces approches normatives est remise en cause lorsque l'on s'intéresse à la proximité technique d'exploitations conventionnelles à l'échelle d'un territoire. En effet, ces travaux n'intègrent pas nécessairement les spécificités locales des pratiques en AB (Lamine et Bellon, 2009a).

³⁶ Parmi les « techniques alternatives » mentionnées par l'auteure, on retrouve notamment le recours à des engrais verts et la réduction des taux de chargement sur l'exploitation.

³⁷ Altieri (1995) distingue quatre grandes composantes pour un système technique durable : i) le recours à des pratiques de couverture des sols et à des techniques sans labour ii) l'amélioration de la vie du sol par l'intégration régulière de matière organique iii) l'optimisation du recyclage des nutriments via le recours à des rotations diversifiées, à des systèmes mixtes en polyculture-élevage, à des engrais verts ou à des systèmes agro-forestiers et iv) le contrôle des ravageurs et des maladies par une manipulation de la biodiversité et par des méthodes de lutte biologique.

Plus fondamentalement, la diversité potentielle des conduites sur les exploitations biologiques d'un territoire n'est pas intégrée dans l'analyse (Darnhofer *et al.*, 2010; Guthman, 2000). Pour évaluer la propension des agriculteurs à convertir leur exploitation sur la zone à enjeu eau, il convient de ne pas se limiter aux pratiques biologiques « idéales » mais plutôt **d'identifier différents critères de proximité technique en fonction de la variabilité observée des pratiques sur les exploitations biologiques du territoire**. Aucune méthode directe d'évaluation des proximités techniques entre les exploitations conventionnelles et les exploitations biologiques d'un même territoire n'a à notre connaissance été proposée.

Les modalités d'évaluation précises de la proximité technique à l'AB sont elles aussi sujettes à caution dans les études précédemment citées. Tout d'abord, la note finale résulte d'une addition de notes relatives à l'assolement et à certains itinéraires techniques ; les interactions entre les différentes composantes du système technique de l'agriculteur ne sont pas prises en compte. Ensuite, l'évaluation de la distance à l'AB repose en grande partie sur l'absence ou la présence de techniques considérées comme propres à l'AB. Nous considérons au contraire que **la proximité technique à l'AB ne peut se résumer à la proximité des techniques** mobilisées par les exploitants, car aucune culture ou technique prise isolément (désherbage mécanique, compostage...) ne peut être considérée comme spécifique à l'AB. Ces techniques peuvent être utilisées par des agriculteurs conventionnels avec des objectifs différents³⁸. Enfin, le fait que certaines transitions vers l'AB reposent sur une évolution brutale du système technique nous amène à relativiser la pertinence des critères de proximité des techniques pour évaluer la propension de l'agriculteur à se convertir.

2.2.3.3 Des conversions impossibles à prédire ?

Les trajectoires de transition vers l'AB se caractérisent par une intrication forte entre les motivations des agriculteurs, des facteurs déclencheurs ponctuels et des degrés variés de changement des pratiques (Lamine, 2011). Face à la pluralité des processus en jeu et des motivations à l'origine du changement, **il semble impossible d'identifier a priori les exploitations concernées par une conversion à moyen terme**. Malgré cela, doit-on en conclure que tous les exploitants conventionnels ont une chance égale de se convertir à l'AB ?

S'il n'existe aucun marqueur absolu d'une conversion prochaine, on considère que la propension des agriculteurs à se convertir varie d'un exploitant à l'autre et peut faire l'objet d'une analyse typologique. **La progressivité des changements techniques constitue, malgré l'existence de transitions en rupture, un bon marqueur pour évaluer la propension d'un agriculteur à se convertir**. Ces trajectoires progressives vers l'AB semblent en effet plus fréquentes (Chantre *et al.*, 2010; Lamine et Bellon, 2009b). Wilson (2008) met en évidence une probabilité limitée des processus de rupture dans la conduite de l'exploitation (*path dependency*), liée à des effets de verrouillage. Les trajectoires progressives vers des systèmes agricoles durables sont plus robustes, moins sujettes à un revirement de l'agriculteur quant aux changements techniques opérés lors de la transition (Lamine, 2011). Au contraire, les transitions en rupture sont plus réversibles. A l'heure où les incertitudes relatives aux sorties de l'AB demeurent (Läpple, 2012; Madelrieux et Alavoine-Mornas, 2013), on

³⁸ Si le binage constitue d'abord une technique de désherbage sur les exploitations en AB, ce n'est pas nécessairement le cas chez les agriculteurs conventionnels. Certains mobilisent ainsi cette technique pour enfouir les engrais minéraux et optimiser leur utilisation par la plante cultivée.

peut penser que la proximité technique est un marqueur intéressant pour évaluer un potentiel de conversion à moyen terme sur une exploitation.

Plus fondamentalement, les ruptures brutales identifiées dans les systèmes techniques en cours de conversion peuvent masquer des antécédents plus anciens chez l'agriculteur. Lamine (2011) cite ainsi le cas d'une conversion marquée par une rupture technique brutale, avec le passage d'un système intensif à une diversification forte des productions. **L'étude de la trajectoire d'exploitation révèle des antécédents préalables à l'évolution des pratiques chez l'agriculteur.** L'auteure note ainsi l'émergence ancienne chez cet exploitant d'une remise en question des pratiques conventionnelles et d'un intérêt pour les techniques alternatives. Cet exemple d'une « continuité paradoxale » des objectifs de l'agriculteur nous montre l'intérêt de ne pas se limiter à une analyse des techniques. Cette continuité propre à l'identité de l'agriculteur a été identifiée par plusieurs auteurs : Moulin *et al.* (2008) parlent ainsi d'« invariants » dans la gestion de l'agriculteur, tandis que Wilson (2008) mentionne une « mémoire des systèmes » dans les trajectoires d'exploitation (*systems memory*). Ces invariants doivent être analysés pour évaluer la propension d'un agriculteur à convertir son exploitation en AB.

2.2.3.4 Evaluer la propension à la conversion via les conceptions à l'origine des pratiques

Face aux limites identifiées dans les études relatives à la proximité des perceptions ou des techniques, **on choisit d'analyser les conceptions³⁹ à l'origine des pratiques pour évaluer la propension d'un agriculteur conventionnel à se convertir à l'AB.** Selon Bonnaud *et al.*, (2000), ces conceptions sont prépondérantes dans la transition vers l'AB : *« L'importance a priori de cet « écart de pratiques » n'implique pas systématiquement une plus ou moins grande difficulté à conduire la conversion. La manière dont les agriculteurs abordent l'adoption de pratiques biologiques dépend aussi de la façon dont ils concevaient et maîtrisaient leurs pratiques lorsqu'ils étaient en conventionnel »*. Plus que la présence de techniques identifiées comme « typiques » de l'AB, on considère que la spécificité des exploitations en AB relève d'une organisation générale des pratiques à l'échelle de l'exploitation et des éléments de cohérence entre ces pratiques et les conceptions de l'exploitant (Darnhofer *et al.*, 2010)

Les études mettent en évidence l'importance de critères de différenciation qui renvoient à la fois à la gestion technique de l'exploitant et à sa vision du métier. Lamine *et al.* (2009) identifient ainsi plusieurs éléments à l'origine d'une différenciation forte des systèmes techniques entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques (ou ayant adopté d'autres modes de production à bas intrants). Les auteurs mentionnent par exemple une transformation du rapport au risque de l'agriculteur et des échelles de raisonnement, avec l'adoption d'une gestion sur le long terme. Les conceptions relatives à ce que doit être un « bon agriculteur » (**conceptions de l'excellence professionnelle**) sont également susceptibles d'être différentes entre les agriculteurs biologiques et les agriculteurs conventionnels, comme le montre l'importance variable de la propreté des champs entre les deux types d'exploitants (Fairweather, 1999). De la même façon, si le rendement est un critère d'excellence professionnelle prépondérant chez les exploitants conventionnels, d'autres critères apparaissent dans les systèmes biologiques (Lamine, 2011). L'enjeu de ce travail est

³⁹ Ces conceptions seront définies ultérieurement.

d'identifier la diversité des paradigmes à l'origine des pratiques chez les agriculteurs conventionnels et de tester la proximité de ces paradigmes à ceux identifiées chez les agriculteurs biologiques. **On fait l'hypothèse que certains exploitants conventionnels ont des visions du métier concordantes avec les impératifs de l'AB** et que ces conceptions spécifiques leur confèrent une propension à se convertir à l'AB.

On choisit de mobiliser une analyse compréhensive des pratiques pour définir différents degrés dans la propension des agriculteurs conventionnels à se convertir à l'AB sur une zone à enjeu eau.

Les déterminants territoriaux susceptibles d'impulser ou de limiter le développement de l'AB sur les zones à enjeu eau (dynamique collective entre agriculteurs, filières dédiées à la valorisation des produits en AB, incitations locales à la conversion) ne seront pas traités directement dans ce travail.

De la synthèse bibliographique sur les voies d'évaluation *ex-ante* de la faisabilité de conversions à l'AB sur des exploitations conventionnelles à l'échelle territoriale, nous retenons les points suivants :

- Les travaux présentant des scénarios spatialisés de développement de l'AB n'intègrent pas les déterminants individuels de la conversion. Ces déterminants sont pourtant prépondérants dans la décision de conversion. Pour traiter du potentiel de développement de l'AB à l'échelle d'une zone à enjeu eau, on s'oriente vers une analyse typologique de la propension des agriculteurs conventionnels à se convertir à l'AB.
- Les trajectoires d'exploitation vers l'AB sont complexes. Les travaux sur ces trajectoires mettent en évidence une intrication forte entre les déterminants à l'origine de la conversion et les types de transitions techniques. Ils montrent que la propension de l'agriculteur à se convertir ne se limite pas nécessairement à une proximité des valeurs déclarées ou des techniques mobilisées à celles identifiées chez les agriculteurs biologiques.
- Si les conversions semblent impossibles à prédire, la propension d'un agriculteur à la conversion peut être analysée. Pour identifier différents degrés de propension, on se base sur une analyse compréhensive des pratiques d'agriculteurs et des conceptions à l'origine des systèmes techniques de l'exploitant. Les études mettent en effet en évidence une spécificité de ces conceptions chez les agriculteurs biologiques.

2.3 Comprendre les pratiques des agriculteurs

Pour traiter de l'opportunité des conversions sur la zone à enjeu eau, on choisit de s'intéresser aux pratiques qui forment les systèmes de culture sur les territoires d'exploitation. Les cadres théoriques permettant une analyse compréhensive de ces pratiques sont identifiés et leur pertinence est discutée relativement aux objectifs de la thèse.

2.3.1 Analyser les « raisons de faire » à l'origine des systèmes de culture

2.3.1.1 Les systèmes de culture à l'interface entre impacts et décisions de l'agriculteur

Afin d'analyser l'opportunité d'un développement de l'AB sur une zone à enjeu eau, la typologie des agriculteurs produite devra permettre i) d'identifier les déterminants à l'origine des pratiques à risques sur les AAC en fonction des profils d'agriculteurs et ii) d'étudier les propensions des exploitants à se convertir à moyen terme en AB. Pour parvenir à construire une typologie à finalités multiples, **on mobilise un concept à l'interface entre les effets des pratiques agricoles sur le milieu et les décisions à l'origine de ces pratiques** (Gras *et al.*, 1989). Le **système de culture** est défini comme « *l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique* » (Sebillotte, 1990). Le système de culture associe les cultures, les modalités de succession de ces cultures sur les parcelles et des itinéraires techniques pour chaque culture. Ces itinéraires techniques sont définis comme des « *combinaisons logiques et ordonnées de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée* » (Sebillotte, 1974). L'étude des systèmes de culture implique de prendre en compte les liens entre les actes techniques à différents niveaux (Meynard *et al.*, 2001).

Le concept de système de culture est situé à l'interface entre plusieurs branches de l'agronomie en tant que discipline (Papy, 2008; Sebillotte, 1990). Il constitue tout d'abord l'échelle privilégiée pour évaluer les pratiques de l'agriculteur par rapport à des objectifs de productivité ou d'efficience. Ce premier « point de vue » sur les systèmes de culture ne nous intéresse pas directement ici car l'enjeu principal de notre travail consiste bien en une restauration de la qualité des eaux souterraines sur les AAC. Le deuxième point de vue relève justement de l'impact des pratiques agricoles sur le milieu, en particulier sur les ressources en eau souterraines ; **le système de culture constitue ainsi l'échelle privilégiée pour l'évaluation de ces pressions** et pour l'élaboration des solutions permettant de limiter la lixiviation des polluants vers la zone sous-racinaire (Martin et Meynard, 1997; Sebillotte et Meynard, 1990). La variabilité et la distribution des pressions associées aux systèmes de culture à l'échelle d'un territoire ou d'une région ont fait l'objet de nombreux travaux de modélisation (Kersebaum *et al.*, 2003; Klöcking *et al.*, 2003; Ledoux *et al.*, 2007; Mignolet *et al.*, 2007; Morari *et al.*, 2004). Ces travaux de modélisation souffrent néanmoins de limites importantes quant à la prise en compte de l'« effet agriculteur » (Sebillotte, 1990) et de ses influences sur la variabilité réelle des

pressions à l'échelle du territoire considéré⁴⁰ (Biarnès *et al.*, 2009; Faivre *et al.*, 2004; Leenhardt *et al.*, 2010).

Le dernier point de vue sur le système de culture s'intéresse à sa construction par l'exploitant. Le système de culture devient un **système piloté par l'agriculteur**, fruit de ses raisonnements et d'une planification des pratiques. Il est nécessaire de **faire dialoguer ces différents points de vue sur les systèmes de culture**, en analysant notamment la façon dont la diversité des raisonnements à l'origine de ces systèmes influence la variabilité des pressions sur les zones à enjeu.

L'approche territorialisée nécessite de dépasser l'analyse simple des modalités de construction du système de culture sur une parcelle isolée. **L'organisation spatiale des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation** doit être instruite afin d'analyser la distribution de ces systèmes à l'échelle de la zone à enjeu eau. Les raisonnements sur l'assolement à l'origine de la différenciation spatiale des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation devront être intégrés au même titre que les raisonnements relatifs à l'organisation des successions culturales et des itinéraires techniques (Maxime *et al.*, 1995; Papy, 1999).

2.3.1.2 Processus de décision et conceptions : plusieurs regards sur les pratiques d'agriculteurs

Cette section reprend les principaux éléments de la revue bibliographique relative aux modèles agronomiques pour l'étude des pratiques proposée par Mathieu (2004). L'intérêt et les limites de ces modèles dans le cadre de notre analyse seront discutés ultérieurement (section 2.3.2).

Les pratiques d'agriculteurs comme objet de recherche

La variété des solutions agronomiques identifiées sur des exploitations structurellement proches et le constat des déficiences relatives aux outils d'aide à la décision ont amené les agronomes à s'intéresser aux « **façons de faire** » des agriculteurs dans une perspective d'amélioration du conseil aux exploitants (Papy, 1994). Les pratiques des agriculteurs, définies par Landais *et al.* (1988) comme « *la manière dont les techniques sont concrètement mises en œuvre dans le contexte de l'exploitation, mais aussi dans celui d'une société locale* », deviennent un objet de recherche à part entière, dont on analyse à la fois les résultats, les modalités d'organisation et les déterminants. Contrairement aux techniques qui peuvent être décrites indépendamment de leur mobilisation par l'agriculteur, les pratiques sont profondément liées à l'exploitant, aux contraintes propres à son exploitation et à ses objectifs. Ce sont ces déterminants, en particulier les **déterminants liés au profil de l'agriculteur**, qui nous intéressent ici.

On souhaite en effet comparer les profils d'agriculteurs conventionnels et biologiques afin d'identifier chez les premiers des propensions à se convertir à l'AB. Néanmoins, les objectifs et motivations propres à l'agriculteur ne sont pas toujours explicités lors des entretiens et ne sont donc pas aisément identifiables, au contraire des pratiques que l'on peut facilement observer (Landais *et al.*, 1988). **Les pratiques sont ainsi mobilisées comme des descripteurs**, des indicateurs

⁴⁰ La variabilité et la distribution spatiale des pressions associées aux systèmes de culture fait l'objet de l'article reproduit dans ce manuscrit et intégré au chapitre 5. Le lecteur pourra s'y référer pour plus de détails sur les travaux de modélisation spatialisée des systèmes de culture et sur leurs limites pour le diagnostic à l'échelle d'une AAC.

pour saisir les objectifs qui les sous-tendent et pour mieux comprendre le fonctionnement de l'exploitation et le projet de l'agriculteur (Mathieu, 2004). L'étude de la diversité des systèmes de pratiques et de leur cohérence sur les exploitations a abouti à l'élaboration de typologies de fonctionnement (Cristofini, 1986).

Dans sa revue bibliographique, Mathieu (2004) pointe les limites d'une telle démarche. La caractérisation des objectifs de l'agriculteur via une observation simple des pratiques dépend de la faculté de l'enquêteur à identifier les cohérences dans le système et peut difficilement faire l'objet d'une validation. Afin d'approfondir l'étude des déterminants des pratiques, l'angle d'analyse se déplace des pratiques vers les processus de décision (Sebillotte et Soler, 1990) et les conceptions à l'origine des pratiques (Darré, 2004a).

Modélisation des processus de décision à l'origine des pratiques

Les processus de décision sont les « moteurs des pratiques », des cheminements conduisant à des choix réalisés par l'agriculteur en vue d'un objectif défini (Papy, 1994; Sebillotte et Soler, 1990). S'intéresser à ces processus de décision, c'est postuler que les systèmes techniques résultent d'une planification préalable des pratiques et que le comportement de l'exploitant procède d'un caractère intentionnel. Cette planification combine plusieurs niveaux de décision sur l'exploitation agricole⁴¹ (Aubry, 2007).

Si le plan d'action de l'agriculteur relève d'un savoir implicite, il peut être formalisé par l'enquête sous la forme d'un modèle de comportement. Ce « **modèle d'action** » est constitué *i)* d'objectifs généraux *ii)* d'un programme prévisionnel qui définit des états objectifs intermédiaires à atteindre et des indicateurs permettant de prendre les décisions et *iii)* d'un corps de règles de décision conçu pour parvenir au déroulement souhaité ou pour mettre en place des solutions de rechange (Mathieu, 2004). L'explicitation de ce corps de règles passe par une confrontation systématique entre les descriptions des décisions fournies par l'agriculteur et les pratiques réalisées. Le chercheur peut également mobiliser lors de l'enquête des scénarios permettant à l'agriculteur d'énoncer ses stratégies de rechange (Cerf *et al.*, 1990). Au final, ce modèle d'action n'est validé que par sa capacité à reconstituer les pratiques réalisées de l'agriculteur (Aubry *et al.*, 1998b).

Les déclinaisons des modèles d'action pour l'analyse des décisions à l'origine des pratiques sont multiples et concernent les systèmes de culture (Aubry *et al.*, 1998a; Martin *et al.*, 1998) et les systèmes d'élevage (Coléno, 1999; Hubert, 1991; Hubert *et al.*, 1993). Les différentes composantes des systèmes de culture ont fait l'objet de ces formalisations, que ce soit l'organisation de l'assolement sur l'exploitation (Joannon *et al.*, 2006; Maxime *et al.*, 1995) ou les itinéraires techniques (Aubry, 1995; Aubry *et al.*, 1998b; Cerf et Sebillotte, 1997; Joannon, 2004). Il est intéressant ici de constater que **les objectifs diffèrent souvent en fonction des systèmes étudiés**. Les travaux sur les systèmes de culture visent principalement à identifier des marges de manœuvre⁴² pour modifier certaines pratiques ou envisager l'adoption de techniques innovantes sur

⁴¹ Les décisions *stratégiques* engagent l'exploitation sur le long terme, les décisions *tactiques* se font à l'échelle des cycles de production et de leur enchaînement, tandis que les décisions *opérationnelles* concernent des pas de temps courts. L'analyse des décisions techniques concerne les deux derniers niveaux.

⁴² « Par 'marge de manœuvre' – que nous pouvons qualifier d'agricoles –, nous entendons la capacité de mise en œuvre de modifications des pratiques compatibles avec la disponibilité des facteurs de production de l'exploitation, cette disponibilité étant évaluée à partir des règles d'utilisation que se fixent les agriculteurs » (Martin *et al.*, 2006).

l'exploitation. Au contraire, les études sur les systèmes d'élevage aboutissent généralement à la caractérisation de la diversité des stratégies entre agriculteurs.

Conceptions à l'origine des pratiques

Les difficultés d'adoption et d'utilisation des outils d'aide à la décision, constatées notamment par Cerf et Meynard (1988), ont mis en évidence des malentendus entre agriculteurs et agronomes. Ces malentendus seraient liés à des différences de points de vue sur les objets techniques et sont à l'origine d'un nouveau paradigme dans la recherche agronomique, centré sur l'étude des conceptions des agriculteurs (Mathieu *et al.*, 2004). Les conceptions sont définies comme « *des façons de concevoir les choses qui commandent et justifient, à leurs propres yeux, les actes d'un individu ou d'un ensemble d'individus* » (Darré, 2004a). Ces auteurs considèrent que **le système de pensée de l'agriculteur constitue un objet d'analyse à part entière**, et que les pratiques découlent de ces conceptions. L'intégration des conceptions relatives aux pratiques des agriculteurs vise à améliorer le conseil aux agriculteurs et les outils d'aide à la décision.

L'identification des conceptions à l'origine des pratiques repose sur **l'étude du discours de l'exploitant sur ses pratiques** (Compagnone *et al.*, 2013). Le système de pensée de l'agriculteur, bien qu'implicite et non systématisé, peut-être énoncé via une exploration des formes de connaissances à l'origine des pratiques (Darré, 2004b). A l'inverse, les modalités concrètes d'organisation des systèmes techniques ne sont plus au centre de l'analyse : l'agronome ne s'intéresse pas directement au message délivré par l'agriculteur mais aux mots employés pour l'énoncer (Mathieu et Joannon, 2003).

Dans cette approche, les conceptions mises au jour par l'analyse discursive et compréhensive des pratiques sont considérées comme les **déterminants du comportement des agriculteurs**. L'analyse de la diversité de ces conceptions constitue potentiellement une entrée prometteuse pour l'élaboration d'une typologie de profils d'agriculteurs.

2.3.2 Intérêts et limites des cadres d'analyse compréhensive des pratiques pour la démarche typologique

Après avoir présenté deux des principaux cadres d'analyse des déterminants à l'origine des pratiques, on étudie plus spécifiquement leurs applications et la façon dont ils pourraient répondre aux enjeux de la thèse (Tableau 2.2).

2.3.2.1 Diversité des conceptions à l'origine des pratiques

On considère que l'analyse de la diversité des conceptions à l'origine des pratiques constitue une entrée pertinente pour étudier l'opportunité des conversions à l'AB sur une zone à enjeu eau. **La propension des exploitants conventionnels à la conversion est instruite via la proximité de leurs conceptions à celles identifiées chez les agriculteurs biologiques**. Plusieurs études mettent en évidence des différences de conceptions entre agriculteurs biologiques et agriculteurs conventionnels, que ce soit sur la vision du métier ou sur des enjeux techniques plus spécifiques comme les pratiques de travail du sol (Compagnone *et al.*, 2013; Lémery, 2003). On souhaite ici caractériser les spécificités des conceptions à l'origine des pratiques chez les agriculteurs biologiques

et identifier ensuite des éléments de proximité à ces conceptions chez certains exploitants conventionnels. **On fait l'hypothèse que la diversité des conceptions entre agriculteurs nous permettra également d'identifier des profils d'exploitants à risque** par rapport aux dynamiques de lixiviation des nitrates et des pesticides vers les ressources en eau souterraines. Plusieurs études ont permis par exemple de dégager des cohérences entre la façon dont les agriculteurs conçoivent les engrais et la façon dont ils les utilisent (Dockès, 1994; Nesme *et al.*, 2006; Nesme *et al.*, 2011).

Tableau 2.2. Adaptation des modèles conceptuels d'analyse compréhensive des pratiques d'agriculteurs pour l'étude de l'opportunité des conversions à l'AB sur une zone à enjeu eau.

Modèles conceptuels	Modèles d'action	Systèmes de pratiques	Conceptions	Logiques pratiques
Références	(Aubry, 1995; Aubry <i>et al.</i> , 1998b; Cerf et Sebillotte, 1997; Joannon, 2004)	(Gibon, 1999; Girard, 2006; Girard <i>et al.</i> , 2001; Girard <i>et al.</i> , 2008; Nesme <i>et al.</i> , 2006)	(Compagnone <i>et al.</i> , 2013; Dockès, 1994; Lémery, 2003; Mathieu et Joannon, 2003)	(Soulard, 1999, 2005)
Analyse systémique des pratiques à l'échelle de l'exploitation agricole	X	X		
Analyse de l'organisation des systèmes de culture à l'échelle du territoire d'EA	(X) ¹	(X) ³		(X)
Formalisation de la diversité des pratiques à l'échelle territoriale (typologie)	(X) ¹	X		
Analyse directe du discours pour étudier les conceptions à l'origine des pratiques			X	X
Evaluation des pratiques par rapport à des enjeux environnementaux	X ²	(X)		(X)

X : modèle conceptuel adapté à ce type d'analyse.

(X) : modèle conceptuel partiellement adapté, sans que des études exhaustives n'aient été réalisées sur la question.

1. La lourdeur de la représentation de l'ensemble des décisions à l'origine des systèmes de culture limite i) l'analyse exhaustive de ces systèmes sur le territoire d'exploitation et ii) le recours à des échantillons d'agriculteurs trop importants.
2. Les modèles d'action sont parfois associés à des modules permettant l'évaluation des pratiques par rapport à des enjeux environnementaux spécifiques (Chatelin *et al.*, 2005; Joannon *et al.*, 2005b).
3. A notre connaissance, les systèmes de culture n'ont jamais fait l'objet d'une analyse typologique située à l'échelle d'un territoire. Ces travaux portent principalement sur les systèmes d'élevage extensifs. Les pratiques en arboriculture ont également été traitées (Nesme *et al.*, 2006).

Si l'analyse du discours des exploitants permet de dégager la diversité des conceptions relatives aux pratiques dans l'échantillon, elle présente néanmoins **plusieurs limites importantes** (Tableau 2.2). Tout d'abord, la méthode d'analyse qualitative du discours de l'agriculteur par rapport à ses pratiques rend difficile l'élaboration d'une typologie formalisée des profils d'exploitants. On remarque ensuite que les travaux centrés sur les conceptions portent souvent sur une composante isolée du système technique, comme par exemple le travail du sol (Compagnone *et al.*, 2013) ou les

pratiques d'utilisation des engrais de ferme (Dockès, 1994). On cherchera au contraire à identifier les cohérences des conceptions relatives à l'organisation des systèmes de culture et à leur coordination sur le territoire d'exploitation.

2.3.2.2 Accéder aux conceptions à l'origine des pratiques via une analyse des règles de décision

Les limites des modèles d'action pour l'analyse typologique

L'analyse des modèles d'action relatifs à l'organisation des systèmes de culture apparaît peu compatible avec l'élaboration de la typologie voulue, cela pour plusieurs raisons (Tableau 2.2). Tout d'abord, **la lourdeur du dispositif d'enquête** aboutissant à la représentation des règles de décision et à la validation du modèle constitue un défaut rédhibitoire. Les échantillons d'agriculteurs concernés par ces travaux sont souvent très limités, avec une population enquêtée inférieure à 10 exploitants (Aubry, 1995; Cerf et Sebillotte, 1997; Coléno, 1999; Hubert *et al.*, 1993). Dans ces conditions, l'analyse de la diversité des systèmes de culture à l'échelle d'un territoire de plusieurs milliers d'ha est difficile. Si l'on excepte les travaux d'A. Joannon (Joannon *et al.*, 2005a; Joannon *et al.*, 2006), peu d'études basées sur les modèles d'action ont ainsi été réalisées à l'échelle d'un territoire. La lourdeur du dispositif induit également une analyse non-exhaustive des décisions à l'origine des systèmes de culture (Laurent *et al.*, 2003). Cette **représentation partielle, centrée sur une culture ou sur une période spécifique** (Aubry, 1995; Cerf et Sebillotte, 1997), pose problème lorsqu'il s'agit d'analyser la cohérence des décisions de l'agriculteur sur l'exploitation. Elle peut expliquer le fait que le niveau supérieur de décisions, désigné sous le terme d'objectifs de l'exploitant, soit rarement identifié dans ces travaux. Pour terminer, le discours de l'exploitant ne fait pas l'objet d'une analyse spécifique ; ces modèles n'intègrent pas explicitement les conceptions des agriculteurs par rapport aux enjeux techniques.

Les règles de décision comme indicateurs de la diversité des conceptions

Si le recours aux modèles d'action se heurte à d'importantes limitations, l'analyse des règles de décision à l'origine des pratiques reste un cadre d'analyse pertinent pour l'élaboration de la typologie. Certains travaux font ressortir une variabilité des règles de décision entre exploitants que l'on peut expliquer par des différences de points de vue sur l'organisation des pratiques. En analysant conjointement les discours sur les actions et les modes de justification de l'agriculteur, Cerf et Sebillotte (1997) propose **une « approche cognitive » des décisions** à l'origine des systèmes de culture. Le modèle d'action est mobilisé pour identifier les questions jugées par l'agriculteur comme étant importantes dans sa conduite technique (Cerf et Sebillotte, 1997; Hubert *et al.*, 1993). Ces travaux mettent en évidence une cohérence entre les informations mobilisées comme indicateurs dans la conduite, les modalités d'action et les objectifs techniques. Cette cohérence diffère d'un exploitant à l'autre. Selon Cerf et Sebillotte (1997), ces différences de représentation entre agriculteurs sont « essentielles » et devraient faire l'objet de typologies afin d'adapter le conseil aux agriculteurs. A notre connaissance, **aucune méthode typologique formalisée ne traite de cette variabilité des processus de décision et des conceptions associées à l'origine des systèmes de culture.**

On s'oriente ainsi vers une approche alternative des processus de décision : l'enjeu n'est plus de construire une représentation du système décisionnel capable de simuler les pratiques, mais

d'utiliser la variabilité des règles de décision comme un indicateur de la diversité des conceptions des agriculteurs. Ce lien entre règles de décision à l'origine des systèmes techniques et conceptions est explicitement analysé dans les travaux de modélisation des systèmes d'élevage extensifs (Hubert *et al.*, 1993). Ces travaux sont basés sur l'identification des « décisions remarquables » à partir desquelles les chercheurs peuvent identifier des cohérences sur l'ensemble du système technique et dégager les conceptions à l'origine des pratiques. Pour produire notre typologie des profils d'agriculteurs, on s'oriente ainsi vers une analyse sélective des règles de décision à l'origine de l'organisation et de la coordination des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation.

2.3.2.3 Des typologies à l'interface entre pratiques et conceptions

On propose pour compléter cette synthèse bibliographique une revue des études typologiques basées sur une hybridation entre une analyse agronomique des raisonnements à l'origine des pratiques et une analyse sociologique de la diversité des points de vue sur les objets techniques. L'enjeu de ces travaux est de dégager la diversité des « stratégies » ou des « logiques pratiques » entre agriculteurs.

L'étude des systèmes de pratiques pour produire des typologies situées des stratégies de production

Des études typologiques sont basées sur l'identification de **stratégies d'agriculteurs** à partir d'une analyse **des systèmes de pratiques** (Cristofini, 1986; Landais *et al.*, 1988). Ces stratégies d'agriculteurs sont définies par Hubert *et al.* (1993) : « *Nous traduisons ainsi, en termes de stratégie de l'agriculteur, notre perception de la finalité qui donne son sens à l'agrégation de ses différents actes techniques et à la façon dont il mobilise les ressources qui sont à sa disposition et dont il organise son propre travail* ». La diversité des stratégies entre agriculteurs a surtout été étudiée sur les systèmes d'élevage extensifs, avec une attention particulière portée aux logiques d'organisation spatiale des pratiques de pâturage (Gibon, 1999; Girard, 2006; Girard *et al.*, 2001; Girard *et al.*, 2008). A notre connaissance, aucune étude n'a traitée des combinaisons de pratiques relatives à l'organisation des systèmes de culture et à leur coordination sur les territoires d'exploitation (Tableau 2.2).

Contrairement aux analyses qualitatives centrées sur le discours des agriculteurs, les travaux récents sur les combinaisons de pratiques proposent un **cadre méthodologique formalisé** pour la description de la diversité des stratégies entre agriculteurs d'un même territoire (Landais, 1996). Ces méthodes permettent la création d'une typologie « située », c'est-à-dire adaptée à la problématique de l'étude et au territoire (Girard, 2006). Chaque type est caractérisé par un agencement de pratiques spécifique que l'on identifie grâce à une analyse multivariée. Ces analyses permettent de formaliser de manière quantitative les différents types de stratégies et de classer automatiquement les agriculteurs par rapport aux types dégagés (Girard *et al.*, 2008; Nesme *et al.*, 2006).

Ici, la finalité du système technique est inférée *a posteriori* par le chercheur à partir de l'étude de la combinaison des pratiques et des raisonnements associés. Contrairement aux études centrées sur les conceptions d'agriculteurs, le discours de l'exploitant n'est pas directement analysé (Tableau 2.2). Si la description des types produits peut mettre en évidence des différences de conceptions entre agriculteurs, **ces différences de points de vue ne sont pas explicitement mobilisées pour produire l'analyse typologique.** Afin de limiter ce biais associé à la reconstitution *a posteriori* des stratégies

réalisées, le choix des critères de diversité des pratiques à partir desquels sont construits les types doit faire l'objet d'une attention particulière. Ce choix relève généralement du chercheur et ne fait pas nécessairement l'objet d'une procédure formalisée (Landais, 1996). Pour lever cette difficulté, des études plus récentes ont recours à un collège d'experts et à une démarche collective de construction de la typologie (Girard, 2006; Girard *et al.*, 2008). La question de la **représentativité des critères de diversité** choisis par rapport à l'hétérogénéité des conceptions des agriculteurs reste malgré tout posée.

L'étude des logiques pratiques

L'interface entre pratiques, règles de décision à l'origine des pratiques et conceptions de l'agriculteur est explicitement traitée via le concept de **logiques pratiques** (Soulard, 1999, 2005). L'auteur définit ainsi ces logiques pratiques comme « *un ensemble de jugements sur les choses, produits d'un ensemble d'interactions entre des conceptions et des actions, dont on cherche à décrire le degré de cohérence à travers un système d'argumentations, essentiellement accessibles par l'intermédiaire du discours* ». En analysant conjointement les décisions à l'origine des pratiques et le discours associé, l'auteur distingue différentes logiques d'utilisation de zones inondables par les agriculteurs et met en évidence les liens entre ces logiques d'utilisation et la variété des points de vue sur ces parcelles spécifiques.

Cette **approche hybride de la conduite technique de l'agriculteur**, traitant conjointement des décisions et des conceptions à l'origine de ces décisions, correspond bien au type d'approche que l'on souhaite mobiliser pour analyser l'opportunité des conversions sur les exploitations concernées par les zones à enjeu eau. Néanmoins, **peu de travaux ont porté sur ces méta-raisonnements**, ce qui rend nécessaire un **approfondissement de leur description et des méthodologies afférentes**. Les travaux précédents ne présentent en effet qu'une approche sectorielle des systèmes de culture, centrée sur les pratiques de fertilisation⁴³ (Soulard, 1999, 2005).

Si ces travaux visent à caractériser la diversité des logiques pratiques entre agriculteurs, l'analyse typologique des profils d'exploitants n'est pas formalisée et reste uniquement qualitative (Tableau 2.2). Il conviendrait d'approfondir les méthodes d'analyse de ces logiques pratiques afin de **disposer d'un cadre précis et reproductible pour produire des typologies à l'échelle des territoires**. On remarque enfin que la question de l'évaluation de ces logiques pratiques par rapport à des enjeux environnementaux est peu instruite (Chantre *et al.*, 2010).

⁴³ Dans son analyse de la diversité des « logiques d'action professionnelles », Cardona (2012) élargit les pratiques analysées à l'ensemble des composantes du système de culture mais limite sa description des logiques pratiques à l'identification de techniques considérées comme « typiques ». Cette méthode simple d'identification des techniques est également utilisée par Chantre *et al.* (2010) pour caractériser les phases de cohérence agronomique dans des trajectoires de changement de pratiques. Ces méthodes d'analyse, inspirées des « niveaux des ruptures » identifiés lors de l'étude Ecophyto 2018 (Butault *et al.*, 2010), n'intègrent pas les raisonnements et les conceptions à l'origine des pratiques et sont considérées ici comme trop frustres pour être utilisées dans l'élaboration de la typologie d'agriculteurs.

2.3.2.4 Vers une méthode typologique innovante

Afin d'analyser l'opportunité des conversions sur les exploitations concernées par les zones à enjeu eau, on s'oriente vers **une méthode d'analyse des méta-raisonnements à l'origine des pratiques**. Les prérequis de cette méthode sont les suivants (Tableau 2.2) :

- elle devra permettre l'analyse de la diversité des conceptions entre agriculteurs via l'étude conjointe du discours et des règles de décision à l'origine des pratiques ;
- elle devra traiter des logiques d'organisation des systèmes de culture et de leur coordination sur le territoire d'exploitation ;
- elle devra aboutir à une typologie formalisée des profils d'exploitants à l'échelle d'un territoire à enjeu eau.

Les cadres d'analyse existants pour l'étude compréhensive des pratiques présentent tous des limitations importantes par rapport aux prérequis mentionnés ci-dessus (Tableau 2.2). Afin d'instruire la diversité des profils d'agriculteurs sur les zones à enjeu eau, **on développe un cadre d'analyse innovant et reposant sur l'étude des conceptions à l'origine des pratiques**. Grâce à ce cadre d'analyse, on souhaite d'abord identifier i) les conceptions à l'origine des pratiques propres aux agriculteurs biologiques et ii) d'éventuelles proximités à ces conceptions chez des agriculteurs conventionnels. Ces proximités seront considérées comme des marqueurs d'une propension de l'agriculteur à se convertir à l'AB à moyen terme.

Plus largement, on identifie grâce à l'analyse bibliographique plusieurs enjeux méthodologiques que l'on traitera via le cadre d'analyse. Ces enjeux sont les suivants :

- **Compléter l'étude de la diversité des profils d'exploitants**. Si l'on excepte les travaux typologiques mentionnés plus hauts, les études centrées sur l'analyse compréhensive des pratiques sont souvent basées sur des échantillonnages non représentatifs car orientés vers des agriculteurs déjà engagés dans des démarches spécifiques de réduction des intrants.
- **Formaliser une méthode typologique** centrée sur l'analyse conjointe du discours et des règles de décision à l'origine des pratiques. Pour cela, on justifiera le choix des critères de diversité des pratiques par l'analyse du discours des agriculteurs.
- **Dégager des méta-raisonnements génériques** à l'origine de la diversité des systèmes de culture sur les territoires d'exploitation. Ces méta-raisonnements devront permettre une caractérisation plus fine des profils d'agriculteurs par rapport à celle permise, par exemple, par les « niveaux des ruptures » identifiés lors de l'étude Ecophyto 2018 (Butault et al., 2010).
- **Evaluer les pressions associées aux différents profils d'exploitants** sur les risques de pollution des eaux souterraines. Si les travaux intégrant une analyse compréhensive des pratiques ne mobilisent que très rarement un dispositif d'évaluation environnementale (Chantre *et al.*, 2010; Girard *et al.*, 2008), on cherchera au contraire à identifier les méta-raisonnements associés à des pratiques à risque pour mieux évaluer l'opportunité des conversions par rapport aux enjeux de restauration de la qualité des eaux. L'identification des pratiques à risque reposera sur l'utilisation d'indicateurs de pression calculés à l'échelle des systèmes de culture.

L'objectif général de ce travail -évaluer l'opportunité d'un développement de l'AB à l'échelle d'une zone à enjeu eau- nous a conduit à **recenser la diversité des approches sur les thématiques scientifiques suivantes** :

- Les méthodes permettant la comparaison des risques de lixiviation entre systèmes conventionnels et systèmes biologiques (section 2.1) ;
- Les déterminants de la conversion à l'AB et les marqueurs potentiels d'une proximité à l'AB sur des exploitations conventionnelles (section 2.2) ;
- Les modèles conceptuels d'analyse compréhensive des pratiques d'agriculteurs (section 2.3).

On retient de l'analyse bibliographique les éléments suivants :

- Les analyses comparatives entre systèmes conventionnels et biologiques présentent des biais importants de représentativité des systèmes soumis à la comparaison. Pour intégrer la diversité des systèmes conventionnels et biologiques, on choisit de mobiliser des indicateurs de pression calculés à l'échelle des systèmes de culture et spatialisés sur les zones à enjeu eau.
- Les scénarios spatialisés de développement de l'AB construits jusqu'à présent n'intègrent pas les déterminants personnels à la conversion. Les études des trajectoires d'exploitations vers l'AB montrent que la propension de l'agriculteur à se convertir ne se limite pas à une proximité des valeurs déclarées ou des techniques mobilisées à celles identifiées chez les agriculteurs biologiques. Afin de caractériser ces propensions à la conversion, on s'appuie sur l'analyse des conceptions à l'origine des pratiques.
- Le cadre conceptuel et méthodologique nécessaire à la formalisation d'une typologie d'agriculteurs basée sur la diversité de ces conceptions reste à produire. Les études reposant sur l'analyse de la diversité des profils d'agriculteurs intègrent rarement un module d'évaluation environnementale des pratiques associées aux différents profils.

2.4 Problématique et objectifs scientifiques de la thèse

2.4.1 Problématique

L'analyse de l'opportunité de conversions à l'AB à l'échelle d'une zone à enjeu eau nous invite à produire une typologie d'agriculteurs basée sur la diversité des conceptions à l'origine des systèmes de culture et de leur organisation sur le territoire d'exploitation. Cette typologie doit permettre i) d'identifier des profils d'agriculteurs à risque par rapport à la lixiviation des nitrates et des pesticides et ii) de caractériser la propension des exploitants à se convertir à l'AB.

La problématique générale de la thèse est la suivante :

En quoi la diversité des conceptions à l'origine des systèmes de culture et de leur organisation sur le territoire d'exploitation rend-elle compte i) de la variabilité et de la distribution des pressions sur une zone à enjeu eau et ii) des différents degrés de propension des agriculteurs à la conversion en AB ?

On décline cette question de recherche générale en trois sous-questions qui structurent le manuscrit. Les hypothèses et objectifs associés à ces sous-questions sont également présentés.

Question 1. Quelle est la diversité des conceptions à l'origine des systèmes de culture et de leur organisation sur les territoires d'exploitation concernés par une zone à enjeu eau ?

- **Hypothèse 1.** Les méta-raisonnements à l'origine des pratiques diffèrent fortement d'un agriculteur à l'autre sur un même territoire. Malgré les tendances actuelles qui pourraient induire une homogénéisation des pratiques sur des exploitations d'un même territoire (réglementation pour l'adoption des bonnes pratiques agricoles, monopole croissant des coopératives locales sur le conseil donné aux agriculteurs), il existe une diversité significative des points de vue d'agriculteurs quant aux enjeux relatifs à la conduite technique des systèmes de culture.

Question 2. Dans quelle mesure la diversité des conceptions à l'origine des systèmes de culture a-t-elle un impact sur les niveaux de pressions identifiés sur la zone à enjeu eau ?

- **Hypothèse 2.** Les méta-raisonnements à l'origine des pratiques sont déterminants par rapport à la variabilité et à la distribution spatiale des pressions sur la zone à enjeu eau.

Question 3. Existe-t-il des conceptions communes aux agriculteurs conventionnels et aux agriculteurs biologiques sur les pratiques d'organisation des systèmes de culture ?

- **Hypothèse 3.** Malgré la spécificité des méta-raisonnements à l'origine des systèmes de culture en AB, il existe des méta-raisonnements communs entre certains agriculteurs conventionnels et les agriculteurs biologiques.

2.4.2 Objectifs scientifiques et résultats attendus

Le travail effectué lors de la thèse se décline en trois volets successifs qui aboutissent à l'évaluation de l'opportunité d'un développement de l'AB sur les zones à enjeu eau.

Le premier volet porte sur le développement (chapitre 3) et l'application (chapitre 4) d'un **cadre d'analyse innovant des conceptions à l'origine des systèmes de culture** et de leur organisation sur le territoire d'exploitation. Ce cadre d'analyse, centré sur l'étude croisée du discours et des règles de décision à l'origine des pratiques, devra permettre l'élaboration d'une **typologie des profils d'agriculteurs** à l'échelle de la zone à enjeu eau. L'objectif sera de proposer, à partir des résultats des enquêtes menés sur les territoires, **une image générique de la diversité des méta-raisonnements** à l'origine de l'organisation de l'assolement et des pratiques culturales.

Dans le deuxième volet de la thèse (chapitre 5), on analysera les **déterminants à l'origine des pressions** associées à la lixiviation des nitrates et des pesticides et de leur distribution sur la zone à enjeu eau. **L'impact des méta-raisonnements** identifiés précédemment sur les niveaux de pressions sera testé. On tentera ainsi d'identifier les **profils d'agriculteurs à risque** par rapport aux enjeux de préservation de la qualité des eaux souterraines.

Dans le troisième volet de la thèse (chapitre 6), on cherchera à identifier des **marqueurs d'une propension à la conversion** chez les agriculteurs conventionnels concernés par la zone à enjeu eau. Pour identifier ces marqueurs, on s'intéressera aux **proximités des conceptions à l'origine des pratiques** entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques. Afin d'évaluer l'opportunité d'un développement de l'AB sur les AAC, **les degrés de propension à la conversion** seront comparés aux **différentiels de pressions** entre les agriculteurs biologiques et les différents types d'agriculteurs conventionnels.

Dans le chapitre 7, le cadre conceptuel et les principaux résultats relatifs à l'opportunité des conversions seront discutés.

Chapitre 3

Dispositif de recherche

« Sur ces parcelles, les sols sont légers, faciles à travailler, la rotation est courte, une rotation en 5 ans (prairies et cultures), avec de l'herbe qui tient moins longtemps. Là où les rotations sont longues, avec 5 ans de prairies, c'est des terrains avec des marnes très lourdes (...). L'ensemble de ces cohérences, c'est ça qui est long à obtenir (...). Ce qui est important dans l'entretien, c'est plus l'originalité de la démarche que les techniques elles-mêmes qui en découlent ».

Un éleveur à Péronnas

3.1 Une démarche de thèse basée sur un concept original : les principes d'action

3.1.1 Une méthode hybride pour étudier la diversité des profils d'agriculteurs

Pour répondre à la question de l'opportunité d'un développement de l'AB sur des zones à enjeu eau, il est nécessaire de **segmenter l'échantillon d'agriculteurs conventionnels concernés par ces zones**. On fait l'hypothèse que ces exploitants présentent des profils diversifiés, et que ces profils jouent i) sur l'impact potentiel d'une conversion par rapport à la diminution des pressions sur la qualité de l'eau et ii) sur la propension de l'agriculteur à se convertir à l'AB. Une démarche typologique est donc nécessaire pour identifier des profils d'agriculteurs à risque et des profils d'agriculteurs caractérisés par une propension forte à la conversion.

Pour réaliser une typologie des profils d'exploitants, **on se positionne à l'interface entre des analyses techniques fondées sur la description des règles de décision à l'origine des pratiques et des analyses plus qualitatives ayant pour objets les conceptions de l'agriculteur**. On propose ici une méthode d'analyse hybride, capable de traiter des méta-raisonnements liant les décisions techniques et les conceptions qui en sont à l'origine. Pour traiter de cette interface, **on introduit le concept de principes d'action**. Une démarche d'analyse typologique innovante basée sur ce concept est proposée dans la section 3.4.1. Cette démarche remplit les prérequis identifiés précédemment (section 2.3.2.4). Elle constitue l'un des principaux apports de ce travail.

3.1.2 Définitions conceptuelles : principes d'action et postures techniques

Au cours d'un entretien réalisé sur une exploitation, l'agriculteur mentionne l'existence de « cohérences » relatives à l'organisation des pratiques :

Sur ces parcelles, les sols sont légers, faciles à travailler, la rotation est courte, une rotation en 5 ans (prairies et cultures), avec de l'herbe qui tient moins longtemps. Là où les rotations sont longues, avec 5 ans de prairies, c'est des terrains avec des marnes très lourdes (...). L'ensemble de ces cohérences, c'est ça qui est long à obtenir (...). Ce qui est important dans l'entretien, c'est plus l'originalité de la démarche que les techniques elles-mêmes qui en découlent... (29_pero).

Dans cet extrait, l'agriculteur associe une description technique précise relative à la structure des rotations sur le territoire d'exploitation à des principes supérieurs d'organisation des pratiques, ce qu'il désigne sous le terme de « cohérences ». Selon lui, la spécificité des pratiques d'un agriculteur ne se résume pas aux techniques mobilisées, mais à sa « démarche », à un ensemble de « cohérences ». Ces cohérences, que l'on désignera par le concept de « **principes d'action**⁴⁴ », sont au cœur de ce travail.

⁴⁴ Le terme de principe d'action est utilisé par A. Mathieu (2004) mais ne fait pas l'objet d'une définition précise: « Les enquêtes techniques visent à mettre en évidence les règles de décision des agriculteurs sur la conduite du pâturage en interrogeant l'agriculteur sur des alternatives possibles au cours du déroulement de la

On considère que les **principes d'action correspondent à des méta-raisonnements à l'origine de l'organisation concrète des pratiques agricoles sur le territoire d'exploitation, à des éléments de cohérence liant les règles de décision mobilisées par l'agriculteur pour planifier et piloter son système technique** -ici les systèmes de culture et leur organisation sur le territoire d'exploitation. Ces méta-raisonnements peuvent être mentionnés par les exploitants eux-mêmes lors des entretiens ou inférés de l'étude des modalités d'organisation des systèmes techniques sur un ensemble d'exploitations.

Bien que le terme de « logique » soit souvent utilisé dans la littérature (logiques d'action, logiques pratiques...), on préfère utiliser ici le terme de « principe ». Ce mot est d'abord utilisé dans son sens littéral, et renvoie donc, selon le Larousse, à « **une origine**, une base de départ, une règle de conduite générale ». Ce que l'on analyse ici, c'est bien « l'origine » des modalités d'organisation des pratiques de l'agriculteur. L'intérêt du terme « principe » est qu'il renvoie également à une « **prise de position morale** », contrairement au terme de logiques qui implique une relation plus mécanique entre les pratiques. En faisant ce choix, on postule que les pratiques ne découlent pas uniquement d'un jeu de contraintes, mais également d'un choix, d'orientations propres à l'agriculteur. On accole le terme « action » pour bien insister sur le fait que les principes qui nous intéressent sont les principes à l'origine de pratiques concrètes formant le système technique de l'exploitant. Il ne s'agit pas de traiter des objectifs généraux ou des perceptions de l'agriculteur indépendamment de ce système technique. Ces principes d'action ont vocation à **être génériques**. On distinguera au cours de cette étude les principes d'action à l'origine de l'organisation de l'assolement et les principes d'action associés aux pratiques culturales.

L'étude des principes d'action vise à produire des typologies à partir d'une analyse compréhensive des pratiques, en identifiant des profils variés d'agriculteurs caractérisés par des principes d'action proches. Ces profils sont nommés « **postures techniques** »⁴⁵. On désigne sous le terme de « posture technique » **la combinaison pondérée des principes d'action qui sous-tendent les modalités d'organisation des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation, ainsi que la cohérence entre ces principes d'action**. En définissant la posture technique d'un exploitant, on identifie ce qui fait l'originalité de sa démarche par rapport à celles des autres agriculteurs de l'échantillon.

campagne. Les analyses des formes des connaissances conduisent à des résultats plus généraux, moins directement liés à la pratique observée, et permettent ainsi de mettre en évidence les qualifications selon lesquelles les éleveurs constituent leurs catégories. Ces qualifications renvoient à des règles sociales, morales ou juridiques ; elles ne sont pas uniquement liées à la recherche d'efficacité que visent les agronomes. Ce sont plutôt des principes d'action et des qualités globales du système qui sont mis en évidence ». Notre concept reprend cette idée de l'existence de principes d'action chez les agriculteurs qui ne seraient pas uniquement des principes agronomiques.

⁴⁵ Le terme de « posture » semble peu utilisé dans la recherche agronomique et ne fait pas a priori l'objet de définitions conceptuelles précises en lien avec les pratiques des agriculteurs. On le retrouve notamment dans les travaux de Peyre et al. (2009), où il renvoie à la façon dont les agriculteurs perçoivent les phénomènes de pullulations de campagnols et aux modalités d'adaptation de leurs pratiques face à ce phénomène. Notre concept relève de la même idée (lien entre perception et action) mais est généralisé à l'ensemble du comportement technique de l'agriculteur.

3.2 Un dispositif conçu autour de deux terrains complémentaires

Les zones d'étude sont situées autour de deux champs captants pour l'alimentation en eau potable, celui de Péronnas et de Lapeyrouse-Mornay. Le Tableau 3.1 récapitule les principales caractéristiques des deux terrains. Nous verrons à la fin de cette section que ce dispositif constitue un cadre pertinent pour l'analyse des questions posées en problématique.

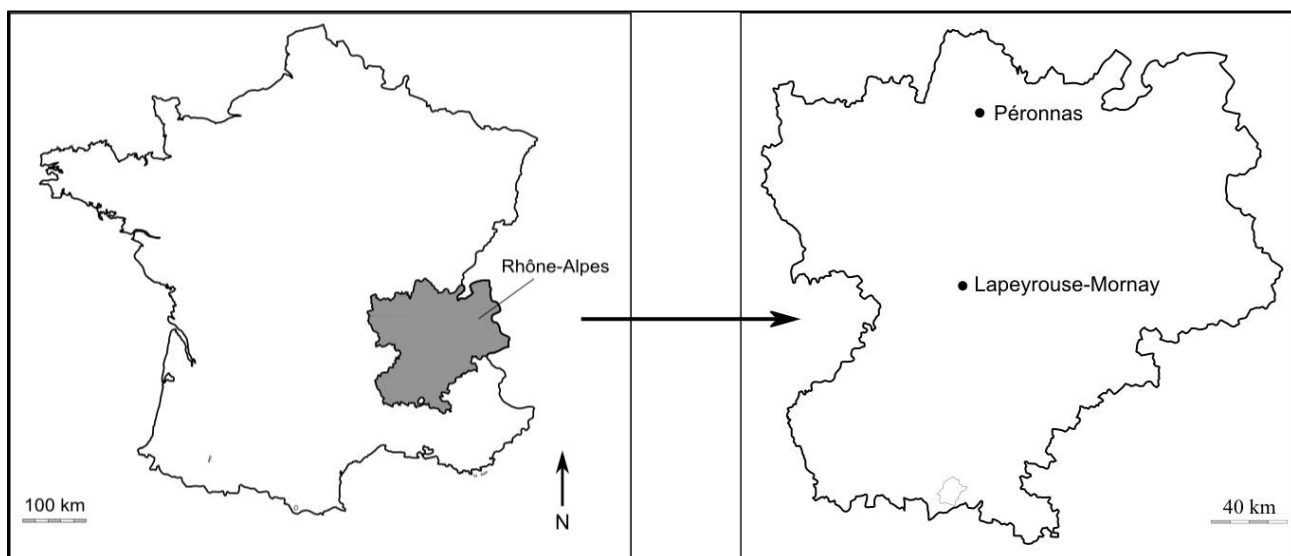


Figure 3.1. Localisation des deux champs captants en Rhône-Alpes.

3.2.1 Des enjeux de restauration de la qualité des eaux souterraines

Nous présentons ici la situation géographique de ces deux captages Rhône-Alpins (Figure 3.1), leur statut et l'état qualitatif général des ressources captées. Le premier champ captant est situé dans le département de l'Ain, plus particulièrement dans la commune de Péronnas qui constitue la limite sud-est de l'agglomération de Bourg-en-Bresse. Cette zone est située à l'interface entre plusieurs grands ensembles géographiques, la Dombes au sud-ouest, la Bresse au nord et la plaine de la Reyssouze à l'est. Le captage de Péronnas constitue l'un des deux captages utilisés pour l'alimentation en eau potable de la ville de Bourg-en-Bresse. De ce fait, il constitue un captage stratégique, pour lequel la ressource doit être préservée sur le long terme. Ce captage a d'ailleurs été classé comme captage prioritaire au titre du Grenelle de l'Environnement.

Tableau 3.1. Principales caractéristiques des deux terrains. Le taux de concernement d'une exploitation est défini comme le rapport entre la surface de l'exploitation située sur l'AAC et la surface totale de l'exploitation (Benoit *et al.*, 1997).

Terrains	Terrain de Péronnas	Terrain de Lapeyrouse-Mornay
Localisation	Département de l'Ain	Départements de la Drôme et de l'Isère
Systèmes de production	Polyculture-élevage bovin laitier	Grandes cultures et cultures spécialisées
Statut du champ captant	Grenelle	Prioritaire au titre du SDAGE
Profondeur des forages	De 31 à 40 m	14 m (Lapeyrouse) / 22 m (Manthes)
Niveaux de pollution nitrates	30-35 mg/l NO ₃ -	30-40 mg/l NO ₃ -
Pollutions pesticides	Pollution résiduelle en atrazine	Pollution résiduelle en atrazine et traces de métolachlore
Vitesses de transfert vers le captage (perméabilités)	Lente (entre 4.10 ⁻⁵ m/s et 6.10 ⁻³ m/s)	Rapide (entre 10 ⁻³ m/s et 10 ⁻¹ m/s)
AAC		
Surface de l'AAC	3950 ha	2642 ha
SAU sur l'AAC	1448 ha	2199 ha
Nombre d'EA concernées par l'AAC	36 exploitations	119 exploitations
Taux de concernement moyen par EA sur l'AAC	43 %	37 %
Nombre d'EA nécessaires pour couvrir 2/3 de la SAU	11 (30 %)	31 (26 %)
Nombre d'EA avec plus de 50 % de leur SAU sur l'AAC	15 (42%)	39 (33%)
Echantillons (enquête)		
Nombre d'EA conventionnelles par terrain	25 exploitations	17 exploitations
Nombre d'EA conventionnelles concernées par AAC	13 exploitations	12 exploitations
Nombre d'EA biologiques par terrains	4 exploitations	4 exploitations
Nombre d'EA biologiques concernées par AAC	Aucune exploitation	1 exploitation
Taux de concernement moyen par EA sur l'AAC	71 %	56 %
Part de la SAU enquêtée sur l'AAC	65 %	25 %

Le second terrain d'étude s'organise autour de deux champs captants contigus⁴⁶, ceux de Manthes et de Lapeyrouse-Mornay, situés dans la plaine de Bièvre-Liers-Valloire. Ce bassin-versant de 900 km² est localisé en partie en Drôme, en partie en Isère. Il forme un complexe géomorphologique orienté Est-Ouest constitué d'alluvions fluvio-glaciaires très perméables et organisées en terrasses emboîtées suite aux différentes phases de glaciations quaternaires (Commission Locale de l'Eau SAGE Bièvre Liers Valloire, 2010). Les captages sont situés en zone rurale et ne peuvent donc être considérés comme stratégiques au même titre que celui de Péronnas. De ce fait, ces captages ne sont pas prioritaires au titre du Grenelle de l'Environnement, mais seulement au titre du SDAGE.

L'état des ressources captées pour l'alimentation en eau potable est comparable⁴⁷. Sur les deux terrains, **la restauration de la qualité des eaux souterraines passe avant tout par une réduction importante des teneurs en nitrates**. Les concentrations actuellement mesurées sont comprises entre 30 et 40 mg/l et ont tendance à stagner depuis les années 90. Les objectifs fixés par le gestionnaire de l'eau à Bourg-en-Bresse sont i) d'enclencher une diminution des concentrations d'ici 10 ans et ii) de parvenir à une concentration inférieure à la valeur guide pour l'eau potable (25 mg.l⁻¹) sur le long terme.

Les enjeux associés à la contamination des ressources captées par les pesticides sont moins forts.

Sur les deux terrains, l'atrazine et ses molécules de dégradation sont les principales substances détectées aux captages (DREAL Rhône-Alpes, 2010). L'usage de ce produit étant interdit depuis 2003, la contamination actuellement enregistrée semble correspondre à des pratiques plus anciennes ou à des pollutions ponctuelles. Des pics de détection apparaissent mais n'atteignent que très rarement les normes de potabilité⁴⁸. Des traces de métolachlore (herbicide) ont été identifiées sur un captage à Lapeyrouse-Mornay. En l'absence d'une menace forte sur la qualité de l'eau par rapport aux concentrations en pesticides, un simple objectif de vigilance sur leur utilisation a été formulé par les gestionnaires de l'eau à Bourg-en-Bresse.

Pour ces deux captages, on considère que la problématique nitrates est prépondérante par rapport aux enjeux pesticides. Les niveaux de contamination par les pesticides ne justifient pas expressément une transition vers l'AB qui aboutirait à l'abandon de l'usage des produits phytosanitaires sur les secteurs les plus sensibles. **L'opportunité d'un développement de l'AB sera principalement évaluée par rapport aux diminutions des pressions sur les transferts de nitrates.**

⁴⁶ Les captages de Lapeyrouse-Mornay et de Manthes sont distants d'environ 700 m et exploitent une même formation aquifère superficielle. Du fait de cette proximité, les deux captages ont été traités ensemble au cours de cette thèse.

⁴⁷ Le fait que les concentrations soient comparables d'un terrain à l'autre est assez surprenant si l'on prend en considération l'occupation du sol sur les AAC. On note en effet que les types d'occupation du sol habituellement jugés comme étant bénéfiques pour la préservation de la qualité de l'eau représentent une part beaucoup plus importante des surfaces sur l'AAC de Péronnas. En effet, la forêt et les prairies occupent 67 % des surfaces sur l'AAC de Péronnas contre à peine 9 % pour Lapeyrouse-Mornay.

⁴⁸ Les chroniques de concentrations ne mentionnent qu'un seul dépassement de la norme unitaire en déséthylatrazine en 2000 pour le captage de Péronnas. Les pics de détection n'atteignent jamais les normes de potabilité mais sont plus récurrents sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay.

3.2.2 Une vulnérabilité variable sur les zones à enjeu eau

Des AAC ont été délimitées sur nos deux terrains d'étude⁴⁹ (Figure 3.2 et Figure 3.3). Ces deux AAC présentent des tailles comparables, avec des superficies respectives de 3950 ha pour l'AAC de Péronnas et de 2642 ha pour l'AAC de Lapeyrouse-Mornay. Ces superficies correspondent à une taille moyenne par rapport aux AAC délimitées sur l'ensemble du territoire français (Barataud, 2013).

Les transferts de polluants vers les ressources souterraines peuvent être directs – du champ vers la nappe – ou indirects – du champ vers la nappe en passant par le réseau hydrographique (CORPEN, 2006). Sur les deux AAC, les transferts des polluants vers les ressources en eau souterraines sont majoritairement directs, avec **des processus de lixiviation dominants par rapport aux processus de transferts horizontaux par ruissellement**. Pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay, l'analyse bibliographique montre i) une faible épaisseur de la zone non saturée et une nature drainante des sols et ii) que les cours d'eau alimentent très peu la nappe alluviale (SOGREAH, 2008). De la même façon à Péronnas, la nappe pliocène exploitée par le captage est alimentée à 50 % par des eaux récentes provenant de la nappe superficielle et à 50% par des eaux plus anciennes en provenance de la zone d'affleurement de l'aquifère. La part de l'alimentation des nappes en provenance des rivières semble assez limitée (ANTEA, 2011). Sur les deux terrains, les transferts indirects mobilisant des phases de ruissellement semblent être négligeables et ne seront pas pris en compte.

Ces deux AAC sont caractérisées par un **zonage de la vulnérabilité**, avec plusieurs zones présentant des sensibilités différenciées au phénomène de lixiviation. Les données hydrogéologiques et pédologiques disponibles sur les deux terrains nous permettent d'identifier les zones les plus contributives pour l'alimentation des captages.

Sur l'AAC de Péronnas, la localisation des zones les plus contributives dépend de l'épaisseur d'une couche argileuse protectrice (l'éponte) qui se superpose à la nappe pliocène profonde dans laquelle pompe le captage. Le secteur le plus vulnérable est situé à l'ouest de l'AAC (secteur de l'Alleyriat, Figure 3.2). Sur cette zone, la faible épaisseur de l'éponte (5 m contre 10 à 15 m au droit du champ captant) induit un niveau de recharge important de la nappe profonde par la nappe superficielle. Les caractéristiques pédologiques de cette zone⁵⁰ renforcent la vulnérabilité et confèrent à ce secteur une sensibilité forte à la lixiviation par rapport au reste de l'AAC.

⁴⁹ Si la délimitation de l'AAC de Péronnas s'appuie sur une étude hydrogéologique spécifique (voir les détails en annexe 3), cette étude n'a pas encore eu lieu sur le deuxième terrain. Les captages de Lapeyrouse et de Manthes ont en effet été déclassés en 2011, et n'ont plus aujourd'hui que le statut de captages prioritaires au titre du SDAGE. Ce déclassement, advenu en cours du programme de recherche, explique les différences de disponibilité en données hydrogéologiques entre les deux terrains. Au final, le périmètre de l'aire d'alimentation des captages drômois utilisé dans le cadre de cette thèse résulte d'une analyse à dire d'experts. En l'absence d'investigations plus poussées, l'AAC présentée ici ne doit pas être considérée comme une délimitation totalement valide au niveau hydrogéologique, mais plutôt comme une délimitation qui constituera la base des analyses effectuées dans le cadre de cette thèse uniquement.

⁵⁰ Si la majeure partie de l'AAC est constituée de terrains limono-argileux hydromorphes peu sensibles à la lixiviation (réserve utile moyenne d'environ 150 mm), ce secteur est caractérisé par des sols drainants issus de formations de cailloutis morainiques. La forte proportion de cailloux dans les profils pédologiques leur confère une réserve utile plus limitée (autour de 100 mm). Une carte pédologique de la zone est présentée en annexe 3.

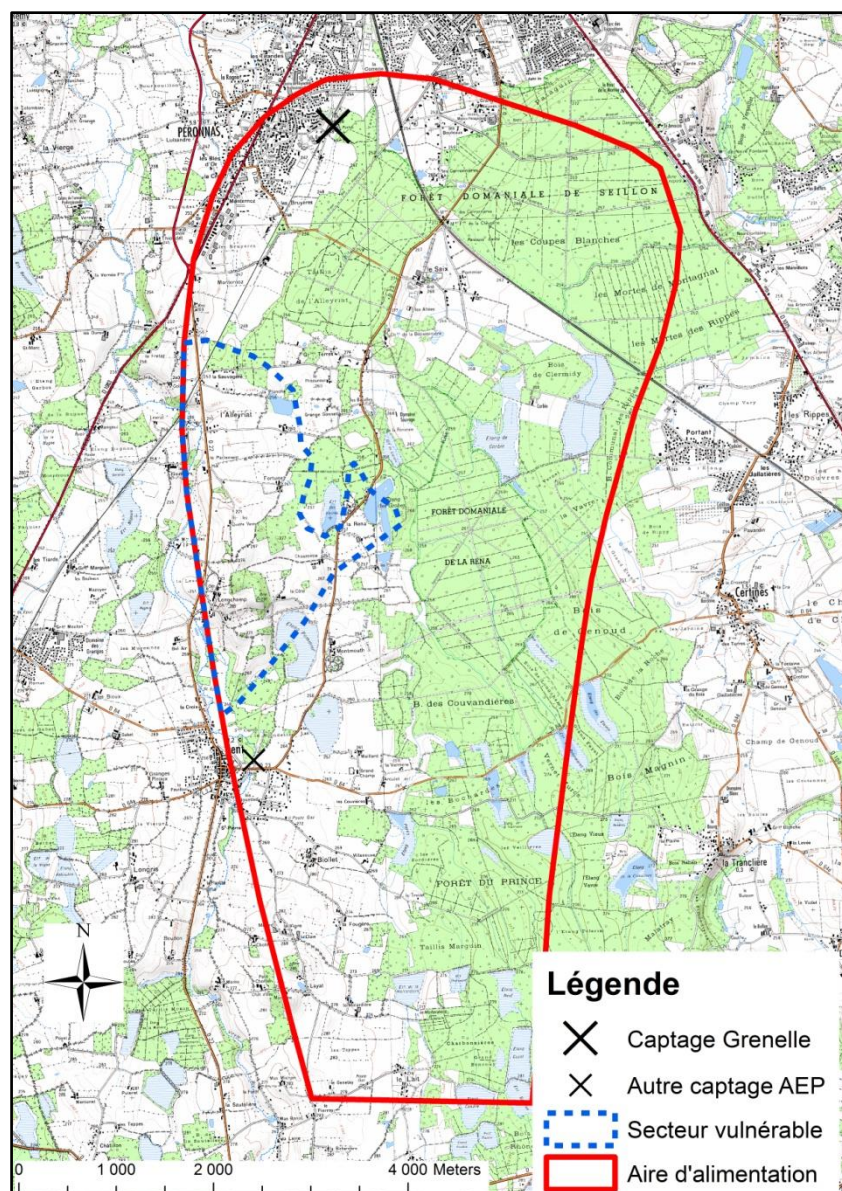


Figure 3.2. Aire d'alimentation du captage de Péronnas et secteurs vulnérables. Sources : ANTEA, 2011.

De la même façon, la sensibilité à la lixiviation varie fortement sur l'AAC de Lapeyrouse-Mornay. Les caractéristiques géomorphologiques du site, qui reposent sur un dispositif en terrasses emboîtées, sont responsables de ce zonage. **La terrasse la plus basse (terrasse de la Valloire) constitue la zone la plus sensible à la lixiviation des polluants vers la nappe.** Cette zone correspond à un surcreusement des alluvions fluvio-glaciaires associé à la dernière phase glaciaire (Würm) ; la profondeur de la nappe y est inférieure à 25 m et peut affleurer à certains endroits, ce qui explique la sensibilité de cet espace. Cette sensibilité est d'autant plus importante que les alluvions récentes qui composent cette terrasse se caractérisent par des textures sableuses et graveleuses, et sont en général très perméables (Beauduc *et al.*, 1981). Les terrasses moyennes, datant de la phase glaciaire du Riss et situées de part et d'autre de la Valloire, présentent une vulnérabilité moindre. Sur la plaine du Champlard située au sud de l'AAC, l'épaisseur de la zone non saturée est ainsi comprise entre 25 et 50 m (Figure 3.3). La présence de dépôts limoneux sur ce plateau limite également les dynamiques

de transferts rapides vers la nappe (Beauduc *et al.*, 1981). Cet espace est identifié comme une zone de contribution secondaire aux eaux captées par les forages de Manthes et de Lapeyrouse.

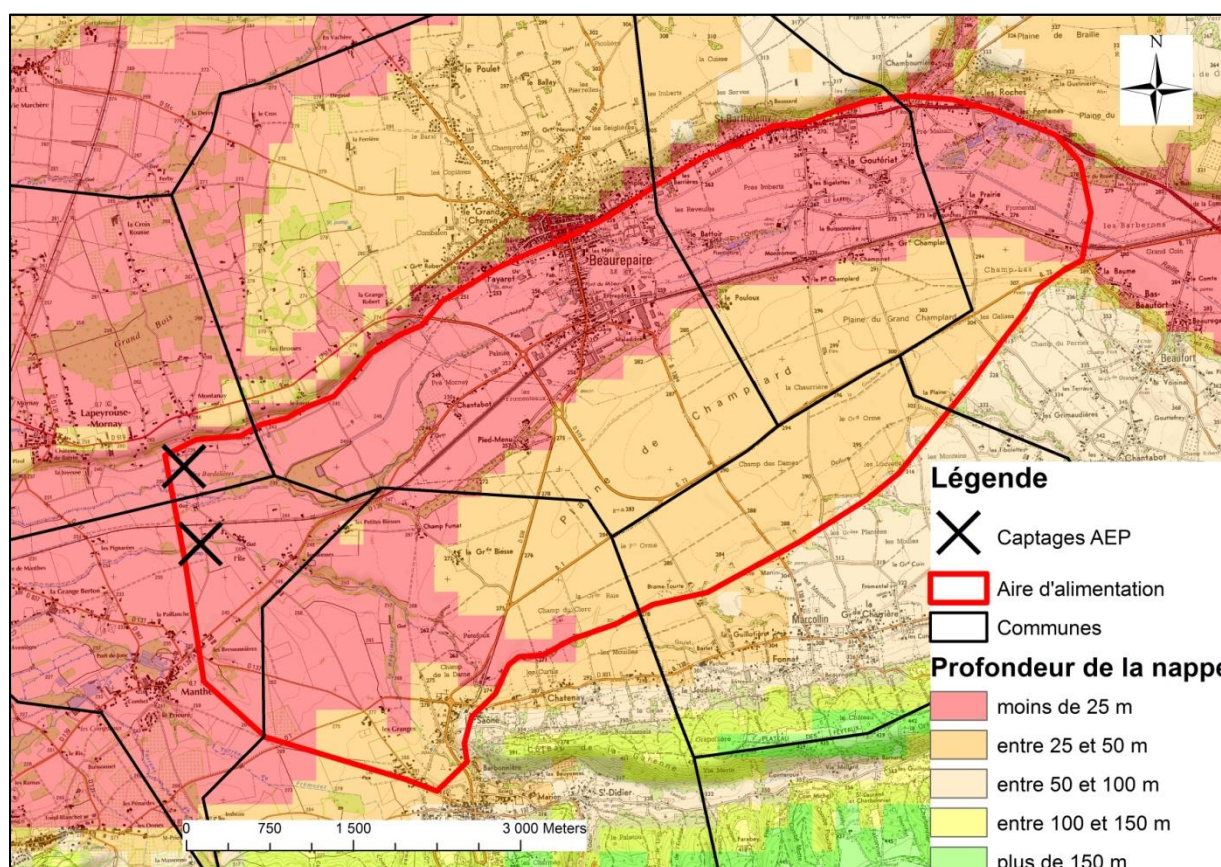


Figure 3.3. Aire d'alimentation des captages de Manthes et de Lapeyrouse-Mornay et identification des zones de contribution prioritaires. Les deux captages sont situés dans la zone de la Valloire (en rouge sur la carte). Cette zone est caractérisée par une faible profondeur de la nappe et par des sols très perméables, et constitue donc la zone la plus vulnérable par rapport aux phénomènes de lixiviation. La délimitation est réalisée à dire d'experts.

3.2.3 Des systèmes de production contrastés

Les deux terrains sont caractérisés par des systèmes de production différents, avec **une orientation polyculture-élevage à Péronnas et une orientation grande culture à Lapeyrouse-Mornay**. L'élevage **bovin laitier** constitue le principal système de production sur le terrain de Péronnas⁵¹. Les productions céréalières dominent sur le bassin versant Bièvre-Liers-Valloire (Commission Locale de l'Eau SAGE Bièvre Liers Valloire, 2010). Les **grandes cultures irriguées** occupent une part importante des surfaces agricoles dans les zones de basses terrasses⁵² (Mollard *et al.*, 2000). Les systèmes de

⁵¹ A l'échelle de l'Ain, ces structures représentaient près de 45 % du nombre total d'exploitations en 2010.

⁵² L'étude du Recensement Général de l'Agriculture depuis 1979 montre une augmentation importante des surfaces en cultures de printemps irriguées (principalement du maïs grain) au détriment des surfaces en prairies. Ce processus coïncide avec l'accroissement des taux de nitrates mesurés depuis les années 1980.

production du bassin versant se caractérisent également par l'importance des **cultures spécialisées**⁵³, en particulier les productions de semences (notamment de maïs), la culture du tabac et les productions fruitières.

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) permet de préciser **l'occupation des sols** sur la surface agricole des AAC (Tableau 3.2). Les différences visibles entre les deux terrains reflètent les différences de systèmes de production mentionnées plus haut. La part des prairies atteint ainsi près de 40 % sur Péronnas (la moitié en prairies temporaires) contre seulement 3 % sur Lapeyrouse-Mornay. Les cultures spécialisées sont absentes sur Péronnas mais représentent environ 6 % de la surface de l'AAC sur Lapeyrouse-Mornay. Si les surfaces concernées sont peu importantes, ces productions jouent souvent un rôle fondamental dans la viabilité économique des exploitations. En ce qui concerne les grandes cultures, la part en maïs est plus importante sur Lapeyrouse-Mornay, puisqu'elle atteint près de 40 % de la SAU sur l'AAC. Les surfaces en maïs (maïs ensilage ou maïs grain) restent néanmoins relativement importantes pour Péronnas. Elles représentent ainsi 25 % de la SAU sur la zone. Malgré la dominante polyculture-élevage, les surfaces en maïs grain et en oléo-protéagineux (8 %) montrent l'existence de cultures de vente sur cet AAC. Ces cultures de vente sont liées à la présence d'exploitations à dominante céréalière et d'exploitations diversifiées intégrant à la fois un atelier bovin et un atelier céréales.

Tableau 3.2. Occupation des sols sur la surface agricole utile pour les deux AAC. Source : RPG 2010 (Agence de services et de paiement, 2010).

	AAC de Péronnas	AAC de Lapeyrouse-Mornay
Blé	14 %	20 %
Autres céréales à paille	8 %	13 %
Maïs	25 %	38 %
Oléo-protéagineux	8 %	16 %
Semences	/	3 %
Tabac	/	1 %
Prairies	39 %	3 %
Vergers	/	2 %
Autres	6 %	4 %
SAU totale sur AAC	1448 ha	2199 ha

Les différences de systèmes de production entre les deux zones à enjeu eau se traduisent également par des **taux de concernement variables** d'une AAC à l'autre. Les exploitations concernées par l'AAC de Péronnas sont moins nombreuses, plus grandes et ont des taux de concernement plus élevés que les exploitations concernées par l'AAC de Lapeyrouse-Mornay⁵⁴.

⁵³ Les cultures spécialisées sont définies ici comme des cultures représentant de faibles surfaces mais qui participent de manière importante au revenu de l'exploitation.

⁵⁴ 25% des exploitations concernées par l'AAC de Péronnas travaillent plus de 70 ha sur l'AAC contre seulement 3 % pour Lapeyrouse. Au contraire, la moitié des exploitations concernées travaillent moins de 10 ha sur l'AAC de Lapeyrouse alors qu'elles ne sont plus que 28 % sur Péronnas : l'importance des cultures spécialisées permet le maintien de très petites exploitations sur le territoire de Lapeyrouse-Mornay, très petites exploitations que l'on retrouve peu sur Péronnas. Les contraintes de distance associées au pâturage des troupeaux sont à l'origine d'un morcellement moindre des exploitations en polyculture-élevage sur le terrain de Péronnas. Les exploitations céréalières sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay présentent au contraire un morcellement plus important.

3.2.4 Un développement limité de l'AB

Malgré les différences de systèmes de production, les deux territoires sélectionnés sont caractérisés par un **développement encore embryonnaire de l'AB**. Si des agriculteurs biologiques sont présents, les exploitations en AB situées sur ou à proximité des AAC sont rares. Sur l'AAC de Péronnas, malgré des systèmes de production en polyculture-élevage a priori favorables au développement de l'AB, aucune exploitation en AB n'a pu être identifiée au cours de l'enquête. Quatre exploitations biologiques sont néanmoins situées à proximité de l'AAC, sur des communes voisines. Bien que la Drôme soit l'un des départements français les plus avancés en matière de développement de l'AB (Agence Bio, 2013), seule une exploitation biologique est concernée par l'AAC sur le territoire de Lapeyrouse-Mornay.

Plusieurs **freins au développement de l'AB** ont pu être identifiés sur ces territoires. Le contexte apparaît globalement peu favorable à l'AB dans le département de l'Ain⁵⁵. Sur le territoire de Lapeyrouse, les systèmes de production et les structures de certaines exploitations semblent peu compatibles avec un passage en AB. L'absence de filières pour la production de cultures de semences ou de tabac en AB rend difficile la conversion des très petites exploitations, nombreuses sur ce territoire. Ces exploitations sont en effet fortement dépendantes de ces productions à fortes valeurs ajoutées. Plus généralement, ces deux territoires sont caractérisés par une domination forte de grandes coopératives pour la commercialisation des produits, pour l'approvisionnement et pour le conseil technique. Le manque d'alternatives territorialisées à la commercialisation via des filières longues et au conseil technique reçu par les technico-commerciaux constitue un frein potentiellement important au développement de l'AB. Les points relatifs à la commercialisation des produits et à l'origine du conseil technique sont présentés de manière plus approfondie dans les annexes 4 et 5.

⁵⁵ Le département de l'Ain compte moins de 3% d'exploitations en AB.

Les deux terrains d'étude constituent un **dispositif de recherche pertinent** pour analyser l'opportunité d'un développement de l'AB sur des zones à enjeu eau et pour tester notre démarche d'analyse des principes d'action à l'origine des systèmes de culture.

- Ces deux terrains présentent des enjeux de qualité des eaux proches, avec des concentrations élevées en nitrate et des enjeux moindres sur les pesticides. Ce dispositif nous permet d'analyser le rôle potentiel d'un développement de l'AB par rapport à une diminution drastique des concentrations en nitrate.
- Les deux AAC ont une superficie comparable, comprise entre 2000 et 4000 ha. Elles permettent d'analyser les pressions à une échelle d'analyse intermédiaire entre de très petits bassins versants (inférieurs à 1000 ha) et des bassins à l'échelle régionale.
- Les deux AAC présentent un zonage de la vulnérabilité. Ce zonage permet d'analyser les interactions entre la spatialisation de la vulnérabilité et la distribution des profils d'agriculteurs sur la zone à enjeu eau.
- Le contexte agricole et les systèmes de production diffèrent fortement entre les deux terrains. Ce contraste permettra de tester la pertinence de la démarche d'analyse et la généricité des principes d'action dans des contextes différents. Ce contraste des systèmes de production sur les deux terrains permet également d'analyser l'opportunité d'un développement de l'AB dans des situations différentes.
- Les deux terrains sont caractérisés par un nombre limité d'exploitations biologiques et par des freins importants au développement de l'AB. Ce développement embryonnaire de l'AB permet de tester l'hypothèse 3 (il existerait des méta-raisonnements communs entre les agriculteurs biologiques et certains agriculteurs conventionnels) sur un territoire où les influences actuelles de l'AB sur les pratiques conventionnelles sont a priori limitées.

3.3 Dispositif d'enquête

Le dispositif d'enquête est basé sur des entretiens semi-directifs réalisés chez des exploitants conventionnels et en AB. Nous présentons ici notre stratégie d'échantillonnage, les exploitations enquêtées et la façon dont les entretiens ont été conduits.

3.3.1 Stratégie d'échantillonnage

3.3.1.1 Choix des exploitations conventionnelles

Deux critères principaux de sélection des exploitations enquêtées ont guidé notre stratégie d'échantillonnage sur les zones à enjeu eau. Le premier critère est un **critère géographique** ; toutes les exploitations enquêtées sont concernées, à des degrés divers, par des enjeux de qualité des eaux. Le second critère est un **critère d'hétérogénéité de l'échantillon** ; l'échantillonnage a été réalisé de façon à avoir une diversité forte des structures d'exploitations et des systèmes de production.

La délimitation des aires d'alimentation de captages sur les deux terrains est postérieure à la période de réalisation de nos enquêtes (année civile 2011). Il nous a donc été impossible d'identifier a priori les zones et les exploitations directement concernées par l'alimentation des captages. Afin de pallier l'absence de données hydrogéologiques précises, les exploitants ont été sélectionnés sur une base communale. Les communes potentiellement concernées par les AAC ont été identifiées en amont grâce à des hypothèses faites par les experts hydrogéologues locaux. Elles sont au nombre de quatre pour le terrain de Péronnas (Figure 3.4) et de six pour le territoire de Lapeyrouse-Mornay (Figure 3.5).

Après délimitation des AAC, il s'avère que certaines exploitations enquêtées ne sont pas directement concernées par l'alimentation des captages prioritaires. Malgré cela, ces exploitations sont intégrées à l'échantillon. Ces exploitations peuvent être concernées par l'alimentation d'un autre captage, ce qui est le cas par exemple des exploitations situées sur la commune de St-André-Sur-Vieux-jonc (terrain de Péronnas). De plus, l'intégration des exploitations hors AAC dans l'échantillon est intéressante car elle permet de comparer les postures techniques entre des zones différentes ; ces exploitations constituent ainsi un échantillon « témoin » pour l'analyse de la distribution spatiale de ces postures.

Les exploitations situées sur les communes concernées par l'enquête ont été identifiées grâce à des listes d'agriculteurs transmises par les mairies. En l'absence d'une base de données comportant des informations sur les structures de chaque exploitation, il nous a été difficile de raisonner l'échantillonnage a priori. Le choix des exploitations à partir des listes communales s'est donc fait au hasard. Si la représentativité de l'échantillon ainsi obtenu pose question, **cette procédure aléatoire apporte un avantage certain relatif à la diversité des exploitants ainsi rencontrés**. En effet, les études portant sur l'innovation en agriculture utilisent généralement des listes d'exploitants préétablies par des structures de développement voire des échantillonnages à dires d'experts. Ces procédures de présélection des exploitations restreignent la diversité des profils d'agriculteurs (Chantre *et al.*, 2012; Mathieu *et al.*, 2004). En adoptant une procédure aléatoire, le choix des exploitants rencontrés s'ouvre à des agriculteurs « hors-systèmes », ce qui offre la possibilité d'obtenir des échantillons plus diversifiés. Les informations obtenues lors des entretiens avec les exploitants rencontrés précédemment nous ont aussi permis d'identifier au fur et à mesure des

agriculteurs avec des structures d'exploitations et des profils différents. Les échantillons ainsi construits sont fortement diversifiés (section 3.3.2.2).

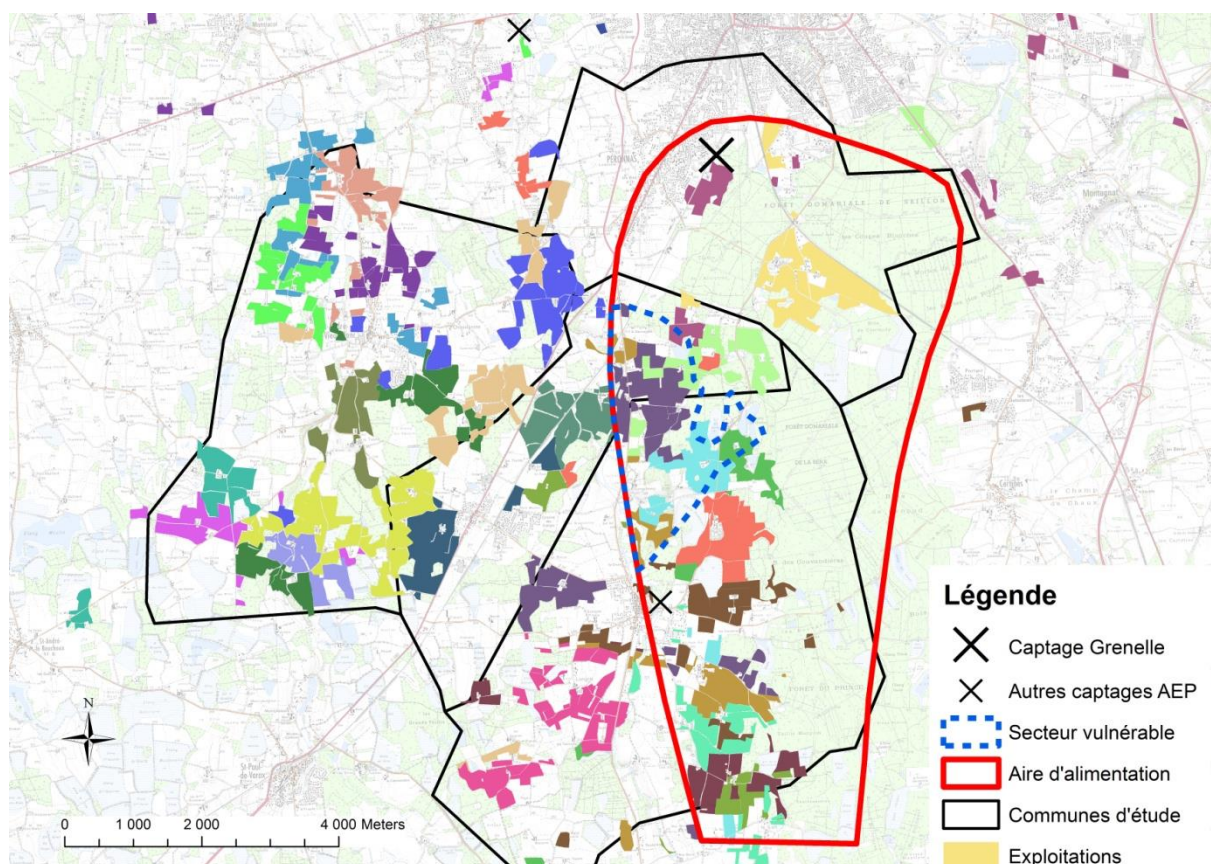


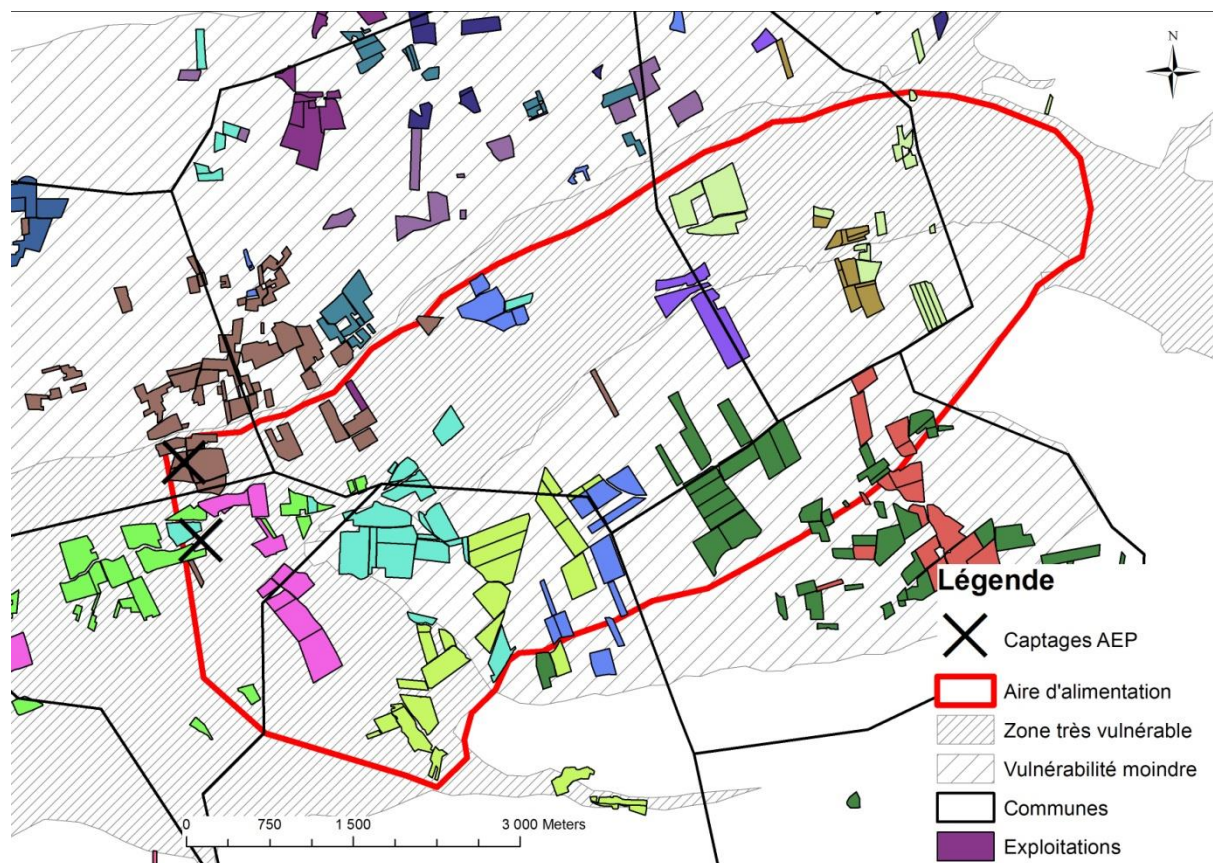
Figure 3.4. Localisation des exploitations enquêtées sur l'AAC de Péronnas. Le taux de couverture de l'enquête est de 65%.

3.3.1.2 Choix des exploitations en AB

Pour mettre en œuvre une analyse comparative des principes d'action à l'origine des systèmes de culture entre exploitants conventionnels et exploitants en AB, nous nous sommes appuyés sur plusieurs critères de choix des exploitations en AB. Le premier de ces critères est un **critère de proximité géographique**. Les exploitations en AB appartenant au territoire dans lequel s'inscrivent les zones à enjeu eau ont ainsi été sélectionnées en priorité. Quatre exploitations biologiques ont pu être identifiées à proximité directe de l'AAC de Péronnas. Pour Lapeyrouse-Mornay, seule une exploitation a pu être identifiée.

Le second critère relève d'une **proximité structurelle**. Il s'agissait de comparer des exploitations conventionnelles avec des exploitations en AB ayant des systèmes de production semblables. De la même façon, le choix s'est porté en priorité sur des exploitations dont le territoire est situé dans des milieux semblables aux secteurs étudiés. Ce second critère nous a permis de compléter l'échantillonnage à Lapeyrouse-Mornay, en identifiant trois nouvelles exploitations en AB.

Le choix des exploitations s'est orienté vers des **exploitations récemment converties**. Il nous a semblé peu pertinent de mobiliser des exploitations en AB « historiques ». Du fait de l'ancienneté des processus d'apprentissage chez ces exploitants (Darnhofer *et al.*, 2010), l'écart des principes d'action avec les agriculteurs conventionnels pourrait être trop important. En se concentrant sur des conversions relativement récentes, on facilite l'identification de points communs entre les principes d'action des exploitants conventionnels et des exploitants en AB.



Le dernier critère mobilisé est un critère de diversité. L'objectif était d'identifier des **profils d'exploitants hétérogènes**. Pour cela, on a cherché à varier au maximum l'origine des contacts d'exploitants obtenus. Au fil des entretiens, il nous a été possible de compléter les contacts déjà à notre disposition, afin notamment d'identifier des exploitants moins bien intégrés dans les réseaux institutionnels.

3.3.2 Des exploitations diversifiées sur les zones à enjeu eau

Cette section vise à décrire les principaux traits des exploitations enquêtées sur les deux terrains⁵⁶ ainsi que leur localisation par rapport à l'AAC.

3.3.2.1 Représentativité spatiale de l'échantillonnage sur les zones à enjeu eau

Les exploitations enquêtées couvrent l'ensemble des secteurs sur les deux zones à enjeu eau de notre dispositif. L'échantillon pour le terrain de Péronnas comporte 29 exploitations, dont quatre en AB. L'enquête couvre une part substantielle de l'AAC et du secteur le plus vulnérable (Figure 3.4). Sur les 1448 ha de SAU sur l'AAC, 983 ha sont ainsi utilisés par les agriculteurs de l'échantillon, soit un taux de couverture de 65 % conférant une bonne représentativité spatiale à l'enquête. L'échantillon inclut 13 exploitations avec des terres sur l'AAC et 8 exploitations concernées par le secteur vulnérable. La distribution des exploitations enquêtées rend possible la comparaison des postures techniques entre les exploitants concernés par l'AAC et les exploitants sur les communes situées à l'ouest de la zone (Figure 3.4).

L'échantillon pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay comporte 20 exploitations, dont 4 en AB. Il inclut 12 exploitations avec des terres sur l'AAC. La représentativité spatiale de l'enquête sur l'AAC est limitée à 25 % sur ce terrain (contre 65 % pour le terrain de Péronnas), ce qui est dû à un nombre moins important d'enquêtes, à des territoires d'exploitation généralement plus petits et à des degrés de morcellement plus importants des parcellaires. Néanmoins, l'enquête couvre l'ensemble des secteurs de la zone à enjeu eau, en particulier l'AAC et la terrasse basse qui constitue le secteur le plus vulnérable (Figure 3.5).

3.3.2.2 Une diversité forte des structures d'exploitation et des systèmes de production

Une variabilité forte des SAU par exploitation

On observe une variabilité forte des structures d'exploitations et des systèmes de production au sein des échantillons d'agriculteurs conventionnels. **La variabilité de la SAU est très forte** : sur le terrain de Péronnas, la taille des exploitations s'échelonne de 46 ha à 180 ha (moyenne : 102 ha). Les SAU les plus élevées sont associées à la présence d'un atelier céréalier sur les exploitations laitières. A Lapeyrouse-Mornay, la variabilité des surfaces par exploitation est encore plus importante, puisque les SAU s'échelonnent de 24 à 156 ha. Les productions spécialisées à haute valeur ajoutée (tabac, maïs semence) permettent le maintien de petites structures ; huit exploitations ont ainsi une SAU inférieure à 60 ha.

Différenciation des systèmes de production sur le terrain de Péronnas

Les systèmes de production varient d'une exploitation à l'autre sur le terrain de Péronnas. Conformément aux systèmes de productions dominants sur la zone, l'échantillon comporte une majorité d'exploitations en élevage bovin lait (22 exploitations). Ces exploitations mobilisent souvent

⁵⁶ Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux annexes 4 et 5 qui présentent les principales caractéristiques des exploitations conventionnelles et biologiques enquêtées sur les deux terrains. Une typologie des systèmes de production sur les exploitations des échantillons est proposée.

une **part variable de la SAU pour des cultures de vente**. Un petit atelier de production de viande peut également venir compléter les revenus⁵⁷. L'échantillon intègre enfin 5 exploitations spécialisées en grande culture⁵⁸.

Les systèmes d'élevage présentent une gamme d'intensification large. L'analyse des indicateurs moyens sur l'ensemble des 22 exploitations en élevage bovin lait met en évidence une intensivité moyenne modérée⁵⁹ des systèmes d'élevage laitiers par rapport aux systèmes existants en Rhône-Alpes, avec notamment une productivité moyenne proche de 7200 L/VL, des chargements moyens de 0,86 UGB/ha de SAU et de 1,28 UGB/ha de SFP⁶⁰ (Bertin *et al.*, 2005). Certains éleveurs développent des systèmes de productions plus intensifs, ce qui se traduit en général par une augmentation de la production moyenne par VL (plus de 8000 L). Les valeurs de chargement augmentent sensiblement pour ces structures ; elles dépassent ainsi 1.8 UGB/ha de SFP sur 3 exploitations. De la même façon, la part du maïs ensilage dans la SFP s'accroît, et dépasse 30 % sur 4 exploitations de l'échantillon. A l'opposé, on retrouve des exploitations orientées vers des systèmes d'élevage plus extensifs, avec des niveaux de productivité moindres (généralement inférieure à 7000 L/VL). Le taux de chargement décroît pour atteindre des valeurs inférieures à 1 UGB/ha de SFP sur certaines exploitations.

Différenciation des systèmes de production sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay

Les 20 exploitations de l'échantillon pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay sont toutes caractérisées par la présence d'un **atelier en grande culture**. Cet atelier a néanmoins une importance très variable selon les exploitations ; elle dépend notamment de la **part des productions spécialisées dans la SAU et le revenu de l'exploitation**. La part des cultures spécialisées (cultures de semences et tabac) représente ainsi plus de 50 % de l'ensemble de la sole cultivée sur certaines exploitations. Les exploitations caractérisées par la présence d'un atelier semences sont au nombre de huit, tandis que quatre agriculteurs ont un atelier de production de tabac.

D'autres productions apparaissent dans l'échantillon⁶¹. L'arboriculture constitue un atelier central sur cinq exploitations de l'échantillon, avec notamment deux exploitations en AB. Certaines exploitations intègrent également des cultures de petits fruits. On retrouve enfin sur cinq exploitations un atelier

⁵⁷ Cet atelier viande permet une meilleure valorisation des « coproduits » de la production laitière, qui reste néanmoins l'atelier principal. On distingue plusieurs marqueurs qui témoignent d'une stratégie de diversification des produits chez ces exploitants : l'utilisation de croisements ou l'adoption de races mixtes pour augmenter la valorisation de ces produits, l'engraissement sur l'exploitation des croisés et la commercialisation des animaux en vente directe (« caissettes »).

⁵⁸ Ces exploitations ne sont pas intégrées à l'échantillon pour l'analyse des postures techniques. Il aurait été difficile de comparer directement les pratiques d'agriculteurs avec des structures d'exploitation si différentes.

⁵⁹ On note qu'aucune exploitation de l'échantillon n'est en situation d'excédent structurel d'azote par rapport à la Directive Nitrates. Sur l'ensemble de l'échantillon, la valeur de l'indicateur « quantité d'azote organique d'origine animale / ha de SPE » ne dépasse pas les 100 kg N/ha/an, ce qui reste largement en deçà du seuil de 170 kg/ha/an.

⁶⁰ Surface Fourragère Principale.

⁶¹ L'analyse des pressions et des principes d'action ne concernera sur ce terrain que les pratiques associées aux grandes cultures et aux cultures spécialisées (cultures de semences, tabac). Les autres systèmes de production (l'arboriculture et l'élevage bovin) ne représentent qu'une part très limitée des surfaces concernées par les enjeux eau et du potentiel global de pollution des eaux souterraines par les pratiques agricoles.

bovin centré sur la production de viande et pouvant prendre des formes très variées⁶². Si l'on excepte les ateliers en intégration, les effectifs sont généralement limités.

3.3.2.3 Des exploitations en AB structurellement comparables aux exploitations conventionnelles

L'échantillon des exploitations en AB est quantitativement limité, puisque seulement quatre agriculteurs biologiques ont été rencontrés par terrain. Néanmoins, les caractéristiques des exploitations biologiques rendent possible une comparaison directe avec les exploitations conventionnelles de l'échantillon.

Description de l'échantillon en AB sur le terrain de Péronnas

Les quatre exploitations en AB situées sur ou à proximité directe de la zone à enjeu eau ont toutes été enquêtées. **Ces exploitations laitières présentent des caractéristiques structurelles comparables aux exploitations laitières conventionnelles** (Tableau 3.3). Aucune différence significative n'a pu ainsi être identifiée entre la SAU moyenne sur les exploitations conventionnelles et la SAU moyenne sur les exploitations biologiques. De la même façon, les effectifs moyens sont semblables. Plus étonnamment, les caractéristiques généralement associées à l'intensification des systèmes d'élevage ne diffèrent pas fondamentalement entre les exploitations conventionnelles et les exploitations biologiques. Si la productivité par VL baisse en moyenne de 1500 L en AB, la part de la SFP et les taux de chargement sont directement comparables. Ces éléments montrent que les systèmes en AB ayant fait l'objet de l'enquête sur la zone à enjeu eau correspondent à des systèmes relativement intensifs en AB pour la région (Bertin *et al.*, 2005). Ce niveau d'intensification est associé à la présence de maïs ensilage dans la ration sur la majorité des exploitations biologiques.

Tableau 3.3. Comparaison des caractéristiques structurelles des exploitations conventionnelles et biologiques de l'échantillon sur le terrain de Péronnas. Seules les exploitations conventionnelles ayant un atelier laitier sont intégrées.

	EA conventionnelles (N= 18)			EA biologiques (N= 4)		
	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
SAU (ha)	99	53	180	86	60	102
Effectifs (UGB)	84	38	161	79	52	118
Productivité par VL (l)	7200	2400	9400	5700	4500	6500
Part de la SFP dans la SAU (%)	71	30	100	81	77	88
Taux de chargement général (UGB/ha SAU)	0,9	0,6	1,1	0,9	0,8	1,2
Taux de chargement technique (UGB/ha SFP)	1,3	0,7	2,1	1,1	0,9	1,5

⁶² Il peut s'agir d'élevage allaitant (une exploitation) ou d'élevage de veaux de boucherie en intégration (deux exploitations). Les deux dernières exploitations -dont une exploitation en AB- font de l'engraissement de taurillons ou de génisses pour commercialiser la viande en vente directe.

L'étude comparative des structures et des systèmes de production entre exploitations conventionnelles et biologiques fait néanmoins apparaître **des spécificités en AB**. Les SAU sont assez homogènes (de 60 à 102 ha). Les systèmes de production varient peu d'une exploitation à l'autre. L'intégralité des céréales produites est utilisée pour l'alimentation du troupeau. Malgré un différentiel de prix réduit entre la production de viande en AB et la production de viande en conventionnel, les co-produits de l'élevage laitier sont systématiquement valorisés pour optimiser les revenus associés à la vente de la viande sur les exploitations biologiques⁶³.

Les modalités de conversion à l'AB diffèrent en fonction de l'exploitation concernée. Trois exploitations ont connu une conversion relativement récente à l'AB qui permet d'analyser l'évolution des pratiques avant et après la conversion. Le début de la conversion date ainsi de 1999 pour la plus ancienne et de 2010 pour la plus récente. Pour cette dernière exploitation, la conversion administrative était toujours en cours au moment de l'enquête. La dernière exploitation biologique résulte d'une installation sur une structure déjà convertie.

Description des exploitations en AB sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay

La diversité des systèmes de production sur les exploitations biologiques enquêtées est comparable à la diversité des systèmes de production sur notre échantillon d'exploitations conventionnelles. Les exploitations spécialisées en grande culture sont peu nombreuses (1 exploitation sur 4 en AB). Les agriculteurs biologiques associent souvent un atelier secondaire à la production de céréales. Cet atelier secondaire, constitué soit d'arboriculture soit d'élevage bovin, ne fait que rarement l'objet d'une certification en AB. L'atelier céréalier en AB repose en grande partie sur les cultures irriguées, qui représentent une part équivalente de l'assolement sur les exploitations conventionnelles et sur les exploitations biologiques (Tableau 3.4). Certaines exploitations biologiques de l'échantillon peuvent ainsi être considérées comme relativement intensives, avec une part importante des cultures de printemps irriguées dans la SAU et des niveaux de rendements plutôt élevés pour des productions céréalières en AB⁶⁴.

Si la diversité des systèmes de production est comparable sur nos échantillons conventionnel et biologique, **les cultures spécialisées sont absentes sur les exploitations en AB** (Tableau 3.4). Les cultures de semence et de tabac ne sont pas mobilisées par les agriculteurs biologiques car les débouchés commerciaux locaux n'existent pas pour ces productions en AB. L'absence de ces cultures spécialisées dans les assolements des exploitations en AB explique la différence importante de SAU moyenne entre les deux types d'exploitations (30 ha de plus en moyenne sur les exploitations biologiques).

⁶³ Comme sur les exploitations conventionnelles, cette optimisation se traduit par l'utilisation d'espèces mixtes (Montbéliarde, Simmental) et de croisements (Charolais), par l'engraissement des veaux ou des génisses, voire par le développement d'une activité de vente directe de la viande en caissettes.

⁶⁴ Les rendements en blé sont caractérisés par une diminution nette en AB : sur les exploitations conventionnelles, la moyenne des rendements observés dans l'échantillon est de 70 q. Sur les exploitations biologiques, elle descend à 50 q. En revanche, les rendements observés sur maïs irrigué sont quasiment comparables, avec des rendements moyens de 100 q en AB et de 115 q en conventionnel.

Tableau 3.4. Comparaison des caractéristiques structurelles des exploitations conventionnelles et biologiques de l'échantillon sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay. SAU GC : SAU en grandes cultures.

	EA conventionnelles (N= 18)			EA biologiques (N= 4)		
	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
SAU (ha)	69	24	150	108	78	156
Part des cultures spécialisées - SAU GC (%)	21	0	67	0	0	0
Part des cultures irriguées - SAU GC (%)	53	9	91	47	38	54

Comme pour le terrain de Péronnas, l'échantillon des exploitations biologiques regroupe différentes modalités de conversion à l'AB. Trois exploitants ont connu une conversion relativement récente, initiée en 1999 pour deux exploitations et en 2001 pour la troisième. Deux exploitants ont d'abord opté pour une conversion mixte, en ne convertissant dans un premier temps qu'une partie des cultures. La dernière exploitation en AB de notre échantillon résulte d'une reprise par un jeune agriculteur d'une exploitation en AB. Depuis cette reprise en 2007, la surface a doublé grâce à l'intégration de terres anciennement cultivées par des agriculteurs conventionnels.

3.3.3 Conduite des entretiens

La phase d'enquête repose sur des entretiens semi-directifs, d'une durée généralement comprise entre 2 et 3h, menés chez les exploitants conventionnels et en AB. La spécificité du guide d'entretien, présenté dans l'annexe 6, repose sur une **analyse systématique de la variabilité spatiale et temporelle des pratiques** via des questions de relance spécifiques. La variabilité spatiale correspond aux modalités d'ajustement des systèmes de culture (successions culturales et itinéraires techniques) aux différents ilots du territoire d'exploitation. La variabilité temporelle correspond quant à elle aux modalités d'ajustements des systèmes d'une année sur l'autre. Les évolutions récentes ou à venir des pratiques ont également été prises en compte.

Le premier objectif du guide d'entretien était de **reconstituer et de spatialiser les systèmes de culture de l'exploitant** afin d'être en mesure de les évaluer par rapport aux enjeux de qualité des eaux. Pour cela, des données quantitatives et descriptives sur les assolements, les successions culturales et les itinéraires techniques (en particulier sur les pratiques de fertilisation azotée et d'utilisation des pesticides) ont été récoltées. L'analyse de la variabilité des pratiques sur plusieurs années permet d'améliorer grandement la robustesse de l'évaluation, en détectant des pressions ponctuelles dans l'espace et/ou dans le temps (Chantre *et al.*, 2012). En se contentant d'une rotation ou d'un itinéraire types donnés par l'exploitant ou identifiés dans les documents d'enregistrement, on risquait de fausser la représentativité des données récoltées.

Le deuxième enjeu de la phase d'enquête était de **produire une analyse compréhensive des pratiques permettant la comparaison des modalités d'organisation et de justification des systèmes de culture entre exploitants**. L'analyse des modalités d'organisation s'est portée prioritairement sur les pratiques associées à la construction des successions culturales, à la fertilisation azotée et à la lutte contre les adventices, les ravageurs et les maladies, auxquelles on ajoute les modalités de

gestion des prairies pour les systèmes d'élevage. Les autres types d'interventions culturelles (par exemple le travail du sol) ont également été décrits mais n'ont pas fait l'objet de relances précises, sauf si l'exploitant insistait spécifiquement sur l'importance de certaines pratiques. Les questions de relance relatives à la variabilité des pratiques dans l'espace et dans le temps ont permis de préciser et d'enrichir la description des modalités d'organisation des pratiques. L'exploitant était enfin amené à commenter ces descriptions techniques en identifiant les éléments de cohérence de ses pratiques et en expliquant ce qui fait selon lui leur spécificité. Le traitement de ces éléments qualitatifs a nécessité une **retranscription intégrale des entretiens**, rendant possible une analyse du discours de l'exploitant.

Le guide d'entretien est centré sur la description des modalités d'organisation des pratiques mais intègre également des éléments de description relatifs à la structure d'exploitation, aux systèmes de production et aux profils des exploitants. Certaines thématiques, souvent identifiées comme importantes par les exploitants, ont fait l'objet de relances systématiques auprès des exploitants interrogés ; il s'agit notamment du rôle du conseiller technique dans l'organisation des systèmes de culture, de la perception relative à l'AB et des projets sur l'exploitation. Ces éléments sont mobilisés dans l'analyse comme des facteurs de différenciation potentielle des postures techniques.

La transition vers l'AB a fait l'objet de questions spécifiques chez les agriculteurs biologiques. Ces questions avaient pour but d'identifier les déterminants à l'origine de cette transition et de décrire le passage vers l'AB, en insistant particulièrement sur les composantes techniques de ce passage. Les pratiques antérieures à la conversion ont fait l'objet d'une analyse précise, ce qui explique le choix d'enquêter des exploitants récemment convertis à l'AB. La qualité de la description des modalités d'organisation des pratiques antérieures à la conversion s'est avérée fortement dépendante de l'ancienneté de cette conversion.

L'échantillonnage des exploitations conventionnelles et biologiques sur les zones à enjeu eau constitue un dispositif d'enquête pertinent pour analyser l'opportunité d'un développement de l'AB et pour tester notre démarche d'analyse des principes d'action à l'origine des systèmes de culture :

- L'enquête couvre de manière homogène les zones à enjeu eau (AAC, secteurs vulnérables, secteurs situés hors des zones prioritaires).
- S'il est impossible d'évaluer quantitativement la représentativité des exploitations conventionnelles enquêtées, les échantillons sont caractérisés par une hétérogénéité forte des systèmes de production et des structures d'exploitation. Ces échantillons diversifiés nous permettront de tester les liens entre systèmes de production et principes d'action.
- Le faible nombre d'exploitations biologiques enquêtées est compensé par la qualité de l'échantillon. Sur les deux terrains, les caractéristiques des exploitations biologiques (structures, orientation principale et diversité des systèmes de production) rendent possible une comparaison directe avec les exploitations conventionnelles. Notre dispositif est pertinent pour comparer les niveaux de pressions et pour analyser les proximités des postures techniques entre exploitants conventionnels et exploitants biologiques.

3.4 Méthodes d'analyse des entretiens

Nous présentons dans cette partie la méthode d'analyse des principes d'action (section 3.4.1) et les modalités d'évaluation des systèmes de culture par rapport aux enjeux de qualité des eaux (section 3.4.2). **Le choix fait au cours de la thèse est de donner la priorité à l'étude des principes d'action qui constitue l'apport principal de ce travail.** A l'inverse, l'enjeu de la phase d'évaluation des systèmes de culture n'est pas de produire des outils innovants pour l'analyse des transferts par lixiviation mais bien de disposer d'une méthode robuste et souple, valide scientifiquement et apte à mettre en évidence les variations de pressions entre des systèmes de culture très diversifiés.

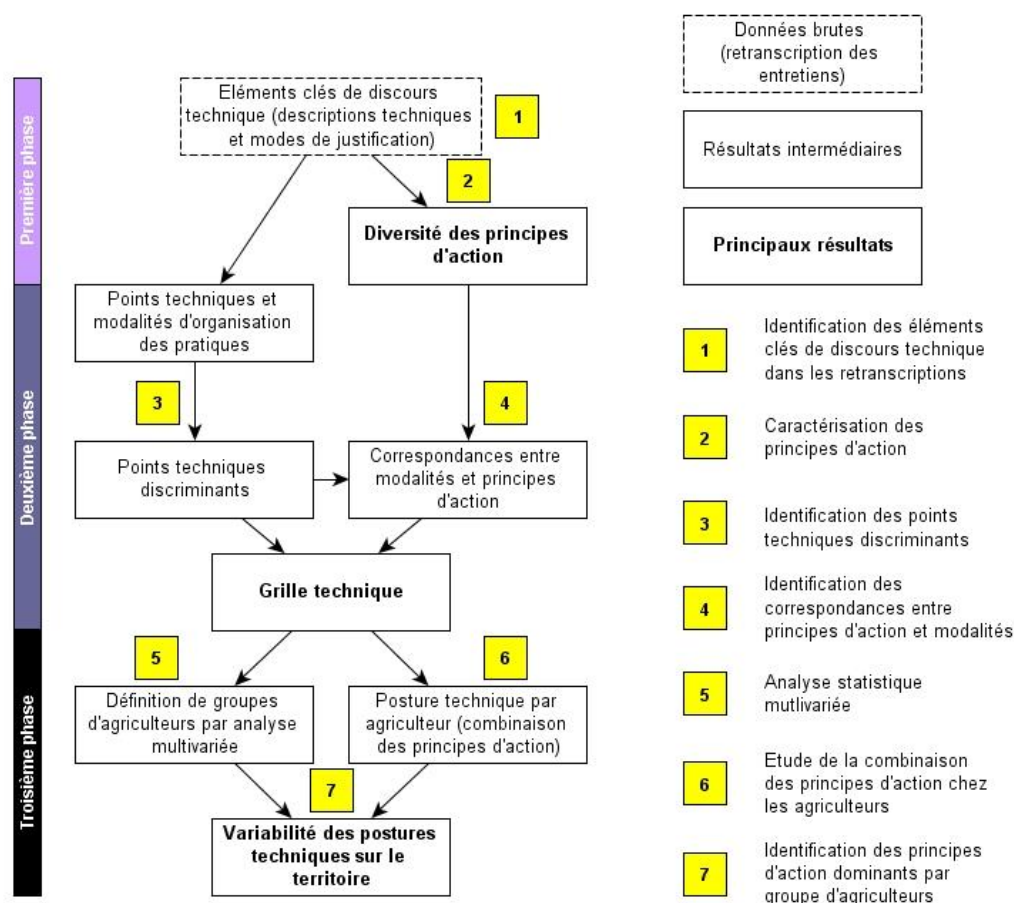


Figure 3.6. Structure de la démarche d'analyse des principes d'action. La chaîne de traitement des retranscriptions qui aboutit à la typologie d'agriculteurs comprend sept étapes distinctes. Les définitions des différents concepts mobilisés ici sont présentées dans le Tableau 3.5.

3.4.1 Analyse compréhensive des pratiques via les principes d'action

La démarche d'analyse des principes d'action se décline en trois phases distinctes (Figure 3.6) :

- le recensement des éléments clés de discours technique et l'identification des principes d'action dans les retranscriptions ;

- l'élaboration, à partir de ces éléments clés, d'une grille technique ;
- l'étude, à partir de la grille, de la variabilité des postures techniques des agriculteurs rencontrés sur le territoire. Cette dernière phase se concrétise par une typologie des exploitants.

Les concepts mobilisés dans la démarche d'analyse sont présentés dans le Tableau 3.5.

3.4.1.1 Identification des éléments clés de discours technique et des principes d'action

On décrit ici la **première phase** de l'analyse qui aboutit à la caractérisation de la diversité des postures techniques à l'échelle territoriale (Figure 3.6).

Eléments clés de discours technique

L'analyse des principes d'action est fondée sur l'identification d'éléments clés de discours technique dans les retranscriptions des entretiens réalisés auprès des exploitants (Tableau 3.5 et étape 1 dans la Figure 3.6). **Ces éléments associent du discours précis relatif à l'organisation des systèmes techniques et des éléments de justification des pratiques.** Ils permettent à l'exploitant d'énoncer ses principes d'action. En basant l'analyse sur des éléments techniques précis, notre méthode rejette d'emblée les discours généraux qui expriment un simple avis sur l'agriculture actuelle ou un objectif vague de l'agriculteur.

On présente ici un extrait d'entretien qui constitue un élément de discours clé pour l'identification des principes d'action de l'exploitant :

Je n'ai pas trop de problèmes avec les adventices. Toujours un seul désherbage sur céréales: oui, c'est étonnant parce qu'on en parle un peu et il y en a qui font des ratrapages des trucs comme ça mais moi non. Je ne dis pas que c'est super propre mais moi je trouve que ça suffit. C'est peut-être dû à la rotation, sûrement... chacun son point de vue (05_pero).

Dans cet extrait, l'agriculteur associe une modalité précise d'organisation d'une pratique et des éléments de justification qui contextualisent la description purement technique. La description technique porte ici sur les modalités d'utilisation des herbicides sur les céréales à paille. Elle s'accompagne de **procédés de mise à distance** qui permettent d'avoir un aperçu des principes d'action à l'origine des pratiques. Ces procédés sont présentés dans l'encadré 3. Cette prise de recul de l'agriculteur sur la description simple des pratiques (« comment ») permet de remonter aux justifications et aux éléments de cohérence entre pratiques (« pourquoi ») et de dégager des éléments qu'il considère comme étant typique de son système technique.

Tableau 3.5. Présentation des concepts mobilisés pour l'analyse des principes d'action. Les données brutes correspondent aux retranscriptions des entretiens effectués chez les agriculteurs.

Concepts	Définitions	Exemple de traitement des données sur l'organisation de l'assolement	Exemple de traitement des données sur les pratiques culturales
Élément clé de discours technique	Extraits d'entretien associant du discours technique précis relatif à l'organisation des systèmes techniques et des éléments de justification des pratiques	<i>Je sais qu'il y en a qui font du maïs depuis 20 ans, mais l'année passé il y a quelqu'un qui a désherbé 3 fois ses maïs... Ils font des machins, des jets dirigés et tout... Sur 4 ans on les tient, ensuite deux cultures ça permet de nettoyer le terrain, de changer de désherbant...</i>	<i>Les objectifs ça serait d'augmenter les taux de protéines, mais bon... Notre ammonitrage on ferait mieux de le passer en deux fois qu'en une seule, mais bon on ne le fait pas, pour limiter le boulot</i>
Modalité d'organisation des pratiques	Un ensemble de règles de décisions techniques commun à plusieurs agriculteurs	Nombre d'années consécutives en maïs sur une même parcelle fixé à 4 ans (modalité B du point technique)	Seulement deux apports minéraux, pas de fractionnement en 3 apports (modalité B du point technique)
Principes d'action	Les principes d'action correspondent à des méta-raisonnements à l'origine de l'organisation concrète des pratiques sur le territoire d'exploitation	La modalité B décrite ci-dessus est associée aux principes d'optimisation économique et d'optimisation agronomique de l'assolement (voir Tableau 4.1).	La modalité B décrite ci-dessus est associée au principe de simplification des pratiques culturales (voir Tableau 4.1).
Point technique	Une thématique technique précise identifiée dans les éléments clés du discours technique ainsi que les modalités mutuellement exclusives d'organisation des pratiques relatives à cette thématique	Structure de la rotation sur les îlots irrigués (3 modalités) A. Monoculture sur îlots irrigués B. Maïs entre 3 et 5 ans consécutivement sur parcelles C. Maïs en rotation	Fractionnement des apports azotés minéraux sur blé (4 modalités) A. Des impasses potentielles B. 2 apports systématiques C. 2 apports, parfois 3 D. 3 apports minéraux (sauf exception)
Point technique discriminant	Un point technique i) souvent mentionné dans les éléments de discours technique ii) permettant de bien segmenter l'échantillon d'agriculteurs		
Grille technique	Ensemble des points techniques discriminants, synthèse de la diversité des modalités d'organisation des pratiques sur le territoire	Voir l'exemple reproduit plus bas (Tableau 3.7)	

Encadré 3. Repérer les éléments clés de discours technique dans les retranscriptions

On décrit ici les procédés de mise à distance qui marquent l'apparition d'un élément clé de discours technique au cours de l'entretien. **L'apparition de la première personne**, de l'expression d'un choix personnel ou d'une marque d'appréciation constitue un premier marqueur permettant d'identifier des éléments clés de discours technique :

Du maïs après des prairies, on est sûr de faire du rendement derrière, pour pas cher en plus, c'est vachement intéressant de tourner. Mais j'ai des collègues qui disent "des prés de foins c'est des prés de foins et les terres à céréales c'est les terres à céréales", moi je n'aimerais pas. (...). Retourner un pré j'aime bien ça (13_pero).

Ces éléments sont importants car ils renvoient théoriquement à l'expression de singularités dans les techniques mobilisées par l'exploitant. On peut penser que ces éléments permettront de bien différencier cet agriculteur des autres profils identifiés dans l'analyse.

De la même façon, l'agriculteur mentionne parfois **des différences de pratiques entre lui et d'autres agriculteurs**, voire des différences entre ses pratiques et les pratiques recommandées par le conseiller technique. Les mentions de ces différences sont également considérées comme des éléments clés :

Le CIPAN il faut prendre ça comme une culture principale, il ne faut pas la faire à la légère, il faut la faire très sérieusement. C'est une culture qui peut rapporter: si tu mets des légumineuses elle peut te rapporter de l'azote, elle peut t'apporter une structure de sol intéressante, donc ce n'est pas tout perdu comme certains le pensent (25_pero).

Pour définir les principes d'action de l'exploitant, il est intéressant d'identifier dans son discours les **éléments qui renvoient à des évolutions de pratiques**. L'exploitant fait référence à des changements récents de pratiques qui peuvent marquer une évolution de sa posture technique. De la même façon, les réorientations à venir des pratiques, surtout si elles se concrétisent par le biais d'essais, sont des marqueurs importants pour distinguer les principes d'action dans le discours.

On désherbe le blé à l'automne, on n'attend pas le printemps... avant on attendait le printemps pour voir l'herbe qui sort et tout le bazar, mais là cette année j'ai tout désherbé à l'automne. Pourquoi ? Pff... il faut changer aussi de formes de désherbant, de matières actives et tout ça... après ça c'est du conseil de technicien... (08_lapey).

Certains exploitants font enfin directement **référence à leur système technique** pendant l'entretien. Les termes en rapport avec la conduite générale du système (« système », « plan », « indicateur », « variable d'ajustement », « principes », « risque »⁶⁵) ou les adjectifs qui permettent de qualifier ce système (intensif/extensif...) sont des marqueurs importants. De la même façon, l'exploitant mentionne indirectement son système lorsqu'il identifie de lui-même des éléments de cohérence entre des opérations techniques variées.

On essaie de faire un plan de cultures où c'est le plus facile... au printemps on va ne faire que des maïs... après on va ne faire que des cultures d'automne, colza, orge et blé, on va passer tous les mêmes désherbants, les mêmes engrais au printemps tout ça... Quand on est parti à mettre de l'azote sur du blé, on part pour faire 60-70 ha. (...) Généralement on fait tout en même temps. Moi c'est un système que j'ai décidé comme ça (08_lapey).

L'ensemble de ces procédés de mise à distance se combinent souvent dans le discours de l'exploitant.

⁶⁵ Les termes cités ici ont tous été mentionnés lors des entretiens réalisés dans le cadre de ce travail.

Caractérisation des principes d'action

A partir de ces éléments clés de discours technique identifiés dans les entretiens, on dégage des principes d'action génériques (étape 2 dans la Figure 3.6). Pour cela, on identifiera **des méta-raisonnements communs** i) à plusieurs composantes du système technique et ii) à plusieurs agriculteurs. On donne ci-dessous un exemple avec deux éléments clés de discours technique extraits de deux entretiens différents mais relevant d'un même principe d'action :

Ca arrive, moi je pense qu'on en met moins que prévu, on fait un passage de moins... Pour les prévisions, ils prennent le maximum autorisé en fumure je pense, après on met toujours moins... c'est peut-être aussi parce c'est nous qui payons. Les premières fumures on met toujours à peu près ce qui est prévu mais c'est souvent la dernière en azote, des fois on met moins. Des fois on voit les céréales qui sont belles, on se dit il n'y a peut-être pas lieu d'en mettre plus, c'est souvent pour ça, l'aspect visuel (05_pero).

Le Round'up je ne l'utilise plus depuis 3 ans. Je travaille au milieu de céréaliers sur les terres en céréales, j'ai peur de me faire engueuler. Nous on y laisse, c'est vrai que ça pousse un peu mais à la place du round'up on fait un broyage et on sème le couvert (...). Si j'écoutais celui qui me le fait, il faudrait le faire tous les ans, mais moi je ne paye pas que le produit, je paye aussi la façon (17_pero).

Si les points techniques concernés sont bien différents (fertilisation azotée et utilisation d'un désherbant en interculture), les deux modalités d'organisation des pratiques (impasses sur le 3^{ème} apport et sur le traitement herbicide) renvoient à **un même mode de justification** et à une même cohérence des pratiques entre agriculteurs. On identifie ici un principe d'action centré sur la limitation des intrants. Selon ces éleveurs, ce principe d'action entre en contradiction avec les pratiques « normales », associées aux conseils des technico-commerciaux ou aux autres agriculteurs.

On proposera une **typologie des principes d'action** recensés sur les deux terrains, en distinguant les principes d'action pour l'organisation de l'assolement et des principes d'action pour l'organisation des pratiques culturales (chapitre 4).

3.4.1.2 Construction de la grille technique

L'analyse uniquement qualitative du discours telle qu'elle a été présentée jusque là ne permet pas de hiérarchiser l'importance relative des principes d'action dans les modalités d'organisation des systèmes de culture pour chaque agriculteur. Pour aboutir à l'analyse des postures techniques (combinaisons pondérées des principes d'action) à l'échelle du territoire, on s'appuie sur une grille technique. On décrit ici la **deuxième phase de l'analyse**, qui aboutit à l'élaboration de cette grille (Figure 3.6). L'objectif de la grille technique est de synthétiser la diversité des modalités d'organisation des pratiques entre agriculteurs sur un même territoire. Les exemples produits ici sont tirés de six entretiens réalisés sur des exploitations conventionnelles céréalières n'ayant pas été intégrées dans l'échantillon sur le terrain de Péronnas.

Identification des points techniques discriminants

Pour élaborer la grille technique, on commence par **recenser et classer les points techniques mentionnés dans les éléments clés de discours** (étape 3 dans la Figure 3.6). On entend par « point technique » une thématique technique précise identifiée dans les éléments clés de discours des

agriculteurs ainsi que les modalités mutuellement exclusives d'organisation des pratiques relatives à cette thématique (Tableau 3.5). A titre d'exemple, des points techniques tirés des six entretiens réalisés sur des exploitations céréalières du terrain de Péronnas sont présentés dans le Tableau 3.6.

Tableau 3.6. Des exemples de points techniques recensés dans les éléments clés de discours de six entretiens réalisés sur le terrain de Péronnas. Le nombre d'agriculteur mentionné renvoie au nombre d'exploitants chez qui on a identifié un élément de discours relatif à la thématique.

Points techniques identifiés	Nombre d'agris	Statut du point technique
Structure et diversité des cultures dans la rotation - ilots en sec	4 / 6	Point discriminant
Couverture du sol lors des intercultures longues	4 / 6	Point discriminant
Gestion de la couverture du sol entre deux maïs	3 / 6	Point secondaire
Ajustement des doses d'azote sur la sole de blé	5 / 6	Point discriminant
Ajustement des doses d'azote sur la sole de maïs	2 / 6	Point secondaire
Itinéraire de désherbage sur maïs	4 / 6	Point discriminant
Utilisation du binage sur maïs	4 / 6	Point non discriminant
Itinéraire de désherbage sur blé	5 / 6	Point discriminant
Traitements fongicides sur blé	2 / 6	Point secondaire
Utilisation du round'up sur l'exploitation	1 / 6	Point secondaire

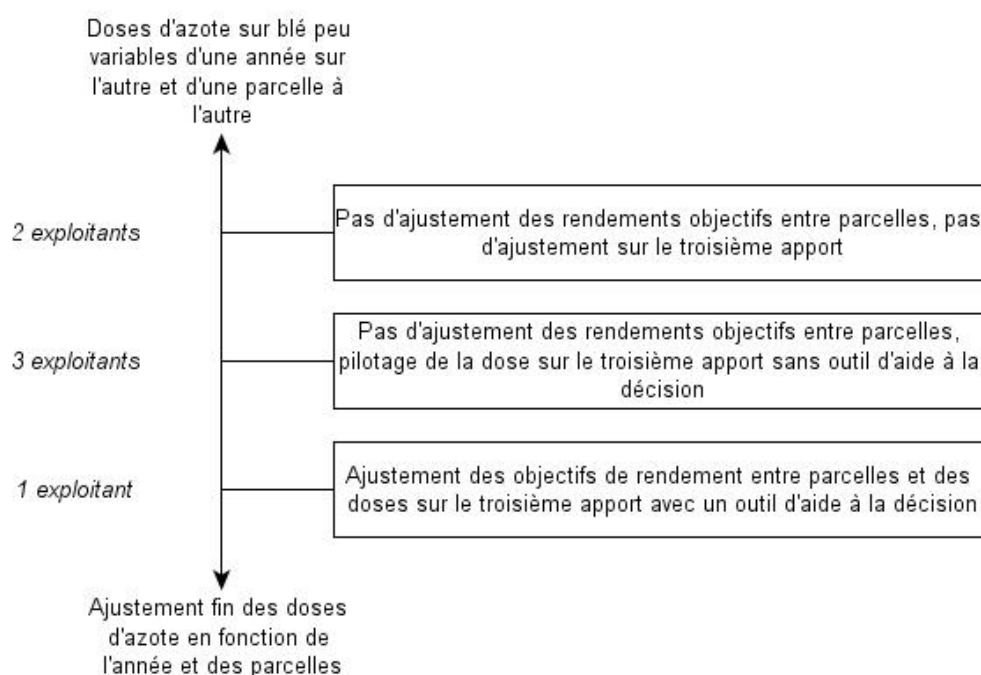


Figure 3.7. Un exemple de point technique discriminant (« ajustements des apports minéraux azotés sur blé » pour le terrain de Péronnas). Le point technique est caractérisé par une diversité certaine des modalités d'organisation des pratiques, avec trois modalités mutuellement exclusives pour un échantillon restreint d'agriculteurs (6 exploitants).

A partir de ce recensement, on dégage les points techniques discriminants. On considère qu'un point technique est discriminant lorsqu'il remplit les conditions suivantes :

- Le point technique est **mentionné dans les éléments clés de discours technique chez de nombreux agriculteurs** (Tableau 3.6). Les points techniques peu mentionnés sont considérés comme secondaires et ne sont pas intégrés.
- Le point technique est caractérisé par une variété importante des modalités d'organisation sur les pratiques concernées, et permet donc de **bien segmenter l'échantillon d'agriculteurs** (Figure 3.7). Les points techniques présentant une diversité réduite des modalités d'organisation des pratiques ne sont pas utilisés, même si ils sont souvent mentionnés par les agriculteurs (ex : utilisation du binage sur maïs).
- Les **données relatives à ce point technique doivent être exhaustives** pour permettre d'associer l'intégralité des agriculteurs à une modalité d'organisation des pratiques.

La grille technique correspond à l'agrégation des points techniques discriminants. Ces derniers sont mobilisés comme variables qualitatives lors de l'analyse multivariée. A titre d'exemple, on propose une grille technique réalisée sur l'échantillon des six céréaliers rencontrés sur le terrain de Péronnas (Tableau 3.7). Elle est composée de cinq points techniques discriminants, eux-mêmes segmentés en trois ou quatre modalités mutuellement exclusives d'organisation des systèmes de culture. Les agriculteurs sont classés dans les différentes modalités pour chaque point technique.

Correspondances entre modalités d'organisation des systèmes de culture et principes d'action

On finalise la grille technique en **associant à chaque modalité d'organisation des systèmes de culture un ou plusieurs principes d'action** (étape 4 sur la Figure 3.6). Cette étape permet de définir les postures techniques mais aussi de monter en généralité : en effet, si les points techniques dépendent de la diversité des pratiques sur chaque territoire (grille technique « située »), l'association entre modalités d'organisation et principes d'action rend possible les comparaisons sur deux terrains différents. Ces correspondances sont établies grâce à l'étude des modes de justification relevés dans les éléments clés de discours technique des exploitants⁶⁶.

On donne ici deux exemples de correspondances entre une modalité d'organisation de l'assolement (présence de céréales à paille secondaires dans l'assolement) et un principe d'action défini en fonction des éléments de justification mentionnés par l'agriculteur. Les extraits sont tirés d'entretiens réalisés chez deux éleveurs laitiers :

Mon grand-père me disait « sur ces parcelles il n'y a que le seigle qui fait bien dessus », cette année j'ai essayé et ça marche. Avant je mettais maïs/blé mais ça ne faisait jamais beaucoup de rendement (24_pero) → Principe d'optimisation technico-économique de l'assolement.

Pour contrôler les mauvaises herbes, je joue sur la rotation et sur ce que je sème. Ce que j'aime bien faire c'est cultiver des plantes qui sont très vigoureuses (...). Le seigle, il vient tellement vite que même si il y a des mauvaises herbes dedans ce n'est pas une catastrophe (18_pero) → Principe d'optimisation agronomique de l'assolement.

⁶⁶ Les correspondances réalisées pour les deux grilles techniques (une par terrain) sont compilées dans l'annexe 11.

Si on observe sur les deux exploitations une diversification des céréales à paille dans l'assolement, la justification à l'origine de cette diversification varie d'un extrait à l'autre. Dans le premier extrait, l'introduction du seigle est liée à des rendements limités en blé qui réduisent la marge sur des parcelles à bas potentiel. Dans le deuxième extrait, l'utilisation du seigle vise à limiter le développement des adventices dans le couvert. En fonction des éleveurs, le principe d'action à l'origine de la diversification des céréales à paille dans l'assolement varie : le premier mobilise ainsi le principe d'optimisation technico-économique de l'assolement tandis que le second fait référence au principe d'optimisation agronomique (voir Tableau 4.1 pour le descriptif des principes d'action). Ces principes d'action sont susceptibles de se combiner dans le discours des exploitants.

Tableau 3.7. Un exemple de grille technique élaborée sur les six exploitations céréalières conventionnelles sur le terrain de Péronnas. La grille technique intègre cinq points discriminants, chacun étant eux-mêmes composés de trois ou quatre modalités mutuellement exclusives d'organisation des pratiques. Les codes en dessous de chaque modalité (A1 à A6) correspondent aux agriculteurs concernés par la modalité. Les mentions en couleur correspondent aux principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture (voir Tableau 4.1 pour la légende et le descriptif des principes d'action). Les mentions bleues et rouges correspondent respectivement aux principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et aux pratiques culturales. Les signes dans les encadrés correspondent aux modalités de combinaisons des principes d'action chez les exploitants (« + » = et).

Points techniques discriminants	Modalité A	Modalité B	Modalité C	Modalité D
1. Structure et diversité des cultures dans la rotation - ilots en sec	Pas de culture spécifique aux rotations en sec, diversité très faible des cultures en rotation A6 OE + Smpl	Une culture de diversification spécifique à ces rotations / uniquement des cultures d'hiver A5 OTE + Smpl	Une culture de diversification spécifique à ces rotations / des cultures d'hiver et de printemps A2 / A3 / A4 OTE + OA	Plusieurs cultures de diversification / alternance entre cultures de printemps et cultures d'hiver A1 OA
2. Couverture du sol lors des intercultures longues	« CIPAN » (moutarde) sur une partie des surfaces concernées A2 Smpl + OTE	« CIPAN » (moutarde) sur l'intégralité des surfaces concernées A1 / A3 / A5 OTE	« Engrais verts » sur l'ensemble des surfaces concernées A4 / A6 OA	
3. Ajustement des apports azotés minéraux sur blé	Pas d'ajustement des rendements objectifs entre parcelles, pas d'ajustement sur le 3ème apport A1 / A2 Smpl	Pas d'ajustement des rendements objectifs, pilotage de la dose sur le 3ème apport sans outil d'aide à la décision A3 / A4 / A5 Max	Ajustement des objectifs de rendement entre parcelles et des doses sur le 3ème apport avec un outil d'aide à la décision A6 Max + OTE	
4. Itinéraire de désherbage sur blé	Désherbage au semis A1 Smpl	Désherbage de printemps A6 OTE	Deux traitements complémentaires au semis et au printemps A5 Max	Deux options potentielles : désherbage au semis ou au printemps A2 / A3 / A4 Max + OTE
5. Itinéraire de désherbage sur maïs	Désherbage complet au semis avec rattrapages à pleine dose A2 Max	Désherbage complet au semis, recours à des doses réduites sur les rattrapages A1 / A3 / A6 Max + OTE	Désherbage complet au semis sans rattrapage prévu A4 Smpl	Deux options : désherbage au semis avec des rattrapages ou désherbage de post-levée uniquement A5 Max + OTE

3.4.1.3 Caractérisation de la diversité des postures techniques

On présente maintenant la méthode permettant de passer de la grille technique à l'analyse de la diversité des postures techniques sur l'échantillon (3^{ème} phase dans la Figure 3.6).

Analyse statistique multivariée

On s'appuie dans un premier temps sur une **analyse multivariée** qui vise à établir des groupes d'agriculteurs avec des modalités d'organisation des systèmes de culture semblables (étape 5 sur la Figure 3.6). On s'appuie pour cela sur les points techniques discriminants de la grille technique que l'on mobilise comme variables qualitatives pour réaliser une analyse statistique de type ACM (analyse des correspondances multiples). Les groupes d'exploitants sont définis grâce à une classification ascendante hiérarchique. Les analyses statistiques ont été réalisées sous le logiciel R (R Development Core Team, 2013), à l'aide du package FactoMineR (Husson *et al.*, 2013).

Définition de la posture technique de l'agriculteur

Dégager la posture technique de l'agriculteur nécessite **d'évaluer l'importance relative des principes d'action dans les modalités d'organisation des systèmes de culture** (étape 6 de la Figure 3.6). Cette analyse repose sur les correspondances établies entre les modalités d'organisation des pratiques de la grille technique et les principes d'action. Pour chaque agriculteur, on décompte le nombre d'occurrences des différents principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture intégrées dans la grille⁶⁷. Le décompte nous permet de dégager la posture technique de l'exploitant, c'est-à-dire une combinaison pondérée des principes d'action qui sous-tendent l'organisation des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation. L'importance relative des principes d'action dans la posture technique de l'exploitant est étudiée ; on relève également l'absence de certains principes d'action.

Caractérisation de la diversité des postures à l'échelle territoriale

La dernière étape de l'analyse vise à **caractériser la variabilité des postures techniques** sur le territoire en se basant sur la typologie produite précédemment (étape 7 sur la Figure 3.6). Pour chaque groupe, on cherche à mettre en évidence des spécificités dans les postures techniques des agriculteurs du groupe. Cette spécificité relève d'abord du ou des principes d'action dominants chez tous les exploitants du groupe. L'absence de certains principes d'action chez les agriculteurs d'un même groupe permet également de préciser la variabilité des postures techniques sur l'ensemble de l'échantillon. L'analyse permet enfin de dégager des différences de postures chez des agriculteurs d'un même groupe.

Pour détailler un peu plus les résultats relatifs à la diversité des postures techniques entre groupes d'agriculteurs, on identifiera les modalités d'organisation des systèmes de culture les plus fréquentes chez les agriculteurs du cluster (Girard, 2006). On parle ici de modalités « typiques » par groupe.

⁶⁷ Le lecteur pourra se référer à l'annexe 12 pour un exemple de ce décompte.

3.4.2 Evaluation des pressions sur les zones à enjeu eau

L'analyse des pressions vise à comparer les pratiques d'agriculteurs conventionnels concernés par les zones à enjeu eau aux pratiques des agriculteurs biologiques pour évaluer l'impact potentiel d'un développement de l'AB sur ces zones. La méthode d'évaluation mobilisée est décrite précisément dans les sections « Introduction » et « materials and methods » de l'article « **Heterogeneity and spatial distribution of cropping systems in drinking water catchments and implications for potential reduction of nitrate and pesticide leaching** », reproduit dans son intégralité au sein du 5ème chapitre de ce manuscrit. Les informations nécessaires à l'étude des systèmes de culture et aux calculs des indicateurs sont fournies dans les annexes 7 et 8. Ne seront présentés ici que les principaux choix méthodologiques qui ont guidé l'évaluation (Tableau 3.8). Ces choix et leur influence sur l'évaluation de la contribution de l'AB seront discutés ultérieurement (chapitre 7).

Tableau 3.8. Fiche signalétique de la méthode d'évaluation de la lixiviation des nitrates et des pesticides. Cette fiche repose sur la démarche méthodologique proposée par Bockstaller & al. (2009).

Méthode d'évaluation	Gamme d'indicateurs de pressions simples et complémentaires
Objectifs scientifiques	Analyser le rôle des pratiques agricoles sur la disponibilité des polluants pour les phénomènes de lixiviation en intégrant une diversité élevée de systèmes de culture (systèmes de culture conventionnels et biologiques)
Objectifs opérationnels	Aide à la décision pour la rédaction de plans d'action sur des AAC
Destinataires (« end-user »)	Gestionnaires locaux de l'eau (agriculteurs)
Résolution spatiale de l'analyse	Ilot (ensemble de parcelles avec une homogénéité des pratiques)
Echelle temporelle d'analyse	Succession culturale (étudier les pressions sur le long terme)
Extension spatiale de l'analyse	Zone à enjeu eau
Indicateurs nitrates	- Balance azotée - Fréquence des sols nus en interculture
Indicateurs pesticides	- Indice de fréquence des traitements (IFT) - Indice de fréquence des traitements herbicides (IFTH)

Notre analyse est centrée sur l'étude des **pressions**, que l'on définit ici comme **l'ensemble des caractéristiques des systèmes de culture susceptibles de jouer un rôle sur le transfert des polluants par lixiviation vers la zone sous-racinaire**. Afin de simplifier l'analyse, le risque de lixiviation et de transfert des polluants vers le captage⁶⁸ n'est pas directement analysé. L'enjeu de notre démarche n'est pas de prédire les quantités de polluants lixiviées à partir de la zone racinaire en fonction de

⁶⁸ Le risque analysé ici peut être défini comme une probabilité de contamination chimique des eaux souterraines captées par les nitrates et les pesticides. L'analyse de ce risque supposerait la modélisation de différents flux, de la parcelle au captage (transfert de la surface vers la zone sous-racinaire, transfert dans la zone non-saturée vers la nappe, transfert dans la nappe vers le captage). Elle nécessiterait le recours à une modélisation couplant des modèles agronomiques, hydrologiques et hydrogéologiques, et la simulation de scénarios climatiques. On choisit volontairement de ne pas analyser ce risque de manière à simplifier l'analyse.

contextes pédoclimatiques variés, mais de simplifier l'analyse en se concentrant sur le rôle des pratiques agricoles sur la disponibilité des polluants pour les phénomènes de lixiviation (Bockstaller et Girardin, 2007). On mobilise une **gamme d'indicateurs agro-environnementaux**⁶⁹ pour déterminer les niveaux de pressions associés aux différents systèmes de culture (Bockstaller *et al.*, 2009).

La simplification des modalités d'évaluation vise à intégrer dans l'analyse la diversité des systèmes de culture à l'échelle des territoires d'exploitation et des zones à enjeu eau. Contrairement aux méthodes de modélisation qui peuvent amener le chercheur à restreindre la diversité des systèmes de culture pour simplifier l'implémentation des pratiques dans le modèle, les indicateurs sont suffisamment robustes et souples pour permettre une comparaison entre des systèmes très différents. Ce choix rend notamment possible la comparaison entre des systèmes de culture conventionnels et des systèmes de culture biologiques.

L'originalité de la méthode d'évaluation réside i) dans **l'intégration systématique de la variabilité des pratiques dans la procédure d'évaluation** via des modalités précises de reconstitution des systèmes de culture sur le territoire de l'exploitant⁷⁰ et ii) dans **l'analyse de la variabilité des valeurs prises par les indicateurs** sur les zones à enjeu eau. L'analyse est d'abord statistique et vise à comprendre les déterminants à l'origine des niveaux de pressions les plus élevés. On mobilise une **typologie des rotations** pour identifier les systèmes de culture à risque. L'analyse est ensuite spatialisée via le recours à un **Système d'Information Géographique (SIG)**. Cette spatialisation permet i) d'identifier des modes de distribution non-aléatoires des pratiques et ii) de comparer la distribution des pressions avec le zonage de la vulnérabilité sur la zone à enjeu.

⁶⁹ Ces indicateurs sont présentés en détail dans l'annexe 8.

⁷⁰ Ces modalités de reconstitution des systèmes de culture sur le territoire de l'exploitant sont compilées dans l'annexe 7.

Chapitre 4

De la diversité des principes d'action à celle des postures techniques

- « Quand mon trèfle d'Alexandrie a bien fonctionné, je m'autorise à supprimer 50 U d'azote sur du maïs derrière. C'est ce que j'enlève des apports d'N prévisionnel: eux ils en enlèvent des fois que 20, ils sont plus prudents que moi, moi j'en enlève 50 (...). Après si c'est vrai ou pas vrai, tant pis pour moi, c'est mon point de vue. Mais ça, même les bons techniciens ne savent pas te donner une estimation exacte. Sur une parcelle ça va être 10 U et sur une autre ça va être 90 U, on n'en sait rien ».
- « Pourquoi 50 et pas 20 ? »
- « Parce que je suis optimiste, on n'a pas le même point de vue de pensée ».

Un agriculteur, à Péronnas

Pour identifier différents degrés de propension à aller vers l'AB et distinguer des profils d'agriculteurs à risque par rapport aux enjeux de préservation de la qualité des eaux souterraines, on se base sur une analyse typologique et compréhensive des principes d'action à l'origine des systèmes de culture et de leur organisation sur le territoire d'exploitation. L'enjeu de ce premier chapitre de résultats est d'appliquer la démarche méthodologique décrite dans le chapitre 3 pour produire cette analyse sur nos échantillons d'agriculteurs concernés par les territoires à enjeu eau.

On décline l'hypothèse 1 présentée en problématique en trois sous-hypothèses qui seront testées dans cette partie :

- **Hypothèse 1.a.** L'organisation des assolements et des pratiques culturales par l'agriculteur repose sur des combinaisons complexes de principes d'action parfois très diversifiés.
- **Hypothèse 1.b.** Les combinaisons de principes d'action à l'origine des systèmes de culture et de leur organisation sur le territoire d'exploitation diffèrent fortement d'un agriculteur à l'autre.
- **Hypothèse 1.c.** Il existe des combinaisons privilégiées des principes d'action dans les postures techniques des agriculteurs.

Le chapitre est structuré en deux sections :

- La première section vise à **dégager la gamme des principes d'action** mobilisés par les agriculteurs pour l'organisation des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation. La diversité des principes d'action mentionnés par chaque agriculteur sera analysée (hypothèse 1.a).
- La deuxième section vise à **produire une typologie d'agriculteurs** reposant sur la diversité des postures techniques à l'échelle de la zone à enjeu eau. Les différences entre profils d'agriculteurs seront étudiées sur chaque terrain (hypothèse 1.b). A partir d'une analyse conjointe des postures techniques sur les deux terrains, On cherchera également à **identifier des combinaisons privilégiées de principes d'action** (hypothèse 1.c). Les combinaisons entre principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et principes d'action associés aux pratiques culturales feront l'objet d'un intérêt particulier.

4.1 Diversité des principes d'action

A partir d'une étude des éléments clés de discours technique identifiés au cours des entretiens avec les exploitants conventionnels sur les deux terrains d'étude, on propose une gamme de principes d'action à l'origine des modalités d'organisation des systèmes de culture. On distingue ici les principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et ceux relatifs aux pratiques culturales.

4.1.1 Principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement

Lors d'un entretien, un agriculteur nous présente un brouillon utilisé pour l'organisation de l'assolement sur l'ensemble des parcelles du territoire d'exploitation :

L'assolement 2013 est réglé économiquement, et je veux le faire agronomiquement... Cette version ce n'est pas encore celle qui est dans la tête... (32_lapey).

Cet extrait nous montre bien qu'il existe plusieurs principes d'organisation de l'assolement (économique vs agronomique) et que ces principes entrent en interaction dans le raisonnement de l'agriculteur. On présente ici les différents principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement identifiés chez les exploitants conventionnels, ainsi que la façon dont ils sont déclinés et traduits en pratiques par les agriculteurs.

4.1.1.1 Principe d'optimisation économique de l'assolement

Comme le soulignait l'agriculteur 32_lapey, l'assolement peut être optimisé par rapport à des critères économiques. L'enjeu est alors de **maximiser le revenu potentiel de la production annuelle**, en privilégiant dans l'assolement les cultures présentant des valeurs de production importantes. C'est le cas par exemple du maïs irrigué, qui représente l'essentiel des surfaces sur les ilots irrigables des exploitations du terrain de Lapeyrouse-Mornay :

Il ne faut pas se le cacher c'est du maïs que l'on retire notre revenu... si on n'a pas de maïs... En blé, si on a couvert les frais, c'est le grand maximum... si les prix remontent... c'est malheureux à dire mais on n'a malheureusement pas le choix. C'est sûr que ça serait mieux de faire des rotations, d'avoir du blé, des tournesols, mais ça veut dire qu'il n'y a plus qu'une personne qui peut vivre sur l'exploitation... (11_lapey).

Ce principe d'optimisation se traduit également par la maximisation des surfaces en maïs semences sur les ilots irrigables et isolés⁷¹. Cette culture présente actuellement une marge par hectare largement supérieure aux autres cultures.

La maximisation des surfaces allouées aux cultures les mieux valorisées se fait au détriment de cultures « secondaires ». Elle aboutit souvent à la disparition de ces cultures moins bien valorisées. Dans l'exemple suivant, le triticale disparaît de l'assolement d'une exploitation en polyculture-élevage au détriment du blé :

On ne fait plus de triticale aujourd'hui, on fait plus du blé... on produisait un peu de triticale mais on y a arrêté. (...) Quand on en vend c'est quand même sacrément moins bien valorisé que le blé (02_pero).

Ce principe d'optimisation économique de l'assolement se traduit par une **faible diversité des cultures dans les rotations et dans l'assolement**. Comme l'assolement est centré sur des cultures principales fortement rémunératrices, les surfaces allouées aux différentes cultures varient peu d'une année sur l'autre. Le corps de règles de décision à l'origine de l'assolement est réduit.

4.1.1.2 Principe d'optimisation technico-économique de l'assolement

Le principe d'optimisation technico-économique de l'assolement présente une certaine continuité avec le principe d'optimisation économique mais relève néanmoins d'une approche différente. Dans

⁷¹ Les surfaces en maïs semence sont définies via un contrat passé entre l'organisme semencier et l'agriculteur. Elles sont également limitées par les surfaces isolées sur le territoire d'exploitation.

les deux cas, l'agriculteur cherche à maximiser le revenu à court terme. Néanmoins, dans le cas d'une optimisation technico-économique de l'assolement, l'agriculteur s'appuie sur un **pilotage pointu** basé sur le contexte économique et sur les caractéristiques des parcelles du territoire d'exploitation. Ce pilotage se traduit par des règles de décision à l'origine de l'assolement plus complexes et vise à **augmenter la marge à l'ha**.

Le pilotage de l'assolement repose d'abord sur des **critères économiques** principalement associés à la conjoncture et aux cours des productions céréalières. Ce pilotage peut se traduire par l'intégration ponctuelle -mais aussi par la disparition temporaire- de cultures dans l'assolement en fonction d'opportunités commerciales ou de primes :

En blé, après un colza on revient en blé, et puis l'année d'après une orge... l'an dernier j'ai fait blé (2010), et l'année d'avant j'ai fait blé, puisque l'orge il y a des prix dérisoires donc le technico-commercial m'a conseillé de faire du blé... en général on fait une orge la deuxième année (01_lapey).

Les pratiques d'**adaptation fine des espèces cultivées aux caractéristiques des parcelles** relèvent également du principe d'optimisation technico-économique de l'assolement. Elles peuvent déboucher sur une différenciation des cultures sur les parcelles à faible potentiel. Plutôt que de maintenir des cultures bien valorisées mais nécessitant des charges importantes, l'agriculteur choisit d'anticiper d'éventuelles pertes de rendement et donc de favoriser des cultures secondaires moins gourmandes en intrants :

Dans les terres que je récupère, on en a récupéré des franchement mauvaises... là on s'est même bloqué sur l'assolement, on fait triticales/colza/triticales/tournesol, pas besoin d'aller sur des plantes qui sont... ce n'est pas la peine d'aller mettre du blé parce qu'on n'arrivera jamais... si on fait un blé à 60 q il n'y a aucun intérêt, on est sûr de ne pas y arriver... (01_pero).

Dans les cas précédents, le pilotage de l'assolement résulte d'une démarche volontaire de diversification des cultures. A contrario, le **pilotage peut parfois être correctif** ou « subi ». C'est le cas notamment lorsque certaines rotations trop faiblement diversifiées provoquent l'apparition d'impasses agronomiques qui menacent le rendement. De nombreux éleveurs préfèrent ainsi détruire leurs prairies temporaires lorsqu'ils estiment que le rendement n'est plus conforme à leurs attentes. L'introduction d'un blé dans une monoculture de maïs repose sur une logique identique :

Je n'ai pas spécialement de rotations, tant que les parcelles sont propres, je fais du maïs. Je m'organise par rapport au liseron: sur les terres où il commence à y avoir beaucoup de liserons, je fais un coup de blé et je désherbe à l'automne le liseron... du blé pour torcher les liserons (09_lapey).

L'apparition de ces règles de pilotage de l'assolement chez les agriculteurs se traduit par une **diversité moyenne et variable des cultures dans les rotations et dans l'assolement**.

4.1.1.3 Principe d'optimisation agronomique de l'assolement

Le principe d'optimisation agronomique se différencie nettement des deux principes précédents qui reposaient sur un enjeu d'optimisation de l'assolement par rapport à des objectifs économiques à court terme. On regroupe sous ce principe d'action l'ensemble des pratiques d'organisation de

l'assolement qui visent à un **maintien ou à une amélioration d'un potentiel productif sur le long terme et sur l'ensemble du territoire d'exploitation**.

Contrairement au principe d'optimisation technico-économique qui repose sur des pratiques de pilotage de l'assolement, le principe d'optimisation agronomique est caractérisé par un **degré important de planification de l'assolement**. L'agriculteur mobilise des règles de décision formalisées et strictes en ce qui concerne les délais de retour, le nombre d'années consécutives sur une parcelle et les précédents pour les différentes cultures, afin de **maximiser les effets agronomiques associés à la rotation**. Ce principe d'optimisation se traduit par le recours à des schémas rotationnels fixes. Dans l'extrait suivant, l'agriculteur justifie l'utilisation d'une rotation fixe sur les ilots irrigués de son exploitation (4 ans en maïs / tournesol / blé) en mentionnant des problèmes de gestion des adventices sur le long terme :

J'ai toujours fait des coupures, pour les désherbants. Je sais qu'il y en a qui font du maïs depuis 20 ans, mais l'année passée il y a quelqu'un qui a désherbé 3 fois ses maïs... Ils font des machins, des jets dirigés et tout... Sur 4 ans on les tient, ensuite deux cultures ça permet de nettoyer le terrain, de changer de désherbant... (13_lapey).

L'optimisation agronomique de l'assolement se traduit également par une certaine **homogénéité des rotations sur le territoire d'exploitation**. Malgré une variabilité éventuelle des potentiels de production sur le territoire d'exploitation, l'agriculteur élargit la zone cultivable pour chacune des cultures de l'assolement afin d'augmenter les temps de retour d'une même culture sur une parcelle. L'éleveur suivant opte ainsi pour les rotations mixtes prairie-cultures sur l'ensemble de son territoire d'exploitation :

Chez mon beau-père je pourrais ne faire que des céréales et bien non je fais des prairies, du foin, je vais y mettre des bêtes... Je fais partout comme ça. Je n'ai pas de parcelles qui reviennent plus souvent en céréales (13_pero).

L'optimisation agronomique de l'assolement induit souvent une **diversité forte des cultures en rotation et dans l'assolement**. Certains agriculteurs choisissent ainsi de mobiliser des cultures secondaires spécifiques ou des engrais verts en interculture pour améliorer le potentiel productif des sols sur le long terme :

Le CIPAN il faut prendre ça comme une culture principale, il ne faut pas la faire à la légère, il faut la faire très sérieusement. C'est une culture qui peut rapporter: si tu mets des légumineuses elle peut te rapporter de l'N, elle peut t'apporter une structure de sol intéressante, donc ce n'est pas tout perdu comme certains le pensent (25_pero).

Le recours à une couverture constante des sols résulte d'un même principe d'optimisation des rotations. Contrairement au principe d'optimisation technico-économique, la présence des cultures secondaires dans l'assolement est pérenne.

4.1.1.4 Principe de simplification de l'assolement

Ce principe d'action se différencie fortement des principes précédents. En effet, l'optimisation repose sur un **enjeu de limitation du temps de travail**. Les critères associés à la **structure du parcellaire** -proximité des ilots au siège d'exploitation, taille et forme des parcelles- sont dominants dans la répartition des usages du sol à l'échelle du territoire d'exploitation :

Le tabac, c'était là (ilot 1), c'était surtout parce qu'il y a les deux serres et que c'était à côté, donc le tabac était là... là ça faisait 7 ans que j'étais en tabac. C'est par rapport au séchoir, pour rentrer le tabac ça faisait un gain de temps (16_lapey).

Cette gestion simplifiée de l'assolement génère une **spécialisation forte des parcelles**, et donc une diversité faible des cultures en rotation.

Ce principe de simplification aboutit également à une **diversification limitée des cultures dans l'assolement**. L'absence de cultures secondaires dans l'assolement peut être associée à des limites techniques ou matérielles (par exemple, l'absence d'un semoir pour le sorgho), voire à une diminution volontaire du nombre de cultures différentes dans l'assolement permettant une rationalisation des chantiers pour certaines opérations culturales. L'agriculteur suivant justifie ainsi la disparition du tournesol et du sorgho dans son assolement :

On essaie de faire un plan de cultures où c'est le plus facile... que des maïs, au printemps on va ne faire que des maïs... après on va ne faire que des cultures d'automne, colza, orge et blé, on va passer tous les mêmes désherbants, les mêmes engrais au printemps tout ça... Quand on est parti à mettre de l'azote sur du blé, on part pour faire 60-70 ha. Faire un désherbage sur blé, c'est toujours à peu près le même, on fait tout pareil (08_lapey).

Cette gestion extensive de l'assolement peut enfin induire une limitation des soles pour certaines cultures caractérisées par des pointes de travail importantes. C'est le cas par exemple du maïs irrigué :

Le maïs je n'y change pas bien parce que je le fais sur les 20 ha irrigués. Je fais des rotations parce que j'ai la possibilité d'en irriguer un peu plus. Je suis en couverture intégrale et j'ai la couverture pour en arroser 30 ha, mais à mon âge, mettre les tuyaux, jamais je ne pourrais les faire (13_lapey).

4.1.1.5 Principe d'autonomisation du système d'élevage

Ce principe d'action est **spécifique aux exploitations en polyculture-élevage** et ne concerne donc que les agriculteurs rencontrés sur le terrain de Péronnas. La gestion de l'assolement vise ici à réduire les charges associées à l'alimentation et au système fourrager de l'exploitation, et donc à aller vers un **système d'élevage plus autonome**.

Ce principe d'action se traduit tout d'abord par l'absence des cultures qui ne seraient pas directement valorisables dans le système d'élevage sur les exploitations (« cultures de vente »). La réduction des charges associées à la gestion de l'herbe peut également conduire certains agriculteurs à privilégier les prairies permanentes au détriment des prairies temporaires :

Ce n'est pas mon optique. J'aime mieux avoir plus de prairies anciennes qui produisent un petit moins, plutôt que de renouveler sans arrêt les prairies, il faut mettre de l'engrais, tourner avec du matériel... J'essaye de limiter les frais comme ça (20_pero).

La recherche de l'autonomie ne se traduit pas nécessairement par une diversité limitée des types d'usages du sol dans l'assolement. La culture de céréales à paille pour l'alimentation du troupeau peut ainsi aboutir à une diversité forte des espèces de céréales dans l'assolement, voire par l'utilisation d'associations céréales-protéagineux (« méteils »). L'introduction de cultures en dérobée lors des périodes d'interculture résulte d'une même logique.

La recherche d'une autonomie du système d'élevage joue également sur les **surfaces associées aux cultures** et aux types d'utilisation du sol. Des surfaces minimum en céréales sont souvent fixées dans l'assolement afin de garantir l'approvisionnement en paille. La part du maïs ensilage dans la SFP varie fortement d'une exploitation à l'autre : elle est importante lorsque l'éleveur veut assurer la production de fourrage, et diminue au contraire lorsque l'exploitant souhaite réduire le coût de la production du fourrage en économisant les intrants utilisés sur maïs⁷². On remarque ici que le recours au principe d'autonomisation du système d'élevage peut se traduire par des **modalités d'organisation de l'assolement très différentes**.

L'ensemble des décisions relatives à l'organisation de l'assolement sur les exploitations des deux terrains peut être associé à l'un (ou à plusieurs) des cinq principes d'action identifiés ici. De la même façon, peut-on identifier des principes d'action différents à l'origine de la diversité des pratiques culturales entre agriculteurs ?

4.1.2 Principes d'action relatifs aux pratiques culturales

A partir de l'étude des éléments clés de discours des agriculteurs, on peut distinguer cinq types de principes d'action relatifs aux pratiques culturales.

4.1.2.1 Principe de maximisation de la production

Les pratiques associées à ce principe d'action visent à maximiser les rendements et la qualité des productions, ou à réduire les risques de pertes des rendements à court terme. On peut parler ici de pratiques basées sur une **recherche d'efficacité** : les résultats obtenus sont évalués par rapport à des objectifs à atteindre, exprimés notamment en termes de rendements. Elles débouchent sur une **intensité importante du recours aux intrants chimiques** sur cultures :

- Je tourne autour de 220 U à l'ha, pour faire du bon blé, parce que ça c'est du bon blé. Vous voyez, il fait 85 de poids spécifique, 15,7 en protéines... c'est un bon blé (09_lapey).

- En semences, il faut que les parcelles soient propres, il y a une exigence de qualité. Pour les semences, il faut que les parcelles soient belles, il ne faut pas qu'il y ait d'herbes, il faut que ça soit joli. Les désherbages sont plus complets en semences (03_lapey).

Ce principe d'action est associé à des **pratiques d'assurance**, c'est-à-dire des usages systématiques de certains engrais ou pesticides que d'autres agriculteurs choisissent de mobiliser de façon ponctuelle. C'est le cas par exemple des désherbages de rattrapage, du deuxième fongicide sur le blé, ou encore des traitements insecticides sur le maïs :

⁷² Dans le premier cas, l'adoption de ce principe d'action résulte souvent d'une gestion des risques par l'assolement qui répond à des pénuries alimentaires potentielles. Dans le second cas, l'objectif final est de limiter les charges associées au système fourrager en remplaçant –partiellement voire totalement- le maïs ensilage par le pâturage qui présente les coûts de production les plus faibles.

Depuis 15 ans je fais des trichogrammes, j'avais des traitements classiques avant. Je fais ça tous les ans: j'essaye d'optimiser, je ne veux pas de pertes de pieds. La pyrale il n'y en a pas souvent mais quand il y en a ça peut être catastrophique (16_pero).

Ici, l'éleveur reconnaît un impact ponctuel de la pyrale sur le maïs mais préfère traiter systématiquement afin de limiter les risques de pertes de rendements et ainsi sécuriser sa production d'ensilage. On peut associer ce principe d'action à une **aversion forte au risque** des agriculteurs.

Le recours fréquent à des **pratiques correctives** (ou curatives) relève également de ce principe de maximisation de la production, car il répond lui aussi à une logique d'optimisation des pratiques à court terme. Ces pratiques sont ponctuelles, utilisées seulement certaines années ou sur certaines parcelles. Elles sont souvent mobilisées pour la gestion des adventices, avec par exemple les désherbages de rattrapage non systématiques :

Cette année j'ai été obligé de repasser. Ça a ralenti une bonne partie des mauvaises herbes mais un désherbage quand il est raté il est raté. Le technicien actuel est venu il y a 15 jours pour le maïs: je lui ai dit que je ne pouvais pas laisser du maïs sale comme ça, il m'a répondu qu'il fallait lui mettre un coup de bineuse... pas d'accord, quand il est venu, il a bien vu qu'il valait mieux mettre du désherbant (20_pero).

L'amélioration des modalités d'utilisation des intrants (ex : fractionnement des apports azotés) relève également d'une logique de maximisation de la production car elle vise à améliorer les rendements sur cultures. Néanmoins, si cette amélioration est associée à une diminution potentielle des doses d'engrais ou de pesticides par rapport aux doses de référence de l'agriculteur, on parlera d'optimisation technico-économique des pratiques culturales.

4.1.2.2 Principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales

Ce principe d'action est proche du principe de maximisation de la production, car il repose lui aussi sur des objectifs à court terme et sur le maintien de rendements hauts. La différence porte sur la définition des objectifs : si le rendement constitue le principal critère d'évaluation associé au principe de maximisation de la production (pratiques efficaces), le principe d'optimisation technico-économique repose sur **un objectif de maximisation de la marge à l'ha**. On peut parler ici de « **pratiques efficientes** », dans le sens où les résultats obtenus (rendement et qualité de production) sont mis en balance avec les ressources utilisées. Cette recherche d'efficience suppose une **aversion au risque moindre** chez les agriculteurs concernés.

L'optimisation de la marge repose sur des pratiques ponctuelles de limitation des charges associées à la conduite des cultures. Pour y parvenir, l'agriculteur s'appuie sur un **pilotage constant de l'utilisation des intrants sur culture**. Ce pilotage induit un ajustement des itinéraires techniques en fonction des conditions climatiques annuelles ou des différences entre les parcelles. Il peut déboucher sur des diminutions de doses ou des impasses ponctuelles sur certaines interventions si les conditions ne permettent pas de valoriser le produit prévu. Ces impasses s'apparentent à une prise de risque calculée par l'agriculteur :

Ca m'est arrivé de ne pas désherber le blé après un maïs (...). C'était il y a deux ans, on avait fait du maïs conso, j'ai labouré à l'automne et j'ai semé du blé, et au printemps quand le technicien est passé il n'y avait pas beaucoup d'herbes alors il m'a dit d'attendre. On a

attendu jusqu'à mars-avril, le blé a pris le dessus, les herbes étaient restées dessous alors il m'a dit que ça valait pas le coup de désherber, on laisse comme ça. C'est aussi un risque, mais bon ça s'est bien passé là (12_lapey).

Les pratiques de pilotage reposent sur des observations précises sur les parcelles, voire sur l'utilisation d'outils d'aide à la décision (plan de fumure, analyses du jus de tiges, analyse de sol, alertes relatives à des infestations de ravageurs...). Néanmoins, l'utilisation de ces outils ne correspond à un principe d'optimisation technico-économique que si elle permet une **réduction potentielle des quantités d'intrants utilisées** lorsque les conditions nécessaires à leur valorisation ne sont pas réunies. Dans l'extrait suivant, l'agriculteur parle de l'utilisation des outils d'aide au pilotage de la fertilisation, et explique clairement la différence entre le principe de maximisation de la production (à laquelle il associe l'utilisation du N-tester) et le principe d'optimisation technico-économique qu'il annonce pratiquer :

Le potentiel maximal c'est une chose, mais moi personnellement je ne travaille pas avec le potentiel maximum, je travaille avec la marge du produit maximal. Si c'est pour faire 2 q de plus et en manger 4 avec l'engrais, ce n'est pas intéressant. Peut-être que le N-tester est basé sur ce principe là (potentiel maximal), mais aujourd'hui avec les prix des engrais il faut faire attention à ce que l'on met (17_lapey).

Dans les cas précédents, l'ajustement des pratiques est réalisé à partir de critères propres à l'état de la culture ou de la parcelle cultivée (critères endogènes au système de culture). Des **critères exogènes** peuvent également être mobilisés par certains agriculteurs, qui choisissent ainsi d'adapter systématiquement les pratiques aux prix des intrants et au cours des céréales produites.

L'amélioration des modalités d'utilisation des intrants, à laquelle on a déjà fait référence pour le principe de maximisation de la production, peut également correspondre à un enjeu d'optimisation technico-économique si elle induit une diminution potentielle des intrants utilisés (par exemple une diminution des doses d'engrais ou de pesticide appliqués). Les pratiques de fractionnement du désherbage basées sur l'utilisation de désherbants ciblés en post-levée répondent à ce type d'optimisation si elles permettent de réduire l'emploi des herbicides en pré-levée et en rattrapage :

On désherbe en deux fois maintenant, au semis (graminées) et au stade 6-8 feuilles (dicots). C'est la première année que c'est comme ça, avant on faisait du Duald gold + Lagon au semis et puis on repassait si c'était sale, on faisait du rattrapage. Comme à tous les coups j'étais obligé de repasser, aujourd'hui je repasse en ciblant vraiment, ça évite de mettre des produits sans utilité (19_pero).

4.1.2.3 Principe d'optimisation agronomique des pratiques culturales

Contrairement aux deux premiers principes d'action, le principe d'optimisation agronomique des pratiques culturales est basé sur une **recherche d'efficience sur le long terme**. L'agriculteur ne vise plus nécessairement un niveau de rendement optimal sur le cycle cultural en cours, mais cherche à améliorer par ses pratiques actuelles les marges économiques sur les années à venir. Ce principe d'action repose sur le **maintien ou l'amélioration du potentiel de production sur le territoire d'exploitation**. Il s'appuie sur une gestion proactive des risques et sur la mobilisation de mécanismes de régulation naturels pour lutter contre les infestations d'adventices et de ravageurs. Cette vision

sur le long terme est associée à une certaine acceptation de la variabilité interannuelle des rendements par l'agriculteur.

Le maintien du potentiel de production passe par exemple par la mise en place d'une rotation régulière des épandages d'effluents d'élevage et par la prise en compte des arrière-effets dans le raisonnement de la fertilisation azotée. Ces pratiques reposent souvent sur une utilisation des carnets d'enregistrements par l'agriculteur :

Et puis ça m'aide quand même pour me rappeler: à mon avis mon carnet m'a fait économiser de l'argent, des fois au printemps j'aurais peut-être remis de l'engrais alors qu'il y avait eu ce qu'il fallait avant, le fumier l'année d'avant tout ça, j'en tiens compte (13_pero).

Le maintien du potentiel de production peut également reposer sur des pratiques de désherbage systématiques. Les interventions associées à une optimisation agronomique ne ciblent pas uniquement les adventices en place, mais visent également à diminuer le stock de graines dans les sols pour réduire sur le long terme les infestations d'adventices. On peut parler ici d'une **gestion proactive (ou préventive) du risque**. L'utilisation systématique de faux-semis ou de déchaumages est symptomatique de cette approche :

Dans les régions céréalières en dessous de Paris ils ont des soucis, les produits ne sont plus efficaces. Nous ça fait une paire d'années qu'on s'y remet, on avait perdu un peu l'habitude, on fait des déchaumages mécaniques, ça permet de faire de faux semis pour faire sortir les ray-grass. On fait ça après les moissons du blé, entre blé et blé et entre blé et maïs. Cette année j'ai tout fait systématiquement (17_lapey).

L'optimisation agronomique des pratiques ne se limite pas nécessairement à l'emploi de pratiques systématiques. Le maintien d'un potentiel de production peut au contraire pousser l'agriculteur à diversifier au maximum les modalités des opérations culturales afin de garantir leur efficacité sur le long terme. C'est le cas par exemple des exploitants qui alternent les matières actives afin de limiter les résistances des adventices aux herbicides.

4.1.2.4 Principe de limitation des intrants sur cultures

Ce principe vise à **limiter au maximum les charges associées aux pratiques culturales**, sans nécessairement que l'impact des pratiques sur le long terme ne soit pris en compte. Contrairement aux trois premiers principes d'action, ce principe n'est pas nécessairement associé à un objectif d'efficacité ou d'efficience des pratiques. Ici, c'est bien **l'autonomie des systèmes de culture** qui est recherchée. Dans ce cadre, l'agriculteur **accepte les baisses structurelles de rendements**. La notion de « rendement objectif » est ainsi remise en cause :

Moi je ne vise rien du tout, il fait ce qu'il fait (17_pero).

Ces pratiques culturales autonomes reposent sur des impasses ponctuelles ou systématiques qui vont souvent à l'encontre des conseils fournis par les technico-commerciaux des coopératives d'approvisionnement.

Ce principe d'action regroupe différents types d'**impasses** sur les pratiques culturales. Les impasses les plus utilisées sont systématiques et portent sur des opérations culturales considérées comme superflues par l'agriculteur :

Toujours pas d'anti-limaces, ça fait 5 ans que je n'en mets pas. Les voisins disent soit disant qu'ils ont des limaces, moi je ne vais pas voir. Plus on en met, plus on en a. (...) Je ne dis pas que je n'en avais pas de temps en temps, mais ça ne justifie pas un traitement (13_lapey).

Certaines impasses ponctuelles peuvent être motivées par un état de la culture jugé satisfaisant par l'agriculteur. Plutôt que de rechercher le potentiel maximum de la culture, l'exploitant suivant choisit de ne pas réaliser le dernier apport d'azote prévu dans son plan de fumure :

Ca arrive, moi je pense qu'on en met moins que prévu, on fait un passage de moins... Pour les prévisions, ils prennent le maximum autorisé en fumure je pense, après on met toujours moins... c'est peut-être aussi parce c'est nous qui payons. Les premières fumures on met toujours à peu près ce qui est prévu mais c'est souvent la dernière en azote, des fois on met moins. Des fois on voit les céréales qui sont belles, on se dit il n'y a peut-être pas lieu d'en mettre plus, c'est souvent pour ça, l'aspect visuel (05_pero).

Certaines impasses ne reposent pas sur une remise en cause des interventions culturales mais peuvent être liées à des **défauts de trésorerie** (impasses subies). L'agriculteur suivant explique la façon dont il utilise son plan de fumure pour raisonner ses apports d'engrais :

Des prévisions, ça récapitule les bilans annuels et en général je diminue de 20% ce qui est prévu. Quand je vois la note que ça me fait, ça ne me va pas, je ramène à des proportions qui sont raisonnables pour un portefeuille. D'un point de vue technique ce n'est pas ça (c'est inférieur) mais d'un point de vue économique ça me va bien. Ce n'est pas un raisonnement qui est très judicieux: a priori on devrait compenser les exportations par les apports (07_pero).

L'environnement est ponctuellement mobilisé pour justifier des pratiques de limitation des intrants. Certains exploitants refusent par exemple d'épandre des boues de station d'épuration sur leurs parcelles tout en reconnaissant un intérêt économique à cet épandage (apport de matière organique et travail du sol gratuit). Hormis des exemples ponctuels, l'environnement est globalement peu mobilisé par les agriculteurs rencontrés pour justifier les pratiques de limitation des intrants.

4.1.2.5 Principes de simplification des pratiques culturales

Ce principe d'action se démarque nettement des autres car il repose sur une **simplification volontaire des itinéraires techniques** par l'agriculteur. **L'optimisation des pratiques culturales est ici logistique et non technique ou économique.** La limitation du temps de travail de l'agriculteur justifie le recours à ce principe d'action. Cette simplification des itinéraires techniques peut également résulter de capacités techniques plus limitées, voire d'un manque d'intérêt de l'agriculteur par rapport à certaines techniques plus pointues.

Cette optimisation logistique débouche souvent sur la mise en place de **pratiques systématiques** à l'échelle du territoire d'exploitation. Dans l'exemple suivant, l'agriculteur choisit délibérément d'abandonner les désherbages de printemps sur blé afin d'uniformiser les itinéraires techniques sur l'ensemble de la sole et ainsi limiter le travail associé au passage de l'herbicide :

On désherbe à l'automne, on n'attend pas le printemps... avant on attendait le printemps pour voir l'herbe qui sort et tout le bazar, mais là cette année j'ai tout désherbé à l'automne. Pourquoi ? Pff... il faut changer aussi de formes de désherbant, de matières actives et tout ça... après ça c'est du conseil de technicien... (08_lapey).

Cette optimisation logistique est particulièrement importante pour la gestion des effluents d'élevage sur certaines exploitations :

Le lisier va sur maïs, sur céréales et sur prairies. Les épandages sont concentrés sur l'exploitation, parce que faire des kms en tracteur je n'aime pas trop. Je préfère aller mettre du chimique plus loin, parce que dès qu'on commence à charrier des effluents d'élevage... Je préfère mettre à côté, et j'ai suffisamment de surfaces à côté pour y supporter (24_pero).

La simplification des pratiques peut induire **l'absence de techniques considérées comme trop complexes** ou trop demandeuses en temps ou en matériel sur certaines exploitations. C'est le cas par exemple des interventions en végétation sur le maïs (désherbages et apports d'urée en post-levée) :

Une fois que c'est semé je n'ai pas envie de retourner dans la parcelle. Je trouve que c'est aussi bien comme ça. L'urée normalement on le met quand le maïs il est sorti mais passer entre les sillons ce n'est pas évident, maintenant je n'ai plus le tracteur adapté pour (...). Une fois que c'est semé et qu'il y a les engrais moi je ne touche plus à rien, la plante se débrouille toute seule (05_pero).

L'étude du discours des agriculteurs sur les deux terrains nous a permis d'identifier des principes d'action variés à l'origine de l'organisation des systèmes de culture sur les territoires d'exploitation. Les cinq principes d'action associés à l'organisation de l'assolement et les cinq principes d'action relatifs aux pratiques culturales sont présentés de manière synthétique dans le Tableau 4.1.

Tableau 4.1. Synthèse des principes d'action identifiés sur les deux terrains d'étude.

	Principes d'action	Description	Caractéristiques des modalités d'organisation associées
Organisation de l'assolement	Optimisation économique OE	Maximiser les surfaces des cultures les mieux valorisées	- Disparition des cultures secondaires - Faible diversité des cultures dans les rotations et dans l'assolement
	Optimisation technico-économique OTE	Maximiser la marge à l'ha par le choix de la culture	- Pilotage de l'assolement en fonction de critères économiques et pédologiques - Composition de l'assolement variable d'une année à l'autre - Rotations non fixées, diversité moyenne et variable des cultures en rotation
	Optimisation agronomique OA	Maintenir / améliorer le potentiel de production sur le long terme et à l'échelle du territoire d'exploitation	- Planification forte de l'assolement - Règles formalisées et strictes pour maximiser les effets agronomiques associés à la rotation - Recours à des espèces « de services » dans les rotations - Rotations fixes et fortement diversifiées
	Simplification Smpl	Limiter le travail sur l'exploitation	- Des restrictions sur le nombre de cultures différentes dans l'assolement - Spécialisation forte des parcelles, diversité faible des cultures en rotation
	Autonomisation du système d'élevage Auto	Sécuriser / améliorer / réduire les charges associées à l'alimentation et au système fourrager de l'exploitation	- Sécurisation par le recours à des surfaces garanties pour certaines cultures - Introduction de espèces spécifiques dans l'assolement pour améliorer l'aliment / pour réduire les intrants nécessaire à sa production - Diversité variable des cultures dans l'assolement et les rotations en fonction des critères d'autonomisation
Pratiques culturales	Maximisation de la production Max	Maximiser le rendement et la qualité de la culture	- Pratiques d'assurance : utilisation systématique et préventive des intrants - Pratiques correctives utilisées fréquemment - Intensité importante du recours aux intrants chimiques
	Optimisation technico-économique OTE	Maximiser la marge économique de la culture	- Recours à des rendements objectifs - Pilotage constant de l'utilisation des intrants : ajustement des itinéraires techniques en fonction des conditions climatiques annuelles / de différences entre les parcelles / du contexte économique - Diminution ou impasses ponctuelles : prise de risque calculée, basée sur des observations précises
	Optimisation agronomique OA	Maintenir / améliorer le potentiel de production sur le long terme et à l'échelle du territoire d'exploitation	- Gestion proactive des risques - Recours à de mécanismes de régulation naturels pour lutter contre les infestations d'adventices et de ravageurs - Recours à un suivi attentif des pratiques et des rendements sur le long terme
	Simplification Smpl	Limiter le travail et l'investissement technique sur l'exploitation	- Recours à des pratiques systématiques - Techniques complexes ou trop demandeuses en temps ou en matériel non mobilisées
	Limitation des intrants Lim	Limiter les charges associées aux pratiques culturales	- Acceptation de la variabilité des rendements, pas de rendements objectifs - Impasses systématiques sur des interventions considérées comme superflues - Pratiques en contradiction avec les conseils des technico-commerciaux

4.1.3 Analyse des principes d'action par agriculteur sur les deux terrains

Afin d'avoir un premier aperçu de l'importance des principes d'action chez les agriculteurs sur les deux terrains, on identifie les principes d'action mentionnés dans les éléments clés de discours technique pour chaque agriculteur (Tableau 4.2 et le Tableau 4.3). Ces résultats nous permettent i) de mesurer l'étendue de la gamme des principes d'action mobilisée par chaque agriculteur et ii) d'identifier d'éventuelles différences de principes d'action entre céréaliers (terrain de Lapeyrouse-Mornay) et éleveurs (terrain de Péronnas).

4.1.3.1 Diversité des principes d'action mentionnés par agriculteur

Le Tableau 4.2 et le Tableau 4.3 mettent en évidence la diversité très forte des principes d'action mentionnés par agriculteur sur les deux terrains. Contrairement à l'idée qui voudrait qu'un exploitant mobilise des systèmes de culture cohérents et orientés par rapport à un objectif clairement défini, **la gamme des principes d'action mentionnés est souvent très large**. Rares sont les exploitants à ne mentionner qu'un seul principe d'action pour faire référence à l'organisation de l'assolement ou des pratiques culturales. Ces résultats semblent indiquer que l'organisation des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation relève d'une **combinaison de principes d'action différents**, voire de principes d'action que l'on pourrait *a priori* considérer comme antagonistes (ex : maximisation de la production vs limitation des intrants). On n'identifie ainsi **aucun principe d'action qui soit exclusif d'un autre à l'échelle des exploitations**.

On s'intéresse ici aux cas des exploitations qui présentent une diversité très forte des principes d'action mentionnés au cours de l'entretien⁷³. Plusieurs facteurs à l'origine d'une diversité élevée sont identifiés sur ces exploitations.

Certains agriculteurs mobilisent **des principes d'action différents en fonction des ilots ou des cultures sur le territoire d'exploitation**. Un éleveur met ainsi en évidence l'existence de deux principes d'action antagonistes en fonction de l'utilisation du sol :

Comme on a des surfaces très serrées et strictes en maïs, je ne peux pas bien prendre le risque de le loucher. C'est une des cultures que j'essaye de suivre particulièrement de près, c'est celle avec le plus de traitements et d'interventions. Soit il faut arriver à caser 10 ha de maïs dans la rotation et on peut ne pas trop se casser la tête parce qu'on sait qu'on en aura assez, soit on met juste et il faut assurer. Ça ne paraît pas forcément très logique: j'ai une conduite extensive des prairies et puis j'ai une conduite plus intensive des cultures... (16_pero).

Sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay, certains agriculteurs avec des cultures spécialisées mentionnent des principes d'action très différents entre les ilots cultivés en maïs semence et les ilots cultivés en sec.

⁷³ Pour le terrain de Lapeyrouse, on peut mentionner l'agriculteur 07_lapey qui mobilise l'intégralité de la gamme des principes d'action. Pour le terrain de Péronnas, les exploitants caractérisés par ces postures complexes sont plus nombreux : les éleveurs 02_pero, 08_pero, 16_pero, 19_pero sont notamment concernés.

Tableau 4.2. Grille de synthèse des principes d'action mentionnés par les agriculteurs dans les éléments clés de discours technique pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay. Les principes d'action mentionnés sont marqués avec un X. Ce tableau met en évidence une diversité forte des principes d'action dans le discours de certains agriculteurs.

Agriculteurs	Organisation de l'assolement				Pratiques culturales				
	Optimisation économique	Simplification	Optimisation technico-économique	Optimisation agronomique	Maximisation production	Optimisation technico-économique	Simplification	Limitation des intrants	Optimisation agronomique
01_lapey		X	X	X	X	X	X		
03_lapey		X		X	X	X		X	
04_lapey	X	X				X	X	X	
05_lapey		X	X	X	X	X			
06_lapey	X	X			X	X			
07_lapey	X	X	X	X	X	X	X	X	X
08_lapey	X	X			X	X	X		
09_lapey	X	X			X	X	X		
10_lapey		X	X	X	X	X			X
11_lapey	X		X	X	X	X		X	
12_lapey			X	X		X			X
13_lapey		X	X	X			X	X	X
14_lapey	X	X		X	X	X	X		
15_lapey		X		X		X	X	X	
16_lapey		X		X	X		X		
17_lapey	X		X	X	X	X			X

Tableau 4.3. Grille de synthèse des principes d'action mentionnés par les éleveurs dans les éléments clés de discours technique pour le terrain de Péronnas. Les principes d'action mentionnés sont marqués avec un X. Ce tableau met en évidence une diversité forte des principes d'action dans le discours de certains éleveurs.

Eleveurs	Organisation de l'assolement					Pratiques culturelles				
	Optimisation économique	Simplification	Optimisation technico-économique	Optimisation agronomique	Auto-nomisation du système d'élevage	Maximisation production	Optimisation technico-économique	Simplification	Limitation des intrants	Optimisation agronomique
01_pero		X	X	X	X	X	X	X		
02_pero	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05_pero		X		X	X	X		X	X	
06_pero				X	X	X		X	X	
07_pero			X	X	X			X	X	X
08_pero		X	X	X		X	X	X	X	X
09_pero		X				X	X	X		
10_pero	X	X	X	X	X	X	X			
11_pero		X	X	X	X		X	X	X	X
12_pero		X		X		X		X	X	
13_pero		X		X			X	X	X	X
15_pero		X		X	X	X	X		X	X
16_pero	X	X	X	X	X	X	X		X	X
17_pero		X	X		X		X	X	X	
18_pero			X	X	X		X	X	X	X
19_pero	X	X	X			X	X	X	X	X
20_pero		X			X	X	X	X	X	X
24_pero		X	X	X		X	X	X		X

La coexistence de principes d'action différents peut également être liée à l'évolution même de l'exploitation. L'arrivée d'un exploitant plus jeune sur une structure déjà existante peut ainsi induire le maintien de principes d'action très variés. Cette complexité reflète ici une **phase de transition dans l'organisation des systèmes de culture**.

Le dernier facteur relève de singularités dans la posture technique de certains exploitants. Les agriculteurs concernés **combinent des principes d'action variés voire antagonistes**. Ces exploitants aux profils particuliers ont des postures très pragmatiques car ils peuvent jongler d'un principe d'action à l'autre en fonction des situations. Ces combinaisons peuvent déboucher sur des pratiques spécifiques, fruits d'une hybridation entre plusieurs principes d'action⁷⁴.

4.1.3.2 Fréquence des mentions des principes d'action sur les deux terrains

A ce stade de l'analyse, il est difficile de produire une typologie des agriculteurs à partir de la diversité des principes d'action mentionnés. En effet, les données sur l'importance relative de chaque principe d'action manquent. Néanmoins, il est intéressant de comparer la fréquence des mentions des différents principes d'action sur les deux terrains d'étude. **On s'attend à des différences dans les principes d'action mobilisés entre des exploitations céréalières et des exploitations en polyculture-élevage**. La comparaison entre les fréquences est présentée dans le Tableau 4.4 (principes d'action pour l'organisation de l'assolement) et dans le Tableau 4.5 (principes d'action sur les pratiques culturales).

Tableau 4.4. Importance relative des principes d'action sur l'organisation de l'assolement pour les deux terrains, analysée via la fréquence des mentions repérées dans les éléments clés de discours technique des exploitants. Lapeyrouse-Mornay : terrain « céréales ». Péronnas : terrain « polyculture-élevage ». Les différences entre les deux terrains sont limitées.

Terrains		Optimisation économique	Simplification	Optimisation technico-économique	Optimisation agronomique	Auto-nomisation du système d'élevage
Lapeyrouse-Mornay (N=16 agris)	Nombre d'agris	8	13	8	12	SANS OBJET
	Fréq.	50%	81%	50%	75%	0
Péronnas (N= 18 agris)	Nombre d'agris	4	15	11	14	12
	Fréq.	22%	83%	61%	78%	67%

A l'exception du principe d'autonomisation des systèmes d'élevage par l'assolement spécifique aux systèmes en polyculture-élevage, **tous les principes d'action ont été identifiés sur les deux terrains**. Des différences apparaissent néanmoins dans la part relative des principes d'action pour l'organisation des systèmes de culture.

⁷⁴ Des exemples seront donnés ultérieurement lors de la description des postures techniques propres aux exploitants conventionnels et biologiques.

La part généralement limitée des cultures de vente dans les assolements sur les exploitations en polyculture-élevage est à l'origine des différences de principes d'action entre les deux territoires. Si la plupart des exploitants céréaliers cherchent logiquement à privilégier dans l'assolement les cultures présentant des valeurs de production importantes, les éleveurs maintiennent un assolement plus équilibré pour assurer l'approvisionnement en fourrage, en céréales et en paille. Le principe d'optimisation économique est donc peu mobilisé sur le terrain de Péronnas (Tableau 4.4).

Tableau 4.5. Importance relative des principes d'action sur les pratiques culturales pour les deux terrains, analysée via la fréquence des mentions repérées dans les éléments clés de discours technique des exploitants. Lapeyrouse-Mornay : terrain « céréales ». Péronnas : terrain « polyculture-élevage ». Les principes de simplification, de limitation des intrants et d'optimisation agronomique sont plus fréquemment mentionnés sur le terrain en polyculture-élevage.

Terrains		Maximisation production	Optimisation technico-économique	Simplification	Limitation des intrants	Optimisation agronomique
Lapeyrouse-Mornay (N=16 agris)	Nombre d'agris	12	14	9	6	5
	Fréq.	75%	87%	55%	37%	31%
Péronnas (N= 18 agris)	Nombre d'agris	13	14	15	14	11
	Fréq.	72%	78%	83%	78%	61%

De la même façon, on remarque que les principes de simplification, de limitation des intrants et d'optimisation agronomique des pratiques culturales sont plus fréquemment mentionnés par les éleveurs du terrain de Péronnas (Tableau 4.5). Là où les céréaliers cherchent généralement à maximiser les rendements, certains éleveurs visent le maintien de niveaux de rendements minimaux permettant l'approvisionnement du troupeau. Cette **conception différente du rendement** explique la fréquence supérieure des principes de simplification des pratiques culturales (éleveurs moins « pointus » sur les céréales) et de limitation des intrants (quantités limitées en azote) sur les exploitations en polyculture-élevage.

Cette différence entre des céréaliers « pointus mais intensifs » et des éleveurs aux pratiques culturales « peu spécialisées mais plus extensives » est à nuancer fortement. En effet, on remarque que le principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales, qui sous-entend un ajustement important des pratiques en fonction des parcelles et des conditions climatiques de l'année, est fortement représenté sur les deux sites d'étude (Tableau 4.5). Ce résultat met en évidence **l'importance du paradigme de « l'agriculture raisonnée » dans le discours des agriculteurs rencontrés**⁷⁵. La fréquence élevée des éléments de discours associés au principe d'optimisation technico-économique sur le terrain de Péronnas montre également que **les éleveurs peuvent mobiliser des ajustements importants dans les modalités d'utilisation des intrants**.

⁷⁵ Plusieurs exploitants mentionnent d'ailleurs directement cette expression dans les entretiens.

4.2 Diversité des postures techniques

L'analyse qualitative de la gamme des principes d'action recensés dans les entretiens ne permet pas de définir les postures techniques des agriculteurs. **Dégager les postures techniques nécessite d'évaluer, pour chaque agriculteur, l'importance relative des principes d'action dans les modalités d'organisation des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation.**

Les objectifs de cette section sont les suivants :

- définir les postures techniques par agriculteurs, en hiérarchisant l'importance relative des principes d'action dans les modalités d'organisation des systèmes de culture ;
- élaborer, sur les deux terrains, une typologie d'agriculteurs qui résume la variabilité des postures techniques ;
- identifier des combinaisons privilégiées de principes d'action sur les deux échantillons d'agriculteurs. Les interactions entre les principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et les principes d'action sur les pratiques culturales seront particulièrement étudiées.

L'analyse pondérée des combinaisons de principes d'action passe par la création d'une grille technique qui synthétise la diversité des modalités d'organisation des systèmes de culture. La démarche méthodologique aboutissant à l'élaboration de la grille technique et à sa mobilisation pour l'analyse de la variabilité des postures techniques est présentée dans le chapitre 3 (Figure 3.6).

4.2.1 Présentation des grilles techniques

On distingue respectivement 38 et 59 points techniques différents mentionnés dans les éléments clés de discours pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay et Péronnas (annexe 9). Parmi ces points techniques, on sélectionne 12 points techniques discriminants sur chaque terrain qui composent les grilles techniques (Tableau 4.6 et Tableau 4.7). Les points techniques associés aux principales thématiques de l'étude (successions culturales, fertilisation azotée, lutte contre les adventices, les maladies et les ravageurs) sont forcément les plus cités dans les entretiens et constituent donc l'essentiel de ces grilles. Les grilles techniques construites sur les deux terrains reflètent les **différences importantes dans l'organisation des systèmes de culture entre céréaliers et éleveurs**. Ces différences sont présentées dans l'annexe 10.

Les grilles techniques construites sont « situées », adaptées à la diversité des pratiques sur les territoires. Pour monter en généralité et être en mesure de comparer les postures techniques sur deux territoires différents, **on associe les modalités d'organisation des systèmes de culture mobilisées dans les grilles techniques** aux principes d'action identifiés plus hauts (Tableau 4.6 et Tableau 4.7). Les éléments de justification à l'origine de ces correspondances et les correspondances pour chaque agriculteurs sont présentés dans les annexes 11 et 12.

Si les points techniques diffèrent d'une grille technique à l'autre, l'analyse des principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture fait apparaître des **oppositions entre principes d'action communes aux deux terrains**. On identifie ainsi dans la structure des points techniques des **éléments de généralité** que l'on présente ici (Tableau 4.8) :

- Les points techniques relatifs à l'organisation de l'assolement sont structurés par **une opposition entre le principe d'optimisation agronomique**, qui coïncide avec une diversité forte des cultures en rotation, **et les principes d'optimisation économique et de simplification**. Ces deux principes d'action induisent une spécialisation des parcelles. Au contraire, l'optimisation agronomique s'accompagne d'une certaine homogénéité des rotations sur l'ensemble du territoire d'exploitation.

- On identifie une deuxième opposition entre principes d'action relatifs à l'organisation des assolements (Tableau 4.8). **Les principes d'optimisation économique et de simplification induisent une diminution forte du nombre de cultures dans l'assolement**. Au contraire, le recours aux principes d'optimisation technico-économique, d'optimisation agronomique et d'autonomisation du système d'élevage aboutit à une augmentation du nombre de cultures dans l'assolement.

- Le troisième antagonisme entre principes d'action concerne **l'intensité du recours aux intrants de synthèse pour la conduite des cultures** (Tableau 4.8). Il oppose le principe de limitation des intrants au principe de maximisation de la production. La limitation des intrants se traduit par des doses d'engrais réduites et inférieures aux recommandations, et par l'apparition dans les itinéraires techniques d'impasses systématiques ou fréquentes sur l'utilisation de certains intrants⁷⁶.

- Le dernier couple de principes d'action antagonistes concerne **le degré de pilotage et de technicité des pratiques culturales** (Tableau 4.8). Sont opposés ici le principe de simplification des pratiques culturales, qui se traduit par une faible variabilité des itinéraires techniques, et le principe d'optimisation technico-économique, associé à des pratiques de fractionnement des intrants et à une adaptation fine des produits et des modes d'intervention aux conditions de l'année et/ou de la parcelle.

De nombreux points techniques associent plusieurs couples de principes d'action identifiés ici.

⁷⁶ Ce principe d'action est beaucoup plus important dans la grille technique sur le terrain de Péronnas.

Tableau 4.6. Grille technique pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales). (n=) : nombre d'agriculteurs concernés par la modalité. Les modalités des points techniques sont mutuellement exclusives. Les mentions en couleur correspondent aux principes d'action associés aux modalités (légende: voir Tableau 4.1). Les signes dans les encadrés correspondent aux modalités de combinaisons des principes d'action chez les exploitants (« + » = et ; « / » = et/ou ; () = complément potentiel). Les correspondances entre modalités et principes d'action sont explicitées dans l'annexe 11.

Points techniques	Modalité A	Modalité B	Modalité C	Modalité D
1. Structure rotation avec culture principale	Culture principale (culture la plus rémunératrice) en monoculture (n=9) OE/Smpl	Culture principale entre 3 et 5 ans consécutivement sur parcelles (n=3) OE/OA	Culture principale en rotation / pas de culture principale (n=4) OA	
2. Culture(s) de diversification - rotations irriguées	Monoculture de maïs avec du blé (ou une autre culture conso) pour couper (n=6) Smpl/OE	Monoculture de maïs avec une culture spécialisée (culture de semence) pour couper (n=3) OE	Diversité des cultures (plus de deux cultures différentes) sur certains ilots irrigués (n=4) OTE/OA + OE/Smpl	Diversité des cultures sur l'ensemble des ilots irrigables (n=3) OA (OTE)
3. Structure et diversité des cultures - rotations en sec	Pas de culture spécifique aux rotations en sec, proximité forte aux rotations irriguées (n=2) Smpl + OE	Une seule culture spécifique aux rotations en sec / que des cultures d'hiver dans la rotation (n=4) Smpl/OE	Rotations en sec avec une diversité moyenne (une seule culture de printemps spécifique) (n=6) Smpl + OTE/OA	Rotations en sec fortement diversifiées (cultures de printemps fréquentes et diversifiées) (n=4) OA (OTE)
4. Utilisation des couverts en interculture	Technique non utilisée (n=3) Smpl	Des tests effectués mais une couverture très ponctuelle des surfaces concernées (n=5) Smpl + OTE	Couverts utilisés avec des pratiques simplifiées (gestion économique) (n=5) OTE	Couverts utilisés avec des pratiques spécifiques (gestion agronomique) (n=3) OA
5. Dose d'azote référence (blé tendre)	Dose inférieure ou égale à 150 U (n=6) Lim	160-170 U (n=4) OTE	Dose supérieure ou égale à 180 U (n=6) Max	
6. Itinéraire de fertilisation azotée sur blé	Dose fixe fractionnée en 2 apports (n=4) Smpl	Dose fixe fractionnée en 3 apports (n=5) Smpl (Max)	Dose modulée sur le 3 ^{ème} apport sans outil d'aide à la décision (n=3) OTE	Dose modulée sur le 3 ^{ème} apport avec outil d'aide à la décision (n=4) Max/OTE
7. Itinéraire de désherbage sur blé	Itinéraire simplifié : un passage au semis (n=4) Smpl	Désherbage complet systématique au printemps, herbicide identique sur la sole (n=4) Max	Désherbage complet systématique au printemps, itinéraires à la parcelle (n=4) Max + OTE	Des impasses potentielles (désherbage ciblé ou pas d'herbicides utilisés) (n=4) OTE
8. Itinéraire de désherbage sur maïs	Fractionnement du désherbage, pas de désherbage complet au semis (n=3) OTE	Désherbage complet au semis, pas de rattrapage (n=3) Smpl	Désherbage complet au semis avec désherbage de rattrapage ponctuel (n=4) Max	Désherbage complet au semis avec désherbage de rattrapage très fréquent (n=6) Max
9. Désherbages mécaniques	Aucune pratique spécifique de désherbage mécanique sur l'exploitation (n=8) Smpl (Max)	Uniquement des déchaumages (n=4) OTE/OA	Binage sur l'ensemble des cultures de printemps (n=4) OTE/OA	
10. Traitements fongicides sur céréales paille	Itinéraires simplifiés, 1 traitement unique (n=6) Lim/Smpl	1 à 2 traitements selon l'année / la parcelle (n=4) OTE	1 ou 2 selon l'espèce (des cultures avec deux traitements systématiques) (n=3) Max/OTE	2 traitements systématiques (n=3) Max
11. Lutte contre la pyrale du maïs	Aucun traitement prévu (n=7) Lim (Smpl)	Traitement chimique avec impasse potentielle (n=3) OTE	Traitement systématique réalisé avec trichogrammes (n=3) OTE	Au moins un traitement chimique systématique (n=3) Max
12. Travail du sol	100 % labour (n=11) Max/Smpl	Utilisations ponctuelles des techniques sans labour (n=2) OTE/OA/Smpl	Techniques sans labour systématiques sur cultures d'hiver (n=3) OTE/OA/Smpl	

Tableau 4.7. Grille technique pour le terrain de Péronnas (polyculture-élevage). (n=) : nombre d'agriculteurs concernés par la modalité. Les modalités des points techniques sont mutuellement exclusives. Les mentions en couleur correspondent aux principes d'action associés aux modalités (légende: voir Tableau 4.1). Les signes dans les encadrés correspondent aux modalités de combinaisons des principes d'action chez les exploitants (« + » = et ; « / » = et/ou ; () = complément potentiel). Les correspondances entre modalités et principes d'action sont explicitées dans l'annexe 11.

Points techniques	Modalité A	Modalité B	Modalité C	Modalité D
1. Rotation prairie- culture	Homogénéité forte des rotations sur le territoire d'exploitation (n= 3) OA	Rotations mixtes sur l'ensemble du territoire, gradient d'organisation des rotations (n= 6) OA (Smpl)	Différenciation forte des parcelles : rotation prairie temporaire longue durée + rotation cultures (n= 6) Smpl (OA)	Disjonction prairies permanentes / parcelles en culture, pas de rotations mixtes (n= 3) Smpl
2. Renouvellement des prairies	Renouvellement rapide et systématique (5 ans) (n= 7) OA	Ajustement du renouvellement en fonction de l'état de la prairie (n= 4) OA + OTE (Smpl)	Prairies temporaires de longues durées (n= 2) OTE + Smpl	Peu ou pas de retournement (n= 5) Smpl/Auto
3. Diversité des types de prairies dans l'assolement	Un seul mélange utilisé (n= 8) Smpl	Un mélange principal + des prairies avec mélange spécifique pour la fauche (n= 7) Smpl/OTE/Auto	Diversité forte, adaptation des mélanges (n= 3) OTE/Auto (OA)	
4. Diversité des céréales à paille dans l'assolement	- 2 espèces différentes - blé > céréale secondaire (n= 6) OE (OTE)	- 2 ou 3 espèces différentes - blé <= céréale secondaire (n= 6) Smpl	3 espèces différentes à parts égales dans l'assolement (n= 3) Auto + OTE	Plus de 3 espèces différentes / méteils (n= 3) Auto/OTE/OA
5. Utilisation des couverts en interculture	Pas de gestion spécifique prévue pour les périodes en intercultures longues (n= 8) Smpl	Respect de la réglementation, mise en place de CIPAN (n= 2) OTE	Cultures dérobées non systématiques pour l'alimentation du troupeau (n= 4) Auto/OTE	Cultures dérobées systématiques pour l'alimentation du troupeau (n= 4) Auto/OTE (OA)
6. Logique spatiale de répartition des effluents	Pas d'épandages sur prairies ou épandages très ponctuels (n= 5) Smpl/Max	Des épandages concentrés sur de faibles surfaces à proximité du siège (n= 5) Smpl + Max/OTE	Concentration spatiale sur prairies récoltées en ensilage ou en foin (n= 3) OTE	-Diffusion des apports sur prairies -logique de rotation avec compost (n= 5) OA/OTE/Lim
7. Itinéraire de fertilisation azotée sur blé	0 -1 ou 2 apports sur céréales à paille, des impasses potentielles + apports limités sur méteils (n= 2) Lim	Systématiquement 2 apports minéraux (n= 5) Smpl + OA	2 apports minéraux, parfois 3 (n= 8) OTE/Lim (Smpl)	3 apports minéraux (sauf exceptions) (n= 3) OTE
8. Dose d'azote minéral sur blé	Inférieure à 100 U (n= 6) Lim	Entre 100 et 120 U (n= 7) OTE	Plus de 120 U (n= 5) Max	
9. Modalités des apports azotés minéraux sur maïs	Pas de fractionnement, 1 seul passage en urée (n= 6) Smpl/Lim	Pas de fractionnement, utilisation d'un engrais starter (n= 4) Smpl + OTE	Fractionnement des apports, uniquement urée (n= 3) OT/OTE	Fractionnement et utilisation potentielle d'un engrais starter (n= 5) Max/OTE
10. Itinéraire de désherbage sur céréales à paille	Des impasses potentielles sur le désherbage des céréales (n= 3) Lim	Peu d'anti-graminées, désherbage de printemps avec anti-dicots uniquement (n= 4) OTE/Lim	Désherbage total systématique au semis sans rattrapage (n= 5) Smpl (OTE)	- Désherbage total systématique au semis + rattrapage potentiel (n= 6) Max (Smpl)
11. Itinéraire de désherbage sur maïs	Désherbage total au semis sans rattrapage (n= 6) Smpl	1 désherbage total au semis avec rattrapage potentiel (n= 8) Max	Désherbage total en post-levée (n= 2) OTE + (Smpl)	- Fractionnement du désherbage et désherbage ciblé en post-levée (n= 2) OTE
12. Traitements fongicides sur céréales à paille	1 traitement maximum : impasse potentielle (n= 4) Lim	1 traitement systématique sur toutes les céréales à paille (n= 4) Lim + Smpl	2 traitements maximum avec impasse potentielle sur le 2ème en blé (n= 6) OTE	2 traitements maximum avec deux traitements systématiques sur blé (n= 4) Max

Tableau 4.8. Oppositions des principes d'action dans les points techniques des deux grilles. Si les points techniques sont différents d'une grille à l'autre car adaptés aux systèmes de production sur les territoires, la structure même des points techniques est générique.

Thématique	Principes d'action antagonistes dans les grilles techniques	Points techniques construits sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay	Points techniques construits sur le terrain de Péronnas
Diversité des cultures en rotation	Optimisation économique ou simplification <u>vs</u> optimisation agronomique	Points techniques 1 et 2 : monoculture de maïs ou de cultures spécialisées, différenciation forte entre ilots irrigués et ilots en sec <u>vs</u> rotations homogènes et diversifiées sur l'ensemble du territoire d'exploitation	Points techniques 1 et 2 : différenciation prairies permanentes et parcelles en cultures <u>vs</u> rotations mixtes prairie-cultures sur l'ensemble du territoire d'exploitation
Diversité des cultures dans l'assolement	Optimisation économique ou simplification <u>vs</u> optimisation agronomique ou optimisation technico-économique ou autonomisation élevage	Point technique 3 : diversité faible des cultures sur les rotations conduites en sec vs introduction de nombreuses cultures de diversification	Points techniques 3 et 4 : seulement du blé et un mélange prairial dans l'assolement <u>vs</u> diversité forte des céréales à paille et des types de prairies
Intensité du recours aux intrants de synthèse	Limitation des intrants <u>vs</u> maximisation de la production	Points techniques 5, 10, 11 : réduction des quantités d'engrais épandues par rapport aux recommandations, des impasses fréquentes sur l'utilisation des pesticides (insecticides sur maïs, deuxième fongicide) <u>vs</u> doses importantes et utilisations systématiques des pesticides	Points techniques 8, 10, 12 : réduction des quantités d'engrais épandues par rapport aux recommandations, des impasses fréquentes sur l'utilisation des intrants (pas d'engrais minéraux, pas de fongicides sur céréales à paille, pas d'herbicides) <u>vs</u> doses importantes et utilisations systématiques des pesticides
Degré de pilotage et de technicité des pratiques culturales	Simplification <u>vs</u> optimisation technico-économique	Points techniques 4, 6, 7, 8, 9, 12 : variabilité faible des itinéraires techniques, diversité limitée des options techniques <u>vs</u> variabilité forte des itinéraires techniques (des impasses potentielles), des techniques spécifiques mobilisées (fractionnement des engrais et des herbicides, adaptation des pesticides, désherbage mécanique, semis sans labour, couverts en interculture)	5, 6, 7, 9, 11 : variabilité faible des itinéraires techniques, diversité limitée des options techniques <u>vs</u> variabilité forte des itinéraires techniques (des impasses potentielles), des techniques spécifiques mobilisées fractionnement des engrais et des herbicides, adaptation des pesticides, couverts en interculture)

4.2.2 Résultats de l'analyse multivariée

On applique une analyse multivariée pour dégager des groupes d'agriculteurs avec des modalités d'organisation des systèmes de culture proches. L'analyse multivariée s'appuie dans un premier temps sur une analyse des correspondances multiples (ACM) réalisées à partir des 12 points de la

grille technique. Les résultats des ACM sont présentés dans l'annexe 13. Afin de ne pas sous-estimer l'importance de l'assolement et des successions culturales dans la construction des systèmes de culture par l'agriculteur, on choisit de donner le même poids aux deux groupes de variables mobilisés (points techniques relatifs à l'assolement et points techniques relatifs aux pratiques culturales)⁷⁷. L'ACM est suivie par une classification ascendante hiérarchique dont l'objectif consiste à établir des groupes d'agriculteurs en rassemblant les combinaisons de modalités d'organisation les plus proches les unes des autres.

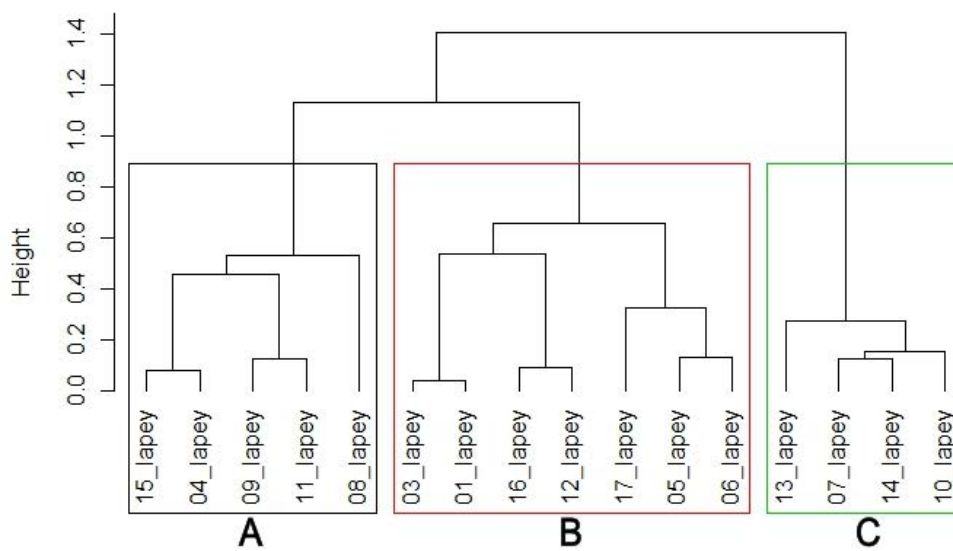


Figure 4.1. Classification ascendante hiérarchique réalisée à partir de l'analyse des correspondances multiples et de la grille technique pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréaliers). Chaque individu correspond à un ensemble de modalités d'organisation des systèmes de culture sur une exploitation. On distingue trois groupes d'agriculteurs pour 16 exploitations conventionnelles dans l'échantillon : les maïsiculteurs (groupe A), les agriculteurs spécialisés (B) et les agriculteurs raisonnés (C).

On distingue **trois groupes d'agriculteurs** parmi les 16 exploitations de l'échantillon **pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay** (Figure 4.1). Le premier degré de différenciation sépare les pratiques des agriculteurs du groupe C de celles des autres exploitants. De la même façon, la classification ascendante hiérarchique nous permet d'identifier **5 groupes d'éleveurs sur le terrain de Péronnas** (Figure 4.2). Le premier degré de différenciation sépare deux éleveurs (07_pero et 18_pero) des 16 exploitants restants, ce qui met en évidence une spécificité forte des pratiques associées à l'organisation des systèmes de culture sur ces deux exploitations.

⁷⁷ Les points techniques relatifs à l'organisation de l'assolement sont moins nombreux dans les grilles techniques. Pour réaliser une analyse multivariée équilibrée entre les points techniques relatifs à l'assolement et aux pratiques culturales, on utilise une Analyse Factorielle Multiple qui permet d'équilibrer l'influence des deux groupes de variables.

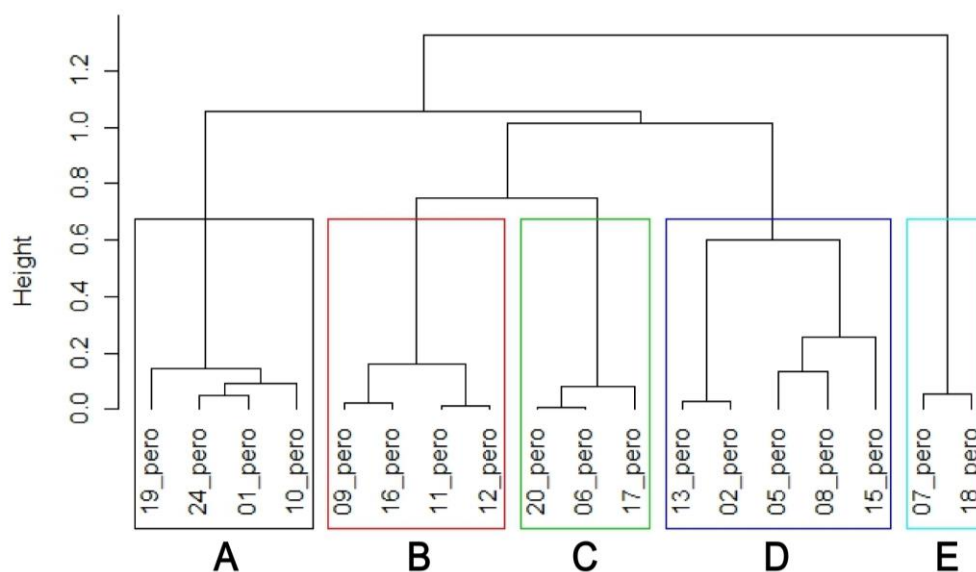


Figure 4.2. Classification ascendante hiérarchique réalisée à partir de l'analyse des correspondances multiples et de la grille technique pour le terrain de Péronnas (éleveurs). Chaque individu correspond à un ensemble de modalités d'organisation des systèmes de culture sur une exploitation. On distingue cinq groupes d'éleveurs à partir des 18 exploitations conventionnelles de l'échantillon : les éleveurs céréaliers (groupe A), les éleveurs traditionnels (B) les éleveurs extensifs (C), les éleveurs intégrés (D) et les éleveurs autonomes (E).

4.2.3 Variabilité inter et intra-groupe des postures techniques

A partir des correspondances entre modalités d'organisation des systèmes de culture et principes d'action, explicitées dans l'annexe 11 et résumées dans les grilles techniques (Tableau 4.6 et Tableau 4.7), on décompte les occurrences des principes d'action dans les modalités d'organisation des pratiques pour chaque agriculteur (annexe 12). Les résultats sont présentés dans le Tableau 4.9 pour Lapeyrouse-Mornay et dans le Tableau 4.10 pour Péronnas. Ils nous permettent d'identifier les combinaisons de principes d'action et d'évaluer leur importance relative pour chaque agriculteur. Cette combinaison constitue la posture technique de l'exploitant.

Ces tableaux nous permettent d'identifier pour chaque groupe les principes d'action dominants et les principes d'action secondaires voire absents. L'évaluation de l'importance relative des principes d'action dans les postures techniques des exploitants nous offre également l'opportunité d'analyser les différences potentielles entre agriculteurs d'un même groupe. On résume ici l'ensemble de cette **variabilité inter et intra-groupe des postures techniques dans les clusters** tirés de l'analyse multivariée. Les résultats détaillés par groupes sont présentés dans le Tableau 4.11 pour Lapeyrouse-Mornay, dans le Tableau 4.12 pour Péronnas, ainsi que dans les annexes 14 et 15.

Tableau 4.9. Tableau de synthèse des postures techniques par agriculteurs (terrain de Lapeyrouse-Mornay). La spécificité de la posture technique d'un agriculteur relève à la fois de la combinaison des principes d'action mobilisés et de l'importance relative des principes entre eux. L'importance relative des principes d'action est évaluée à partir de la grille technique (Tableau 4.6), les chiffres correspondant au nombre de fois où le principe d'action est associé aux modalités d'organisation des pratiques de l'agriculteur. En orange : principe d'action dominant dans l'organisation des systèmes de culture. En jaune : principe d'action important. Les groupes d'agriculteurs sont tirés de l'analyse multivariée (Figure 4.1).

Groupes d'agriculteurs	Agri-culteurs	Organisation de l'assolement				Pratiques culturales				
		Optimisation économique	Simplification	Optimisation technico-économique	Optimisation agronomique	Maximisation production	Optimisation technico-économique	Simplification	Limitation des intrants	Optimisation agronomique
A. Maïsi-culteurs	04_lapey	2	3	-	-	1	-	6	3	-
	15_lapey	1	3	-	-	3	2	3	1	-
	09_lapey	3	3	-	-	6	-	3	-	-
	08_lapey	3	3	-	-	4	3	4	-	-
	11_lapey	3	3	-	-	5	3	1	1	-
B. Agris. spécialisés	03_lapey	1	2	-	2	2	3	4	1	-
	01_lapey	2	1	1	1	3	1	4	2	-
	16_lapey	-	4	2	-	3	2	4	2	-
	17_lapey	3	-	1	-	4	4	1	1	1
	05_lapey	2	1	2	-	5	4	3	1	1
	06_lapey	2	1	1	2	7	2	2	-	-
	12_lapey	-	2	3	2	3	4	1	-	1
C. Agris. raisonnés	14_lapey	1	-	3	2	2	7	-	-	-
	10_lapey	-	-	3	3	-	6	2	-	1
	07_lapey	1	1	3	2	-	3	3	2	-
	13_lapey	1	-	-	4	1	2	3	3	2

Tableau 4.10. Tableau de synthèse des postures techniques par éleveurs (terrain de Péronnas). La spécificité de la posture technique d'un agriculteur relève à la fois de la combinaison des principes d'action mobilisés et de l'importance relative des principes entre eux. L'importance relative des principes d'action est quantifiée à partir de la grille technique (Tableau 4.7) : les chiffres correspondent au nombre de fois où le principe d'action est associé aux modalités d'organisation des pratiques de l'agriculteur. En orange : principe d'action dominant dans l'organisation des systèmes de culture. En jaune : principe d'action important. Les groupes d'éleveurs proposés sont tirés de l'analyse multivariée (Figure 4.2).

Groupes d'agriculteurs	Eleveurs	Organisation de l'assolement					Pratiques culturelles				
		Optimisation économique	Simplification	Optimisation technico-économique	Optimisation agronomique	Auto-nomisation du système d'élevage	Maximisation production	Optimisation technico-économique	Simplification	Limitation des intrants	Optimisation agronomique
A. Eleveurs céréaliers	19_pero	1	3	1	-	1	3	4	2	-	-
	01_pero	1	3	2	-	1	5	2	1	-	-
	24_pero	1	2	3	1	2	1	5	1	-	-
	10_pero	1	2	2	1	2	5	1	2	-	-
B. Eleveurs traditionnels	09_pero	-	5	1	2	-	3	3	3	-	-
	16_pero	-	4	1	1	1	4	1	-	1	2
	12_pero	-	4	-	2	1	4	2	3	-	-
	11_pero	-	3	1	2	1	1	2	5	2	-
C. Eleveurs extensifs	20_pero	-	4	1	-	2	1	2	2	2	-
	06_pero	-	4	-	-	1	-	2	5	3	-
	17_pero	-	4	1	-	1	-	1	3	5	-
D. Eleveurs intégrés	08_pero	-	1	2	2	1	2	2	4	3	-
	15_pero		3	4	1	3	1	5	2	2	-
	02_pero	1	-	2	2	2	-	6	4	-	1
	05_pero	-	2	1	2	2	1	3	4	1	-
	13_pero	1	2	-	2	-	-	2	5	2	-
E. Eleveurs autonomes	07_pero	-	1	2	3	2	-	1	2	5	2
	18_pero	-	1	1	4	3	-	-	-	7	1

4.2.3.1 Variabilité des postures techniques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréaliers)

Le Tableau 4.9 et le Tableau 4.11 mettent en évidence des postures techniques bien différenciées entre groupes. Le **groupe A**, celui des **maïsiculteurs**, comporte cinq exploitants. Les principes d'optimisation économique et de simplification sont les seuls mobilisés en ce qui concerne l'organisation des assolements, ce qui se traduit par des rotations et par des assolements très peu diversifiés. La monoculture de maïs occupe l'ensemble des ilots irrigués. La diversité des cultures sur les rotations en sec est volontairement réduite pour limiter le travail.

Les principes d'action dominants pour l'organisation des pratiques culturales sont les principes de maximisation de la production et de simplification. Le principe d'optimisation technico-économique est secondaire voire absent dans les postures techniques. Les pratiques culturales sont caractérisées par une variabilité faible et par un degré de technicité parfois limité : les pratiques de substitution ou de ciblage des intrants sont rarement mobilisées. Le principe de limitation des intrants apparaît de manière ponctuelle chez certains agriculteurs.

Le **groupe B**, celui des **agriculteurs spécialisés**, comporte sept agriculteurs et est caractérisé par une gamme de principes d'action assez large. Ces postures techniques mixtes sont liées à une différenciation des systèmes de culture entre les ilots en cultures spécialisées et les ilots conduits en sec. Les principes d'optimisation économique et de simplification dominent pour l'organisation de l'assolement. Néanmoins, les principes d'optimisation technico-économique et d'optimisation agronomique sont également mobilisés. Cette posture mixte induit un niveau de diversité intermédiaire des cultures dans les rotations conduites en sec. Les monocultures sont toujours majoritairement mobilisées sur les ilots en cultures spécialisées⁷⁸.

La différenciation des principes d'action en fonction des ilots concerne également les pratiques culturales. Le principe de maximisation de la production est important sur l'ensemble des exploitations du groupe et correspond à la mobilisation de pratiques d'assurance sur les cultures de semence et le tabac. La conduite des autres cultures est caractérisée quant à elle par une variabilité forte des principes d'action entre agriculteurs. Pour quatre agriculteurs, on note une certaine continuité des principes d'action sur les cultures générales, avec le recours aux principes de maximisation de la production et/ou d'optimisation technico-économique des pratiques. Ces agriculteurs ont ponctuellement recours à des techniques spécifiques visant à réduire les charges associées à la conduite des cultures. Les trois autres agriculteurs mobilisent une posture dominée par le principe de simplification des pratiques culturales et caractérisée par l'apparition du principe de limitation des intrants. Ces pratiques culturales extensives entrent en contradiction avec les pratiques d'assurance observées sur maïs semences et sur tabac.

⁷⁸ Le maïs semence est ainsi souvent cultivé en monoculture. En effet, cette culture fait l'objet de contraintes de localisation fortes, avec notamment des distances minimales à respecter avec les parcelles en maïs conso. Ces contraintes induisent une réduction de la zone cultivable pour cette culture sur les territoires d'exploitation, ce qui explique la spécialisation des parcelles les mieux isolées.

Tableau 4.11. Variabilité des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action pour les trois groupes à Lapeyrouse-Mornay. Les modalités typiques correspondent aux modalités les plus fréquemment rencontrées chez les agriculteurs du groupe.

	Modalités typiques d'organisation des systèmes de culture par groupe d'agriculteurs	Caractérisation des principes d'action par groupes (<i>variabilité intra-groupe</i>)
A. Maïsiculteurs (5 agriculteurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Rotations très faiblement diversifiées, monoculture sur les ilots irrigués -Culture de diversification dans les rotations irriguées : blé -Faible diversité des cultures dans les rotations en sec, peu de cultures spécifiques pour ces rotations -Couverts peu ou pas utilisés lors des intercultures -Deux passages de désherbants sur maïs / désherbage complet au semis -Techniques de désherbage mécanique peu utilisées -Utilisation régulière du glyphosate en intercultures -Aucun traitement sur la pyrale du maïs -Deux fongicides systématiques sur blé -100% labour -Pas d'incorporation des engrais sur maïs 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : uniquement optimisation économique et simplification, rotations et assolements très faiblement diversifiés. - Sur les pratiques : simplification et/ou maximisation de la production dominante(s). Peu d'optimisation technico-économique. - <i>Apparition du principe de limitation des intrants chez certains agriculteurs.</i>
B. Agriculteurs spécialisés (7 agriculteurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Rotation principale en monoculture -Diversité moyenne des cultures sur les rotations en sec -Couverts utilisés sur l'ensemble des intercultures concernées -Désherbage de printemps sur blé -Désherbage complet au semis + désherbage de rattrapage mobilisé sur maïs -Utilisation d'un traitement pour pyrale du maïs -Des impasses sur les traitements fongicides sur blé -100% labour -Pas d'incorporation des engrais sur maïs 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : diversité des principes d'action, posture variable selon les ilots mais toujours une part importante d'optimisation économique ou de simplification. - Sur les pratiques : maximisation de la production importante sur les cultures spécialisées. - <i>Maximisation de la production et optimisation technico-économique / simplification et limitation des intrants sur les cultures générales.</i>
C. Agriculteurs raisonnés (4 agriculteurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Peu de monocultures sur les ilots irrigués -Culture principale en rotation -Rotations en sec fortement diversifiées -Utilisation des couverts en intercultures -Doses d'azote sur blé limitées -Fractionnement des apports azotés sur blé en 3 passages -Pas de désherbages de rattrapage sur maïs -Désherbages mécaniques réguliers -Des impasses sur les traitements fongicides sur blé -Pas de traitement chimique pour pyrale (aucun traitement ou trichogrammes) -Utilisation potentielle de techniques sans labour -Incorporation des engrais sur maïs 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : principes d'optimisation technico-économique et agronomique souvent mobilisés conjointement. - Sur les pratiques : pas de principe de maximisation de la production, des exploitants qui ont le souci de réduire les charges associées à la conduite des cultures. - <i>Dominante optimisation technico-économique et/ou limitation des intrants.</i>

D'après l'analyse multivariée (Figure 4.1), les quatre agriculteurs du **groupe C** présentent des modalités d'organisation des systèmes de culture originales par rapport au reste de l'échantillon. L'étude de l'importance relative des principes d'action chez ces **agriculteurs raisonnés** confirme cette singularité (Tableau 4.9). Contrairement aux autres agriculteurs, ces exploitants mobilisent prioritairement -souvent conjointement- les principes d'optimisation technico-économique et agronomique pour l'organisation de l'assolement. Cette posture se traduit par des successions

culturelles assez diversifiées, avec un équilibre entre cultures de printemps et cultures d'hiver, que ce soit sur les îlots irrigués ou conduits en sec. La monoculture n'est que rarement utilisée.

L'originalité de la posture sur les pratiques culturelles réside dans la quasi-disparition du principe de maximisation de la production, ce qui se traduit par un recours non systématique aux intrants de synthèse. Le principe d'optimisation technico-économique domine généralement les postures techniques : l'utilisation des pesticides fait souvent l'objet d'ajustements -voire d'impasses- qui visent à limiter les charges associées à la conduite des cultures. Cette démarche de réduction des charges se traduit par l'apparition chez deux exploitants du principe de limitation des intrants. Les impasses ne sont plus dépendantes des conditions de la parcelle ou de l'année mais deviennent systématiques.

4.2.3.2 Variabilité des postures techniques sur le terrain de Péronnas (éleveurs)

Le Tableau 4.10 et le Tableau 4.12 mettent en évidence une bonne différenciation des principes d'action entre groupes d'éleveurs. Le **groupe A**, celui des **éleveurs céréaliers**, est composé de quatre exploitants. Le principe de simplification domine dans l'organisation de l'assolement, ce qui se traduit par une disjonction territoriale entre des parcelles en prairies permanentes à proximité des bâtiments d'élevage et des parcelles en culture. Le principe d'optimisation technico-économique est important, contrairement aux principes d'optimisation agronomique et d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement qui sont peu mobilisés. Cette posture est associée à la présence de cultures de vente dans l'assolement (blé, tournesol, colza).

Les modalités de conduite des cultures sont majoritairement associées aux principes de maximisation de la production et/ou d'optimisation technico-économique. Ces éleveurs ont des objectifs de rendements élevés et sont caractérisés par une utilisation intensive mais pointue des intrants, avec des modalités de fractionnement et d'ajustement de l'utilisation des pesticides et des engrais. Les principes de simplification des pratiques culturelles et de limitation des intrants apparaissent peu comparativement aux autres groupes. La fréquence des impasses sur certains intrants, associées au principe d'optimisation technico-économique, varie d'un exploitant à l'autre.

Les quatre exploitants du **groupe B** sont qualifiés d'**éleveurs traditionnels**. Les postures sont caractérisées par une prépondérance du principe de simplification de l'assolement et par une importance relative du principe d'optimisation agronomique. Les rotations mixtes prairie-cultures sont utilisées de manière non systématique : les parcelles à proximité des bâtiments sont gérées en prairies permanentes ou en prairies temporaires de longue durée, tandis que la part de cultures dans les rotations augmente fortement sur les parcelles les plus éloignées. Les principes d'optimisation technico-économique et d'autonomisation du système d'élevage sont très peu mobilisés, ce qui se traduit par des assolements peu diversifiés.

La conduite des cultures repose sur les principes de maximisation de la production et de simplification des pratiques ; elle aboutit à une utilisation systématique des intrants sur cultures (mais aussi sur prairies). Des pratiques d'assurance sont mobilisées, notamment en ce qui concerne l'utilisation des herbicides. La part limitée des principes d'optimisation technico-économique et de limitation des intrants met en évidence l'absence de pratiques spécifiques visant à réduire les coûts associées à la conduite des cultures.

Tableau 4.12. Variabilité des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action sur le terrain de Péronnas. Les modalités typiques correspondent aux modalités les plus fréquemment rencontrées chez les agriculteurs du groupe.

	Modalités typiques d'organisation des pratiques par groupe d'agriculteurs	Caractérisation des principes d'action (<i>variabilité intra-groupe</i>)
A. Eleveurs céréaliers (4 éleveurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Disjonction prairies permanentes ou temporaires de longue durée et parcelles en cultures -Faible diversité des cp dans l'assolement, blé dominant -Utilisation partielle ou systématique de cultures dérobées -Epanchages d'effluents concentrés à proximité du siège d'exploitation -Plus de 120 U d'N min sur blé -Fractionnement des apports minéraux sur blé -Fractionnement des apports minéraux sur maïs -Itks avec plusieurs désherbages fréquents voire systématiques sur maïs -2 traitements fongicides systématiques sur blé 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : principes de simplification et optimisation technico-économique dominants. Optimisation agronomique et autonomisation secondaires. - Sur les pratiques : optimisation technico-économique et/ou maximisation de la production. Principe de simplification peu mobilisée. Pas de limitation des intrants.
B. Eleveurs traditionnels (4 éleveurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Renouvellement non systématique des prairies temporaires -Faible diversité des céréales à paille dans l'assolement -Pas de couverts utilisés en intercultures -Epanchages ponctuels et/ou très concentrés sur prairies (sauf 16) -Pas de fractionnement des apports azotés sur blé -Entre 100 et 120 U d'N min sur blé (sauf 16) -Désherbage total systématique et désherbage de rattrapage potentiel sur maïs et cp, pratiques intensives de désherbage -Souvent 2 traitements fongicides sur blé 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : simplification dominante. Principes d'optimisation agronomique présent mais secondaire. - Sur les pratiques : maximisation de la production et/ou simplification dominants. Principe d'optimisation technico-économique et de limitation des intrants peu présents.
C. Eleveurs extensifs (3 éleveurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Disjonction prairies permanentes et parcelles cultivées, pas de retournement de prairies -1 seul mélange pour les prairies, pas de différenciation -Pas de fractionnement des apports d'N min sur blé -Dose d'N min limitée sur blé -Des impasses sur le désherbage des cp -Désherbage total en post-levée sur maïs -Jamais 2 traitements fongicides sur blé, 1 traitement max 	<ul style="list-style-type: none"> Sur l'assolement : simplification dominante. Principe d'autonomisation du système d'élevage secondaire. - Sur les pratiques : Simplification et limitation des intrants. Pas de maximisation de la production.
D. Eleveurs intégrés (5 éleveurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Rotations mixtes sur l'ensemble du territoire d'exploitation -Renouvellement rapide et systématique des prairies -Diversité moyenne des cp dans l'assolement -Epanchages planifiés des effluents sur prairies récoltées -2 apports minéraux sur blé, parfois 3 -Dose d'azote inférieure à 120 U sur blé -Désherbage total au semis sur maïs 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : principe de simplification peu présent. Principes d'optimisation agronomique et d'autonomisation souvent mobilisés. - Sur les pratiques : Très peu de maximisation de la production. - <i>Simplification-limitation ou optimisation technico-économique.</i>
E. Eleveurs autonomes (2 éleveurs)	<ul style="list-style-type: none"> -Rotations mixtes sur l'ensemble du territoire d'exploitation -Diversité forte des types de prairies dans l'assolement -Diversité forte des céréales à paille dans l'assolement, utilisation de méteils -Diffusion des effluents d'élevage sur l'ensemble de la sole en prairie -Impasses fréquentes sur les apports minéraux sur céréales à paille -Doses d'N min limitées sur céréales à paille -Impasses potentielles sur le désherbage des céréales à paille -Impasses potentielles sur les traitements fongicides 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur l'assolement : optimisation agronomique et autonomisation du système d'élevage dominantes. Autres principes d'action peu présents voire absents. - Sur les pratiques : Limitation des intrants dominante. Des pratiques associées à de l'optimisation agronomique. Autres principes d'action peu présents voire absents.

Les trois exploitants du **groupe C** sont identifiés comme des **éleveurs extensifs**. Ces exploitations sont caractérisées par une simplification forte de l'assolement, qui se traduit par une disjonction totale entre des parcelles en prairies permanentes et des parcelles uniquement en cultures. L'assolement est peu diversifié. Le principe d'autonomisation du système d'élevage est ponctuellement mobilisé.

Les pratiques culturales reposent quant à elles sur un double principe de simplification de la conduite et de limitation des intrants de synthèse, tandis que les principes de maximisation de la production et d'optimisation technico-économique n'apparaissent que rarement. Les itinéraires techniques varient peu. Certaines interventions généralement recommandées par les technico-commerciaux ne sont pas mobilisées. Aucun objectif de rendement n'est défini pour ajuster la conduite des cultures.

Le **groupe D** est composé de cinq exploitants que l'on qualifie d'**éleveurs intégrés**. Ces éleveurs associent plusieurs principes d'action pour l'organisation de l'assolement. Contrairement aux trois premiers groupes, la simplification de l'assolement n'est plus un principe dominant ; les principes d'optimisation agronomique et d'autonomisation du système d'élevage sont plus souvent mobilisés. Cette posture se traduit notamment par des rotations mixtes qui permettent une alternance rapide entre prairies et cultures sur l'ensemble du territoire d'exploitation. La diversité des cultures et des types de prairies est globalement supérieure à celle observée sur trois premiers groupes mais varie fortement d'un éleveur à l'autre.

De la même façon, on observe une variabilité certaine des principes d'action relatifs aux pratiques culturales. Malgré cette variabilité, le principe de maximisation de la production est très peu mobilisé : contrairement aux éleveurs des groupes A et B, les modalités d'organisation des pratiques mettent en évidence une volonté de réduire les coûts associés à la conduite des cultures. Pour limiter ces coûts, certains éleveurs mobilisent prioritairement les principes de limitation des intrants et de simplification des pratiques. D'autres éleveurs s'appuient sur de l'optimisation technico-économique pour limiter les intrants sur cultures. Les raisonnements à l'origine des pratiques culturales deviennent alors plus complexes.

Le **groupe E** ne rassemble que deux exploitants, que l'on qualifie d'**éleveurs autonomes**. Conformément aux résultats de l'analyse multivariée (Figure 4.2), les postures techniques sont nettement différenciées de celles observées chez les autres éleveurs de l'échantillon. Les principes d'optimisation agronomique et d'autonomisation du système d'élevage dominent nettement pour l'organisation de l'assolement. Cette posture se traduit par le recours à des rotations mixtes avec une alternance rapide entre prairie et cultures et par une diversité forte des prairies et des cultures dans l'assolement. Les méteils sont utilisés.

La conduite des cultures est caractérisée par une domination forte du principe de limitation des intrants, qui se traduit par des impasses fréquentes et nombreuses dans les itinéraires techniques. La réduction des engrais et des pesticides s'appuie directement sur l'optimisation agronomique de l'assolement. Les surfaces en maïs sont volontairement limitées pour restreindre la dépendance aux herbicides. De la même façon, le recours aux méteils est associé à une diminution drastique des quantités d'engrais minéraux et des fongicides. Des pratiques associées à de l'optimisation agronomique sont mobilisées pour la conduite des cultures et des prairies. Les autres principes d'action sont peu représentés dans ces postures techniques en rupture.

4.2.4 Synthèse de l'analyse des postures techniques sur les deux terrains

4.2.4.1 Des combinaisons préférentielles entre principes d'action

Des combinaisons privilégiées entre principes d'action relatifs à l'assolement et principes d'action relatifs aux pratiques culturales sont identifiées à partir de l'analyse des postures techniques sur les deux territoires. **Les principes de limitation des intrants et d'optimisation technico-économique des pratiques culturales sont plus poussés chez des agriculteurs mobilisant prioritairement les principes d'optimisation agronomique et/ou d'optimisation technico-économique pour l'organisation des assolements.** Les céréaliers du groupe C et les éleveurs des groupes D et E, qui présentent les rotations et les assolements les plus diversifiés, développent ainsi plus fréquemment des modalités d'organisation des pratiques associées à une démarche de réduction des coûts pour la conduite des cultures. Le principe de maximisation de la production est secondaire voire absent sur ces exploitations.

Au contraire, **les pratiques associées au principe de maximisation de la production sont identifiées sur les groupes avec une diversité faible des cultures dans les rotations et dans les assolements** (groupe A et B pour Lapeyrouse-Mornay, groupe A et B pour Péronnas). Même si certains agriculteurs souhaitent réduire les charges sur cultures, le recours systématique aux intrants est parfois nécessaire pour compenser le retour trop fréquent de certaines cultures dans les rotations. Ces résultats nous permettent de **valider l'hypothèse** selon laquelle **il existerait des combinaisons préférentielles entre principes d'action relatifs à l'assolement et principes d'action relatifs aux pratiques culturales.** Néanmoins, des exceptions notables sont identifiées : certains exploitants mobilisent des pratiques associées au principe de limitation des intrants sans pour autant développer des rotations diversifiées. C'est le cas par exemple des éleveurs extensifs sur le terrain de Péronnas.

Des combinaisons privilégiées apparaissent également entre principes d'action relatifs à l'organisation des pratiques culturales. **Le principe de limitation des intrants est ainsi souvent associé à une simplification des pratiques culturales.** Sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay, l'apparition du principe de limitation des intrants correspond aux exploitants avec une part importante de simplification dans la posture technique. Les éleveurs extensifs (groupe C) sont particulièrement concernés sur le terrain de Péronnas. La diminution du nombre d'interventions dans les itinéraires techniques correspond à la fois à un objectif de diminution du travail et à un objectif de réduction des charges sur cultures.

L'association des principes de limitation des intrants et de simplification n'est néanmoins pas systématique. Les éleveurs du groupe E mobilisent peu le principe de simplification des pratiques culturales. De la même façon, deux agriculteurs raisonnés (groupe C) combinent les principes d'optimisation technico-économique et de limitation des intrants dans leur posture. Sur ces exploitations, la limitation des intrants est partiellement basée sur des pratiques de substitution nécessitant un investissement technique important. Chez l'exploitant 13_lapey, la limitation des intrants n'est plus associée à un objectif de simplification des pratiques mais résulte au contraire d'une démarche volontaire et progressive d'amélioration des pratiques. Plutôt que de fixer un rendement objectif à atteindre chaque année, l'exploitant s'appuie sur une étude des marges économiques sur le long terme pour justifier les impasses systématiques. Le principe de limitation

des intrants découle d'une démarche ancienne d'optimisation technico-économique des pratiques. On identifie ici des **postures techniques complexes**, marquées par l'association de principes d'action apparemment antagonistes.

4.2.4.2 Proposition pour une typologie générique des postures techniques

L'enjeu de cette section est de monter en généralité à partir des descriptions des postures techniques et de voir s'il est possible de dégager des profils communs aux agriculteurs sur les deux territoires. Nous proposons pour cela une suite de critères qui nous permettent de discrétiser les profils d'exploitants entre eux (Figure 4.3).

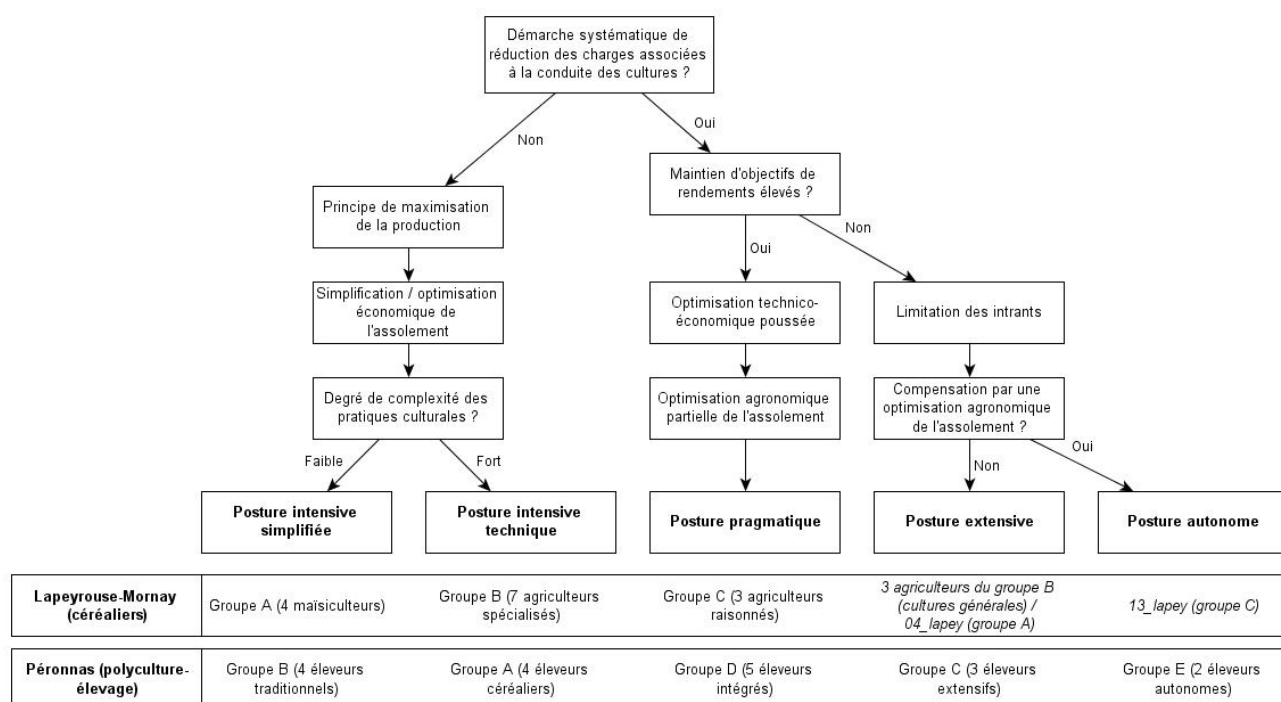


Figure 4.3. Synthèse des postures techniques sur les deux terrains.

On identifie dans un premier temps **les agriculteurs qui ne mobilisent pas une démarche systématique de réduction des coûts pour la conduite des cultures**. Dans ces postures que l'on qualifie d'intensives, le principe de maximisation de la production est important. Les groupes concernés sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay sont les maïsiculteurs et certains agriculteurs spécialisés. Sur le terrain de Péronnas, les éleveurs céréaliers et traditionnels sont concernés. Les principes d'optimisation économique et de simplification dominent généralement pour l'organisation de l'assolement.

On distingue deux groupes d'agriculteurs intensifs. Les premiers exploitants présentent une **posture intensive simplifiée**. Chez ces exploitants, les postures techniques sont caractérisées par une simplification forte des modalités d'organisation des systèmes de culture, avec un principe de simplification qui domine à la fois pour l'organisation des pratiques culturales et de l'assolement. Les éleveurs traditionnels (groupe B) et les maïsiculteurs (groupe A) sont concernés.

Le deuxième type de posture, que l'on qualifie de **posture intensive technique**, présente au contraire un degré de complexité plus important des modalités d'organisation des systèmes de culture : les pratiques reposent sur une optimisation technique poussée, avec un fractionnement systématique et un ciblage de l'utilisation des intrants. Le principe d'optimisation technico-économique est mobilisé mais reste secondaire car il ne débouche pas sur le recours à des impasses fréquentes. Les pratiques d'assurance visent à maintenir des niveaux de rendement élevés. Les éleveurs céréaliers (groupe A) et certains agriculteurs spécialisés (groupe B) sont concernés.

Parmi les exploitants avec une démarche active de réduction des coûts, plusieurs profils sont identifiés. On distingue dans un premier temps les agriculteurs qui mobilisent préférentiellement le principe d'optimisation technico-économique. Ces agriculteurs cherchent à maintenir des niveaux de rendement élevés tout en diminuant le recours aux intrants grâce à un ciblage de leur utilisation et à des pratiques de substitution. Ces exploitants mobilisent également des niveaux élevés de diversité des cultures en rotation et dans les assolements, avec le recours au principe d'optimisation agronomique. Les éleveurs intégrés (groupe D) et les agriculteurs raisonnés (groupe C) sont concernés. Ces exploitants présentent souvent une **posture technique pragmatique**, avec une variabilité élevée des principes d'action.

Certains agriculteurs mobilisent prioritairement les principes de simplification et de limitation des intrants pour l'organisation des pratiques culturales. On parle ici de **posture extensive**. Contrairement aux exploitants avec une posture pragmatique, ces agriculteurs ne cherchent pas à maintenir des niveaux de rendement élevés. De plus, la réduction des intrants n'est pas compensée par une optimisation agronomique des rotations puisque l'assolement lui-même fait l'objet d'une simplification. Les éleveurs extensifs (groupe C) présentent les profils les plus caractéristiques de ces postures. A Lapeyrouse-Mornay, certains agriculteurs spécialisés (groupe B) optent également pour ce type de postures sur les systèmes de culture n'incluant pas de cultures spécialisées.

Le dernier type de profil renvoie à des **postures autonomes** et combine les principes d'action identifiés dans les postures pragmatiques et extensives. Comme pour les postures extensives, les exploitants concernés n'utilisent pas d'objectifs de rendement et mobilisent préférentiellement le principe de limitation des intrants. Si la variabilité des rendements est acceptée, elle est compensée par une optimisation agronomique forte des rotations. L'apparition du principe d'optimisation agronomique dans ces postures met en évidence une gestion des systèmes de culture sur le long terme, qui permet aux exploitants d'aller plus loin dans les impasses sur les intrants pour la conduite des cultures. Des pratiques de substitution sont également mobilisées. Contrairement aux postures plus extensives, le principe de simplification est peu mobilisé. Les éleveurs autonomes (groupe E) sont les seuls exploitants à correspondre à ce type de posture. L'agriculteur 13_lapey s'en approche.

De l'analyse de la diversité des principes d'action et des postures techniques chez les exploitants conventionnels des deux échantillons, nous retenons les points suivants :

- On identifie **cinq principes d'action à l'origine de l'organisation de l'assolement et cinq principes d'action à l'origine des pratiques culturales**. Si l'on excepte le principe d'autonomisation des systèmes d'élevage par l'assolement spécifique aux systèmes en polyculture-élevage, tous les principes d'action ont été identifiés sur les deux terrains. L'analyse des principes d'action permet donc de formaliser la diversité des pratiques associées aux systèmes de culture sur deux terrains caractérisés par des systèmes de production différents.
- Nos résultats ne nous permettent pas d'identifier un principe d'action « environnemental » : l'environnement est globalement peu mobilisé par les agriculteurs rencontrés pour justifier les pratiques de limitation des intrants. Celles-ci sont principalement inféodées à des enjeux d'autonomie économique sur l'exploitation dans le discours des agriculteurs.
- L'analyse des mentions relatives aux différents principes d'action sur les exploitations nous permet de **valider l'hypothèse de diversité des principes d'action chez les agriculteurs (hypothèse 1.a)**. Rares sont les agriculteurs à ne mentionner qu'un seul principe d'action pour l'organisation de l'assolement ou des pratiques culturales. De plus, on identifie dans certains entretiens la gamme complète des principes d'action. Enfin, les principes d'action ne sont pas exclusifs les uns des autres : toutes les combinaisons semblent envisageables. L'organisation des systèmes de culture sur les territoires d'exploitation relève d'une combinaison (voire d'une hybridation) entre des principes d'action parfois très différents.
- L'analyse des principes d'action met en évidence une diversité importante des postures techniques, qui aboutit à l'élaboration d'une typologie d'agriculteurs sur chaque terrain. **On valide l'hypothèse 1.b, relative à l'existence d'une diversité forte des combinaisons de principes d'action à l'origine des systèmes de culture**.
- Des combinaisons privilégiées entre principes d'action sont identifiées. Des liens sont mis en évidence entre les principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et les principes d'action relatifs aux pratiques culturales. Néanmoins, des exceptions notables apparaissent. Les résultats confirment l'existence de postures techniques complexes, marquées par l'association de principes d'action apparemment antagonistes. **L'hypothèse 1.c, selon laquelle il existerait des combinaisons privilégiées des principes d'action, n'est donc que partiellement validée**.
- Les grilles techniques élaborées sont « situées » (adaptées à la diversité des pratiques dans les échantillons) et diffèrent sur les deux territoires. Néanmoins, l'analyse des principes d'action nous permet de **dégager une typologie générique des postures techniques sur les deux terrains**, et cela malgré les différences de systèmes de production.

Chapitre 5

Origine et distribution spatiale des pressions sur les zones à enjeu eau

« A la Chambre d'Agriculture, ils nous font pas mettre beaucoup d'engrais, il m'arrive parfois d'en mettre plus qu'ils le disent. Des fois je suis à la lettre mais quand ils me disent "il faut faire l'impasse sur la céréale", ça me paraît un peu grotesque. je ne dis pas qu'ils ont absolument tort, mais bon, sur une simple analyse de terre d'une parcelle qui est à côté, est-ce que c'est réellement la vérité... faire des impasses d'engrais sur céréales je suis un peu sceptique ».

Un éleveur à Péronnas

L'enjeu général de ce chapitre 5 est de mieux comprendre l'origine des pressions et de leur distribution spatiale sur les zones à enjeu eau. Pour cela, on identifie et on spatialise dans un premier temps les **systèmes de culture à risque**. Dans un second temps, on confronte les indicateurs de pression obtenus à la diversité des postures techniques, via les typologies produites dans le chapitre précédent. On tentera d'identifier les **profils d'agriculteurs à risque** par rapport aux enjeux de préservation de la qualité des eaux souterraines.

On décline l'hypothèse 2 présentée en problématique en deux sous-hypothèses qui seront testées dans cette partie :

- **Hypothèse 2.a.** Les principes d'action à l'origine des pratiques sont déterminants par rapport à la variabilité des pressions sur la zone à enjeu eau.
- **Hypothèse 2.b.** La distribution spatiale des postures techniques sur les zones à enjeu eau n'est pas aléatoire.

5.1 Variabilité et distribution spatiale des pressions relatives aux systèmes de culture sur les zones à enjeu eau

L'objectif de cette section est d'étudier – via des indicateurs agro-environnementaux - la variabilité des pressions relatives aux systèmes de culture, afin d'identifier et d'expliquer les pratiques à risques sur les deux zones à enjeu eau. On commence par classer les systèmes de culture en réalisant une **typologie des rotations**. A partir de cette typologie, on propose une **analyse de la variabilité des indicateurs entre les types de rotations mais aussi à l'intérieur de chaque type de rotation**. Grâce à une cartographie des principaux indicateurs, la **distribution spatiale des pressions** par rapport à l'AAC et aux zones vulnérables est étudiée afin d'identifier des systèmes et des facteurs de risques spécifiques sur ces zones.

L'analyse de la variabilité des pressions sur les zones à enjeu eau fait l'objet d'un article en anglais prochainement soumis, et intitulé « *Heterogeneity and spatial distribution of cropping systems in drinking water catchments and implications for potential reduction of nitrate and pesticide leaching* ». Cet article est reproduit ici dans son intégralité. Certaines figures complémentaires non utilisées dans l'article sont proposées dans l'annexe 16.

Heterogeneity and spatial distribution of cropping systems in drinking water catchments and implications for potential reduction of nitrate and pesticide leaching

Jean-Baptiste Gratecap^{a,*}, Alexander Wezel^a ; Philippe Martin^{b,c}

^a. ISARA Lyon (member of the University of Lyon), Department of Agroecology and Environment, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07, France.

^b AgroParisTech, UMR 1048 SAD APT, 78 850 Thiverval-Grignon, France

^c INRA, UMR 1048 SAD APT, 78 850 Thiverval-Grignon, France

* Corresponding author. Email address: jbgratecap@gmail.com. Tel.: + 33 6 48 12 24 47

5.1.1 Abstract

Many problems with nitrate and pesticide contamination from agriculture exist in European drinking water catchments. In France, a new mitigation approach aims at preventing water quality degradation in explicitly targeting agricultural non-point source pollutions associated with leaching of nitrates and pesticides.

The present study was carried out in two drinking water catchments by interviewing farmers about farm structure, their practices, and location of these practices in the catchment. We analyzed cropping systems diversity and classified them into different rotation types. We also analyzed within rotation type variability, and their spatial distribution in the catchment in using four agro-environmental indicators to assess risk of nitrate and pesticide leaching.

Our results show major variations for all indicators at both study sites, for example N-surpluses which range from -105 to 192 kg N ha⁻¹ year⁻¹. Significant differences were found between rotation types, which were mainly linked to diversity of production systems. But, we also found major variability within cropping systems, in particular for simplified rotations, maize monoculture rotations, rotations with temporary grassland, and rotations with permanent grassland. At both study sites, spatial patterns of distribution of rotation types and agro-environmental indicators were found, also for particular vulnerable zones in the catchments.

Our study clearly indicates that variability between, but also within cropping systems need to be taken into account for the development of management options at the catchment scale to reduce nitrate and pesticide leaching. In addition, the analysis of within cropping systems variability allows identifying already existing good practice examples which can be used for discussions between farmers and stakeholder to adopt them at a larger scale.

Keywords

Agro-environmental indicators, bare soil frequency, crop rotations, groundwater quality preservation, nitrogen balances, spatial analysis of cropping systems, pesticide application.

5.1.2 Introduction

Development of intensive agriculture during the second half of the 20th century has led to a widespread contamination of groundwater by nitrates and pesticides (Kolpin *et al.*, 1998; Strebel *et*

al., 1989), and especially in France (Morlon *et al.*, 1998; SOeS, 2010). Presently, 41 % of groundwater bodies in France do not meet the requirements for good chemical status according to European Water Framework Directive (ONEMA, 2010). Consequently, these water quality issues impact also drinking water supply. Non-compliance with EU standards relative to maximum nitrate and pesticides concentrations has been the major cause of catchments abandonment in France with 878 abandoned catchments between 1998 and 2008 (Secrétariat d'Etat chargé de la Santé, 2012)

To achieve a long-term improvement of drinkable water quality in French water catchments, a new regulation has been enforced by the Grenelle-1 law since 2009. 532 catchments considered as threatened and/or strategic for water supply have been classified priority and are currently concerned by a new mitigation approach (MEDDTL et MAAPRAT, 2010a). It aims at preventing water quality degradation at water catchments scale and explicitly targets non-point source pollutions associated with agricultural practices. Hydro-geological studies have been enforced to determine the land areas which threatened groundwater resources. Diagnosis about agricultural practices and their potential impacts on nitrates and pesticides pollutions are currently in progress on delimited drinking water catchment areas (MEDDTL et MAAPRAT, 2010b). Methodological tools are searched for to identify major factors related to potential impacts of agricultural practices and management options to limit groundwater contamination.

Many environmental issues are closely linked with diversity and spatial location of agricultural practices, more specifically with variability of cropping systems. Cropping system is the most adapted organization level to assess the potential impact of agricultural practices on delimited area (Martin et Meynard, 1997). It is defined as the set of agricultural practices on fields managed homogeneously. Each cropping system integrates crops, their succession order, and technical management sequences associated with each crop (Sebillotte, 1990). Practices diversity thus corresponds to variability of crop rotations and variability of technical sequences related to each crop involved in rotations.

Assessing practices' potential impacts on groundwater pollutions with nitrate and pesticides implies a spatially explicit representation of cropping systems over the water catchment areas which usually correspond to rather large scales of more than 1000 ha (Barataud *et al.*, 2013). This spatial representation may be neglected if spatial distribution of cropping systems has no impact on groundwater quality. However, vulnerability relative to nitrate and pesticides leaching can vary considerably in water catchment areas (Gogu et Dassargues, 2000). It is therefore important to take into account these spatial distribution of cropping systems, and their potential impact on pollutants transfers in the catchment.

Non-point source pollutions' issues have often been tackled at regional scale (more than 10.000 ha), especially concerning pollution with nitrate (Ledoux *et al.*, 2007). On such scales, it is impossible to carry out exhaustive interviews, thus spatial representation of cropping systems' diversity (rotations and technical sequences variability) has to be generated and modeled. Different procedures have been used to represent and locate rotations at regional scale. Klöcking *et al.* (2003) use land use data to construct a general rotation for the whole area studied. In this case, spatial diversity of rotations is not taken into account. Other studies include and locate rotations' diversity by associating typical rotations with agricultural land use units (Thinon, 2005). These land use units can be defined by soils properties (Kersebaum *et al.*, 2003), or correspond to administrative units where main rotation types were identified (Mignolet *et al.*, 2007). Nevertheless, diversity of rotations within spatial units is frequently omitted (Leenhardt *et al.*, 2010).

Although pollutants leaching under a single crop could drastically vary relatively to farmers' technical sequences (Benoît *et al.*, 1995), few studies aiming at representing cropping systems at regional scales account for variability of technical sequences and their spatial repartition (Faivre *et al.*, 2004). Since variability of input data relative to technical sequences are unavailable at regional scales (Biarnès *et al.*, 2009), or too complex to be implemented in leaching assessment models (Durand, 2004), this variability is usually simplified by using recommended or representative practices derived from literature or experts knowledge (Hall *et al.*, 2001; Klöcking *et al.*, 2003).

At water catchment scale (less than 10.000 ha), it is assumed that cropping systems' diversity and their repartition particular in vulnerable zones is of great importance regarding leaching processes towards the groundwater of the catchment (Beaujouan *et al.*, 2001). However, few studies have included this diversity within a spatial approach (Houdart, 2005; Morari *et al.*, 2004). Although smaller investigation areas allow good coverage of catchment with interviews, few studies use direct and extensive collection of data to deal with non-point source pollutions at water catchment scale (Leenhardt *et al.*, 2010). To our knowledge, no study exists so far which provides a systematic and spatial analysis and assessment of cropping systems' diversity and within-cropping systems variety in water catchment areas, in using relevant agri-environmental indicators to illustrate cropping systems heterogeneity and their spatial location.

Such studies are necessary to improve diagnosis of water catchment areas. As often only fewer farmers are concerned in most studies, an analysis based on only average practices can lead to omission of particular systems which might have a major impact on nitrate or pesticides concentrations in the groundwater. Furthermore, impact of these specific systems might be underestimated or overestimated without a spatial analysis of cropping systems occurrence in the drinking water catchment areas, in particular in vulnerable zones. A spatial approach is even more important since studies have stressed no-random distribution of certain practices in water catchment areas (Biarnès *et al.*, 2009). This distribution may interact with repartition of vulnerable areas and has to be assessed to develop management options to counteract groundwater pollution.

The objective of this paper is to assess diversity of cropping systems, their within-systems variability, their spatial location, and their potential impacts on nitrate and pesticides leaching in two drinking water catchment areas in France. We assume that heterogeneity of cropping systems in water catchment areas is of major importance and do not solely rely on diversity of production systems of different farms. We also assume that cropping systems are non-randomly distributed across water catchments, and that this distribution may interact with repartition of vulnerable areas.

By interviewing farmers, cropping systems diversity in the catchment areas were analyzed and assessed with a set of agro-environmental indicators. Cropping systems were first classified with a rotation typology. Then, agro-environmental indicators' variations between rotation types and within each rotation type were investigated to identify main factors of variability. Moreover, spatial distribution of agro-environmental indicator values in the catchment was analyzed to evaluate whether certain catchment areas are characterized by specific systems and potential risk of leaching. While cropping systems analyses are often only based on annual management systems, we enlarged the analysis by including spatial and temporal variability of these practices over several years. Finally, the assessment of practices' variability and their spatialization in the catchments analyzed was used to evaluate potential management options for farmers to contribute to water quality improvement.

5.1.3 Materials and methods

5.1.3.1 Study sites

Two study areas in the province of Rhône-Alpes in southeastern France were selected to carry out the study (Figure 3.1). While the two study areas are similar concerning groundwater contamination, they clearly differ regarding farming systems. Study areas include each a drinking water catchment and neighboring agricultural land areas.

One catchment area is located in the rural area of the municipality of Lapeyrouse-Mornay; the other in the municipality of Péronnas. Water collected in the latter catchment is the main drinking water supply for the city of Bourg-en-Bresse with about 50,000 inhabitants. Both study areas were selected because they have been characterized by high nitrates concentration up to $35 \text{ mg l}^{-1} \text{ NO}_3$, and thus being close to the maximum allowed concentration for drinking water (50 mg l^{-1}). Pesticide contamination is currently not a major concern as the only detected active substances in both catchments are atrazine and its degradation products, and atrazine is prohibited and not used anymore since 2003. To better preserve the water resources, the two catchments have been classified as “priority catchments” with the French national Grenelle-1 law.

At the Péronnas site, the water catchment was delimited by hydro-geological studies (ANTEA, 2011). The water catchment stretches over 3950 ha (Figure 3.2) of which 1448 ha are agricultural land and 2109 ha is forest land. Most of the catchment area is well protected against fast leaching processes toward groundwater because of silty-clayey soils, and a clay layer which is above the groundwater aquifer. These pedological and hydro-geological settings explain long transfer times for pollutants from field surface to the water collection well (over several decades). However there are also vulnerable zones where the clay layer does not exist, and thus leaching risk is much higher.

The Lapeyrouse-Mornay site is characterized by superposition of fluvio-glacial terraces with different vulnerable areas related to leaching risk (Figure 3.3). Vulnerability is higher in the lower terrace where the water table is close to the surface. The thicker and higher located upper terraces (less vulnerable areas) are characterized by silty soils that limit water infiltration and pollutants leaching from the root zone (Beauduc *et al.*, 1981). In this site, only a preliminary delimitation of the water catchment area has been carried out based on expert knowledge and literature. The water catchment stretches over 2642 ha of which 2199 ha are agricultural land. Pollutants transfer processes from fields to groundwater are mainly due to vertical leaching in the two catchments studied. Consequently, transfers through runoff and lateral flows between fields were not considered for the evaluation.

The two catchments selected are characterized by different production systems. The main production system at the Péronnas study area is dairy production, whereas the Lapeyrouse-Mornay study area is characterized by a wide diversity of crop productions. Specialized crops (maize seeds and tobacco) and fruit-growing play an important role in the economic viability of small farms in this study area (Commission Locale de l'Eau SAGE Bièvre Liers Valloire, 2010).

5.1.3.2 Data collection

Composition of farms samples

Interviews were carried out with farmers who are located in the drinking water catchments or which have at least some parcels in that zone. In addition, farmers in neighboring municipalities were also interviewed to get more insight into farmers' cropping practices in the two study areas, and to evaluate if cropping systems in the drinking water catchments differ to them outside. 25 farmers at Péronnas site and 17 farmers at Lapeyrouse-Mornay were interviewed. Among these farms, 13 and 12, respectively, were concerned by Péronnas and Lapeyrouse-Mornay drinking water catchment area. The agricultural surfaces in the catchments covered by the interviews are higher in Péronnas than in Lapeyrouse (respectively 65 % and 25 %). The farms samples' composition covers most of the production systems' diversity at both study sites. Main farm types at Péronnas are dairy farms and mixed crops-dairy farms, but arable crops farms were also surveyed. At Lapeyrouse-Mornay, cereals are the main production but more than 50 % of surveyed farms grow specialized crops. Size of structures and relative weight between productions significantly vary among farms.

Data collection for cropping systems description

Data on cropping systems characteristics were collected during semi-structured interviews with farmers. The aim was to describe all crop rotations used and to locate them at the plot resolution on the farm territory. Permanent grassland and mixed cropping systems with temporary grassland were taken into account while fields with fallows and perennial crops were not considered. Farmers were also asked to provide detailed information on crop management systems during each crop cycle, and during periods between two main crops. Our analysis explicitly integrates technical sequences between two main crops, as these sequences may have an important impact on leaching processes, e.g. bare soil during leaching periods, or use of herbicides. Nitrogen fertilization and pesticides use were asked for in detail in order to consider spatial and temporal variability of these practices. While cropping systems descriptions are often only based on an annual management system considered as representative, we enlarged the analysis by including spatial and temporal variability of these practices over several years.

We used also data which have to be recorded by farmers according to the rules of the Common Agricultural Policy in Europe (CAP) to validate or complete cropping systems descriptions. According to Aubry et al. (1998b), we assume that an identified set of fields is similarly managed by farmers and that the long-term impact regarding nitrate and pesticides leaching linked with the agricultural practices will be equivalent on the whole set. We used these sets of fields as units to cartography agro-environmental indicators which relate to potential impact of cropping systems on groundwater resources.

5.1.3.3 Data analysis

Rotations typologies

To assess global impacts of crop management systems on indicators variability, cropping systems has been classified according to their rotation structure. We built a typology for the Péronnas site with

two main criteria. Proportion of grassland during whole rotation was used to differentiate systems that include grassland, and crops diversity was used to differentiate systems composed exclusively by annual crops. For the Lapeyrouse-Mornay site, crops rotations were described with five criteria. Three of them were related to proportion of general crop categories in rotation (proportion of spring crops, maize, and specialized crops), and the two others correspond to diversity criteria (for spring crops and winter crops). Multivariate analyses (Principle Component Analysis and Hierarchical Ascendant Classification) were carried out to help identifying the different rotation types.

Agro-environmental indicators

A set of agro-environmental indicators was chosen to evaluate the cropping systems' potential for nitrate and pesticides leaching below the root zone, and to better identify potential management options associated with each cropping systems. These indicators offer a good trade-off between environmental relevance and convenience of use (Payraudeau et van der Werf, 2005). Thanks to their simplicity and robustness, they allow comparisons between various cropping systems, and can be used as decision support tools by end-users, namely local water managers and farmers involved in the mitigation process.

To assess nitrate leaching, we used N-balances which compare N-inputs and N-outputs during the whole rotation on each identified cropping systems, including permanent and temporary grassland systems (Benoît, 1992). N-inputs used to calculate N-balances are inorganic fertilizers, organic manure, excreta from grazing animals, and N₂ fixation by legumes. N-outputs are related to crop removal and vegetation export by grazing. To compare different cropping systems, N-surpluses for the whole rotation were divided by number of years in rotation. Resulting mean annual N-surplus corresponds to the net amount of nitrogen which is yearly available for soil, air and water dispersal (Farruggia *et al.*, 1997). Major N-surpluses increase potential for nitrogen mineralization and long-term nitrates leaching below the root zone (Korsaeth et Eltun, 2000; Powlson *et al.*, 1989).

The second indicator used to assess nitrate leaching is frequency of bare soil during leaching period. Most of nitrate leaching occurs during autumn and early winter, when water drainage and nitrogen mineralization processes are active and when soils are left uncultivated (Machet *et al.*, 1997). Use of catch crops during this leaching period allows a major decrease of nitrate leaching (Beaudoin *et al.*, 2005). By analyzing rotation composition (especially proportion of spring crops) and farmers' strategies to use catch crops, we calculated an index which expresses the frequency of bare soil during the whole rotation. An index equal to 1 means that bare soil periods occur each year. A cropping system characterized by a high N-surplus and a high frequency of autumnal bare soils is considered as potentially harmful for groundwater nitrate pollution.

Potential leaching of pesticides was assessed by using two different indicators. We evaluated the long-term pesticide use with a treatment frequency index (TFI) calculated for the whole rotation. The TFI corresponds to the number of pesticide applications with standard dosages and is usually used to compare different crop management systems (Pingault, 2007). The TFI was constructed by adding all individual crop treatment frequency indexes and by dividing the global result by the length of rotation (number of years). Individual index per crop may vary according to different management sequences identified through interview with farmer. Herbicide treatments in the crop rotation which sometimes occur during periods between two crops are also taken into account for the final TFI value. In addition to the global TFI index, we also analyzed a specific treatment frequency index for

herbicides (HTFI) calculated for the whole rotation. Herbicides are generally the most leachable substances and the most frequently detected pesticides in French groundwater bodies (SOeS, 2010).

Statistical and spatial analyses

Analysis of Variance (ANOVA) was carried out to test whether rotation types have an influence on indicators' results. If a significant F test ($p < 0.05$) was obtained from ANOVA, Tukey's HSD test was performed to detect individual significant differences between types. Statistical analyses were performed using R 2.13.0 statistical software (R Development Core Team, 2013). A Geographical Information System (GIS) was used to locate cropping systems. Leaching risk for nitrate and pesticides was analyzed by the superposition of two sets of spatial information, namely agro-environmental indicators and vulnerable zones.

5.1.4 Results

5.1.4.1 Rotation types

On the Péronnas site, we identified 78 different cropping systems (Tableau 5.1). Systems that include permanent grassland and/or temporary grassland prevail with 30 different systems with permanent grassland, followed by 17 systems for mixed grassland-crops rotations. Rotation systems dominated by crops are less frequent, and are characterized by a low diversity of crops in the rotations. Simplified crops rotations and maize monocultures systems are solely composed by maize and straw cereals, with various proportions. Diversified crop rotations include other crops, mostly rape seed and/or sunflower.

Tableau 5.1. Characteristics of rotations types in the two study areas. Cropping systems correspond to a set of parcels managed homogenously with same rotation and same technical management for each crop and/or grassland. Each farm can use several cropping systems. Proportion of each type of crop and/or grassland in rotation is calculated by summing the number of years for these types and by dividing this sum by the total number of years in rotation.

Study site	Rotations types	Code	Main characteristics	Number of cropping systems	Share of surface (all farms)	Share of surface in catchment area	Share of surface in vulnerable area
Péronnas	Permanent grassland	PG	Permanent and grassland dominated rotation (min. 75 % of years of grassland in rotation)	30	30 %	36 %	42 %
	Mixed crop-grassland rotations	TG	Balanced proportions of grassland and crops in rotation	17	24 %	10 %	0 %
	Diversified crops rotations	DIV-ROT	At least one different crop than maize and straw cereals	9	20 %	28 %	27 %
	Simplified crops rotations	SMPL-ROT	Only 2 types of crops (mainly maize and straw cereals)	15	16 %	16 %	14 %
	Maize monoculture	MZ-MONO	At least 80% of maize in rotation	7	10 %	11 %	17 %
Lapeyrouse-Mornay	Dry rotations	DRY-ROT	Dry rotations with winter crops and low diversity (max. 3 different crops in rotations)	14	18 %	11 %	6 %
	Diversified crop rotations	DIV-ROT	Dry rotations with high diversity for winter and spring crops (min. 4 different crops)	6	29 %	30 %	11 %
	Spring crops rotations	SPRG-ROT	Irrigated rotations with various spring crops (min. 3 different crops)	9	12 %	22 %	7 %
	Maize monoculture	MZ-MONO	At least 75 % of maize in rotation	14	28 %	29 %	70 %
	Specialized monoculture	SPE-MONO	At least 75 % of specialized crops in rotation	8	13 %	7 %	6 %

At the Lapeyrouse-Mornay site, 51 cropping systems have been identified (Tableau 5.1). As for Péronnas, most of identified cropping systems show less diversified rotations, especially in irrigated systems. Maize monoculture and monoculture with specialized crops are frequent in our sample with 14 and 8 systems, respectively. Dry rotations are mainly composed by winter crops, including straw cereals and rape seed. The last two categories (diversified crop rotations and spring crop rotations) show higher diversity of crops and good balance between winter and spring crops. Various crops are used in those systems, including rape seed, sunflower, soybean and pea.

5.1.4.2 Cropping systems spatial location

Mapping of crop rotation types shows that they are spatially differentiated in both study areas. At the Péronnas site (Figure 5.1), share of mixed grassland-crops rotations is lower in the catchment area (24 % for the whole sample compared to 10% inside) whereas a higher share in the drinking water catchment area is found for diversified crops rotations (28 % for the whole sample compared to 20% outside) and permanent grassland (36 % for the whole sample compared to 30 % outside) (Tableau 5.1). While grassland and fields with crops are mainly dissociated in the catchment area, association between crops and grassland on the same fields is characteristic for outside area.

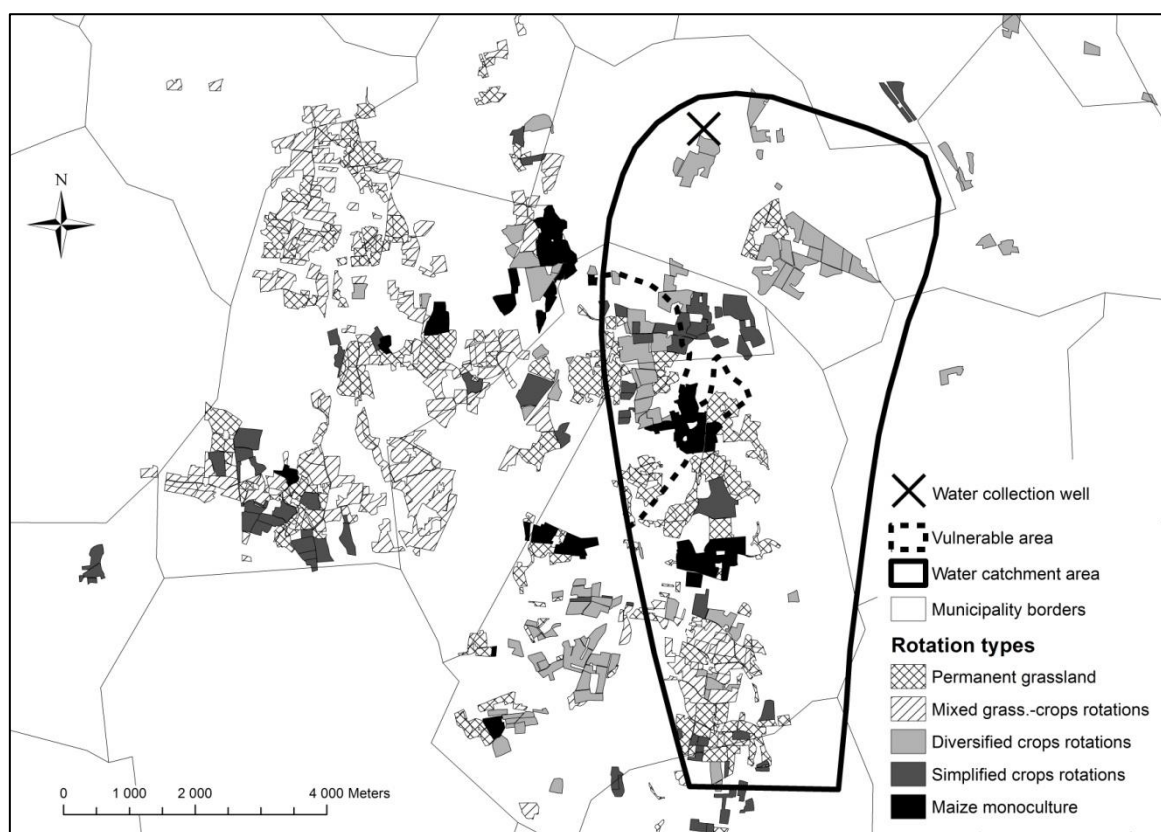


Figure 5.1. Location of rotation types in the catchment area of Péronnas and neighbor municipalities. Groundwater flow goes from south to northern part of catchment area where the water collection well is located. Land use not shown in the water catchment area consists of 17 % agricultural land not investigated, 69 % forest (mainly in eastern part of water catchment area), 7 % urban infrastructure, and 7 % others. Share of mixed grassland-crops rotations is higher outside the catchment area whereas diversified crops rotations and permanent grassland have a higher share in the drinking water catchment area.

At the Lapeyrouse-Mornay site, location of crop rotation types is correlated with the geomorphologic characteristics of the area and thus also with differences in vulnerability areas (Figure 5.2). Maize monoculture type represents 29 % of surveyed surfaces of all farms but clearly prevails on the lower terrace (70 %) (Tableau 5.1). On the contrary, share of other rotation types, including monocultures with specialized crops and types with low share of irrigated crops within rotation, is lower on the vulnerable area. These types are specific of upper terraces. Comparison between catchment area and surfaces outside the catchment area do not show such a clear differentiation. However, we can notice that share of dry crop rotations and monocultures with specialized crops is lower in the catchment area at the expense of spring crops rotations (11, 7 and 22 %, respectively).

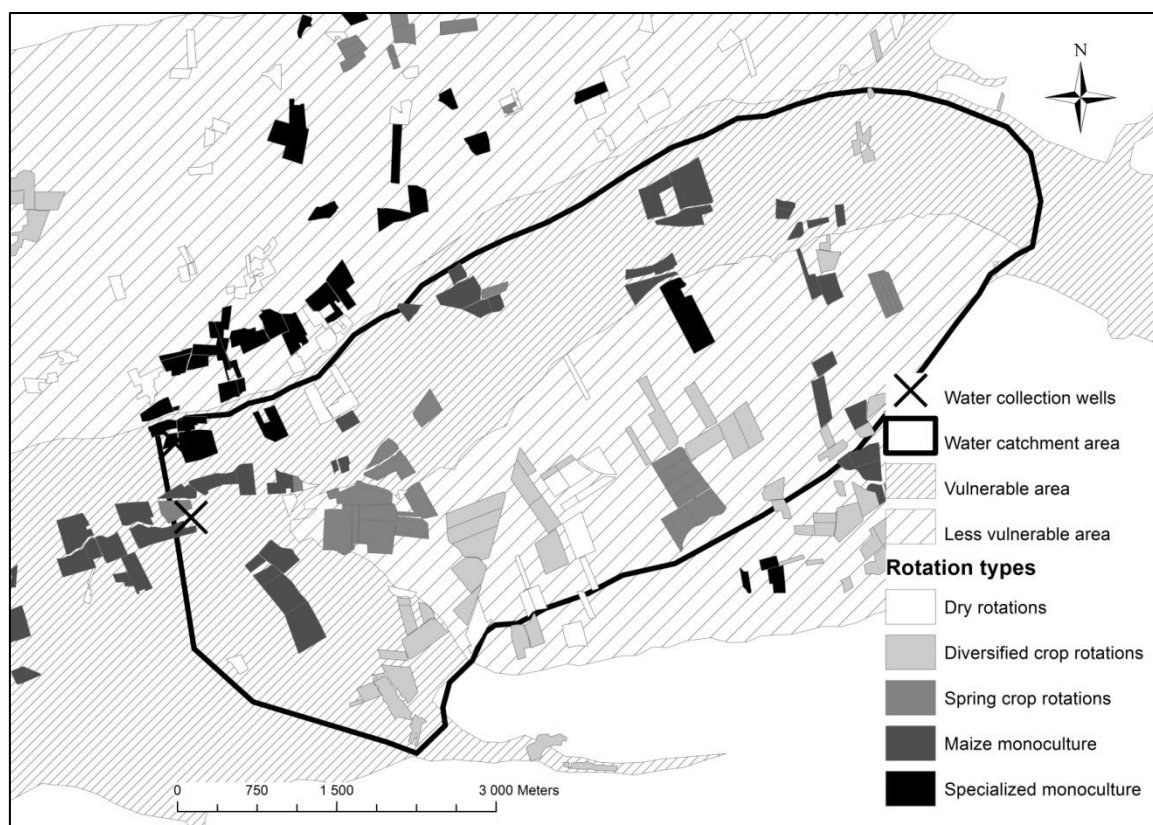


Figure 5.2. Location of rotation types and vulnerable areas at Lapeyrouse-Mornay study site. Groundwater flow goes from eastern to western part of catchment area where water collection wells are located. Land use not shown in the water catchment area consists of 80 % agricultural land not investigated, 8 % urban infrastructure and 12 % others. Maize monoculture systems are characteristics of the vulnerable area of the lower terrace.

5.1.4.3 Variability of agro-environmental indicators at the study sites

Results on both sites show high level of variability for all indicators (Tableau 5.2). At Péronnas, N-surplus range from -105 to 192 kg N ha⁻¹ year⁻¹ (Figure 5.3) and standard deviation for all systems reach 53 kg N ha⁻¹ year⁻¹ (Tableau 5.2). This variability is mainly due to variations of excreta amounts from grazing animals on grasslands, and to amounts of manure applied on crops during rotations. While few farms are concerned by animal husbandry, N-surpluses at Lapeyrouse-Mornay also show major variations, with a standard deviation of 41 kg N ha⁻¹ year⁻¹. Although pesticides uses for most rotation types are quite similar on both territories, very low values on permanent grassland were found in Péronnas while in Lapeyrouse-Mornay very high values are characteristic from specialized monocultures. On both territories, some cropping systems exist without pesticides use. They are related to presence of one organic farm in Lapeyrouse-Mornay, and one almost-organic but non-certified farm in Péronnas.

Tableau 5.2. Mean values and standard deviation of agro-environmental indicators of rotation types for the two study sites. TFI and HTFI correspond to Treatment Frequency Index and Herbicides Treatment Frequency Index, respectively. Significant differences were found between rotation types for all indicators. The frequency of bare soil during leaching period (from October to December) is expressed as a percentage of years without cover. A percentage of 0 % corresponds to a constant cover of soil (for example in permanent grassland systems).

Study sites	Rotation type	N-Balance (kg N ha ⁻¹ year ⁻¹)	Frequency of bare soil (%)	TFI	HTFI
Péronnas	Totality of systems	15 ± 53	19 ± 25	1.2 ± 1.1	0.7 ± 0.7
	Permanent grassland	14 ± 56	0 ± 0	0.2 ± 0.3	0.1 ± 0.2
	Mixed grassland-crop rotations	-6 ± 38	10 ± 12	0.9 ± 0.4	0.6 ± 0.2
	Diversified crops rotations	4 ± 18	24 ± 17	2.7 ± 0.8	1.3 ± 0.2
	Simplified crops rotations	40 ± 57	31 ± 21	1.9 ± 0.5	1.3 ± 0.4
	Maize monoculture	60 ± 58	67 ± 33	2.7 ± 0.8	1.7 ± 0.7
	P value	< 0.01	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Lapeyrouse-Mornay	Totality of systems	50 ± 41	32 ± 35	2.7 ± 1	1.7 ± 0.6
	Dry rotations	31 ± 26	18 ± 21	2.7 ± 0.4	1.5 ± 0.4
	Diversified rotations	11 ± 21	15 ± 18	2.2 ± 1.2	1 ± 0.6
	Spring crops rotations	55 ± 30	38 ± 24	2.8 ± 1.3	1.5 ± 0.3
	Maize monoculture	44 ± 28	82 ± 19	2.3 ± 0.5	2.1 ± 0.5
	Monoculture with specialized crops	117 ± 28	15 ± 23	3.5 ± 1.3	2.0 ± 0.8
	P value	< 0.001	< 0.001	< 0.05	< 0.01

5.1.4.4 Variability of agro-environmental indicators between rotation types and within rotation types

Nitrogen balances

N-surpluses significantly differ between rotation types at both study sites (Tableau 5.2 and Figure 5.3). In Péronnas, lowest N-surpluses concern mixed grassland-crop rotations with a slightly negative mean N-surplus and diversified crop rotations with slightly positive values. Both rotation types have significantly lower N-surpluses compared to crop rotation types characterized by a small number of different crops in the rotation, i.e. maize monocultures and simplified crop rotations with mean surpluses of 40 and 60 kg N ha⁻¹ year⁻¹, respectively.

Highest standard deviations on N-surpluses with more than 50 kg N ha⁻¹ year⁻¹ are found for maize monocultures and simplified crop rotations, as well as for permanent grasslands. All these categories show individual N-surpluses that exceed 100 kg N ha⁻¹ year⁻¹ (Figure 5.3). It should be noticed that mixed grassland-crop rotations and diversified crop rotations are not concerned by important N-surplus. Internal variability in maize monocultures and simplified crop rotations rely on manure spreading. Highest N-surpluses correspond to repeated uses of high amounts of manure on the same fields. Major surpluses detected on grassland dominated systems are related with high stocking densities on parcels located near livestock barns. Large variability on permanent grassland also results from major differences in land-use: this category includes intensively managed permanent

grasslands and what farmers refer as "natural grasslands", i.e. non-arable parcels dedicated to extensive grazing.

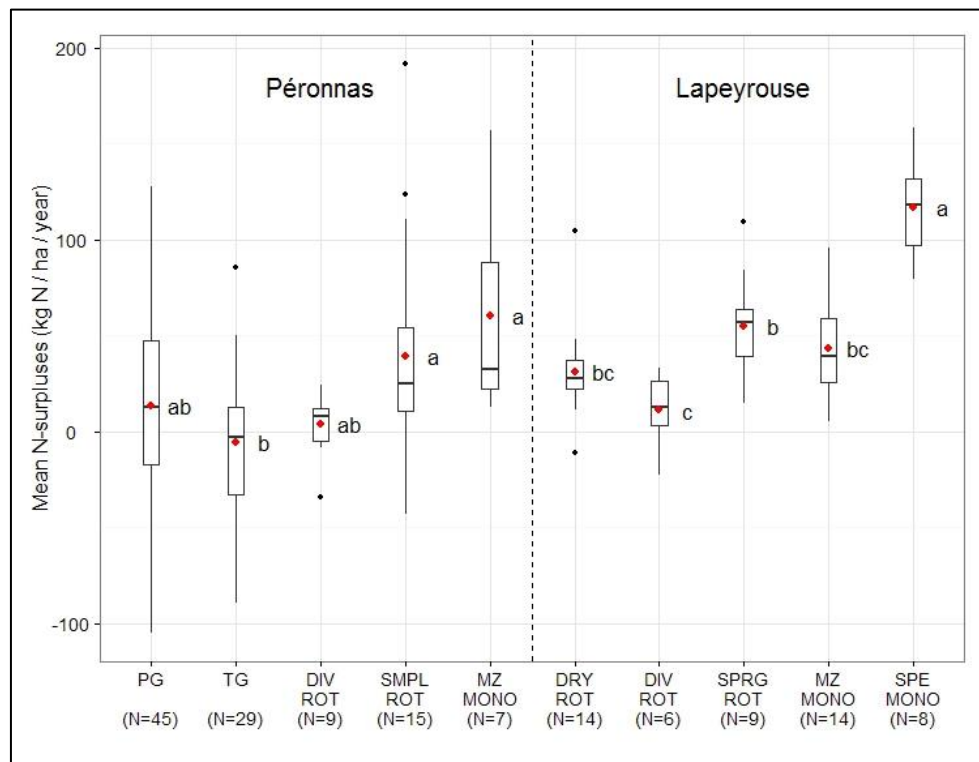


Figure 5.3. Box plots representing systems N-surpluses by rotation types for Péronnas and Lapeyrouse-Mornay sites. The middle line represents the median, extremities of the box the upper and lower quartile, extremities of horizontal lines the upper and lower extreme, and dots represent outliers. Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$). PG= permanent grassland and long-term temporary grassland. TG= mixed grassland-crop rotations. DIV-ROT= diversified crops rotations. SMPL-ROT= simplified crops rotations. MZ-MONO= maize monoculture. DRY-ROT= dry rotations. SPRG-ROT= spring crops rotations. SPE-MONO= monoculture with specialized crops. Major N-surpluses mainly concern simplified crops rotations and maize monocultures for Péronnas site, and monocultures with specialized crops for Lapeyrouse-Mornay site.

At Lapeyrouse-Mornay site, surpluses of monoculture with specialized crops range from 80 to 159 kg N ha⁻¹ year⁻¹, and are significantly higher than surpluses calculated for other rotation types (Figure 5.3). These high N-surpluses rely on high levels of inorganic fertilizers inputs for maize seeds and tobacco production, and on the low nitrogen quantity exported from fields by seed crop harvest. Significant differences for N-surplus were also found between diversified crop rotations and systems characterized by high proportion of spring crops, especially spring crop rotations and specialized monocultures. Balanced values for diversified cropping systems (11 kg N ha⁻¹ year⁻¹ on average) mainly account on low levels of nitrogen inputs, especially on crops like sunflower, soybean, pea and secondary straw cereals.

Spring crop rotations and maize monocultures are characterized by a large internal variability and by systems with high values of N-surplus. Surpluses of maize monocultures are linked with over-

estimated amounts of inorganic nitrogen on maize and durum wheat compared to crops requirements. This overestimation is particularly important when farmers do not adjust their fertilization practices on fields with weaker yield potential, especially on non-irrigated parcels. Large N-surpluses on spring crop rotations are mainly due to inclusion of specialized crops in diversified rotations. On monoculture with specialized crops, standard deviation show a large variability (SD = 28 kg) but all the individual values exceed $75 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. No systems of this type can be considered as balanced according to nitrogen use.

Bare soil frequency during leaching period

Bare soil frequencies during leaching periods show significant differences among rotation types at both sites (Tableau 5.2). As occurrences of bare soil during leaching period are mainly linked with spring crops proportion during the whole rotation, systems with high proportion of grassland (permanent grassland and mixed crop-grassland rotation in Péronnas site) or winter crops (dry rotations and diversified crops rotations in Lapeyrouse-Mornay site) show very low occurrences of bare soils during rotations with frequencies that do not exceed one year out of six. Maize monocultures show significantly high frequencies on both sites with more than 66 % of years with bare soils during rotation. Although monocultures with specialized crops also use spring crops, they have a mean frequency less than 25 %. These differences between rotations types are due to a current regulation which has been enforced since 2010 in both territories to limit nitrates leaching. This regulation forces farmers to sow catch crops if there is no cover on field during leaching period. However, exceptions to this rule are tolerated after maize because of the late harvest date for this crop. This is found at the study sites where frequencies of bare soil in the maize monocultures always correspond to proportion of maize in rotations. The exception of the regulation does not apply for maize seeds and tobacco as these crops are harvested earlier and high amounts of inorganic nitrogen are susceptible to be found after harvest. Monocultures with specialized crops are thus characterized by an exhaustive soil cover due to a good enforcement of mandatory catch crops.

Catch crops sowing are very rare in maize monocultures systems for both sites because of technical difficulties to implant the cover and reluctance of farmers to develop this technique. Exceptions only concern Péronnas site and cattle farmers who use catch crops as complementary resource for forage production after silage maize. For other rotations types such as simplified crop rotations at Péronnas and spring crops rotations at Lapeyrouse-Mornay, differences concerning post-harvest management also account for the internal variability of bare soil frequencies. In some farms, delay in enforcement of the mandatory catch crop explains the high frequencies of bare soil period for those rotations. At Péronnas, the use of catch crops for forage production purpose also explains frequencies variability among systems.

Treatment frequency index (TFI)

Rotations types affect annual mean values for TFI on both territories (Tableau 5.2). At Péronnas, TFI values are negatively correlated with proportion of grassland during rotation as very few pesticides are spread on this type of land-use. Simplified crops rotations show significantly lower values than maize monocultures and diversified crop rotations. This difference can be explained by low inputs straw cereals used for cattle breeding (as triticale and barley) in simplified crop rotations systems whereas diversified crop rotations systems are mainly composed by cash crops with high individual values for non-herbicide TFI (winter wheat, rape seed).

At Lapeyrouse-Mornay, differences among rotation types are significant but few differences between types can be found with Tukey's HSD test. The only significant difference concern maize monocultures and monocultures with specialized crops. Low mean for maize monocultures type (2.3 on average) mainly account for the low use of non-herbicide pesticides on maize in this territory. On the contrary, results show high values of non-herbicide TFI for specialized crops, especially for tobacco.

Distribution of TFI values within types shows higher variations at Lapeyrouse (Tableau 5.2). These internal variations mainly concern diversified crop rotations, spring crop rotations, and specialized monocultures and are caused by exceptional values (mean annual TFI > 4 or < 1). Presence of specialized crops in rotations accounts for exceptionally high values, especially with tobacco. The high standard deviation for diversified crop rotations type (SD = 1.2) is also linked with presence of one organic cropping system.

At Péronnas, some systems show high internal variations for pesticides use, especially diversified crop rotations and maize monocultures (SD = 0.8) (Tableau 5.2). Maize monocultures systems with higher TFI values are characterized by frequent use of insecticides on maize, while majority of farmers prefer not to use these products. Variability for diversified crop rotations systems is related to the choice of diversification crop in rotations. While rape seed is characterized by high values for non-herbicide TFI, sunflower allows farmers to limit pesticides use during rotation.

Treatment frequency index for herbicides (HTFI)

At Lapeyrouse-Mornay, HTFI values show differences among rotation types (Tableau 5.2 and Figure 5.4). Values for maize and specialized monocultures systems are significantly higher than those for diversified crop rotations systems. The systematic use of pre and post-emergence herbicides on maize and/or herbicide treatments during periods between two main crops accounts for higher values of HTFI on monocultures. These herbicides are less frequently used in diversified crop rotations.

As very few herbicides are used on grassland, HTFI values clearly depend on grassland proportion in rotations at Péronnas (Tableau 5.2 and Figure 5.4). Nevertheless, when only HTFI values for crop years are analyzed, no significant effect of rotation types was found on this territory (data not shown).

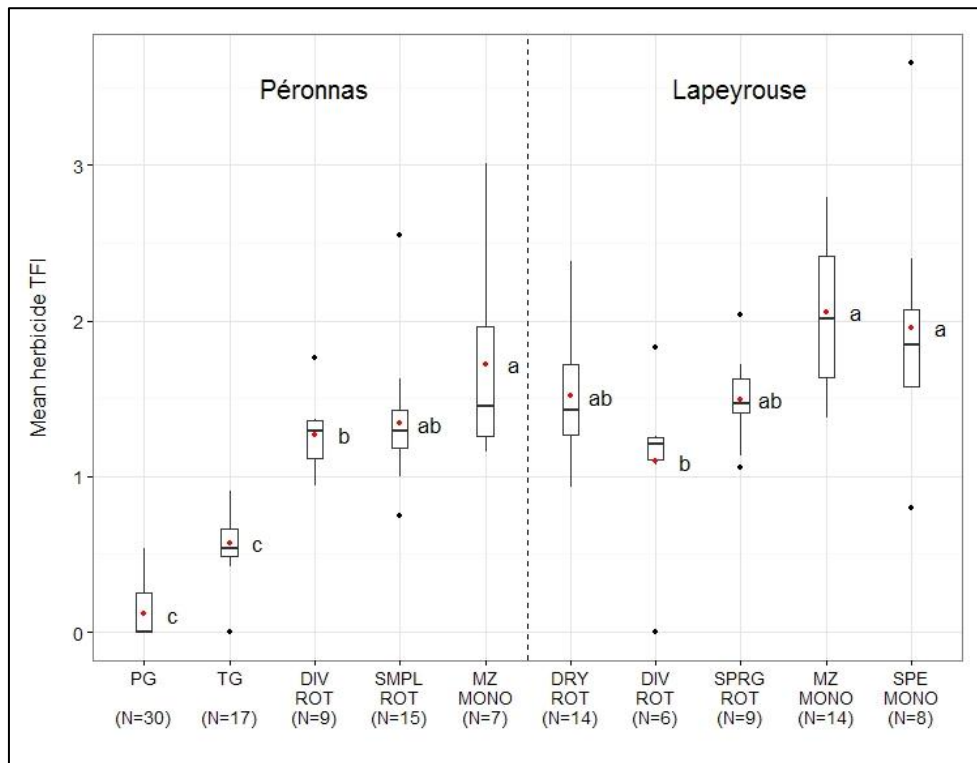


Figure 5.4. Box plots representing mean annual herbicide treatment frequent index (HTFI) by rotation types for Péronnas and Lapeyrouse sites. The middle line represents the median, extremities of the box the upper and lower quartile, extremities of horizontal lines the upper and lower extreme, and dots represent outliers. Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$). PG= permanent grassland and long-term temporary grassland. TG= mixed grassland-crop rotations. DIV-ROT= diversified crops rotations. SMPL-ROT= simplified crops rotations. MZ-MONO= maize monoculture. DRY-ROT= dry rotations. SPRG-ROT= spring crops rotations. SPE-MONO= monoculture with specialized crops.

HTFI show low values for standard deviation ($SD < 0.5$) for most rotation types (Tableau 5.2 and Figure 5.4). High variability mainly concern monocultures with specialized crops at Lapeyrouse-Mornay, and maize monocultures at both sites. At Péronnas site, HTFI values for maize monocultures thus range from 1.2 to 3. High variability of HTFI for monoculture rotations is explained by technical difficulties to limit weeds infestation and by various options to control this infestation. Maize crop management systems that solely rely on chemical means to combat weeds, with the systematic use of pre and post-emergence herbicides, show highest values (mean annual HTFI > 2.5). Lowest values (< 1.5) can be explained by inclusion of mechanical weeding and/or precise adjustments of chemical weed management system. Lower yields objectives, especially when maize is cultivated for forage use, can also account for low values of mean annual HTFI.

5.1.4.5 Spatial distribution characteristics of agro-environmental indicators

Nitrogen balances

At Péronnas site, mean N-balance for surfaces on water catchment area is 11 kg N year⁻¹ ha⁻¹ which is a bit lower than outside the catchment area (22 kg N year⁻¹ ha⁻¹). This difference is related to negative N-surpluses that represent 42 % of surveyed surfaces on the catchment area. No significant differences for highest values of N-surpluses could be found for parcels in the drinking water catchment area compared to outside parcels at the Péronnas site. However, risk factors differ between the two zones: while highest N-surpluses outside the catchment area were mainly found with permanent grassland systems, highest N-surplus in the catchment area occurred with simplified crop rotations and maize monocultures.

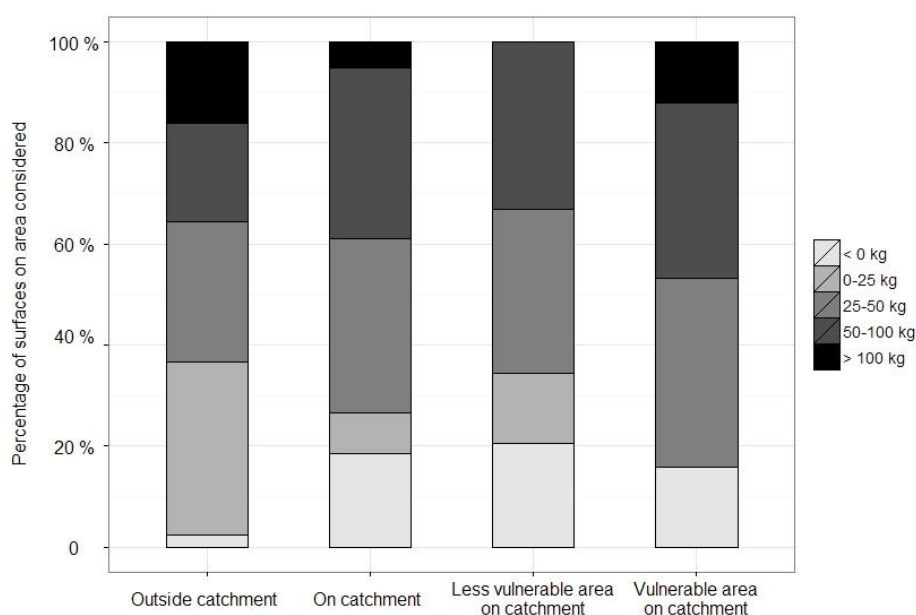


Figure 5.5. Spatial distribution of N-balance values according to various vulnerability areas on Lapeyrouse-Mornay site. N-surpluses are quite similar between catchment area and surveyed surfaces outside the catchment but clearly differ according to vulnerability zones.

At Lapeyrouse-Mornay, mean N-balances for surfaces in and outside the water catchment area are similar (39 and 43 kg N year⁻¹ ha⁻¹, respectively). Share of highest N-surpluses (> 100 kg N year⁻¹ ha⁻¹) found with specialized monocultures reaches 16 % of surveyed surfaces outside the catchment area, and is more important than on the catchment area (Figure 5.5). Nevertheless, for N-surpluses > 50 kg N year⁻¹ ha⁻¹ no difference exists between the two areas. In contrast, within the catchment area, significant differences can be found between vulnerable area and less vulnerable area (Figure 5.5), mainly concerning maize monoculture systems.

Bare soil frequency during leaching period

Localization of rotation types with highest bare soil frequencies during leaching periods is mainly found in the drinking water catchment areas of both sites. At Péronnas site, share of surfaces with frequent bare soil (more than 33 % of years) is higher in the catchment area than outside (49 % and 36 %, respectively). Cropping systems with higher frequencies of bare soil especially concern the northern part of the catchment area close to the water collection well (Figure 5.6). This area is characterized by cereals and mixed livestock-crops production systems whereas dairy farms prevail in the western part of the Péronnas study site. Moreover, dairy farmers in the water catchment prefer to dissociate fields with permanent grassland and fields with crops rotations, whereas farmers outside the catchment area rather use mixed cropping systems that limit occurrences of bare soil during leaching period.

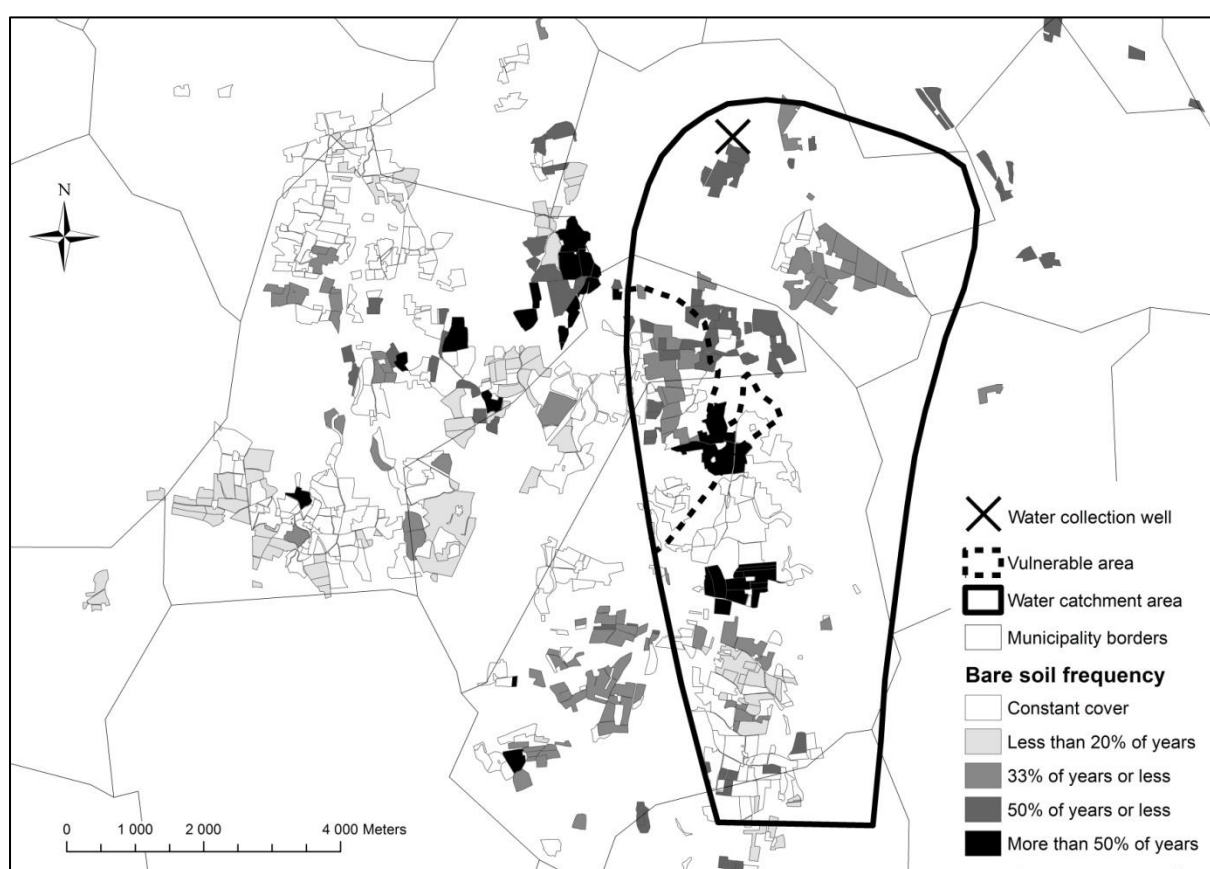


Figure 5.6. Spatial location of bare soil frequencies during leaching period in the Péronnas water catchment area. Systems with higher frequencies of bare soil especially concern the northern part of the catchment area close to the water collection well. Share of surfaces with frequent bare soil (with more than 33 % of years) is slightly lower outside the catchment area.

At Lapeyrouse-Mornay site, share of surfaces with high bare soil frequencies is clearly higher for the water catchment area, and especially for the vulnerable zone where surfaces with higher frequencies (more than 50 % of years) reach 47 % (Figure 5.7). Maize monoculture systems represent a major share of surfaces in the lower terrace and are particularly concerned with high bare soil frequencies

during rotations. On the contrary, rotation types specific of upper terraces in the catchment area show lower frequencies of bare soil due to a high proportion of winter crops and/or a systematic use of catch crops during rotation.

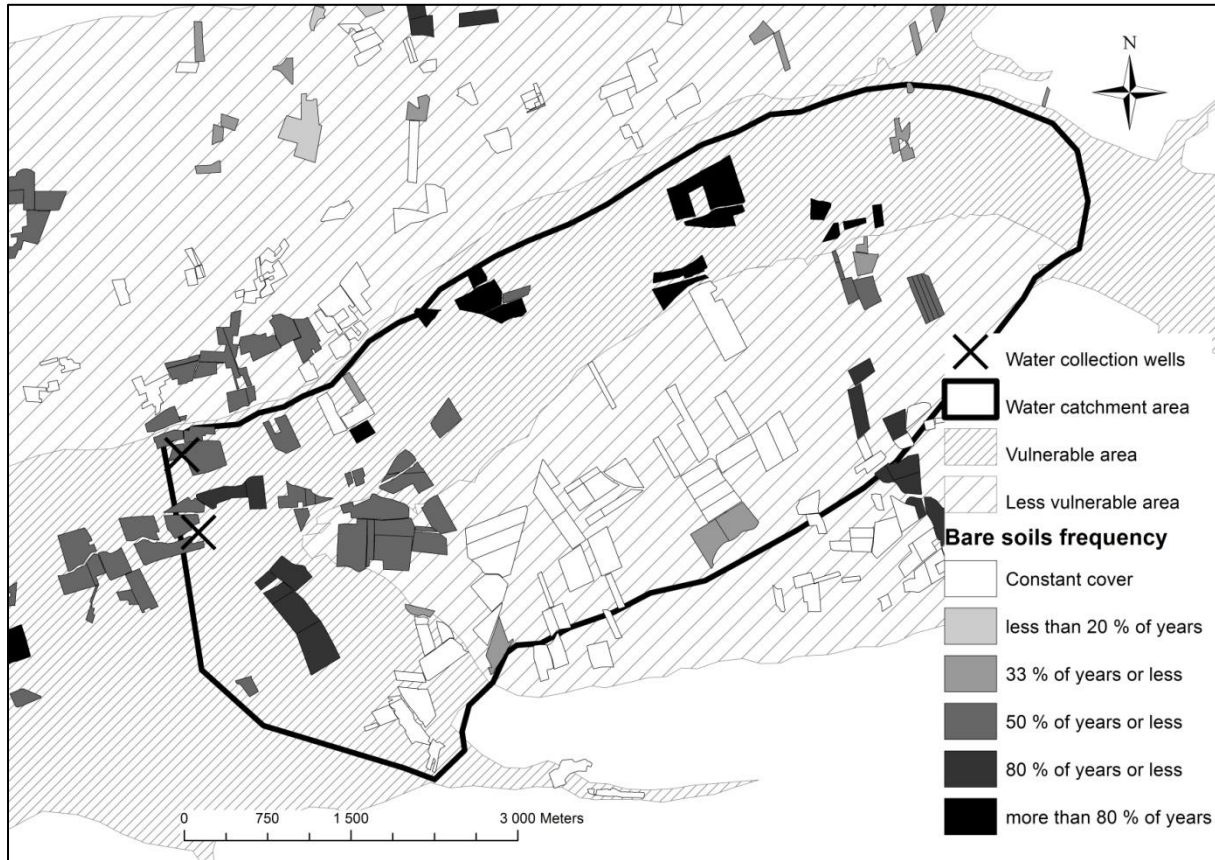


Figure 5.7. Spatial location of bare soil frequencies during leaching periods in the Lapeyrouse water catchment area. Share of surfaces with high bare soil frequencies are increased in the water catchment area, and especially in the vulnerable zone and mainly with maize monocultures.

Treatment frequency index (TFI) and herbicide treatment frequency index (HTFI)

Localization of cropping systems with higher mean annual TFI displays different results for the two study sites. At Péronnas, cropping systems with higher mean annual TFI (> 3) represent 26 % of catchment surfaces, and only 9 % outside the catchment area. Higher TFI mainly concern diversified crops rotation systems which prevail in the northern part of the water catchment area.

At Lapeyrouse-Mornay, no significant difference for mean annual TFI has been encountered between catchment area and outside area. However, within the catchment area, most very high pesticides use systems (mean annual TFI > 4) are all located in the less vulnerable area where they represent 22 % of surveyed surfaces; mainly concerned are the rotations with specialized crops.

No clear differentiation for highest and mean values of HTFI could be identified for Péronnas and Lapeyrouse-Mornay sites for in and outside catchment areas. In the water catchment area of

Lapeyrouse-Mornay, highest use of herbicides (> 2.5 HTFI) is found in the vulnerable area. Concerned systems are mainly maize monocultures.

5.1.5 Discussion

5.1.5.1 Variability of agro-environmental indicators

This paper aimed at measuring and spatializing cropping systems' variability for areas with special interest in groundwater quality preservation by using agro-environmental indicators. Results clearly show that the cropping systems' variability is of a major importance, and concerns all indicators used to assess potential leaching of nitrate and pesticides. Indicator values differ significantly between rotation types as well as within most rotation types. This signifies that similar rotations may result in large differences according to potential leaching and groundwater pollution, and thus a rotation per se cannot be qualified as more or less polluting. For example, N-surplus for simplified rotations and permanent grassland rotations at Péronnas are extremely variable ranging from negative to highly positive surpluses (Figure 5.3). Overall significant variability has been found on both study sites, for different production systems. Considering large variations of indicators among systems, we suggest that diversity of practices should be better represented in catchment scale studies aiming at modeling impacts of agricultural systems on water quality.

Analysis of cropping systems' location and spatialization of agro-environmental indicator values show that practices are not distributed randomly according to location of water catchment and most vulnerable areas. These results suggest that spatial organization of practices may significantly influence nitrate and pesticide leaching processes.

5.1.5.2 Factors of indicators' variability

Diversity of production systems

Diversity of production systems appears to be a major factor of indicators' variations at both study sites. At Lapeyrouse-Mornay site, presence of specialized crops explains most of significant differences among rotation types. Cropping systems that include specialized crops are always characterized by high N-surpluses and high treatment frequencies index for pesticides. High levels of inputs on specialized crops can partly be explained by farmers' insurance practices to guaranty high yields and quality for these productions (Martin et Meynard, 1997). At Péronnas site, relative share between dairy and cereals productions in farms is one of the major factors of indicators' variability. High proportion of grassland in rotations limits bare soil occurrence during leaching periods, and pesticides use on fields. If production systems are one of the major factors of indicators' variability among cropping systems, evidences suggest that also diversity of practices among farmers with similar production systems is a key factor to explain this variability.

Diversity of rotation schemes

Diversity of practices firstly concerns crop rotations and their organization on farm territories. Various technical options have been identified for similar production systems. At Péronnas, two concurrent options, the first based on temporary grassland, the second based on spatial disjunction

between permanent grasslands and cropped fields used for crops rotations, were identified on dairy farms. At Lapeyrouse-Mornay site, irrigated maize and specialized crops may be used in monocultures or integrated in more diversified rotations that cover most of the farm territory. Our results clearly suggest that rotations schemes and farm territory organization differ according to farmers and are partly independent from production systems.

Diversity of technical options related with farm territory organization interacts with variability of indicators between rotation types. For both nitrate and pesticide indicators, higher values were frequently found for less diversified rotations (especially the monoculture rotations) while diversified systems (including mixed crop-grassland rotations) generally showed more balanced values. At both sites, N-surplus and herbicide use are significantly lower on diversified crops rotation systems than on monocultures. Low values for indicators with diversified systems suggest that close relationship is made by farmers on use of inputs and diversification of rotation.

Diversity of crop management

Our analyses also reveal that significant variations for the different indicators exist within the same rotation type. Variability within rotation types mainly reflects diversity of technical options among farmers. At Lapeyrouse-Mornay, maize monocultures are characterized by important variations for herbicide use reflecting wide range of technical options for weed management practices, from most intensive practices (systematic use of pre and post-emergence herbicides) to less intensive crop management including mechanical weeding.

Our results also indicate that regulations and technical recommendations might differently be integrated by farmers in their cropping systems. While decision support tools are frequently used to adjust fertilization for every crop, high N-surpluses on maize monoculture systems for Lapeyrouse-Mornay site show over-estimated amounts of inorganic nitrogen on maize and durum wheat compared to crops requirements. Large variations of bare soil frequencies show that mandatory catch crops have been variously integrated in farmers' cropping systems. According to these results, using average management practices to represent agricultural practices at water catchment scale may imply severe underestimation (or overestimation) of actual leaching processes.

5.1.5.3 Spatial distribution of cropping systems and agro-environmental indicators

Analysis of cropping systems' location and spatial distribution of agro-environmental indicator values show that spatial organization of practices may significantly influence nitrate and pesticide leaching processes. In Péronnas, rotations schemes, in particular interactions between crops and grasslands, clearly differ inside and outside the water catchment area (Figure 5.1). At Lapeyrouse-Mornay, the most vulnerable area in the catchment is characterized by a high share of maize monoculture whereas for the less vulnerable area various rotations are found (Figure 5.2). Indicator values also vary according to vulnerability on water catchment area: higher bare soil frequencies during leaching periods and higher N-surpluses are found in the vulnerable zone (Figure 5.5 and Figure 5.7).

Factors of spatial distribution and relevant scales to assess practices variability differ between the two territories. At the Lapeyrouse-Mornay site for example, the geomorphologic setting with the terraces plays an important role. On the lower terrace, access to irrigation is easy due to proximity to the aquifer. Many individual wells have thus been drilled to support maize monoculture rotations. On

upper terraces, access to irrigation is more difficult because of thickness of unsaturated zone. Dry rotations and diversified crop rotations represent most of surfaces. However, monocultures with specialized crops which are irrigated (maize seeds or tobacco) are also located on upper terraces. Maize seeds cannot be cultivated close to regular maize fields to avoid unintentional cross-pollination, and because of large surfaces with regular maize production on the lower terrace, maize seeds production is very restricted in this area.

The different constraints suppose that probably less management options to adapt practices for water quality improvement are available in the vulnerable zone as only one rotation type is dominating. However, the within variability of maize monoculture rotations show quite contrasting differences from near to 0 kg N-surplus up to almost 100 kg N (Figure 5.3). Therefore, practices in maize monoculture rotations with low risk of nitrate leaching are already present at this study site, and thus should be evaluated if other farmers could not adopt them.

At the Péronnas site, spatial distribution of rotation types and indicator values appear to be linked with municipalities (Figure 5.1 and Figure 5.6). The cropping systems location on Péronnas territory is mainly driven by individual dairy farmers' choices about farm territory organization: while farmers from eastern municipalities mostly dissociate fields of permanent grassland and cropped fields, farmers from western municipalities preferentially use mixed crop-grassland systems. This different spatial distribution of practices may be due to proximity network between farmers (Nesme *et al.*, 2005) and to technical advice networks (Biarnès *et al.*, 2009). It has a clear impact on indicators, especially on bare soils frequencies.

5.1.5.4 Management options to reduce risk of nitrate and pesticide leaching

Rotation types in both drinking water catchment areas showed major indicators' variations between, but also within rotation types, and also important spatial variability. So which operational conclusions can be drawn, and which management options for farmers and stakeholders involved in catchment management can be proposed?

Among the rotations analyzed, systems with balanced N-surpluses, lower pesticide indices, and lower bare soil frequencies were found. They can be considered as references to decrease potential negative impacts from high leaching risk systems (Chantre *et al.*, 2012). For example, the existence of maize monoculture systems with low herbicide use show that relative reduction of herbicide use could be achieved by adapting certain chemical weed management systems and/or adopting mechanical weeding. Likewise, presence of high surplus and balanced N-balances in the same crop rotation type at Péronnas show that surpluses might be decreased by a better spatial repartition of for instance manure across the farm territory (Le Houérou, 1994). For these two examples, lowering potential impacts of high leaching risk systems might be achieved with improved efficiency of resources use (better adjustment of fertilization), but also with substitution of practices (adoption of mechanical weeding).

Some rotation types are characterized by relatively homogeneous high values for some indicators. Maize monocultures at Lapeyrouse-Mornay for example display high frequency of bare soils during leaching periods. Without technical options to sow catch crops during the maize crop cycle, such as undersowing of ryegrass between maize rows (Schröder *et al.*, 1996), the only option to lower

proportion of bare soils in vulnerable area would be to restrain maize proportion in irrigated rotations.

As monocultures with specialized crops are solely characterized by high values for N-balance and mean annual TFI, no management options appear to be feasible at the moment for those systems. Restrictive mitigation measures would be to drastically lower the use of fertilizers and pesticides on these fields, but this would probably lead to abandonment of maize seeds and tobacco as currently no alternatives to increase efficiency and/or substitute chemical inputs were encountered at the study site. A redesign of cropping systems and production system would be probably necessary on concerned farms, but this redesign would clearly threaten farms' economic viability as this concerns at the moment the most profitable productions (irrigated maize and specialized crops). Therefore alternatives have to be searched for together by farmers and other concerned stakeholders.

5.1.5.5 Leaching risk assessment, water quality improvement, and mitigation actions

Potential impacts of agricultural practices on water quality at water catchment scale are usually assessed by model-based methods (Durand, 2004; Lee *et al.*, 2010). Here a set of agro-environmental indicators was chosen to evaluate the cropping systems' potential for nitrate and pesticides leaching.

Contrary to certain model-based assessment methods, our approach does not allow a precise quantification of leaching processes. Thus, only risk of leaching can be evaluated, but without knowing which amount of nitrate or pesticides will finally reach root zone and groundwater, and with which time lag. However, our assessment method allows identifying major factors related to agricultural practices' potential impacts on groundwater pollution, and defining management options for different cropping systems and different zones of the catchments. While complexity of models restrict their use when analyzed cropping systems are highly diversified (Faivre *et al.*, 2004), agro-environmental indicators are robust and allows comparison between various types of cropping systems, including mixed systems with grassland. In addition, the modeling approach has many limits, as only a selection of parameters can be taken into account which often not completely reflects reality of processes.

Another advantage of the indicator approach applied in drinking water catchment is that these indicators are relatively easy to understand for a large range of stakeholders. With this approach, concerned stakeholders can commonly discuss potential adaptations of cropping systems to decrease potential leaching. As shown with our results, indicators' values within rotation types display large variations, indicating that some less leaching-risk practices are already used by farmers. Therefore, this allows discussing these more favorable practices as "good practices", and to commonly evaluate how they could be adapted. Further, the spatialization of the practices and indicators allows focusing on certain zones in the catchments where actions can be developed quickly, and other areas where it might be much more difficult to decrease potential leaching without major changes of cropping systems.

5.1.6 Conclusions

Our results show major variations for all agro-environmental indicators for the different cropping systems analyzed at both study sites. Significant differences were found between rotation types, which were mainly linked to diversity of production systems. But, we also found major variability within cropping systems, in particular for simplified rotations, maize monoculture rotations, rotations with temporary grassland, and rotations with permanent grassland. Technical options of farmers may both concern organization of rotations on farm territories and crop management sequences, and reflect variability among farmers who have different constraints, objectives and technical skills. Our results suggest that this variability has a major impact on leaching risk, and that local spatial patterns of practices may interact with water catchment and vulnerability location.

Our study clearly indicates that variability between, but also within cropping systems need to be taken into account for the development of management options at the catchment scale to reduce nitrate and pesticide leaching. In addition, the analysis of within cropping systems variability allows identifying already existing good practice examples which can be used for discussions between farmers and stakeholder to adopt them at a larger scale.

5.2 Evaluation des principes d'action par rapport aux enjeux de qualité des eaux

On mobilise ici les différences de postures techniques mises en évidence dans le chapitre précédent pour approfondir le diagnostic sur les pollutions diffuses en nitrates et en pesticides. Il s'agit ici de traiter plus particulièrement de cette variabilité résiduelle des indicateurs, qui ne relève ni de la diversité des systèmes de production ni de la diversité des rotations. **On teste ici l'hypothèse selon laquelle les niveaux de pressions sont associés aux principes d'action et aux postures techniques des exploitants (hypothèse 2.a).** Il s'agira d'identifier des types de postures techniques favorables (ou défavorables) à l'apparition de niveaux de pressions élevés. Afin de tester la généralité des résultats sur les liens entre principes d'action et pressions, cette hypothèse est testée en parallèle sur les deux terrains, dans des systèmes de production différents. On mobilise pour cela la typologie générique des postures techniques présentée dans la section 4.2.4.2 (Figure 4.3).

5.2.1 Postures techniques et niveaux de pressions sur la lixiviation des nitrates

5.2.1.1 Balances azotées

Sur les deux terrains, l'analyse des valeurs moyennes des balances azotées sur les territoires d'exploitation met en évidence une concentration des valeurs les plus élevées sur des types de postures techniques spécifiques. A Lapeyrouse-Mornay (Figure 5.8), trois maïsiculteurs et cinq agriculteurs spécialisés connaissent des surplus moyens supérieurs aux surplus associés à la limite de concentration pour une eau lixiviée potable⁷⁹. A Péronnas, les surplus moyens sont plus élevés chez les éleveurs céréaliers et traditionnels. Pour ces deux groupes, trois exploitations sur quatre sont caractérisées par des excédents supérieurs à la concentration limite pour la potabilité de l'eau lixiviée (Figure 5.9). Les exploitants concernés sur les deux terrains sont associés à une posture intensive technique ou simplifiée. Au contraire, les autres types de postures sont associés à des surplus modérés, systématiquement inférieurs à la limite de concentration. L'analyse des surplus à l'échelle des systèmes de culture nous permet de préciser l'origine des excédents (Figure 5.10 et Figure 5.11).

⁷⁹ La signification et le calcul de la limite de concentration sont explicités dans l'annexe 1 de la thèse.

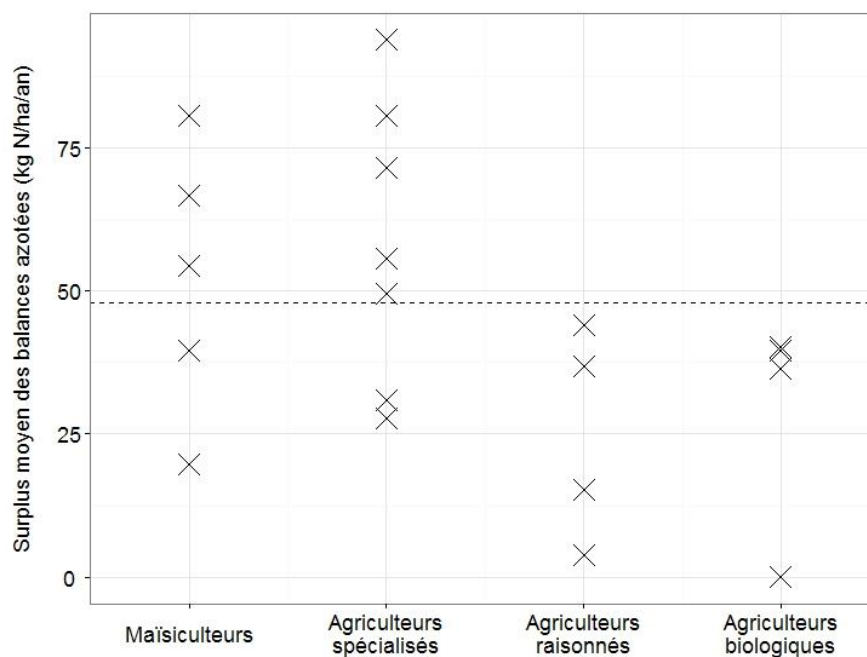


Figure 5.8. Balance azotée moyenne sur les territoires d'exploitations pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (N=20 exploitations). Les agriculteurs raisonnés sont caractérisés par des balances azotées significativement mieux équilibrées que les deux autres types d'agriculteurs. La ligne en pointillé figure la limite de concentration au-delà de laquelle l'eau de drainage n'est plus potable (voir annexe 1).

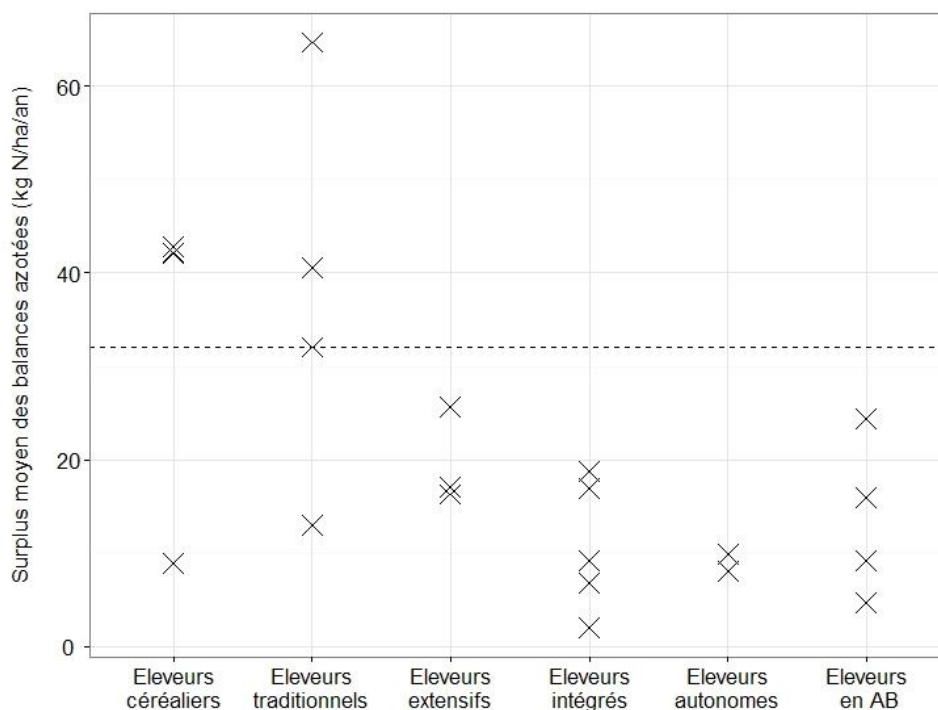


Figure 5.9. Balance azotée moyenne sur les territoires d'exploitation pour le terrain de Péronnas (N= 22 exploitations). Seuls les éleveurs céréaliers et traditionnels sont concernés par des excédents importants des balances azotées. La ligne en pointillé figure la limite de concentration au-delà de laquelle l'eau de drainage n'est plus potable.

Des excédents supérieurs à 50 kg N/ha/an sont identifiés chez les maïsiculteurs et chez les éleveurs traditionnels. Ces exploitants sont caractérisés par des **postures intensives simplifiées**, combinant le principe de maximisation de la production et les principes de simplification des systèmes de culture (assolement et pratiques culturales). Cette combinaison des principes d'action est à l'origine des excédents. A Lapeyrouse-Mornay, des surplus sont identifiés sur des systèmes en monoculture de maïs irrigué et sur des rotations en sec (Figure 5.10). Ces surplus sont associés à des défauts de raisonnement de la fertilisation azotée, qui se traduisent par des doses d'azote minéral surestimées par rapport aux besoins des cultures⁸⁰ (principe de maximisation de la production) et par des déficits dans l'ajustement des doses en fonction des parcelles⁸¹ (principe de simplification des pratiques culturales). Ces principes d'action sont également à l'origine des excédents identifiés sur les parcelles en prairies permanentes et qui concernent principalement les éleveurs traditionnels⁸² (Figure 5.11). Ces surplus sont liés à des taux de chargement trop importants par rapport aux exportations en fourrages, et sont situés sur les ilots les plus proches des bâtiments d'élevage. Ils résultent de la simplification de l'assolement et de la conduite du pâturage, qui induisent une concentration des déjections sur les parcelles à proximité directe des bâtiments. L'utilisation systématique des engrais minéraux azotés sur l'ensemble des surfaces en prairie contribue à augmenter les surplus des balances azotées.

Les principes de simplification de l'assolement et de maximisation de la production sont également à l'origine **d'excédents très élevés chez les exploitants avec une posture intensive technique**. A Lapeyrouse-Mornay, les surplus maximum sont observés chez les agriculteurs spécialisés et concernent les systèmes de culture intégrant des cultures spécialisées (Figure 5.10). Si les résultats sur les rotations conduites en sec mettent en évidence des surplus limités pour les agriculteurs spécialisés, les surplus dépassent systématiquement 80 kg N sur les systèmes en monoculture de maïs semence et de tabac⁸³. Ces surplus sont directement liés au principe de maximisation de la production sur ces cultures. L'optimisation économique de l'assolement, à l'origine des monocultures, est également concernée.

Des surplus supérieurs à 100 kg N/ha/an sont identifiés chez les éleveurs céréaliers sur les parcelles en culture soumises à des épandages importants et répétés d'engrais organiques (Figure 5.11). Ces surplus existent malgré le recours à des pratiques associées à une optimisation technico-économique de la fertilisation. Si l'ensemble des éleveurs concernés utilisent un plan de fumure pour moduler les quantités d'azote minéral à apporter, les ajustements induits ne prennent pas (ou peu) en compte les arrière-effets des engrais organiques épandus très régulièrement sur les parcelles concernées. Il semblerait que la quantité d'azote disponible issue de la minéralisation de l'azote sur le long terme soit difficile à évaluer et donc systématiquement sous-estimée par ces éleveurs et par les outils de

⁸⁰ Le blé dur est particulièrement concerné : cette culture est notamment caractérisée par des écarts importants entre le rendement objectif cité par l'agriculteur et les rendements réels obtenus.

⁸¹ La plupart des maïsiculteurs n'ajustent pas (ou pas assez) la dose d'azote entre des maïs conduits en sec et des maïs irrigués. Ce défaut d'ajustement est à l'origine de surplus importants sur les ilots non irrigués.

⁸² Ce type de surplus est identifié ponctuellement sur certaines exploitations appartenant à d'autres groupes. Les éleveurs concernés (un éleveur extensif, un éleveur intégré, deux éleveurs céréaliers) mobilisent des principes d'action relativement proches en ce qui concerne l'organisation de l'assolement et les pratiques sur prairies.

⁸³ Sont également concernés certains maïsiculteurs et certains agriculteurs raisonnés. Chez ces derniers, l'introduction des cultures spécialisées en rotation permet généralement de limiter les excédents associés à ce type de culture.

planification de la fertilisation. La concentration des épandages d'effluents sur certaines parcelles, responsable des excédents, est également rendue possible par une simplification de la gestion des engrais organiques et de l'assolement⁸⁴.

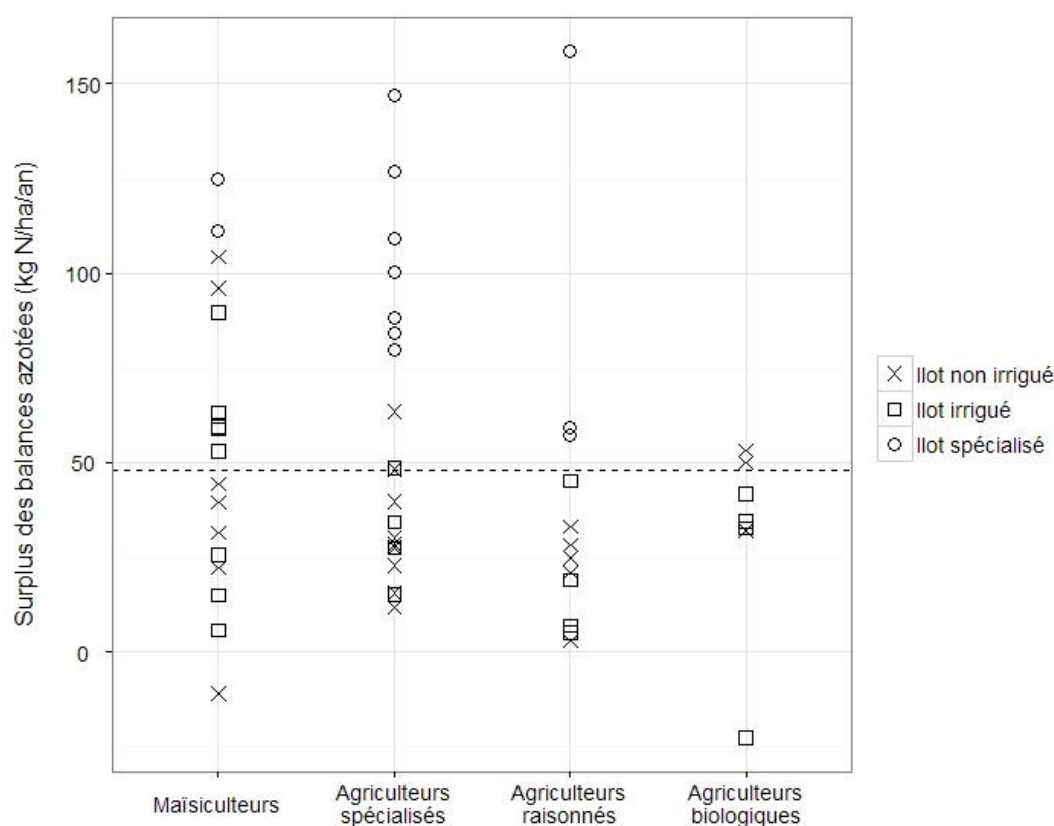


Figure 5.10. Balances azotées des systèmes de culture par type d'ilots et par groupe d'agriculteurs pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (N= 57 systèmes de culture). Les surplus les plus importants sont identifiés sur les exploitations des maïsiculteurs et sur les ilots avec une succession culturale intégrant des cultures spécialisés (« ilots spécialisés »).

Les autres types de postures techniques sont caractérisés par des balances azotées mieux équilibrées, avec des excédents rarement supérieurs à la limite de potabilité (Figure 5.10 et Figure 5.11). Le recours au principe de limitation des intrants chez les exploitants avec une posture extensive permet généralement de réduire les excédents, bien que des surplus élevés soient ponctuellement identifiés chez les éleveurs extensifs à Péronnas. **Les balances azotées sont équilibrées lorsque les principes de limitation des intrants et d'optimisation technico-économique des pratiques culturales sont associés avec le principe d'optimisation agronomique de l'assolement.** Les agriculteurs raisonnés sont concernés à Lapeyrouse-Mornay. A Péronnas, les balances azotées sont équilibrées chez les éleveurs autonomes et intégrés. L'alternance prairie-cultures permet de diversifier les modes d'utilisation des sols sur les parcelles du territoire

⁸⁴ Cette double simplification est présente chez les éleveurs céréaliers, mais aussi chez certains éleveurs traditionnels et extensifs. Des excédents élevés –quoiqu'inférieurs aux excédents identifiés chez les éleveurs céréaliers- sont identifiés sur ces exploitations.

d'exploitation et donc de limiter les surplus associés à une trop forte concentration spatiale des effluents et des restitutions au pâturage. Ces éleveurs sont également caractérisés par une meilleure diffusion spatiale des effluents entre prairies et parcelles en cultures, qui permet de réduire les surplus sur les ilots les plus exposés.

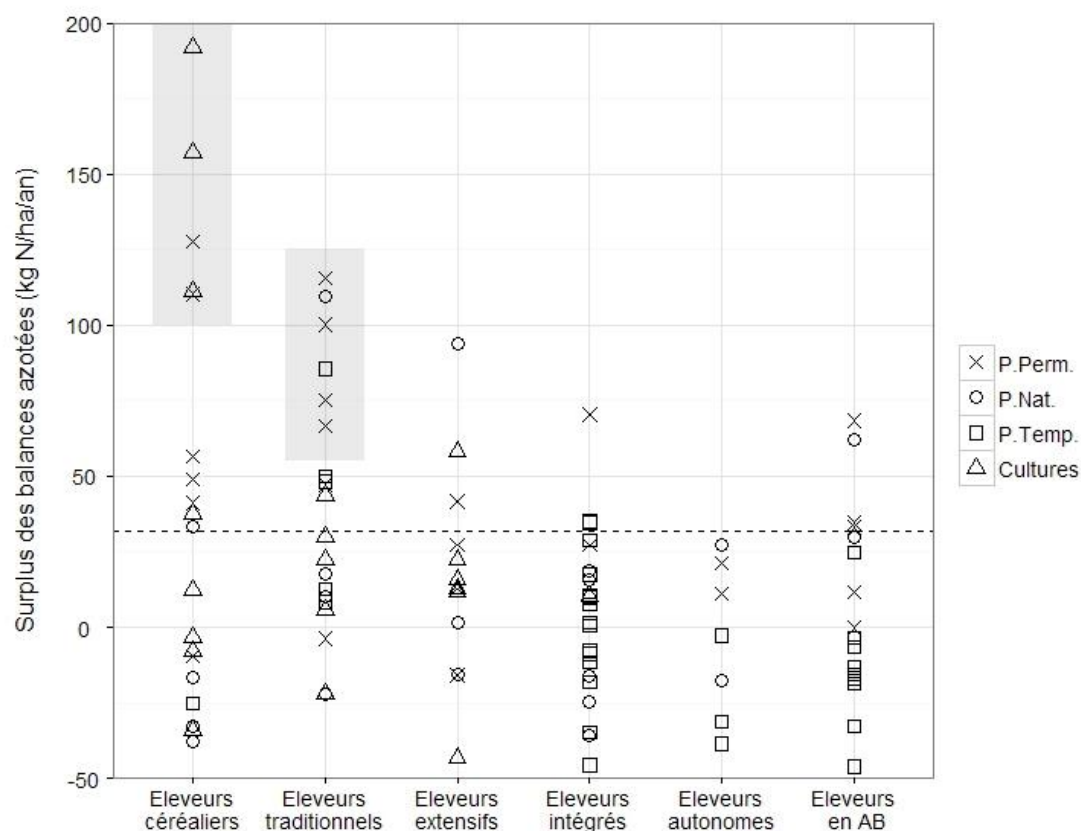


Figure 5.11. Balances azotées par systèmes de culture sur le terrain de Péronnas (N= 106 systèmes). P.Perm : prairies permanentes. P.Nat. : prairies naturelles. P.Temp : rotations mixtes (prairie-cultures). Cultures : rotations culturales. Les surplus les plus importants sont localisés sur les prairies permanentes des éleveurs traditionnels et sur les parcelles en cultures des éleveurs céréaliers (encadrés).

5.2.1.2 Fréquence des sols nus en périodes d'interculture

Comme pour les balances azotées, on identifie, sur les deux terrains, des types de postures techniques favorables à l'apparition de surfaces en sol nu en période d'interculture. **Les exploitants avec une posture intensive simplifiée sont concernés.** A Lapeyrouse-Mornay, les surfaces en sol nu sont proportionnellement plus importantes chez les maïsiculteurs (Figure 5.12). Les fréquences élevées des sols nus en période d'interculture sont associées au principe d'optimisation économique de l'assolement qui conduit à une domination quasi exclusive du maïs grain sur les ilots irrigués. Les dérogations relatives aux couverts derrière un maïs grain conduisent ces agriculteurs -comme l'ensemble des agriculteurs rencontrés- à ne pas mobiliser les techniques de couverture des sols sur les rotations en monoculture de maïs. L'absence des couverts sur ces exploitations relève également d'une simplification de l'assolement, et explique l'apparition de fréquences hautes des sols nus

observées sur certains ilots conduits en sec. De la même façon, le principe de simplification de l'assolement est associé à des fréquences relativement élevées des sols nus en période d'interculture à Péronnas. Les fréquences supérieures ou égales à une année sur trois sont ainsi identifiées chez les éleveurs traditionnels et chez certains éleveurs extensifs (Figure 5.13). Cette simplification de l'assolement se traduit par une disjonction partielle ou totale entre parcelles en cultures et parcelles en prairie qui contribue à augmenter la fréquence des intercultures longues sur les parcelles en rotation culturale. La simplification de l'assolement est également caractérisée par l'absence des techniques de couverture des sols en interculture⁸⁵.

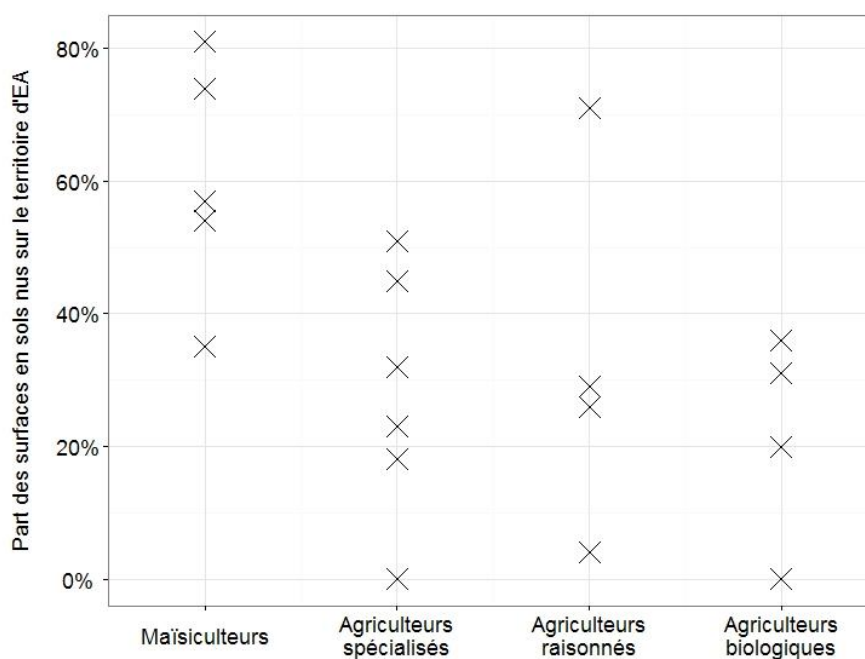


Figure 5.12. Part moyenne des surfaces en sol nu en périodes d'interculture sur les différentes exploitations du terrain de Lapeyrouse-Mornay (N= 20 exploitations). Les exploitations du groupe des maïsiculteurs sont caractérisées par une part importante des sols nus en périodes d'interculture.

Contrairement aux surplus des balances azotées, **les surfaces en sol nu sont relativement limitées chez les exploitants avec une posture intensive technique.** A Lapeyrouse-Mornay, les agriculteurs spécialisés sont caractérisés par une fréquence réduite des sols nus en période d'interculture malgré une proportion élevée de cultures de printemps dans l'assolement⁸⁶ (Figure 5.12). Cette différence est liée à l'utilisation systématique des CIPAN sur les rotations avec des cultures spécialisées (y compris entre deux maïs semence) et sur les rotations conduites en sec⁸⁷. A Péronnas, l'utilisation systématique des techniques de couverture des sols par les éleveurs céréaliers permet également de limiter l'occurrence des sols nus en période d'interculture, et cela malgré la présence de rotations

⁸⁵ Les éleveurs traditionnels et un éleveur extensif n'ont pas recours aux techniques de couverture des sols en intercultures.

⁸⁶ 24% des surfaces en sol nu en moyenne contre 52% des surfaces en cultures de printemps.

⁸⁷ Seuls deux exploitants ne mobilisent pas ces techniques sur leur exploitation.

culturelles dans l'assolement. Les intercultures maïs grain-maïs ne font pas l'objet d'une implantation d'un couvert, et sont responsables des fréquences moyennes observées sur les systèmes de culture des éleveurs céréaliers (Figure 5.13).

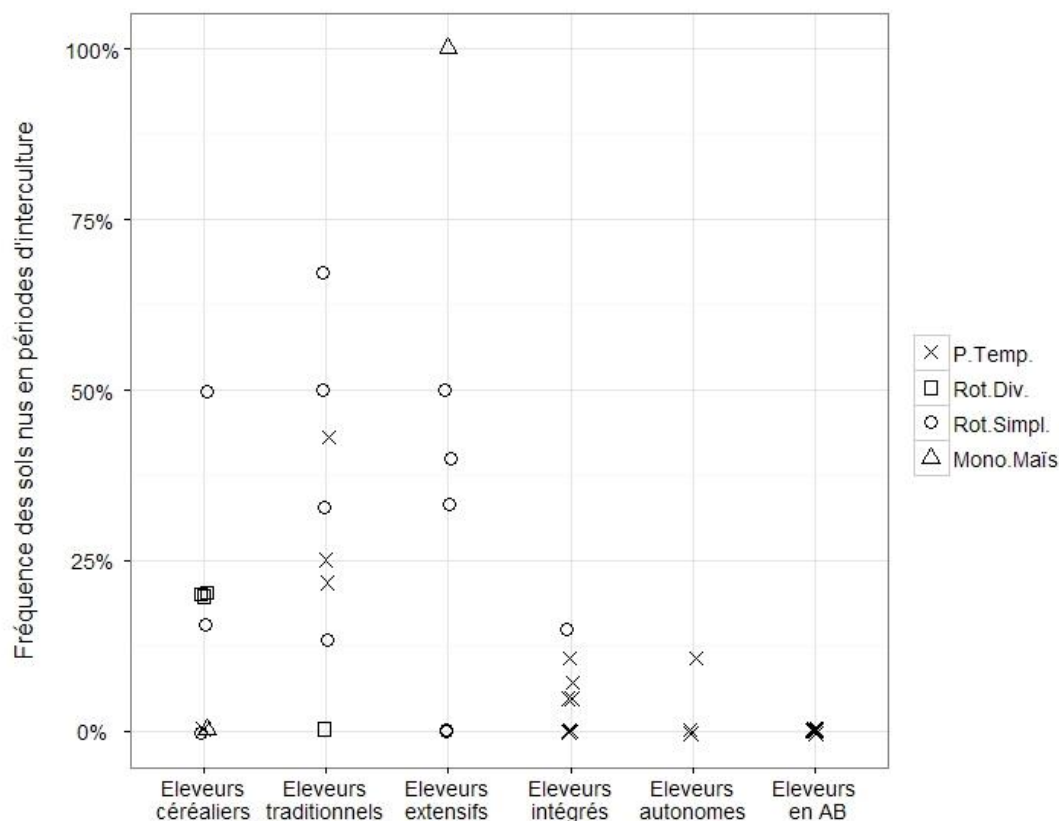


Figure 5.13. Fréquence des sols nus lors des périodes interculture par systèmes de culture (N= 45 systèmes). P.Temp : rotations mixtes (prairie-cultures). Rot.Div : rotations culturales diversifiées. Rot.Simpl : rotations culturales simplifiées. Mono.Maïs : monocultures de maïs. Les systèmes en prairies permanentes et en prairies naturelles sont caractérisés par une couverture constante du sol et ne sont donc pas présentés ici. Les ilots concernés par une fréquence forte des sols nus en période d'interculture sont principalement identifiés sur les exploitations des éleveurs traditionnels et extensifs.

Les exploitants avec des postures pragmatiques et autonomes sont caractérisés par des fréquences réduites des sols nus en période d'interculture. Chez les agriculteurs raisonnés, les surfaces limitées en sol nu en période d'interculture sont à la fois liées à l'utilisation des couverts et aux modalités d'organisation des rotations. En effet, si l'on excepte quelques ilots en monoculture de maïs avec des fréquences élevées des sols nus, le recours au principe d'optimisation agronomique induit souvent une fréquence réduite des intercultures entre deux cultures de printemps. De la même façon, le recours aux rotations mixtes chez les éleveurs intégrés et autonomes permet de limiter les surfaces en sol nu. Dans ce type de rotations, les intercultures maïs-maïs sont peu fréquentes car le retournement des prairies est souvent suivi par l'implantation d'un maïs. De la même façon, les intercultures entre une céréale à paille et un maïs sont rares car la céréale à paille est souvent suivie

par une autre céréale à paille ou par l'implantation d'une prairie temporaire. La structure même des rotations, déterminée par les principes d'action, influence la fréquence des intercultures longues. Chez les éleveurs autonomes, la réduction volontaire des surfaces en maïs, associée au principe d'autonomisation du système d'élevage, contribue également à limiter les sols nus en période d'interculture.

5.2.2 Postures techniques et niveaux de recours aux pesticides

5.2.2.1 IFT

Le Tableau 5.3 et Tableau 5.4 présentent les valeurs moyennes des IFT pour les différents groupes d'exploitations. Contrairement aux indicateurs relatifs à la lixiviation des nitrates, peu de différences significatives entre groupes ont pu être détectées. En revanche, on constate une variabilité importante des résultats entre agriculteurs d'un même groupe (Figure 5.14 et Figure 5.15). On s'intéresse à la variabilité interne des principes d'action dans les groupes pour analyser le lien entre postures techniques et niveaux de recours aux pesticides.

Certains types de postures sont caractérisés par un **recours limité aux pesticides**. Les éleveurs extensifs et autonomes sont particulièrement concernés sur le terrain de Péronnas, avec des IFT moyen sur cultures⁸⁸ inférieurs à 2 (Figure 5.15). Ces valeurs réduites correspondent à un recours très limité aux produits fongicides ou insecticides, et sont associées à un principe de limitation des intrants sur des exploitations peu concernées par la vente de céréales⁸⁹. A Lapeyrouse-Mornay, on identifie un maïsiculteur et deux agriculteurs raisonnés caractérisés par un recours limité aux pesticides (IFT < 2). Ces trois agriculteurs mobilisent tous le principe de limitation des intrants. Les valeurs faibles chez les deux agriculteurs raisonnés ne sont pas directement liées à des IFT limités sur les cultures de diversification mais plutôt à des choix spécifiques sur les itinéraires techniques.

Des valeurs d'IFT élevées sont identifiées dans la majorité des groupes. L'origine de ces valeurs diffère d'un groupe à l'autre. Chez les agriculteurs spécialisés (terrain de Lapeyrouse-Mornay), les IFT moyens sont souvent supérieurs à 3 (Figure 5.14), et correspondent aux exploitations avec une part importante des cultures spécialisées dans l'assolement. **Les IFT élevés sont associés au principe de maximisation de la production sur les cultures spécialisées**, avec l'apparition de pratiques d'assurance⁹⁰. Certains maïsiculteurs sont également caractérisés par des IFT moyens relativement importants (> 2,5). Les principes de maximisation de la production et de simplification des pratiques culturales débouchent sur le recours à des utilisations systématiques de pesticides et sont à l'origine des IFT les plus hauts chez les maïsiculteurs.

A Péronnas, les IFT moyens les plus élevés (> 2,5) sont identifiés chez deux éleveurs céréaliers et chez un éleveur intégré (Figure 5.15). On remarque que l'augmentation des IFT chez les deux éleveurs

⁸⁸ L'analyse des liens entre les variables structurelles et les IFT a mis en évidence une forte dépendance des IFT calculés à l'échelle de l'exploitation à la part en prairies dans l'assolement. Afin d'identifier l'impact des postures techniques sur le recours aux pesticides, on s'intéresse ici aux IFT sur cultures uniquement.

⁸⁹ L'apparition du principe de limitation des intrants et la limitation du recours aux pesticides sont aussi identifiés chez un éleveur traditionnel et deux éleveurs intégrés.

⁹⁰ Il est intéressant de noter que, sur ces exploitations spécialisées, les IFT sur les cultures générales sont plutôt équilibrés. C'est le cas notamment sur les céréales à paille, avec des IFT souvent inférieurs à 3.

céréaliers coïncide avec une sole en blé plus importante et avec l'introduction du colza dans l'assolement. Ces deux cultures se caractérisent par des IFT hors-herbicides élevés. Les valeurs hautes des IFT sont également liées à un recours plus important aux fongicides sur blé et aux traitements insecticides sur maïs. L'utilisation de ces pesticides correspond sur ces trois exploitations à un principe de maximisation de la production, avec l'apparition de pratiques d'assurance.

Tableau 5.3. Indices de fréquence des traitements par types de postures techniques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay. Le chiffre entre parenthèses renvoie au nombre d'agriculteurs concernés pour chaque groupe. Les IFT les plus élevés sont identifiés chez les agriculteurs spécialisés.

Types de postures techniques	IFT moyen sur l'EA	IFT herbicide moyen sur l'EA	IFT moyen sur céréales à paille	IFT moyen sur maïs
A – Maïsiculteurs (5)	2,5	2,1	2,7	2,1
B – Agriculteurs spécialisés (7)	2,9	1,7	2,6	2,4
C – Agriculteurs raisonnés (4)	2,6	1,4	3,0	2,1
Moyenne conv. (16)	2,7	1,7	2,7	2,2

Tableau 5.4. Indices de fréquence des traitements par types de postures techniques sur le territoire de Péronnas. Le chiffre entre parenthèses renvoie au nombre d'agriculteurs concernés pour chaque groupe.

Types de postures techniques	IFT moyen sur l'EA	IFT moyen sur cultures	IFT herbicide moyen sur cultures	IFT moyen sur céréales à paille	IFT moyen sur maïs
A – Eleveurs céréaliers (4)	1,7	2,5	1,3	2,6	2,1
B – Eleveurs traditionnels (4)	1,0	2,1	1,4	2,6	1,8
C – Eleveurs extensifs (3)	0,6	1,7	1,2	1,5	1,7
D – Eleveurs intégrés (5)	0,8	2,0	1,3	2,3	2,1
E – Eleveurs autonomes (2)	0,3	0,8	0,6	0,9	1,5
Moyenne sur EA conv. (18)	1,0	2,0	1,2	2,1	1,9

De manière plus surprenante, **des IFT relativement élevés** (> 2,5) sont identifiés à Lapeyrouse-Mornay chez des agriculteurs avec **des postures dominées par le principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales**. On identifie ces niveaux élevés de recours aux pesticides chez deux agriculteurs raisonnés et chez un agriculteur spécialisé avec une part très limitée des cultures spécialisées dans l'assolement. On identifie en particulier sur ces exploitations des IFT importants sur les céréales à paille (IFT > 3). Si des pratiques d'ajustement de l'utilisation des pesticides permettent théoriquement de limiter les charges sur les cultures, on remarque que ces pratiques ne débouchent pas nécessairement sur une réduction de la pression pesticide. Chez les deux agriculteurs raisonnés

concernés, les impasses et les réductions des doses par rapport aux doses homologuées sont rarement mobilisées, et cela malgré une diversité plus forte des cultures en rotation.

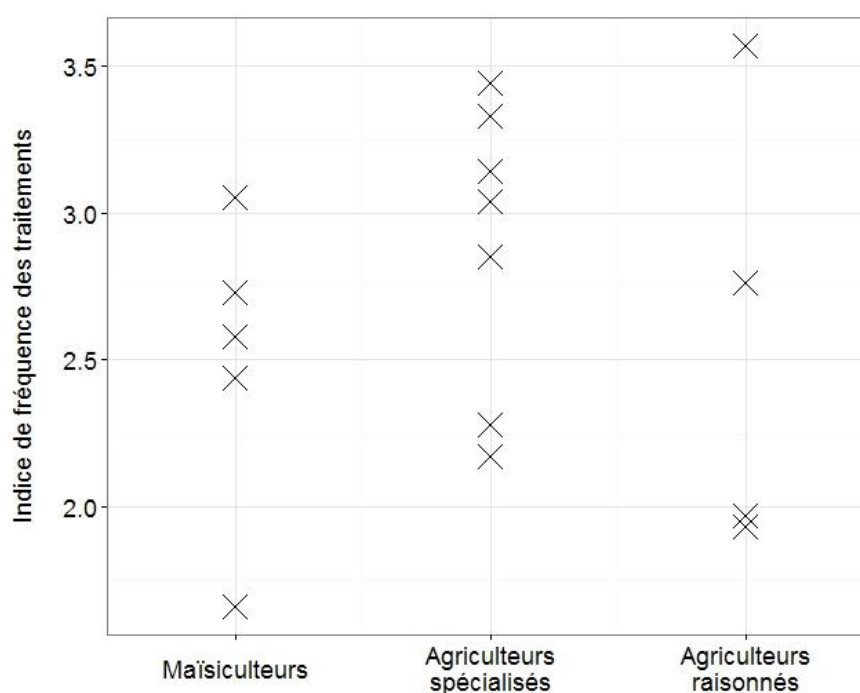


Figure 5.14. Indice de fréquence des traitements moyen sur le territoire d'exploitation pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (N= 16 exploitations). Les IFT les plus hauts sont identifiés sur le groupe des agriculteurs spécialisés.

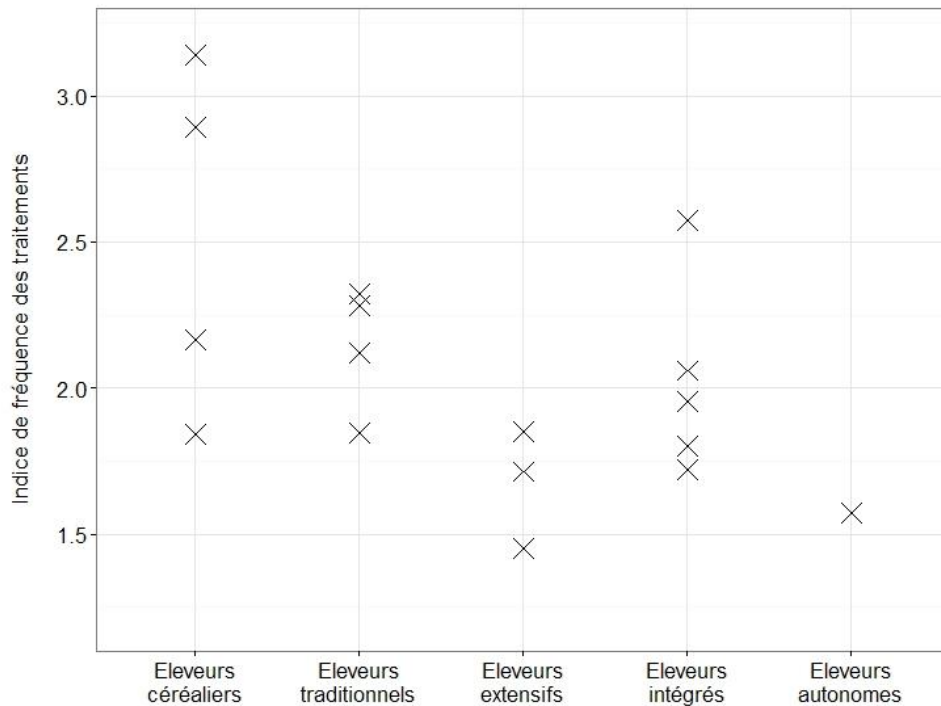


Figure 5.15. Indice de fréquence des traitements moyen sur les cultures par exploitation pour le terrain de Péronnas (N= 18 exploitations). Les IFT moyens les plus élevés (> 2,5) sont identifiés chez deux éleveurs céréaliers et chez un éleveur intégré.

5.2.2.2 IFT herbicides

Contrairement aux autres indicateurs, les liens entre postures techniques et IFT herbicides diffèrent fortement d'un terrain à l'autre.

Des IFT herbicides associés aux postures techniques à Lapeyrouse-Mornay

A Lapeyrouse-Mornay, on observe une variabilité certaine des IFT herbicides entre groupes d'agriculteurs (Figure 5.16). Les valeurs maximum sont identifiées chez les maïsiculteurs, avec notamment trois agriculteurs caractérisés par des IFT herbicides moyens supérieurs à 2. Les agriculteurs raisonnés ont les IFT herbicides les plus faibles, avec des valeurs inférieures à 1,5 sur trois des quatre exploitations du groupe. Les IFT herbicides montrent une forte variabilité chez les agriculteurs spécialisés. Afin de mieux comprendre l'origine des variations du recours aux herbicides entre agriculteurs, on analyse la **variabilité de l'indicateur en fonction de la diversité des cultures en rotation**. La Figure 5.17 montre que **cette diversité joue fortement sur l'IFT herbicide** : les IFT herbicides les plus hauts (> 2) sont identifiés sur des systèmes en monoculture de maïs propres aux maïsiculteurs et aux agriculteurs spécialisés. Ce résultat met en évidence une difficulté à contrôler les infestations d'adventices sur les parcelles en monoculture. Les désherbages de rattrapage en culture et les désherbages au glyphosate en interculture sont fréquents.

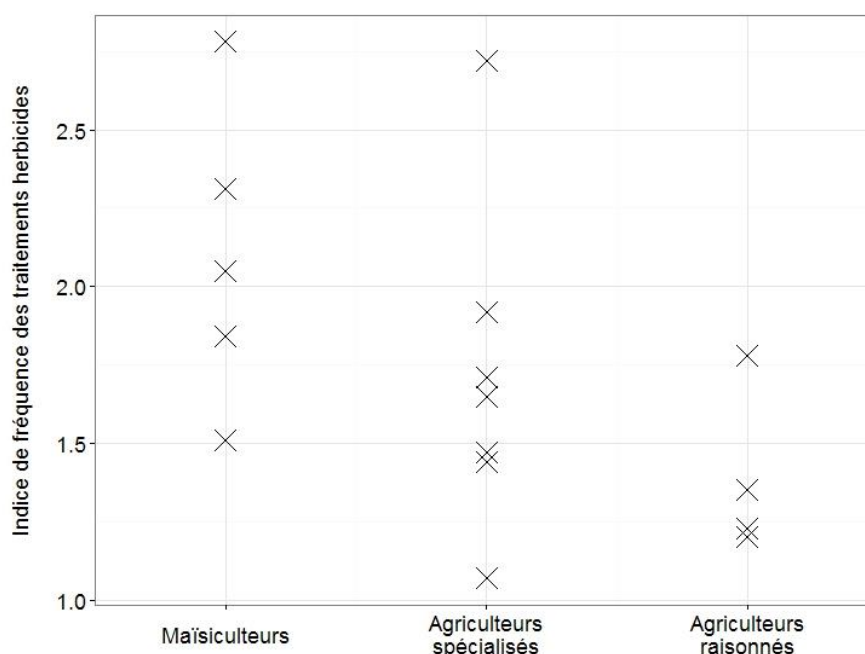


Figure 5.16. Indice de fréquence des traitements herbicides moyen sur le territoire d'exploitation pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (N= 16 exploitations). Les agriculteurs raisonnés présentent des IFT herbicides limités.

Les IFT herbicides moins hauts chez les agriculteurs raisonnés peuvent être expliqués à la fois par les structures des rotations et par les pratiques de désherbage mobilisées. Les monocultures sont moins fréquentes et sont caractérisées par des IFT herbicides proches de 1,5. Sur ces exploitations, des pratiques de désherbage mécanique, que l'on peut associer au principe d'optimisation technico-économique, se substituent aux désherbages chimiques de rattrapage et contribuent à limiter l'IFT herbicide. Ces pratiques ne sont pas mobilisées par les maïsiculteurs : le principe de simplification des pratiques culturales n'est pas compatible avec le recours aux techniques de désherbage mécaniques, très consommatrices en temps et difficilement mobilisables sur des surfaces importantes.

Les agriculteurs spécialisés mobilisent des techniques de fractionnement du désherbage et d'adaptation fine des produits aux adventices présentes. Ces techniques permettent théoriquement de limiter les IFT herbicides. Néanmoins, si les IFT herbicides semblent équilibrés sur les parcelles en rotations diversifiées, on retrouve des IFT hauts (> 2) sur la plupart des systèmes en monoculture. **Ces résultats mettent en évidence les limites du raisonnement de l'utilisation des herbicides par rapport à la baisse des pressions pesticides :** sans moyens de substitution mécaniques et/ou allongement des rotations, l'optimisation technico-économique des pratiques de désherbage chimique ne débouche pas sur une réduction de l'IFT. L'utilisation d'herbicides avec des doses réduites est ainsi très rare sur ce terrain.

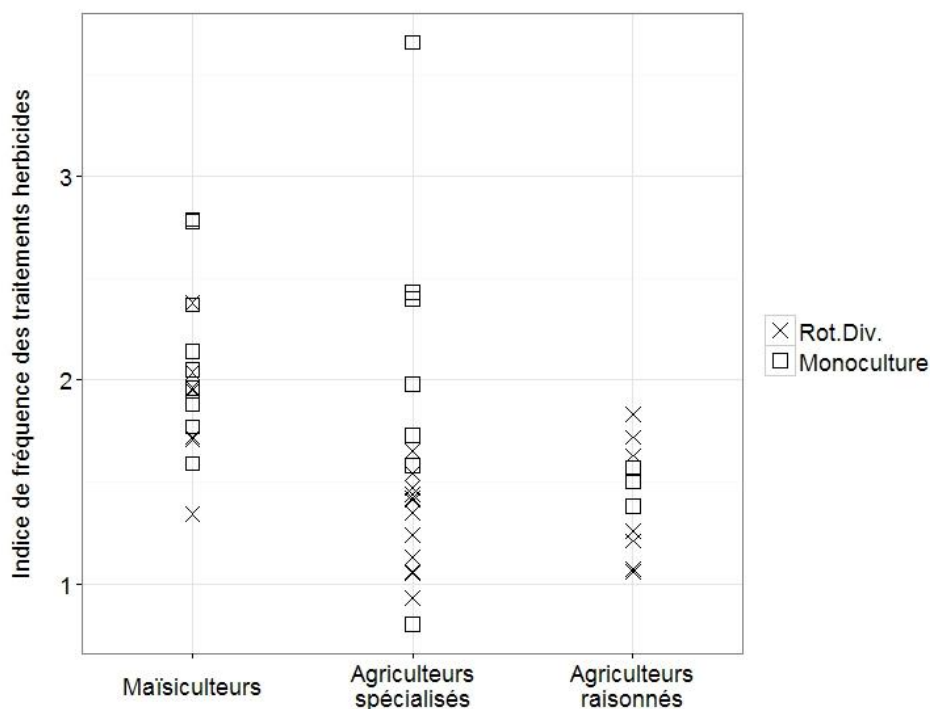


Figure 5.17. Indices de fréquence des traitements herbicides pour les différents systèmes de cultures sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay (N= 57 systèmes). Rot.Div. : rotations culturales diversifiées. Les IFT herbicides les plus élevés (> 2) sont principalement identifiés sur des systèmes en monoculture de maïs.

Des IFT herbicides peu réactifs à la variabilité des postures à Péronnas

Contrairement aux IFT herbicides sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay, **l'IFT herbicide paraît peu réactif aux différences de postures techniques entre éleveurs sur le terrain de Péronnas**. Les IFT herbicides moyens sur cultures montrent en effet une homogénéité certaine sur l'ensemble de l'échantillon, avec 13 valeurs sur 18 comprises entre 1 et 1,5 (Figure 5.18).

Contrairement aux IFT hors-herbicides, l'opposition entre les éleveurs avec une posture intensive technique et les éleveurs mobilisant le principe de limitation des intrants ne se traduit pas par une différence des IFT herbicides. Les éleveurs céréaliers sont ainsi caractérisés par des IFT herbicides assez équilibrés et comparables aux valeurs identifiées sur les autres groupes (Figure 5.18). Le fractionnement des interventions et l'adaptation fine des doses permettent ici de limiter les IFT herbicides. Au contraire, la simplification des pratiques de désherbage, souvent associée au principe de limitation des intrants, implique le recours à des désherbages de pré-levée et à une utilisation du glyphosate en période d'intercultures. **Malgré les différences d'itinéraires techniques, les IFT herbicides sont proches.**

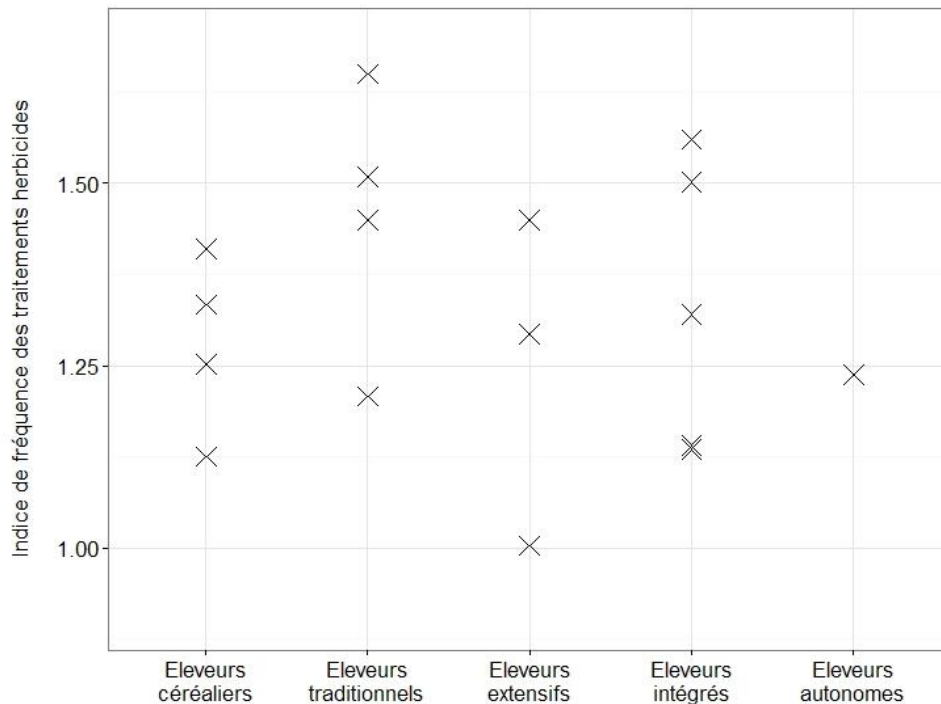


Figure 5.18. Indice de fréquence des traitements herbicides sur les cultures par exploitation pour le terrain de Péronnas (N= 18 exploitations). On observe une certaine homogénéité des IFT herbicides entre groupes, et cela malgré les différences de principes d'action. L'éleveur 18_pero n'est pas représenté dans ce graphique ; cet éleveur est caractérisé par une utilisation très sporadique des pesticides sur son territoire d'exploitation.

Peu d'exploitations présentent une réduction forte des IFT herbicides sur cultures (≤ 1). **Si des impasses peuvent être effectuées sur les fongicides, le désherbage fait l'objet de pratiques d'assurance**, même chez les éleveurs mobilisant le principe de limitation des intrants. C'est le cas par exemple de deux éleveurs extensifs caractérisés par des IFT herbicides proches de 2 sur maïs. Ces pratiques d'assurance (désherbages de rattrapage et désherbages au glyphosate en interculture) permettent de garantir les stocks d'ensilage sur ces exploitations. Elles aboutissent à des IFT herbicides supérieurs à 1,5 chez certains éleveurs traditionnels (Figure 5.18).

On a pu observer sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay que les IFT herbicides évoluaient fortement en fonction de la diversité des cultures en rotation ; ce n'est pas le cas pour le terrain de Péronnas. Si l'alternance entre prairie et cultures permet théoriquement de réduire les infestations d'adventices à l'échelle de la rotation, **on n'observe pas de diminution du recours aux herbicides chez les éleveurs intégrés**. Au contraire, deux éleveurs intégrés sont caractérisés par des IFT herbicides relativement élevés ($> 1,5$). Ces IFT élevés sur cultures pour ces deux éleveurs sont liés à une gestion sur le long terme des adventices dans la rotation : l'objectif est d'éliminer les adventices dans les cultures pour garantir le bon état des prairies temporaires à venir dans la rotation. Ces phénomènes de compensation sur le long terme montrent l'intérêt d'une évaluation des pressions à l'échelle de la rotation.

5.2.3 Distribution spatiale des postures techniques sur les zones à enjeu eau

5.2.3.1 Terrain de Lapeyrouse-Mornay

L'analyse spatialisée des postures techniques sur la zone enjeu eau met en évidence une répartition non-aléatoire de ces postures (Figure 5.19). **Cette distribution spatiale est structurée principalement par des déterminants physiques qui jouent sur l'accessibilité à l'irrigation.** Les maïsiculteurs sont situés préférentiellement dans la zone de la Valloire (terrasse basse). L'optimisation économique de l'assolement et la simplification des systèmes de culture mises en évidence sur ces exploitations sont associées au développement de grands réseaux individuels d'irrigation sur cette terrasse. La faible épaisseur de la zone non saturée rend possible le creusement de forages individuels par les agriculteurs qui ont massivement investis dans le matériel d'irrigation. Aujourd'hui, le maïs constitue la culture la plus à même de rentabiliser ces périmètres irrigués, ce qui explique la présence de systèmes en monoculture de maïs sur cette zone. Les sols riches en matière organique sont adaptés à la culture du maïs et permettent d'obtenir des rendements hauts avec l'irrigation.

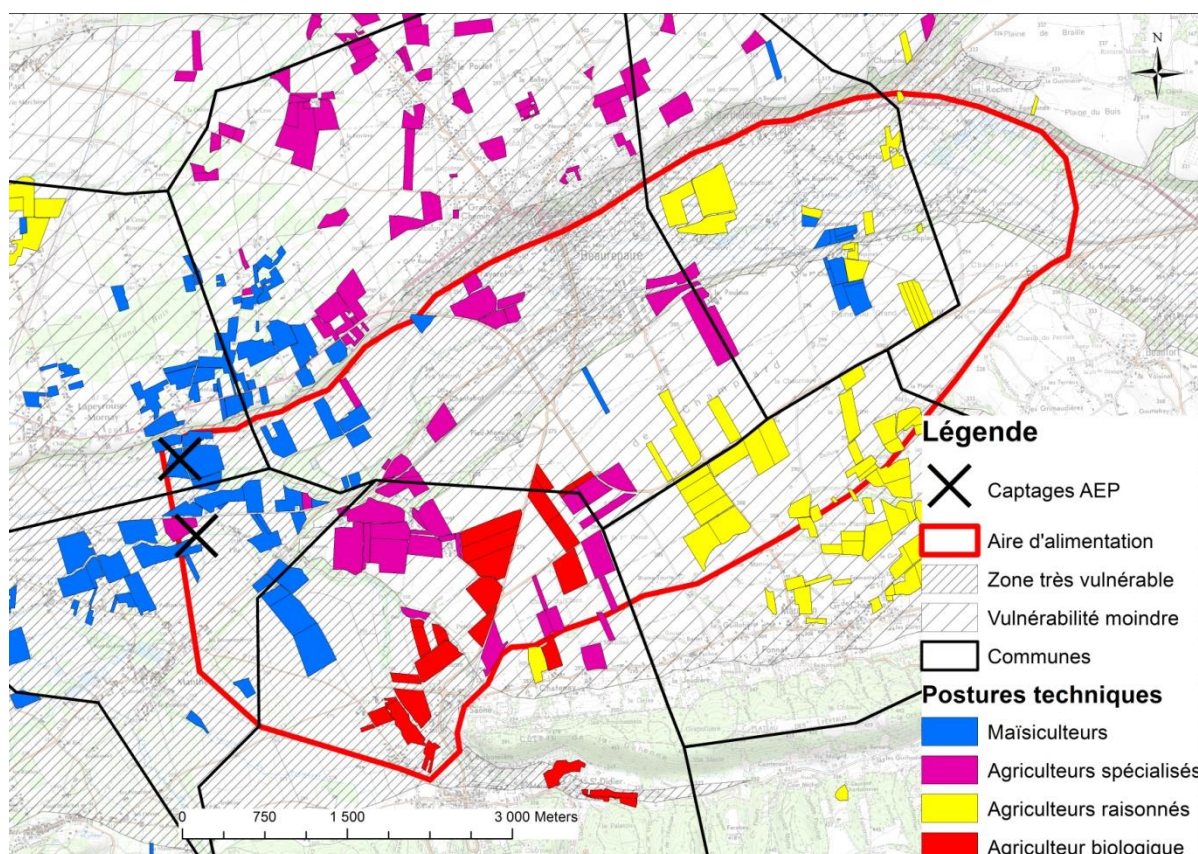


Figure 5.19. Distribution spatiale des postures techniques sur la zone à enjeu eau de Lapeyrouse-Mornay. Les maïsiculteurs occupent la majorité des surfaces en Valloire (terrasse basse). Cette zone se caractérise par la faible profondeur de la nappe qui facilite le développement de réseaux individuels d'irrigation sur les exploitations.

On retrouve préférentiellement sur les plateaux les agriculteurs spécialisés et les agriculteurs raisonnés (Figure 5.19). Sur ces terrasses, la nappe est moins accessible, ce qui rend les réseaux d'irrigation plus chers à développer. Les périmètres irrigués sont généralement collectifs et ne concernent que certaines parcelles des exploitations. Les agriculteurs spécialisés sont situés préférentiellement sur la terrasse nord, où ils forment un îlot pour le maïs semences⁹¹. Les surplus des balances azotées et les IFT les plus élevés sont situés dans cette zone. L'irrigation est allouée préférentiellement aux cultures spécialisées. Au contraire, les agriculteurs raisonnés sont principalement situés sur la terrasse sud. L'irrigation est répartie entre parcelles pour permettre le développement de rotations plus diversifiées.

5.2.3.2 Terrain de Péronnas

La spatialisation des postures techniques met également en évidence une distribution non aléatoire des principes d'action sur le territoire de Péronnas (Figure 5.20). **Les éleveurs céréaliers et les éleveurs extensifs dominent sur l'AAC**⁹². Le principe de simplification de l'assolement, caractérisé par une disjonction entre parcelles en prairies permanentes et parcelles en cultures, est prépondérant sur cette zone. Cette disjonction est à l'origine des surplus élevés et des surfaces en sol nu sur les parcelles en rotation culturale. Les IFT hors-herbicides élevés sont associés aux principes de maximisation de la production et d'optimisation technico-économique propres aux éleveurs céréaliers.

Les éleveurs intégrés et traditionnels dominent sur les communes à l'ouest (Figure 5.20). On remarque aussi la présence sur la commune de St-André-sur-Vieux-Jonc de deux éleveurs en AB. Le recours généralisé aux rotations mixtes prairie-cultures permet de limiter les fréquences des sols nus en période d'interculture. Il est également associé à une meilleure répartition des effluents d'élevage sur l'ensemble des territoires d'exploitation. La simplification de l'assolement et de la conduite des prairies est à l'origine des surplus identifiés sur prairies chez les éleveurs traditionnels.

La distribution des postures techniques explique bien la variabilité spatiale des pressions sur la zone à enjeu. Reste à comprendre l'origine de cette distribution spatiale des postures techniques. Les facteurs pédologiques ne sont pas pertinents : en effet, si l'on excepte le secteur vulnérable, l'ensemble de la zone est caractérisée par des limons hydromorphes. Aucune différence nette n'est identifiée entre l'AAC et la zone située à l'ouest. On remarque ensuite que les deux communes qui constituent l'essentiel de l'AAC font partie de la zone Directive Nitrates, au contraire des communes situées à l'ouest. Bien que ce zonage réglementaire ait pu induire une différenciation des pratiques de fertilisation et de couverture des sols lors des intercultures, ce facteur de spatialisation n'est pas satisfaisant car il n'explique pas les différences de principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et à l'utilisation des pesticides.

⁹¹ L'agrégation des parcelles de plusieurs exploitations cultivées en maïs semence permet de remplir les conditions pour l'isolement spatial de cette culture par rapport aux parcelles en maïs conso.

⁹² On remarque également que des surfaces importantes sont occupées par des exploitations céréalières. Ces dernières ont connu une transition récente d'un élevage laitier vers la production de céréales.

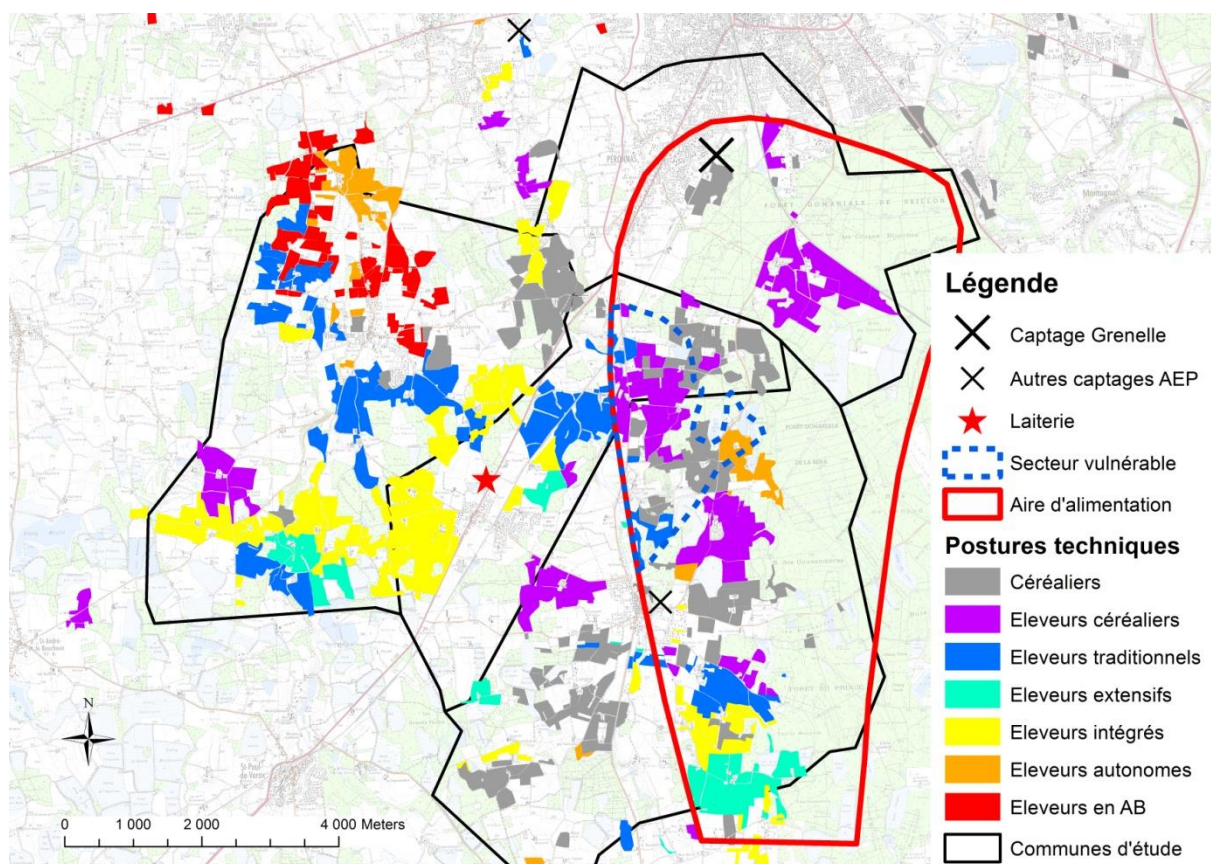


Figure 5.20. Distribution spatiale des postures techniques sur la zone à enjeu eau de Péronnas. On observe une distribution spatiale non aléatoire des postures : les éleveurs céréaliers et extensifs sont principalement situés sur l'AAC, tandis que les éleveurs intégrés et traditionnels sont situés sur les deux communes à l'ouest de l'AAC.

La question a été directement posée à plusieurs agriculteurs de la zone. Selon eux, **la différenciation actuelle des pratiques entre les deux zones constitue un vestige de l'histoire de l'élevage laitier sur le territoire**, et serait due à la présence d'une grande coopérative laitière régionale sur la commune de Servas (Figure 5.20). La présence de cette laiterie est à l'origine d'une différenciation des systèmes techniques entre les communes situées à l'ouest, qui constituent le « noyau historique » du développement de la laiterie, et les communes de l'AAC qui n'ont intégré la coopérative que récemment⁹³.

⁹³ Grâce à une excellente valorisation du lait, cette coopérative (Bresse Bleu) a permis le développement dans les années 50 d'exploitations laitières intensives, caractérisées par la production de volumes importants sur de petites surfaces (300 000 L sur 40 ha). Aujourd'hui, les exploitations sont toujours beaucoup plus nombreuses sur ces communes. Les éleveurs actuels sont les fils des exploitants « historiques » pour Bresse Bleu et maintiennent la tradition avec des systèmes d'élevage très techniques. Les communes de Lent et de Péronnas n'ont été intégrées à la coopérative que dans les années 90 et n'ont pas connu la dynamique « Bresse Bleu ». Le processus général d'agrandissement des territoires d'exploitation et d'évolution des systèmes de production (abandon de l'élevage laitier au profit d'une spécialisation céréalière) y est donc beaucoup plus important. Le développement récent de la coopérative sur cette zone implique également des différences d'identité professionnelle des éleveurs restants sur ces deux communes.

Les différences de systèmes de production et d'identité professionnelle induites par la présence de la laiterie sont à l'origine de la distribution spatiale des postures techniques sur la zone à enjeu eau. Sur l'AAC, la valorisation moindre du lait a induit la spécialisation céréalière (éleveurs céréaliers) et le développement d'exploitations extensives (éleveurs extensifs). La simplification des assolements observée chez ces deux types d'éleveurs est associée à l'absence d'une identité professionnelle forte sur cette zone. Au contraire, le recours aux rotations mixtes prairie-cultures semble directement lié à cette identité professionnelle particulière mentionnée par les éleveurs, tout comme les pratiques spécifiques de gestion des prairies et de répartition des effluents d'élevage que l'on a pu identifier chez les éleveurs intégrés et autonomes.

5.2.4 Synthèse sur les interactions entre principes d'action et niveaux de pressions

On présente dans l'annexe 17 une synthèse des facteurs de pressions sur les deux terrains. Elle permet d'identifier les principes d'action associés aux niveaux de pressions les plus élevés.

5.2.4.1 Principes d'action à l'origine des pressions

Sur les deux terrains, **les principes d'optimisation économique et de simplification de l'assolement sont associés à des rotations faiblement diversifiées sur lesquelles plusieurs facteurs spécifiques de pression ont pu être identifiés**. Les surplus les plus élevés des balances azotées sont identifiés sur des ilots en monoculture pour Lapeyrouse-Mornay et sur des ilots en rotation culturale ou en prairie permanente pour Péronnas. Ces surplus sont liés à des logiques de concentration des engrais sur des parcelles précises. De la même façon, les sols nus sont plus fréquents sur les exploitations caractérisées par une simplification de l'assolement. Enfin, des IFT herbicide élevés ont été identifiés sur la majorité des rotations en monoculture sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay : l'absence de diversité des cultures en rotation entraîne des difficultés de gestion des adventices. Néanmoins, on remarque que la simplification de l'assolement ne débouche pas nécessairement sur des valeurs d'indicateurs élevés : certains agriculteurs, comme par exemple le groupe des éleveurs extensifs sur le terrain de Péronnas, présentent des niveaux de pressions limités malgré une faible diversité des cultures en rotation. Le recours au principe de limitation des intrants compense généralement les déséquilibres associés à la simplification de l'assolement.

Les principes d'action relatifs aux pratiques culturales sont également en cause. **Le principe de maximisation de la production est systématiquement associé à des valeurs d'indicateurs hautes**. Les pratiques d'assurance identifiées sur cultures spécialisées induisent des surplus majeurs des balances azotées et des IFT importants. Ce principe de maximisation de la production est parfois lié à une simplification des pratiques culturales, avec une variabilité faible des itinéraires techniques. Cette combinaison de principes d'action se traduit par des valeurs d'indicateurs élevés. Les surplus des balances azotées augmentent lorsque la gestion des effluents d'élevage est simplifiée et lorsque les doses d'engrais ne sont pas suffisamment ajustées sur des parcelles moins productives. De la

même façon, la simplification des pratiques de désherbage débouche sur l'utilisation systématique d'herbicides de rattrapage et induit une augmentation forte des IFT herbicides⁹⁴.

5.2.4.2 Optimisation technico-économique des pratiques culturales et pressions

Le principe d'optimisation technico-économique présente un impact ambigu et variable en fonction des indicateurs et des systèmes de production. Ce principe d'action permet globalement de limiter les pressions, mais n'empêche pas l'apparition de niveaux de pressions élevés dans certaines situations.

Les surplus des balances azotées des exploitants mobilisant ce principe d'optimisation technico-économique présentent ainsi **des variabilités fortes en fonction de l'utilisation des engrais organiques**. Les balances sont équilibrées sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay pour les agriculteurs spécialisés et raisonnés qui n'ont pas recours à ce type d'engrais. Au contraire, les éleveurs céréaliers du terrain de Péronnas sont caractérisés par des excédents importants sur certaines rotations culturales, et cela malgré le respect des plans de fumure qui garantissent théoriquement une fertilisation juste. La volonté de maintenir les rendements objectifs et les difficultés d'estimation des arrière-effets des effluents organiques sont à l'origine des excédents élevés sur ces ilots.

De la même façon, les IFT hors-herbicides restent élevés chez les agriculteurs des deux terrains mobilisant le principe d'optimisation technico-économique. Les résultats sur les IFT herbicides sont plus nuancés : des IFT herbicides bas sont identifiés chez les éleveurs céréaliers et sur les rotations en sec des agriculteurs spécialisés et raisonnés. En revanche, les IFT herbicides sur les monocultures de maïs peuvent être élevés si aucune pratique de substitution par du désherbage mécanique n'est mobilisée, ce qui est souvent le cas pour les agriculteurs spécialisés. Au final, **ces degrés de raisonnement intensifs de l'utilisation des pesticides ne permettent pas de réduire drastiquement les IFT**, cela pour plusieurs raisons. Les ajustements concernent principalement le choix des produits utilisés et les modalités de fractionnement. Au contraire, les impasses sont peu fréquentes et les diminutions de doses sont rares. Ces résultats font apparaître **les limites associées à cette stratégie d'optimisation par rapport aux pressions sur la qualité des eaux**.

5.2.4.3 Des principes d'action à l'origine de systèmes équilibrés par rapport aux enjeux de qualité des eaux

On identifie deux principes d'action associés aux niveaux de pression les plus bas : le principe de limitation des intrants et le principe d'optimisation agronomique de l'assolement.

Le principe de limitation des intrants est logiquement associé aux valeurs d'IFT les plus basses sur les deux terrains. Les agriculteurs mobilisant ce principe d'action sont caractérisés par des IFT inférieurs à 2. Les exploitants concernés sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay ont des IFT herbicides réduits, et cela même sur les ilots en monoculture. Ces résultats semblent indiquer une tolérance plus forte à la présence d'adventices chez ces agriculteurs. Néanmoins, nos résultats mettent en

⁹⁴ Le recours conjoint aux principes de maximisation de la production et de simplification des pratiques culturales aboutit également à l'utilisation fréquente d'herbicides totaux à base de glyphosate en période d'interculture. Cette pratique à risque est à l'origine de la contamination des eaux de surfaces par l'AMPA, une molécule de dégradation du glyphosate.

évidence des valeurs moyennes des indicateurs chez les éleveurs extensifs du terrain de Péronnas. On remarque ainsi que les IFT herbicide ne sont pas significativement différents des IFT herbicides calculés sur les autres types d'éleveurs. De la même façon, des surplus azotés importants sont identifiés chez ce type d'exploitants : la concentration des effluents d'élevage, que l'on a associé plus haut à une simplification de l'assolement et des pratiques culturales, n'est pas toujours compensée par la limitation des doses d'azote minéral épandues. **Ce principe d'action n'est donc pas nécessairement associé à une absence complète des situations à risque**, sauf s'il est associé à une optimisation agronomique des systèmes de culture.

La section 5.1 met en évidence l'impact globalement positif de la diversité des cultures en rotation sur les indicateurs de pression. L'analyse des pressions par principe d'action confirme ce résultat puisque **le principe d'optimisation agronomique de l'assolement est associé à des systèmes de culture équilibrés**, notamment en ce qui concerne les pressions sur la lixiviation des nitrates. Ce principe d'action permet notamment de limiter fortement les fréquences des sols nus en période d'interculture. Les groupes d'éleveurs autonomes et intégrés (Péronnas) et le groupe d'agriculteurs raisonnés (Lapeyrouse-Mornay) sont également caractérisés par un équilibre global des balances azotées et par des valeurs généralement modérées des IFT herbicides.

Il est tentant de considérer que cet équilibre des systèmes de culture est directement lié à la diversité des cultures en rotation. **L'analyse des postures techniques sur ces exploitations nous amène néanmoins à nuancer l'impact direct de la diversité des cultures en rotation**. En effet, on remarque que la majorité des agriculteurs concernés mobilisent des principes d'action visant à réduire les charges associées aux intrants sur cultures. Les agriculteurs qui favorisent les rotations diversifiées optent ainsi pour un principe de limitation des intrants ou pour une optimisation technico-économique poussée des pratiques culturales. Les principes de maximisation de la production et de simplification des pratiques culturales sont peu mobilisés. Cette cohérence entre principes d'action sur l'assolement et principes d'action sur les pratiques culturales est à l'origine des niveaux de pressions bas observés sur ces exploitations.

De l'analyse de la variabilité des pressions et de leur distribution spatiale sur les zones à enjeu eau, nous retenons les points suivants :

- L'analyse de la diversité des systèmes de culture et des variations des indicateurs agro-environnementaux met en évidence une variabilité forte des systèmes et des pressions associées sur nos deux terrains. Cette variabilité correspond à une diversité des systèmes de production mais aussi à une hétérogénéité des pratiques entre exploitants.
- Des différences significatives des valeurs des indicateurs ont été mises en évidence entre les types de rotations. Les rotations les plus diversifiées sont souvent associées à des valeurs basses d'indicateurs. Des niveaux de variabilité interne forts ont également été identifiés sur certains types de rotation.
- La diversité des postures techniques constitue une entrée pertinente pour l'analyse des pressions à l'origine de la lixiviation des nitrates et les pesticides vers les eaux souterraines. On identifie des types de postures techniques favorables à l'apparition de niveaux de pressions élevés, et cela sur les deux terrains. D'autres postures sont systématiquement caractérisées par des niveaux de pressions réduits. Au vu des résultats, **on valide l'hypothèse 2.a relative aux liens entre principes d'action et variabilité des pressions**. Plus que les principes d'action pris isolément, ce sont bien les combinaisons de principes d'action qui permettent d'expliquer les niveaux de pressions sur les territoires d'exploitation.
- Les pressions les plus importantes sont identifiées chez les exploitants mobilisant prioritairement les principes de maximisation de la production et d'optimisation économique de l'assolement. Les niveaux de pressions augmentent si les systèmes de culture font l'objet d'une simplification. A l'opposé, les principes de limitation des intrants et d'optimisation agronomique de l'assolement sont très souvent associés à des systèmes de culture mieux équilibrés. Le principe d'optimisation technico-économique présente un impact ambigu.
- **On valide l'hypothèse 2.b : la distribution spatiale des postures techniques n'est pas aléatoire.** Cette distribution est liée à des facteurs de spatialisation tantôt physiques (localisation des terrasses sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay), tantôt historiques (localisation de la laiterie sur le terrain de Péronnas). La spatialisation des postures techniques détermine la répartition des indicateurs de pression sur les zones à enjeu eau.

Chapitre 6

Spécificités des postures techniques en AB et comparaison avec les postures techniques conventionnelles: implications sur la propension à la conversion et sur l'évolution potentielle des pressions

« Si tu veux différencier l'agriculture conventionnelle de l'AB, c'est que l'agriculture conventionnelle c'est une agriculture à assurance, et l'AB c'est une agriculture à gestion de risques. Le conventionnel va acheter des semences traitées, va désherber, va sulfater, va mettre de l'engrais, va s'assurer contre la grêle... le conventionnel va s'assurer le rendement. L'AB se met en conditions, et après gère les risques, c'est complètement différent au niveau état d'esprit. Pour moi, culturellement ça correspond mieux à mon choix d'agriculteur ».

Un éleveur biologique

L'enjeu de ce dernier chapitre de résultats est i) d'identifier, à partir de l'analyse des postures techniques, des agriculteurs conventionnels avec une propension élevée à la conversion à l'AB et ii) de tester l'opportunité des conversions sur ces exploitations par rapport à un objectif de diminution des pressions sur la lixiviation des nitrates et des pesticides.

Afin d'identifier différents degrés de propension à la conversion, on souhaite identifier, en s'appuyant sur nos exploitations « références » en AB, des marqueurs d'une conversion potentielle à moyen terme dans la posture technique des exploitants conventionnels. Pour identifier ces marqueurs, on s'intéresse aux postures techniques actuelles en AB et à la façon dont elles ont évolué au cours de la transition. On fait ici les hypothèses suivantes :

- **Hypothèse 3.a** : les évolutions des postures techniques au cours des transitions vers l'AB sont caractérisées par la présence d'antécédents à la conversion, et cela même si les conversions reposent sur des ruptures dans les modalités d'organisation des systèmes de culture.
- **Hypothèse 3.b** : il existe, chez certains agriculteurs conventionnels, des principes d'action (et des combinaisons de principes d'action) proches de ceux identifiés chez les agriculteurs biologiques.

Afin de tester ces hypothèses, on propose une analyse des postures techniques des agriculteurs biologiques. On étudiera à la fois les spécificités et la diversité de ces postures techniques. D'éventuels antécédents aux postures techniques en AB seront dégagés grâce à l'étude de l'évolution des principes d'action au cours des transitions (hypothèse 3.a). A partir de ces résultats, des critères de propension à la conversion seront proposés sur nos deux territoires. L'identification - ou l'absence- de ces critères chez les exploitants conventionnels nous permettra de tester l'hypothèse 3.b.

Si l'on identifie différents degrés de propension à la conversion, l'opportunité d'un développement de l'AB sur les zones à enjeu sera évaluée grâce à la comparaison des niveaux de pressions identifiés sur les exploitations conventionnelles et biologiques. On souhaite tester ici les liens entre propension à la conversion et différentiel de pressions entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques. L'hypothèse testée est la suivante :

- **Hypothèse 3.c** : plus la propension à la conversion est forte chez un agriculteur conventionnel, moins le différentiel de pressions avec les agriculteurs biologiques est important.

6.1 Principes d'action et postures techniques chez les agriculteurs biologiques

A partir des éléments clés de discours techniques identifiés chez les huit agriculteurs biologiques rencontrés⁹⁵, on souhaite i) dégager les spécificités des postures techniques chez ces agriculteurs (section 6.1.1) ii) analyser la diversité des postures techniques en AB (section 6.1.2) et iii) étudier l'évolution des principes d'action au cours de la transition vers l'AB (section 6.1.3). Ces résultats seront mobilisés ultérieurement pour l'identification de critères de propension à la conversion (section 6.2.1).

6.1.1 Spécificité des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés chez les agriculteurs biologiques

On cherche ici à dégager les spécificités des principes d'action mobilisés par les agriculteurs biologiques pour l'organisation de leurs systèmes de culture. Pour cela, on relève les points techniques mentionnés par une majorité d'agriculteurs biologiques et caractérisés par une homogénéité forte des modalités d'organisation des systèmes de culture⁹⁶. Ces modalités spécifiques d'organisation des systèmes de culture nous permettront d'identifier les principes d'action dominants chez les exploitants en AB. Les points techniques non discriminants sont au nombre de six pour chaque terrain (Tableau 6.1). Les correspondances entre les modalités d'organisation des systèmes de culture et les principes d'action sont présentées dans l'annexe 19.

Le **recours au principe d'optimisation agronomique des assolements** est systématique chez les agriculteurs biologiques rencontrés sur les deux terrains (Tableau 6.1). Il se traduit principalement par une diversification des cultures en rotation, avec l'intégration de cultures considérées comme secondaires sur les exploitations conventionnelles (soja, méteils). L'introduction de ces cultures et le recours à des schémas rotationnels fixes permettent d'allonger les rotations et donc de limiter les effets négatifs associés à un retour trop fréquent de certaines cultures sur une même parcelle. C'est le cas par exemple du maïs sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay, utilisé dans une rotation soja/blé/maïs plutôt qu'en monoculture. Le retour fréquent du blé dans les rotations irriguées facilite la gestion des adventices. Sur le terrain de Péronnas, l'alternance prairie-cultures est systématique sur l'ensemble des territoires d'exploitations biologiques (hormis sur prairies naturelles). Elle permet notamment de prévenir les pertes de rendement observées sur les prairies permanentes grâce au renouvellement fréquent des prairies et à l'alternance avec les cultures.

⁹⁵ Pour plus de détails sur l'analyse, le lecteur se reportera aux annexes suivantes. L'annexe 18 présente l'ensemble des points techniques mentionnés par les agriculteurs biologiques sur les deux terrains. L'annexe 19 retranscrit les correspondances entre modalités d'organisation des systèmes de culture et principes d'action.

⁹⁶ Pour identifier la spécificité des postures techniques chez les agriculteurs biologiques, une seconde option consistait à recenser les principes d'action mentionnés dans les éléments clés de discours qui renvoyaient à des particularités des pratiques biologiques ou à des différences entre agriculture biologique et agriculture conventionnelle. Les résultats issus de cette approche, présentés dans l'annexe 20, sont concordants avec les résultats relatifs aux modalités spécifiques d'organisation des systèmes de culture en AB.

La diversification des cultures et le recours à des schémas rotationnels fixes visent également à maximiser les effets bénéfiques associés à la rotation. Le recours au soja et l'introduction systématique des engrais verts derrière les céréales à paille permettent la fourniture régulière du sol en azote et l'amélioration de la structure des sols dans les systèmes céréaliers. Sur le terrain de Péronnas, l'amélioration du potentiel productif sur les parcelles de l'exploitation est assurée par les destructions fréquentes des prairies et par le recours aux méteils. Les mélanges d'espèces utilisés sur les deux terrains (engrais verts et méteils) ont également un rôle dans la prévention des maladies fongiques. Ces mélanges font l'objet de nombreux ajustements qui visent à maximiser les effets bénéfiques attendus sur les cultures suivantes.

Tableau 6.1. Spécificités des modalités d'organisation des systèmes de culture sur les exploitations biologiques des deux terrains (points techniques non discriminants) et évolution au cours de la transition. Les mentions en couleur correspondent aux principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture (voir Tableau 4.1 pour la légende et le descriptif des principes d'action). Les mentions bleues et rouges correspondent respectivement aux principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et aux pratiques culturales.

	Terrain de Lapeyrouse-Mornay (systèmes céréaliers)	Terrain de Péronnas (élevage laitier)
Organisation des assolements	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction du nombre d'années consécutives en maïs sur une même parcelle (rotations irriguées) OA * -Intégration du soja dans les rotations irriguées OA/OE * -Utilisation systématique et optimisation des « engrais verts » OA * 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotations mixtes et rapides sur l'ensemble du territoire d'exploitation OA ** -Utilisation de méteils dans l'assolement OA/Auto ** -Sole de maïs ensilage limitée Auto/OA **
Pratiques culturales (gestion des prairies)	<ul style="list-style-type: none"> -Recours à des faux semis en période d'interculture OA -Labour léger, réflexion technique approfondie sur le travail du sol OA * -Enregistrement précis des pratiques et utilisation des enregistrements dans l'organisation des pratiques OA/OTE ** 	<ul style="list-style-type: none"> -Diffusion des effluents sur l'ensemble du territoire d'exploitation OA * -Autonomie par rapport aux engrais azotés Lim ** -Pâturage tournant rapide sur petites parcelles OA **

* Plusieurs exploitants mentionnent, dans les éléments clés de discours technique, une évolution forte des modalités d'organisation des pratiques sur ce point technique au cours de la transition vers l'AB (évolution des principes d'action).

** Plusieurs exploitants mentionnent, dans les éléments clés de discours technique, une continuité des modalités d'organisation des pratiques sur ce point technique au cours de la transition vers l'AB (invariant dans la posture technique).

Les modalités d'organisation des pratiques culturales spécifiques aux exploitants biologiques relèvent elles-aussi du principe d'optimisation agronomique et sont associées à une **gestion préventive visant à améliorer sur le long terme le potentiel productif sur l'exploitation** (Tableau 6.1). Chez les céréaliers, cette gestion se traduit par le recours à des faux-semis avant l'implantation des cultures. Ces faux-semis sont associés à un objectif de diminution du stock de graines d'adventices ; ils sont d'ailleurs utilisés de manière systématique, et cela même si les adventices visibles sur la parcelle ne justifient pas le recours à un désherbage mécanique. Les agriculteurs biologiques insistent sur l'importance d'un labour « léger », avec des profondeurs de travail comprises entre 10 et 20 cm,

pour ne pas enterrer trop profondément la vie du sol et « diluer la matière organique ». Tous les exploitants biologiques rencontrés sur les deux terrains évoquent d'ailleurs un intérêt pour les techniques de travail du sol sans labour.

Chez les éleveurs biologiques du terrain de Péronnas, le principe d'optimisation agronomique des pratiques culturales se traduit principalement par une diffusion des effluents d'élevage. Afin d'entretenir la fertilité des parcelles d'une année sur l'autre, les éleveurs adoptent des épandages réduits et homogènes sur l'ensemble du territoire d'exploitation. Les pratiques de compostage des effluents sont mobilisées pour réduire l'impact négatif des épandages sur les prairies. La gestion du pâturage renvoie elle-aussi au principe d'optimisation agronomique : elle repose chez ces éleveurs sur un pâturage tournant cadencé visant à assurer un entretien homogène des prairies⁹⁷.

Parmi les principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture communes aux exploitants biologiques rencontrés, **les principes d'optimisation agronomique de l'assolement et des pratiques culturales se dégagent clairement**. On peut considérer que le recours à des systèmes de culture conçus pour améliorer le potentiel des sols sur le long terme et à l'échelle du territoire d'exploitation est un **marqueur fort d'une propension à la conversion**.

Ces principes d'action ne sont néanmoins pas les seuls identifiés dans ces points techniques non discriminants (Tableau 6.1). A Péronnas, **l'autonomie par rapport aux intrants** constitue un point central dans la gestion des exploitations biologiques. Le recours aux méteils vise à améliorer l'autonomie du système d'alimentation en protéines et à limiter le recours aux achats d'aliments. Les éleveurs privilégient la pâture à la production de maïs ensilage afin de réduire les coûts de production liés au système fourrager. De la même façon, ces exploitants se restreignent aux effluents disponibles pour assurer la fertilisation azotée sur le territoire exploitation et n'ont donc pas recours à des engrais organiques achetés. Ces principes d'autonomisation du système d'exploitation n'apparaissent pas dans les points techniques non discriminants pour les systèmes biologiques céréaliers.

6.1.2 Diversité des postures techniques chez les agriculteurs biologiques

Pour identifier des marqueurs variés d'une propension à la conversion, on traite de la diversité des postures techniques chez les agriculteurs biologiques. On s'appuie pour cela sur les points techniques discriminants compilés dans deux grilles techniques⁹⁸ (Tableau 6.2 et Tableau 6.3). Le décompte des occurrences des principes d'action dans les modalités d'organisation des systèmes de culture pour chaque agriculteur est présenté dans le Tableau 6.4.

⁹⁷ Selon les éleveurs rencontrés, le pâturage tournant cadencé permettrait de limiter le développement des adventices et de maintenir le potentiel productif des prairies temporaires.

⁹⁸ La démarche d'analyse mobilisée est la même que celle présentée dans les chapitres 3 et 4 ; néanmoins, au vu des effectifs limités d'agriculteurs biologiques rencontrés, l'analyse multivariée ne sera pas utilisée.

6.1.2.1 Variabilité des postures techniques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay

La diversité des postures techniques entre agriculteurs biologiques est étudiée à partir d'une grille technique de sept points techniques discriminants (Tableau 6.2). Malgré le faible nombre d'exploitants rencontrés, on distingue deux postures techniques bien différenciées (Tableau 6.4).

Tableau 6.2. Grille technique pour la différenciation des postures techniques chez les agriculteurs biologiques pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (quatre exploitations). Les mentions en couleur correspondent aux principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture (voir Tableau 4.1 pour la légende et le descriptif des principes d'action). Les mentions bleues et rouges correspondent respectivement aux principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et aux pratiques culturales. Les correspondances entre modalités et principes d'action sont explicitées dans l'annexe 19.

	Modalité A	Modalité B	Modalité C
1. Proportion des cultures de printemps dans la rotation irriguée	Supérieure à 2/3 des cultures dans la rotation principale (n=1) OE	Autour de 2/3 des cultures dans la rotation principale (n=2) OE + OA	Inférieure à la moitié des cultures dans la rotation principale (n=1) OA + Smpl
2. Diversité des cultures d'hiver dans la rotation irriguée	Diversité faible (blé uniquement) (n=2) OE	Diversité moyenne (blé-triticales) (n=1) OE + OA	Diversité forte des céréales à paille (n=1) OA
3. Choix et diversité des cultures en rotation sèche	Diversité faible avec retour très fréquent des céréales à paille (n=2) OE + Smpl	Diversité moyenne, des cultures opportunistes (n=1) OTE	Pas de différenciation entre rotation sèche et rotation irriguée (n=1) OA
4. Diversité des espèces utilisées comme engrais vert	1 seul mélange, 2 espèces différentes (n=1) Smpl	1 seul mélange, espèces diversifiées (n=2) OA	Ajustement de l'espèce semée en fonction des parcelles (n=1) OTE
5. Itinéraire de fertilisation azotée sur maïs	Apport fractionné et défini avec méthode du bilan prévisionnel (n=1) Max	Apport de fumier au semis, dose maximum autorisée (n=2) OTE + Smpl	Apport de fumier au semis et limité aux effluents disponibles (n=1) Lim + Smpl
6. Fractionnement des apports azotés sur blé	Pas d'apport au semis, 3 apports en végétation (n=1) Max	Un apport au semis + un apport en végétation (n=2) Max	Intégralité de l'apport au semis (n=1) Smpl
7. Date d'implantation de l'engrais vert	Après la récolte des céréales à paille, sur les chaumes (n=3) Max	En mars, dans les céréales à paille (n=1) OA	

La première posture est identifiée chez l'agriculteur 18_lapey et peut être décrite comme une **posture bio extensive**. Contrairement aux trois autres agriculteurs, le principe de limitation des intrants apparaît dans l'organisation des pratiques culturales (Tableau 6.4). Cette posture se traduit principalement par une autonomie en matière de fertilisation azotée : malgré des quantités de fumier considérées comme insuffisantes pour fumer l'intégralité du territoire d'exploitation, cet

agriculteur se limite aux engrais disponibles sur l'exploitation, sans qu'une dose-objectif en unités fertilisantes ne soit fixée. Les intrants relatifs à la protection des cultures contre les maladies et les ravageurs ne sont pas utilisés.

L'absence d'intrants de substitution est compensée par une optimisation agronomique poussée de l'assolement. Elle se traduit principalement par une diversité élevée des cultures dans l'assolement⁹⁹ et par une homogénéité forte des successions culturales sur le territoire d'exploitation, qui diffèrent peu entre ilots irrigables et ilots non irrigables. Cette homogénéité des successions culturales permet i) d'alterner entre cultures d'hiver et cultures de printemps dans la rotation et ii) d'augmenter le délai de retour du soja et ainsi de limiter les problèmes de Sclerotinia¹⁰⁰.

La seconde posture identifiée concerne les trois autres agriculteurs biologiques rencontrés et peut être décrite comme une **posture bio plus intensive**. L'organisation des assolements résulte d'un compromis entre le principe d'optimisation agronomique et le principe d'optimisation économique (Tableau 6.4). Ce compromis se traduit par une proportion plus importante des cultures de printemps dans les successions culturales sur les ilots irrigués et par une diversité moindre des cultures dans l'assolement.

Pour compenser les déséquilibres associés à un retour trop fréquent des cultures de printemps dans la rotation, des pratiques et des intrants de substitution sont utilisés par certains exploitants (déchaumages systématiques en interculture, utilisation d'un produit nématicide sur le soja). Ces pratiques culturales visent à limiter les baisses de rendement observées sur les cultures biologiques et sont donc associées aux principes de maximisation de la production et d'optimisation technico-économique. Ces principes d'action sont également mobilisés pour l'organisation de la fertilisation azotée¹⁰¹. Contrairement au premier exploitant biologique qui se limite aux effluents disponibles sur l'exploitation, ces trois agriculteurs ajustent leurs apports azotés à l'aide de doses de référence, définies en fonction de rendements objectifs ou de la dose maximum réglementaire. Des importations de fumier de volailles ou de farines de plume permettent de compléter les apports. Ces engrais sont fractionnés : les dates et les modalités des apports font l'objet d'ajustements précis.

Le principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales se traduit enfin par l'utilisation d'un suivi systématique des marges économiques sur les différentes cultures, rendu possible par des pratiques d'enregistrement très fines des interventions sur les différentes parcelles. Ce suivi est mobilisé par les agriculteurs pour ajuster l'assolement et les itinéraires techniques. Ces ajustements prennent en compte les variations des marges économiques sur le long terme.

6.1.2.2 Variabilité des postures techniques sur le terrain de Péronnas (éleveurs)

Comme pour les céréaliers, on constate une diversité certaine des postures techniques entre éleveurs biologiques. On distingue deux postures bien différenciées. La première, que l'on qualifiera de « **bio extensive** », est caractérisée par une simplification forte des systèmes de culture ; on la

⁹⁹ La diversité forte des cultures en rotation est associée à la présence d'un petit atelier d'élevage sur l'exploitation et à la recherche de débouchés locaux par cet agriculteur (culture du lin pour des boulangeries).

¹⁰⁰ Le Sclerotinia est une maladie cryptogamique. Les sclérotés responsables de la maladie peuvent vivre dans le sol entre 5 et 10 ans. La fréquence trop importante du soja (ou d'autres cultures favorables au développement du champignon) dans la rotation induit une augmentation des sclérotés dans le sol.

¹⁰¹ Plusieurs agriculteurs mentionnent d'ailleurs des proximités avec les pratiques de fertilisation observées chez les agriculteurs conventionnels.

retrouve principalement chez l'éleveur 28_pero (Tableau 6.4). La simplification concerne d'abord l'organisation des pratiques culturales et est associée au principe de limitation des intrants et des interventions sur cultures. Cet exploitant ne mobilise ainsi aucune intervention sur cultures entre le semis et la récolte. Il ne mentionne aucun objectif de rendement et adapte les quantités distribuées en céréales à la variabilité des rendements obtenus. Cette variabilité est acceptée par l'éleveur au nom d'un double objectif d'autonomie et de réduction du travail sur l'exploitation. Cette simplification extrême des itinéraires techniques est compensée par une optimisation agronomique forte de l'assolement. Le non-désherbage est ainsi contrebalancé par une structure rotationnelle homogène et basée sur la limitation du nombre d'années consécutives en cultures (2 ans). La gestion très fine des prairies, avec notamment une alternance fauche-pâture, contribue également à la maîtrise des adventices sans pratiques de désherbage spécifiques. L'alternance fauche-pâture est rendue possible par une concentration volontaire des îlots autour du siège d'exploitation.

A l'opposé, la posture technique de l'éleveur 29_pero est caractérisée par **une diversité et une hybridation fortes des principes d'action mobilisés**. Les principes d'optimisation technico-économique de l'assolement et des pratiques culturales sont associés à une optimisation agronomique dominante (Tableau 6.4). Cet éleveur associe ainsi des pratiques visant à maintenir le potentiel productif sur le long terme à des pratiques fines d'ajustement de l'assolement et des itinéraires techniques. L'éleveur évoque cette combinaison entre des niveaux de raisonnement différents lorsqu'il compare l'AB à l'agriculture conventionnelle :

L'AB se met en conditions, et après gère les risques, c'est complètement différent au niveau état d'esprit. Pour moi, culturellement ça correspond mieux à mon choix d'agriculteur (29_pero).

L'ajustement des pratiques, à laquelle l'éleveur fait référence lorsqu'il parle d'une « gestion des risques », repose sur un corpus riche de règles de décision et sur la mobilisation constante d'indicateurs variés et d'outils d'aide à la décision personnels. L'ajustement de l'assolement repose ainsi sur le calcul par l'exploitant de seuils de rentabilité des différentes cultures et sur un suivi des cours des différentes productions. De la même façon, la décision de retourner ou non une prairie s'appuie sur une analyse précise du couvert prairial¹⁰². Les techniques de désherbage sont pointues et reposent sur une étude fine des populations d'adventices dans les parcelles. Cette posture technique originale s'appuie sur l'utilisation d'enregistrement précis et sur le calcul de marges économiques sur le long terme.

Les deux derniers éleveurs présentent des postures techniques intermédiaires¹⁰³.

¹⁰² Les indicateurs mentionnés pour déclencher le retournement de la prairie relèvent à la fois du nombre et du type de plantes présentes, et des récoltes (jours de pâturage ou nombre de bottes enregistrés). L'éleveur déclare utiliser un quadrat pour la récolte d'informations sur les couverts prairiaux.

¹⁰³ L'éleveur 27_pero adopte des principes d'action similaires à ceux observés chez l'exploitant 28_pero en ce qui concerne l'organisation des pratiques culturales. En revanche, l'optimisation agronomique de l'assolement est moins poussée. Le principe d'autonomisation du système d'élevage domine en effet dans les modalités d'organisation de l'assolement sur cette exploitation afin de répondre à des pénuries ponctuelles dans le système d'alimentation. En ce qui concerne l'éleveur 26_pero, la posture technique est proche de celle identifiée chez l'agriculteur 29_pero. Néanmoins, les modalités d'ajustement des systèmes de culture sont moins évoluées que celles identifiées chez l'éleveur précédent, ce qui peut être expliqué par une conversion plus récente à l'AB.

Tableau 6.3. Grille technique pour la différenciation des postures techniques chez les agriculteurs biologiques du territoire de Péronnas (quatre exploitations). Les mentions en couleur correspondent aux principes d'action associés aux modalités d'organisation des systèmes de culture (voir Tableau 4.1 pour la légende et le descriptif des principes d'action). Les mentions bleues et rouges correspondent respectivement aux principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et aux pratiques culturales. Les correspondances entre modalités et principes d'action sont explicitées dans l'annexe 19.

	Modalité A	Modalité B	Modalité C
1. Evolution et morcellement du territoire d'exploitation	Augmentation nécessaire de la SAU pour autonomie alimentaire (n=1) Auto	Recherche d'un parcellaire très groupé, pas d'augmentation de la SAU (n=3) Smpl+OA	
2. Structure des rotations mixtes prairie-cultures	Structure fixe et homogène sur l'ensemble du territoire d'exploitation OA	Structure variable et dépendante de l'éloignement des parcelles (bâtiments d'élevage) OTE+Smpl	Structure variable et dépendante des sols sur les différentes parcelles OTE
3. Diversité des cultures dans l'assolement	Diversité très faible, pas de maïs et un seul mélange pour céréales (n=1) Smpl+OA	Maïs, blé et céréales secondaires diversifiées (n=3) Auto/OTE	
4. Utilisation des couverts en interculture	Couverts non utilisés (n=3) Smpl	Cultures en dérobées pour l'alimentation (n=1) Auto	
5. Itinéraire de désherbage sur céréales à paille	Pas de désherbage sur céréales à paille (n=2) Smpl+Lim	Plusieurs passages de herse-étrille sur céréales à paille (n=2) Max	
6. Itinéraire de désherbage sur maïs	Aucune pratique de désherbage sur cultures (n=1) Smpl+Lim	Uniquement du binage (n=2) Smpl+Max	Utilisation de la herse-étrille en post-semis + binage (n=1) Max
7. Utilisation d'objectifs de rendement sur cultures	Pas d'objectifs de rendement définis (n=3) Smpl+Lim	Définition de seuils de rentabilité pour les cultures (n=1) OTE	
8. Enregistrement des pratiques culturales	Pas d'enregistrements conservés (n=1) Smpl	Enregistrements partiels, utilisation ponctuelle des enregistrements dans l'organisation des pratiques (n=1) OA+Smpl	Enregistrement précis et utilisation des enregistrements dans l'organisation des pratiques (n=2) OA(+OTE)
9. Travail du sol	Techniques sans labour utilisées ponctuellement (sur céréales) (n=2) Smpl+OTE	Techniques sans labour dominantes pour les céréales (n=1) OTE	Techniques sans labour sur l'ensemble des cultures mais labour potentiel si difficultés (n=1) OA+OTE

Tableau 6.4. Tableau de synthèse des postures techniques par agriculteurs biologiques pour les deux terrains. L'importance relative des principes d'action est quantifiée à partir des grilles techniques : les chiffres correspondent au nombre de fois où le principe d'action est associé aux modalités d'organisation des pratiques de l'agriculteur. En orange : principe d'action dominant dans l'organisation des systèmes de culture. En jaune : principe d'action important. Le tableau intègre à la fois les points techniques non discriminants et les points techniques discriminants.

Agri- culteurs	Organisation de l'assolement					Pratiques culturelles				
	Optimisation économique	Simplification	Optimisation technico- économique	Optimisation agronomique	Auto- nomisation du système d'élevage	Maximisation production	Optimisation technico- économique	Simplification	Limitation des intrants	Optimisation agronomique
18_lapey	1	1	1	6	-	-	1	2	1	4
31_lapey	4	1	-	4	-	3	1	-	-	3
32_lapey	4	2	-	3	-	2	2	1	-	3
33_lapey	3	-	1	6	-	2	2	1	-	3
Eleveurs										
26_pero	-	3	1	3	2	2	1	2	2	3
27_pero	-	1	1	2	4	1	1	5	3	3
28_pero	-	3	-	5	2	-	1	5	4	2
29_pero	-	2	2	3	2	2	3	-	1	4

6.1.3 Une lecture des transitions vers l'AB via l'analyse des principes d'action

6.1.3.1 Evolution des principes d'action lors de la transition vers l'AB

L'étude des principes d'action est mobilisée ici pour caractériser les transitions vers l'AB et les évolutions afférentes des postures techniques. Pour cela, on s'intéresse aux éléments clés de discours technique qui intègrent des mentions relatives à des changements des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action lors de la transition. A partir des modalités considérées comme spécifiques à l'AB, **on distingue des points techniques associés à une évolution forte des modalités d'organisation et des points techniques associés au contraire à une continuité des pratiques** (Tableau 6.1). Ces derniers nous permettront d'identifier, s'ils existent, des antécédents à la conversion.

Sur les exploitations céréalières du terrain de Lapeyrouse-Mornay, les transitions vers l'AB sont caractérisées par une **évolution forte des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés**. En effet, on constate que le principe d'optimisation agronomique des systèmes de culture, que l'on a identifié précédemment comme étant spécifique aux agriculteurs en AB, apparaît peu dans les modalités d'organisation préalables à la conversion (Tableau 6.1). Ainsi, les agriculteurs rencontrés mentionnent tous un allongement des rotations sur les ilots irrigués : avant la conversion, ces agriculteurs avaient recours à des systèmes en monoculture de maïs. Le soja n'était pas intégré dans l'assolement et le blé n'était inséré dans les rotations que lorsque les traitements contre les liserons devenaient nécessaires. De la même façon, le recours à des labours superficiels, l'utilisation des engrais verts et les techniques de faux-semis n'apparaissent en général qu'après la conversion à l'AB. L'absence du principe d'optimisation agronomique avant la conversion met en évidence une rupture importante dans les postures techniques.

Au contraire, on constate chez les éleveurs biologiques rencontrés sur le terrain de Péronnas **une continuité forte des principes d'action au cours de la transition vers l'AB**. Les principes d'action spécifiques aux systèmes de culture biologiques identifiés précédemment étaient déjà mobilisés avant la conversion (Tableau 6.1). Des antécédents associés au principe d'optimisation agronomique de l'assolement sont identifiés : les rotations mixtes prairie-cultures étaient déjà utilisées sur le territoire d'exploitation et les méteils figuraient déjà dans l'assolement. De la même façon, la conduite du pâturage était déjà caractérisée par une rotation rapide des parcelles. Les modalités d'organisation des assolements qui évoluent au cours de la conversion mettent en évidence des changements progressifs de la posture technique. Les éleveurs mentionnent ainsi une réduction des durées d'implantation des prairies et des alternances prairie-cultures plus rapides. Les espèces utilisées pour les prairies et les cultures de céréales font l'objet d'une complexité et d'une diversification croissante pour répondre à l'objectif de maintien d'un potentiel productif suffisant sur le territoire d'exploitation.

Les modalités d'organisation des systèmes de culture associées aux principes d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement et de limitation des intrants sont elles-aussi antérieures à la conversion. La réduction de la sole en maïs ensilage, visant à réduire les coûts de production liés à la production du fourrage, est initiée avant que la conversion ne soit envisagée. De la même façon, tous les éleveurs mentionnent des antécédents de réduction de l'utilisation des engrais minéraux et des

pesticides sur cultures, pouvant aller jusqu'à des impasses complètes sur les intrants pour les méteils. Nous verrons que cette réduction résulte de plusieurs trajectoires dans la posture technique des éleveurs.

On distingue donc des transitions caractérisées par une continuité des principes d'action mobilisés pour l'organisation des systèmes de culture et des transitions caractérisées par des évolutions fortes de ces principes d'action. Pour ces dernières, il semblerait qu'il n'existe aucun antécédent à la démarche de conversion. Pour invalider complètement l'hypothèse 3.a relative à l'existence de ces antécédents, on analyse maintenant la diversité des motivations et des facteurs déclencheurs à l'origine des conversions. L'enjeu est d'identifier les mentions des principes d'action dans le discours de l'agriculteur sur le passage à l'AB.

6.1.3.2 Principes d'action mentionnés dans les motivations et les facteurs déclencheurs à l'origine de la transition

On réalise une analyse des transitions vers l'AB sur les exploitations biologiques. Cette typologie n'est pas une fin en soi : elle vise à identifier des marqueurs susceptibles de caractériser un cheminement potentiel vers l'AB.

Diversité des transitions vers l'AB

On décrit ici, de manière succincte, les traits saillants des transitions vers l'AB telles qu'elles ont été décrites par les exploitants¹⁰⁴. On analyse en particulier les motivations, les facteurs déclencheurs et les formes de la trajectoire vers la conversion. On distingue trois types de transition vers l'AB (Tableau 6.5) ; ces types sont associés à des postures techniques spécifiques.

On distingue un premier type de transition vers l'AB, que l'on qualifie de « **transition engagée directe non préparée** » (Tableau 6.5). Ce type de transition est identifié chez deux exploitants, un céréalier et un éleveur, avec des postures techniques extensives en AB. On parle d'une transition « engagée » car la motivation principale à l'origine de la conversion réside dans une volonté de rupture avec le système conventionnel : cette indépendance se traduit par une réduction des coûts de production liés aux intrants et par des changements de modes de valorisation des productions. La conversion est non-préméditée et peu préparée : les agriculteurs effectuent les formations une fois la conversion engagée.

Le second type de transition, que l'on qualifie de « **transition pragmatique directe préparée** », concerne deux céréaliers avec une posture bio intensive sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay (Tableau 6.5). Ces deux exploitants n'étaient pas spécifiquement intéressés par l'AB avant la conversion, ce qui explique les ruptures dans l'organisation des systèmes de culture. La décision de conversion est prise rapidement : les facteurs déclencheurs, associés à un constat des limites des systèmes de culture conventionnels et à une prise de conscience de la dangerosité des pesticides, sont importants. On parle d'une conversion pragmatique car la transition vers l'AB vise à améliorer les marges économiques, en profitant des prix soutenus en AB et en limitant les baisses de rendements associées à l'absence des intrants de synthèse. La conversion fait l'objet d'un diagnostic personnel poussé de la part des exploitants : les visites d'exploitations sont décisives car elles

¹⁰⁴ Les détails des éléments mentionnés dans le discours sur la transition sont fournis dans l'annexe 21. Le cadre d'analyse et les types produits s'inspirent fortement des travaux de Lamine *et al.* (2009).

permettent à ces agriculteurs de prendre conscience de la possibilité de conserver des rendements corrects en systèmes biologiques. Ces deux exploitants mobilisent d'abord une conversion mixte pour tester et valider les résultats économiques en AB.

Tableau 6.5. Typologie des transitions vers l'AB. Les critères de différenciation et les types sont inspirés de Lamine *et al.* (2009).

	Motivations	Facteurs déclencheurs	Forme de la transition
Transition « engagée » / directe non préparée <i>18_lapey et 27_pero</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche d'indépendance par rapport au « système » conventionnel, volonté de limiter les coûts de production - Conversion associée à une volonté de changer les filières et les modes de valorisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Des évolutions importantes de la structure d'exploitation (moment charnière) 	<ul style="list-style-type: none"> - Conversion directe sans apprentissage antérieur : pas de formations, pas de recherches de données
Transition « pragmatique » / directe préparée <i>31_lapey et 33_lapey</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer les marges économiques grâce à des prix soutenus en AB - Intérêt technique, challenge associé au maintien de niveaux de rendement corrects sans intrants de synthèse - Volonté d'arrêter l'emploi de substances dangereuses 	<ul style="list-style-type: none"> - Constats : des problèmes de durabilité des systèmes de culture conventionnels - Prise de conscience de la dangerosité des produits 	<ul style="list-style-type: none"> - D'abord une conversion mixte, sur une partie des ilots seulement - Prise d'information antérieure à la conversion (formations, visites d'EA, résultats de recherches)
Transition « mixte » / progressive <i>26_pero / 29_pero</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Un penchant ancien pour le mode de production biologique - Améliorer les marges économiques grâce à des prix soutenus en AB et à une diminution des coûts de production - Intérêt technique, challenge associé au maintien de niveaux de rendement corrects sans intrants de synthèse 	<i>Peu de facteurs déclencheurs mentionnés</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prise d'information antérieure à la conversion (formations, visites d'EA, résultats de recherches) - Des essais antérieurs de réduction des intrants

Le dernier type de conversion, que l'on qualifie de « **transition progressive** », est observé chez deux éleveurs du terrain de Péronnas (Tableau 6.5). Ces exploitants combinent une proximité idéologique importante à l'AB et des objectifs précis d'amélioration des marges économiques par la conversion. Le passage à l'AB marque l'aboutissement d'une démarche ancienne et progressive de réduction des intrants, accompagnée d'un suivi strict des rendements et des résultats économiques obtenus. Les éleveurs attendent d'être prêt techniquement avant d'enclencher la phase de conversion. Les sources d'information mobilisées pour construire le projet de conversion sont multiples.

Principes d'action mentionnés lors de la description de la transition à l'AB pour le terrain de Péronnas (élevage laitier)

On s'intéresse aux principes d'action mentionnés par les agriculteurs lors de la description du passage en AB. Cette analyse nous permet de mettre en évidence une **diversité des antécédents à la conversion sur le terrain de Péronnas**. Si le principe de limitation des intrants est important pour l'ensemble des éleveurs biologiques rencontrés, le cheminement vers l'adoption d'une autonomie complète par rapport aux intrants de synthèse diffère. Avant même la phase de conversion, le **principe de limitation des intrants** est central chez l'éleveur 27_pero. Il s'accompagne d'une défiance forte vis-à-vis du système d'approvisionnement et de collecte des productions. La conversion concrétise la quête d'indépendance de cet éleveur par rapport à ce « système ».

La démarche aboutissant à la réduction des quantités d'engrais minéraux diffère chez les deux autres éleveurs rencontrés, en particulier chez l'éleveur 29_pero. Contrairement à l'éleveur précédent qui ne mentionne pas directement les marges économiques, cet exploitant associe clairement la démarche de réduction des intrants à un objectif d'amélioration de ces marges :

On n'est pas dans des quantités phénoménales, par exemple ici c'est 25 m3 de lisier/ha (...). Je me suis permis de faire des analyses de sortie de drains, pour savoir si mes éléments fertilisants ils passent tout droit où s'ils restent dans le sol (...). Si ça sort de l'azote en sortie de drains, là je sais que j'en apporte trop, donc je préfère apporter des matières organiques sur l'ensemble de mon exploitation, en petites quantités... ce n'est pas pour ne pas polluer les rivières, c'est parce que moi je perds moins d'argent. La bio c'est fait aussi pour gagner plus d'argent et mon système est fait pour gagner plus d'argent (29_pero).

La démarche de réduction des intrants résulte d'une **optimisation technico-économique très pointue des pratiques culturales**, caractérisée par le recours à des outils d'aide à la décision aussi divers qu'originaux (ici, des analyses des concentrations en azote des eaux de drainage). Cet éleveur mentionne également le recours à des essais variés, ayant par exemple permis de réduire la consommation d'herbicides. La richesse des indicateurs et des techniques testées témoignent d'une démarche personnelle d'amélioration des systèmes de culture, dans laquelle s'insère la conversion à l'AB.

Principes d'action mentionnés lors de la description de la transition à l'AB pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales)

S'intéresser aux principes d'action mentionnés au cours de la description de la transition vers l'AB permet également d'éclairer les trajectoires en rupture observées sur les exploitations céréalières du terrain de Lapeyrouse-Mornay. En effet, malgré les évolutions importantes des modalités d'organisation des systèmes de culture identifiées sur ces exploitations, on remarque que le discours relatifs aux motivations et aux facteurs déclencheurs des conversions intègrent les principes d'action actuellement mobilisés en AB. **Les agriculteurs mentionnent ainsi des antécédents à la conversion**. Ces antécédents débouchent sur une conversion directe. Ainsi, lorsque l'exploitant 18_lapey parle de ses motivations à l'origine de la conversion, il mentionne une volonté de rupture avec le système conventionnel qui annonce la posture technique actuelle, basée notamment sur une autonomie totale en matière d'engrais organiques.

Deux agriculteurs ayant connu une transition en rupture vers l'AB mentionnent des problèmes de durabilité des systèmes de culture conventionnels. Ces problèmes de durabilité sont à l'origine du passage en AB :

Ca a été... non pas bizarre mais un peu particulier dans le sens où je ne souhaitais pas particulièrement produire en AB, je n'étais ni spécialement attiré par l'AB ni contre l'AB. C'était surtout un souci de structure de sol. (...) On avait des terres bétonnées, des terres dures, alors je me suis dit en AB ils doivent avoir leurs manières de faire qu'on ne connaît pas, puisqu'en AB le sol c'est encore plus important qu'en conventionnel, puisqu'on n'a pas des produits chimiques pour booster. Donc je me suis dit "je vais aller voir" (...). Je me suis intéressé à ce que faisaient les agriculteurs en AB sans pour autant me dire "je vais passer en AB", et puis au fil des visites je me suis dit pourquoi pas... (31_lapey).

L'agriculteur souhaite limiter la détérioration du potentiel productif de ses sols sur le long terme et fait donc référence au **principe d'optimisation agronomique**. Malgré l'importance limitée de ce principe d'action dans la posture technique antérieure à la conversion, **ce principe est présent à l'état de germe dans la réflexion de l'agriculteur et initie le cheminement à l'origine de la conversion**. Si la conversion est caractérisée par une rupture de l'organisation des systèmes de culture, il existe bien des antécédents aux postures techniques actuelles sur ces deux exploitations.

6.2 Propensions à la conversion et différentiels des pressions entre agriculteurs conventionnels et biologiques

6.2.1 Analyse de la propension à la conversion chez les exploitants conventionnels

A partir des principes d'action évoqués par les agriculteurs biologiques (résultats de la section 6.1), on détermine trois critères principaux de propension à la conversion pour des agriculteurs conventionnels. Ces trois critères permettent d'analyser la propension à la conversion pour les deux échantillons d'exploitants conventionnels. Concernant cette thématique, le lecteur pourra également se référer à l'article scientifique paru en 2013 dans la revue *Innovations Agronomiques* et intitulé « *Une typologie d'agriculteurs pour étudier les proximités techniques à l'agriculture biologique à l'échelle d'une zone à enjeu eau* » (Gratecap et al., 2013). Cet article est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volume-32-Novembre-2013>. Il traite exclusivement des résultats sur le terrain de Péronnas.

6.2.1.1 Critères de propension à la conversion

Le **premier critère** de propension est établi à partir de l'analyse de la spécificité des postures techniques propres aux agriculteurs biologiques (section 6.1.1). Cette spécificité réside dans **l'importance du principe d'optimisation agronomique** des assolements et des pratiques culturales dans les postures techniques. On constate également que ces enjeux liés à l'amélioration du potentiel productif des sols sur le long terme sont considérés comme fondamentaux dans la décision de conversion par les agriculteurs ayant connu une transition en rupture vers l'AB (section 6.1.3.2). La présence d'éléments de discours technique associés à cette gestion préventive doit ainsi être considérée comme un marqueur fondamental de propension à la conversion lorsqu'elle est identifiée chez les exploitants conventionnels.

Le **deuxième critère** de propension à l'AB est identifié grâce à l'analyse de la diversité des postures techniques chez les agriculteurs biologiques (section 6.1.2). Ce critère est associé à la **recherche d'une autonomie sur l'exploitation par l'agriculteur** : les principes de limitation des intrants et d'autonomisation des systèmes d'élevage sont dominants dans la posture de l'exploitant. Cette posture autonome se traduit principalement par l'absence de rendements objectifs sur les cultures ; contrairement au principe d'optimisation technico-économique qui suppose un ajustement des intrants aux objectifs de rendement, l'exploitant se limite à certaines interventions définies par avance et accepte les variations de rendement induites par les données climatiques annuelles. Si cette posture est évidemment liée à une volonté de réduire les coûts pour améliorer les marges économiques, l'amélioration de ces marges ne fait pas l'objet d'un suivi spécifique par l'agriculteur. La limitation des intrants répond également à un objectif d'indépendance par rapport au système conventionnel de conseil, d'approvisionnement et de collecte des productions. Cette recherche d'indépendance est souvent mentionnée lors de la description par les agriculteurs des transitions vers l'AB. Elle est assortie à un discours très critique sur ce système.

On identifie un **troisième critère** grâce à l'analyse de la diversité des postures techniques en AB. Ce critère repose sur les **principes d'optimisation technico-économique de l'assolement et des**

pratiques culturales : les systèmes de culture font l'objet d'une démarche active et continue d'amélioration des marges économiques par le recours à des ajustements constants des pratiques. Ce pilotage des systèmes de culture repose sur un corps de règles de décision riche et sur l'utilisation d'indicateurs nombreux. Cette posture suppose un certain dynamisme de la part de l'exploitant¹⁰⁵ ; il se traduit par le recours à des techniques complexes et à des essais permettant de réduire les coûts de production tout en maintenant un niveau de rendement considéré comme satisfaisant. L'exploitant mobilise des enregistrements précis et des calculs de marges fréquents pour affiner ses pratiques. Le passage à l'AB peut s'inscrire dans ce type de démarche visant à améliorer les résultats économiques sur l'exploitation. On note ici que les deuxième et troisième critères de propension à la conversion ne sont pas mutuellement exclusifs et peuvent se combiner au sein d'une même trajectoire d'évolution des systèmes de culture.

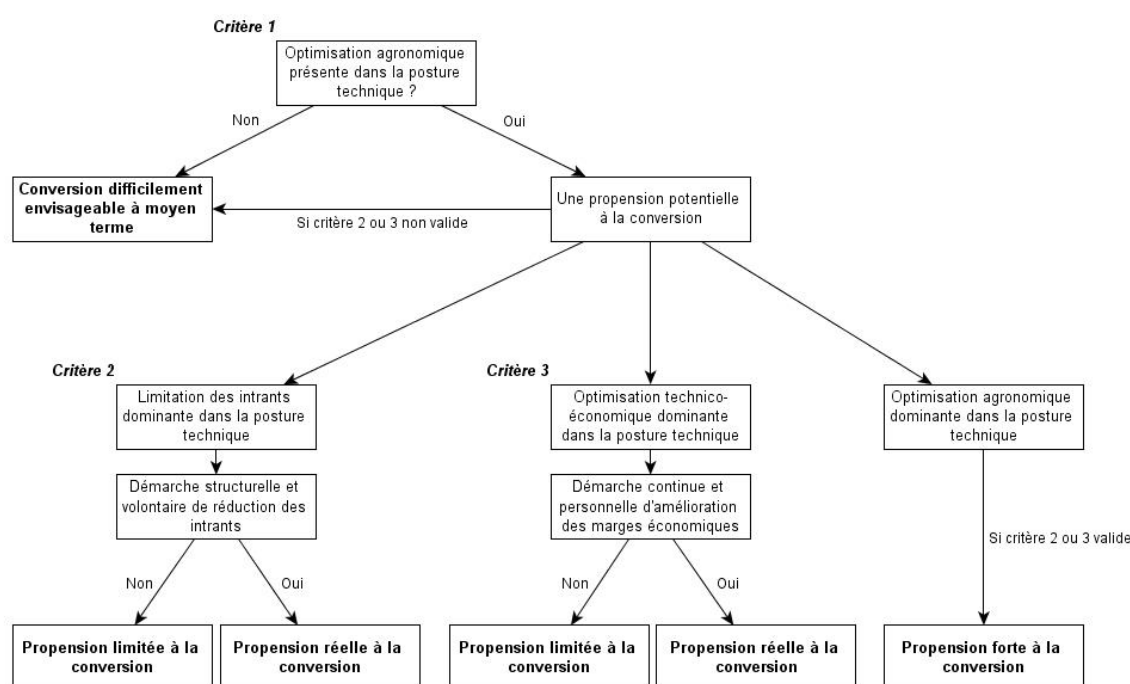


Figure 6.1. Arbre de décision pour l'élaboration de la typologie des degrés de propension à la conversion pour les exploitants conventionnels. L'arbre est valide pour les agriculteurs des deux terrains.

6.2.1.2 Différents degrés de propension à la conversion

Afin d'analyser la propension à la conversion des exploitants conventionnels sur nos échantillons, on présente ici un cadre d'analyse basée sur la posture technique des agriculteurs. On propose

¹⁰⁵ On remarque que de nombreux agriculteurs biologiques mentionnent le passage à l'AB comme un challenge technique stimulant. Le dynamisme technique constituerait à la fois un critère de propension à la conversion et une motivation au passage en AB.

différents degrés de propension à la conversion en fonction des trois critères décrits précédemment. On représente la démarche d'analyse sous la forme d'un arbre de décision (Figure 6.1).

Le premier niveau de l'arbre correspond à la présence d'éléments clés de discours technique associés à une optimisation agronomique des systèmes de culture dans le discours de l'exploitant (critère 1). Etant donnée l'importance des principes d'optimisation agronomique dans la posture des agriculteurs biologiques, l'absence de modalités associées à cette approche préventive de l'organisation des systèmes de culture doit être perçue comme un critère rédhibitoire par rapport à une éventuelle conversion. **On considèrera dans ce cas que la conversion est difficilement envisageable à moyen terme sur l'exploitation.** A l'opposé, si la posture technique de l'agriculteur est dominée par ces principes d'optimisation agronomique de l'assolement et des pratiques culturales, on considèrera que l'agriculteur présente une **propension forte à la conversion**. Ce premier critère doit néanmoins être considéré comme nécessaire mais non suffisant. Il doit être accompagné d'une démarche de réduction des intrants et/ou d'amélioration des marges économiques sur les systèmes de culture.

Si le critère 2 (limitation des intrants dominante dans la posture) et/ou le critère 3 (optimisation technico-économique dominante) sont identifiés chez les agriculteurs conventionnels, la propension dépendra de plusieurs sous-critères que l'on présente ici. Pour le critère 2, on parle d'une **propension réelle à la conversion** si et seulement si i) le principe de limitation des intrants est associé à une optimisation agronomique importante dans la posture technique ii) si la réduction des coûts de production résulte d'une démarche structurelle et volontaire. En effet, la présence du principe de limitation des intrants dans la posture de l'agriculteur peut être associée à des difficultés financières ponctuelles sur l'exploitation (limitation des intrants « subie »). Si l'un de ces deux sous-critères n'est pas rempli, on parlera d'une **propension limitée à la conversion**.

Pour le critère 3, on identifie également deux sous-critères permettant de différencier les deux degrés intermédiaires de propension à la conversion. Pour que l'agriculteur soit considéré comme relevant d'une propension réelle à la conversion, le recours à un principe d'optimisation technico-économique pour l'organisation des systèmes de culture doit s'accompagner d'une optimisation agronomique de l'assolement et/ou des pratiques culturales. La démarche d'amélioration des marges économiques sur l'exploitation doit être continue et approfondie, et doit mobiliser des outils d'aide à la décision, des règles de décision ou des indicateurs propres à l'agriculteur pour l'ajustement des pratiques. En effet, les agriculteurs biologiques sont tous caractérisés par une indépendance décisionnelle forte qui entre en contradiction avec l'importance des technico-commerciaux dans l'organisation des pratiques culturales sur certaines exploitations conventionnelles.

6.2.1.3 Application de ces critères pour l'analyse de la propension à la conversion chez les exploitants conventionnels

En utilisant l'arbre de décision (Figure 6.1) et le descriptif des postures techniques chez les agriculteurs conventionnels des deux échantillons (chapitre 4), on propose la typologie suivante pour les différents degrés de propension à la conversion (Tableau 6.6).

Nombreux sont les exploitants pour lesquels **la conversion semble difficilement envisageable à moyen terme** (Tableau 6.6). Pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay, les maïsiculteurs (groupe A) et

une majorité d'agriculteurs spécialisés (groupe B) ne mobilisent pas les principes d'optimisation agronomique pour l'organisation des systèmes de culture et ne remplissent donc pas le premier critère. De la même façon, ces principes d'action sont absents chez la plupart des éleveurs céréaliers (groupe A), des éleveurs traditionnels (groupe B) et des éleveurs extensifs (groupe C) sur le terrain de Péronnas. Les principes de maximisation de la production et de simplification des pratiques culturales sont souvent dominants dans les postures techniques. Cette combinaison de principes d'action est considérée comme rédhitoire pour la propension à la conversion car ces principes sont antagonistes aux principes de limitation des intrants et d'optimisation technico-économique (critères 2 et 3).

Tableau 6.6. Typologie des degrés de propension à la conversion en fonction des postures techniques chez les exploitants conventionnels (chapitre 4). Le chiffre entre parenthèses correspond au nombre d'exploitants concernés. Les agriculteurs présentant une propension plus élevée à la conversion comparativement aux agriculteurs de leur groupe sont présentés en italique.

Degrés de propension à la conversion l'AB	Terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales)	Terrain de Péronnas (élevage laitier)
Conversion difficilement envisageable	Maïsiculteurs (5) Agriculteurs spécialisés (4)	Eleveurs céréaliers (3) Eleveurs traditionnels (3) Eleveurs extensifs (2)
Propension limitée à la conversion	<i>Agri 05_lapey (agriculteur spécialisé)</i> <i>Agri 12_lapey (agriculteur spécialisé)</i> <i>Agri 17_lapey (agriculteur spécialisé)</i>	<i>Eleveur 24_pero (éleveur céréalier)</i> <i>Eleveur 11_pero (éleveur traditionnel)</i> <i>Eleveur 17_pero (éleveur extensif)</i>
Propension réelle à la conversion	Agriculteurs raisonnés (3)	Eleveurs intégrés (5)
Propension forte à la conversion	<i>13_lapey (agriculteur raisonné)</i>	Eleveurs autonomes (2)

Plusieurs agriculteurs des groupes précédemment cités présentent une **propension limitée à la conversion** (Tableau 6.6). Les principes d'optimisation agronomique des systèmes de culture sont mobilisés à des degrés divers dans les postures techniques. Chez certains agriculteurs spécialisés et chez un éleveur céréalier, l'optimisation technico-économique des pratiques culturales domine mais ne débouche pas encore sur une démarche continue d'amélioration des marges économiques. L'ajustement des pratiques reste largement dépendante des conseils obtenus auprès des technico-commerciaux. Au contraire, chez les exploitants 17_lapey et 17_pero, on observe une démarche individuelle d'amélioration des marges économiques ou de réduction des intrants ; néanmoins, les principes d'optimisation agronomique n'apparaissent que ponctuellement dans le discours de l'agriculteur.

Des agriculteurs avec une **propension réelle à la conversion** sont identifiés sur les deux terrains (Tableau 6.6). Le principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales domine chez les agriculteurs raisonnés (Lapeyrouse-Mornay) et chez certains éleveurs intégrés (Péronnas). Les autres éleveurs du groupe sont caractérisés par un recours constant au principe de limitation des intrants sur culture (critère 2). Tous ces exploitants mobilisent le principe d'optimisation

agronomique dans les modalités d'organisation de l'assolement, sans pour autant que ce principe d'action ne soit dominant.

Les agriculteurs avec une **propension forte à la conversion** sont peu nombreux sur les deux terrains (Tableau 6.6). Contrairement aux exploitations biologiques, les principes d'optimisation agronomique des systèmes de culture sont rarement dominants dans les postures techniques ; les raisonnements à l'origine des pratiques sont majoritairement centrés sur l'échelle du cycle cultural. On identifie malgré tout trois exploitants avec une posture technique directement comparable avec les postures identifiées en AB. Les postures techniques des deux éleveurs autonomes sont caractérisées par une domination des principes d'optimisation agronomique de l'assolement (critère 1) et de limitation des intrants sur culture (critère 2). L'agriculteur 13_lapey combine quant à lui les trois critères de propension à la conversion :

Les marges économiques varient avec le rendement. Les rendements peuvent varier du simple au double, ce sont des choses qu'on n'explique pas toujours. Les rendements c'est de la théorie mais ce n'est pas toujours bon sur le terrain, il suffit qu'on ait un problème climatique et ça varie complètement, c'est loin d'être mathématique. Le prix des intrants joue aussi. Les cours, ça fait tout de suite des différences dans la marge. (...) On a des différences de 50% d'une année à l'autre sans que l'on n'y puisse rien. Pour le reste on est au top, on a tout fait ce qu'on pouvait faire (13_lapey).

Dans cet extrait, l'agriculteur associe des marqueurs du principe d'optimisation technico-économique (mention des marges économiques) et des marqueurs du principe de limitation des intrants (acceptation et intégration des variations de rendement dans le raisonnement des pratiques). Il mentionne une évolution progressive de la posture technique : si le principe de limitation des intrants domine actuellement la posture technique, cette posture découle d'une démarche continue d'amélioration des marges économiques sur le long terme. Cette trajectoire technique est proche de celle identifiée sur plusieurs exploitations biologiques.

La présence, sur les deux terrains, d'agriculteurs avec une propension forte ou certaine à la conversion, met en évidence l'existence de **proximités entre les postures techniques des exploitants biologiques et les postures techniques de certains agriculteurs conventionnels**.

6.2.2 Comparaison des niveaux de pression entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques

Pour analyser l'opportunité d'un développement de l'AB sur les zones à enjeu eau, on dégagera d'abord les spécificités des pressions sur les exploitations biologiques. On comparera ensuite les pressions entre agriculteurs biologiques et agriculteurs conventionnels en intégrant la diversité des postures techniques. On pourra ainsi mettre en balance le différentiel des pressions avec les degrés de propension à la conversion. Enfin, la distribution de ces différents degrés de propension à la conversion sur les zones à enjeu eau sera instruite.

6.2.2.1 Spécificités des pressions associées au lessivage des nitrates en AB

Balances azotées

Si les surplus moyens à l'échelle de l'exploitation sont inférieurs sur les exploitations biologiques¹⁰⁶, la principale spécificité des pressions en AB réside dans **l'absence de surplus élevés sur les systèmes de culture biologiques**. En effet, l'immense majorité de ces systèmes sur les deux terrains sont caractérisés par des surplus azotés inférieurs à 50 kg N/ha/an (Figure 5.10 et Figure 5.11). Contrairement aux systèmes de culture conventionnels, on n'identifie aucun surplus supérieur à 70 kg N/ha/an sur les exploitations en AB.

Les facteurs à l'origine de cet équilibre des balances azotées diffèrent en fonction des exploitations. Chez les éleveurs, la baisse des exportations induite par la diminution des rendements sur cultures est compensée par une baisse importante des inputs à l'échelle des systèmes de culture, baisse que l'on peut associer notamment à l'autonomie complète en azote sur ces exploitations. Contrairement à certaines exploitations conventionnelles, les modalités spécifiques d'organisation des pratiques sur le territoire d'exploitation permettent d'éviter les balances excédentaires. L'équilibre des balances est notamment lié à l'utilisation des rotations mixtes et à une répartition homogène des effluents d'élevage et des restitutions au pâturage sur l'ensemble du territoire d'exploitation.

Chez les exploitants céréaliers du terrain de Lapeyrouse, les balances azotées équilibrées sur les ilots irrigués ne sont pas nécessairement associées à une diminution franche des quantités d'azote apportées. En effet, la plupart des céréaliers biologiques rencontrés assurent un apport fixe et régulier en azote sur les cultures principales. Le maintien de niveaux de rendements élevés en AB et l'introduction dans les rotations de cultures non fertilisées (notamment le soja) sont responsables des surplus réduits sur ces systèmes. Chez l'agriculteur avec une posture bio autonome, les balances azotées sont caractérisées par un excédent nul sur l'ensemble de l'exploitation : cet équilibre des balances est associé à l'autonomie en engrais organique qui induit une réduction drastique des quantités d'azote apportées.

Cet équilibre général des balances azotées sur les deux terrains est à mettre en relation avec les principes d'action spécifiques aux exploitants biologiques. Le principe de limitation des intrants est associé à l'autonomie en engrais organique et à la réduction des apports chez les éleveurs. Le principe d'optimisation agronomique de l'assolement et des pratiques culturales est lié à une meilleure répartition des apports sur le territoire d'exploitation et à une meilleure prise en compte de la fourniture du sol dans le raisonnement de la fertilisation azotée. Il permet de « lisser » les excédents sur le territoire d'exploitation.

Ces principes d'action sont ponctuellement remis en cause et peuvent être à l'origine **d'excédents légèrement supérieurs à la limite de potabilité de l'eau drainée**. A Lapeyrouse-Mornay, certains systèmes de culture conduits en sec présentent des surplus légèrement supérieurs à 50 N/ha/an. Ces excédents sont associés à une prise en compte insuffisante des fournitures du sol dans la fertilisation des céréales à paille après des précédents susceptibles de laisser des reliquats azotés importants (luzerne, soja). A Péronnas, les excédents les plus élevés sont situés sur des parcelles en prairies

¹⁰⁶ Pour Péronnas, le surplus moyen est de 14 kg N/ha/an sur les exploitations biologiques contre 23 kg N/ha/an sur les exploitations conventionnelles. La différence augmente à Lapeyrouse-Mornay à cause de la présence des cultures spécialisées sur les exploitations conventionnelles (29 kg N/ha/an contre 48 kg N/ha/an).

permanentes consacrées au pâturage des vaches laitières sur une exploitation très récemment convertie¹⁰⁷.

Fréquence des sols nus en période d'interculture

Comme les surplus azotés, les surfaces en sol nu en période d'interculture restent réduites sur les exploitations biologiques par rapport aux surfaces observées sur les exploitations conventionnelles. Les exploitations en AB sur le site de Péronnas sont ainsi caractérisées par une **couverture constante des sols lors des périodes de lixiviation** (Figure 5.13). Cette couverture constante est liée à des surfaces limitées en maïs ensilage par rapport aux surfaces en prairie. Le choix des rotations mixtes prairie-cultures permet également de limiter la fréquence des intercultures maïs-maïs, contrairement aux rotations culturales dans lesquelles ces intercultures peuvent intervenir. Plusieurs éleveurs mentionnent enfin la nécessité d'une couverture des sols constante sur l'exploitation pour i) garantir l'autosuffisance en fourrage et ii) limiter la perte des éléments nutritifs vers la zone sous-racinaire.

A Lapeyrouse-Mornay, la part des surfaces en sol nu pendant les périodes d'interculture reste limitée sur les exploitations biologiques : malgré une proportion comparable des cultures de printemps dans les assolements, la surface moyenne en sol nu est de 22% de la SAU sur les exploitations biologiques contre 38% sur les exploitations conventionnelles (Figure 5.12). La fréquence maximum pour les sols nus en période d'interculture sur les systèmes de culture biologiques est d'une année sur deux et reste inférieure à celle observée sur les systèmes conventionnels en monoculture de maïs. Cette couverture des sols plus étendue est associée à l'introduction fréquente du blé dans les rotations irriguées et à l'utilisation systématique des engrais verts entre blé et maïs¹⁰⁸. La couverture du sol est complète sur l'exploitation 18_lapey : l'exploitant choisit d'alterner constamment les cultures de printemps avec les cultures d'hiver, ce qui induit l'absence des intercultures maïs/maïs ou maïs/soja. Ces intercultures ne sont pas couvertes sur les autres exploitations biologiques¹⁰⁹.

Les postures techniques spécifiques aux agriculteurs en AB sont responsables d'une diminution de la fréquence des sols nus en période d'interculture. Le principe d'optimisation agronomique est associé aux modalités d'organisation de l'assolement permettant cette diminution (rotations plus diversifiées, recours systématique aux engrais verts). A Péronnas, le principe d'autonomisation des systèmes d'élevage par l'assolement participe aussi à une couverture constante des sols via le recours aux cultures en dérobées et la diminution de la sole en maïs.

6.2.2.2 Différentiels des pressions et propensions à la conversion

La comparaison simple des niveaux de pression a mis en évidence des pressions moindres sur les systèmes de culture biologiques en ce qui concerne la lixiviation des nitrates. Néanmoins, l'analyse n'intègre pas la diversité des postures techniques chez les agriculteurs conventionnels. Pour instruire l'opportunité d'un développement de l'AB, on combine les résultats relatifs aux pressions par type

¹⁰⁷ Les excédents élevés (entre 50 et 70 N/ha/an) sont liés aux rendements limités des prairies. L'éleveur est en effet confronté à des problèmes de productivité sur prairies depuis la conversion et doit faire évoluer ses mélanges pour les adapter à la conduite en AB.

¹⁰⁸ On note ici que ces engrais verts sont également utilisés entre deux cultures d'hiver, ce qui n'est pas le cas sur les exploitations conventionnelles.

¹⁰⁹ On rappelle ici que le mulch n'est pas considéré comme un couvert dans cette étude (annexe 8).

d'agriculteurs (chapitre 5) à ceux sur la propension à la conversion (section 6.2.1). On souhaite tester ici les liens entre propension à la conversion et différentiel de pressions entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques. Le Tableau 6.7 et le Tableau 6.8 présentent cette comparaison sur les deux terrains.

Différentiels des pressions sur la lixiviation des nitrates

Sur les deux terrains, les différentiels de pressions les plus importants avec les pressions en AB sont identifiés chez les agriculteurs pour lesquels une conversion est difficilement envisageable. **Les excédents les plus élevés des balances azotées sont ainsi principalement identifiés chez des exploitants avec une propension très faible à la conversion.** La plupart des maïsiculteurs et des agriculteurs spécialisés sont concernés à Lapeyrouse-Mornay (Tableau 6.7). A Péronnas, des éleveurs céréaliers, traditionnels et extensifs sont caractérisés conjointement par l'apparition de surplus élevés et par une propension très faible à la conversion (Tableau 6.8). A l'inverse, **les exploitants présentant des degrés élevés de propension à la conversion sont caractérisés par des excédents des balances azotées plus limités, comparables à ceux identifiés en AB.** A Péronnas, les éleveurs avec des propensions réelles ou fortes à la conversion présentent tous des balances azotées relativement équilibrées. On observe les mêmes résultats pour la majorité des agriculteurs raisonnés à Lapeyrouse-Mornay. Les balances azotées sur les ilots non irrigués semblent même légèrement mieux équilibrées sur ces exploitations conventionnelles (Figure 5.10). Néanmoins, lorsque l'on compare les balances azotées chez les agriculteurs raisonnés et les balances chez l'exploitant 18_pero (posture bio extensive), la comparaison devient favorable à l'agriculteur biologique. Les surplus calculés chez ce dernier sont en effet nuls, donc globalement inférieurs aux excédents identifiés chez les agriculteurs avec une propension élevée à la conversion.

Si l'on identifie un lien évident entre propension à la conversion et différentiel des balances azotées, des **exceptions notables** apparaissent néanmoins. Ces exceptions sont plus nombreuses à Lapeyrouse-Mornay, où l'on identifie trois exploitants avec une propension limitée ou réelle à la conversion qui présentent des excédents importants sur certains ilots. Les systèmes de culture concernés sont dominés par les cultures spécialisées, associées à des surplus élevés. A Péronnas, des excédents très élevés sont identifiés chez un éleveur (24_pero) présentant une propension limitée à la conversion.

Tableau 6.7. Différentiel des pressions entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques sur la lixiviation des nitrates pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay. Comparaison avec la propension à la conversion à l'AB.

Comparaison des pressions avec les EA en AB – Lapeyrouse-Mornay	Conversion difficilement envisageable	Propension limitée à la conversion	Propension réelle à la conversion	Propension forte à la conversion
Pas de différence nette des balances azotées sur le territoire d'EA	<i>1 maïsiculteur</i>	<i>1 agriculteur spécialisé</i>	<i>2 agriculteurs raisonnés</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>
Excédents plus élevés sur ilots avec cultures spécialisées uniquement	<i>4 agriculteurs spécialisés</i>	<i>2 agriculteurs spécialisés</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>	
Excédents plus élevés sur ilots irrigués uniquement	<i>2 maïsiculteurs</i>			
Excédents plus élevés sur ilots irrigués et/ou ilots non irrigués	<i>2 maïsiculteurs</i>			
Fréquences des sols nus comparables sur l'intégralité du territoire d'EA	<i>3 agriculteurs spécialisés</i>		<i>2 agriculteurs raisonnés</i>	
Fréquences des sols nus plus élevées sur ilots en monoculture de maïs uniquement		<i>2 agriculteurs spécialisés</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>
Fréquences des sols nus plus élevées sur ilots non irrigués uniquement		<i>1 agriculteur spécialisé</i>		
Fréquences des sols nus plus élevées sur l'intégralité du territoire d'EA	<i>5 maïsiculteurs</i> <i>1 agriculteur spécialisé</i>			
IFT moyen inférieur à 2	<i>1 maïsiculteur</i>		<i>1 agriculteur raisonné</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>
IFT moyen compris entre 2 et 2,5	<i>1 maïsiculteur</i> <i>1 agriculteur spécialisé</i>	<i>1 agriculteur spécialisé</i>		
IFT moyen supérieur à 2,5	<i>3 maïsiculteurs</i> <i>3 agriculteurs spécialisés</i>	<i>2 agriculteurs spécialisés</i>	<i>2 agriculteurs raisonnés</i>	
IFT herbicide moyen inférieur à 1,5	<i>2 agriculteurs spécialisés</i>	<i>1 agriculteur spécialisé</i>	<i>2 agriculteurs raisonnés</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>
IFT herbicide moyen compris entre 1,5 et 2	<i>2 maïsiculteurs</i> <i>1 agriculteur spécialisé</i>	<i>2 agriculteurs spécialisés</i>	<i>1 agriculteur raisonné</i>	
IFT herbicide moyen supérieur à 2	<i>3 maïsiculteurs</i> <i>1 agriculteur spécialisé</i>			

Tableau 6.8. Différentiel des pressions entre éleveurs conventionnels et éleveurs biologiques sur la lixiviation des nitrates pour le terrain de Péronnas. Comparaison avec la propension à la conversion à l'AB.

Comparaison des pressions avec les EA en AB – Péronnas	Conversion difficilement envisageable	Propension limitée à la conversion	Propension réelle à la conversion	Propension forte à la conversion
Pas de différence nette des balances azotées sur le territoire d'EA	<i>1 éleveur céréalier</i>	<i>1 éleveur traditionnel</i> <i>1 éleveur extensif</i>	<i>5 éleveurs intégrés</i>	<i>2 éleveurs autonomes</i>
Excédents plus élevés sur ilots en prairies permanentes uniquement	<i>1 éleveur extensif</i> <i>1 éleveur traditionnel</i>			
Excédents plus élevés sur ilots en cultures uniquement	<i>1 éleveur traditionnel</i> <i>1 éleveur extensif</i>	<i>1 éleveur céréalier</i>		
Excédents plus élevés sur les deux types d'ilots	<i>2 éleveurs céréaliers</i> <i>1 éleveur traditionnel</i>			
Fréquences des sols nus comparables sur l'intégralité du territoire d'EA		<i>1 éleveur extensif</i>	<i>5 éleveurs intégrés</i>	<i>2 éleveurs autonomes</i>
Fréquences des sols nus plus élevées sur les ilots cultivés	<i>3 éleveurs céréaliers</i> <i>1 éleveur traditionnel</i> <i>1 éleveur extensif</i>	<i>1 éleveur traditionnel</i>		
Fréquences des sols nus élevées, et beaucoup plus élevées sur certains ilots cultivées	<i>2 éleveurs traditionnels</i> <i>1 éleveur extensif</i>	<i>1 éleveur céréalier</i>		
IFT moyen sur culture inférieure à 1				<i>1 éleveur autonome</i>
IFT moyen sur culture compris entre 1 et 2	<i>2 éleveurs extensifs</i> <i>1 éleveur céréalier</i>	<i>1 éleveur traditionnel</i> <i>1 éleveur extensif</i>	<i>3 éleveurs intégrés</i>	<i>1 éleveur autonome</i>
IFT moyen sur culture supérieur à 2	<i>3 éleveurs traditionnels</i> <i>3 éleveurs céréaliers</i>		<i>2 éleveurs intégrés</i>	
IFT herbicide moyen sur culture inférieure à 1,25		<i>1 éleveur céréalier</i> <i>1 éleveur traditionnel</i> <i>1 éleveur extensif</i>	<i>2 éleveurs intégrés</i>	<i>2 éleveurs autonomes</i>
IFT herbicide moyen sur culture compris entre 1,25 et 1,5	<i>3 éleveurs céréaliers</i> <i>1 éleveur traditionnel</i> <i>2 éleveurs extensifs</i>		<i>1 éleveur intégré</i>	
IFT herbicide moyen sur culture supérieur à 1,5	<i>2 éleveurs traditionnels</i>		<i>2 éleveurs intégrés</i>	

Les différentiels des fréquences des sols nus en période d'interculture présentent un schéma globalement similaire aux différentiels sur les balances azotées. Sur les deux terrains, les fréquences des sols nus en période d'interculture sont plus élevées chez les agriculteurs pour lesquels la conversion est difficilement envisageable à moyen terme. A Péronnas, les éleveurs avec une propension réelle ou forte à la conversion sont caractérisés par des couvertures du sol quasiment exhaustives en période d'interculture (Tableau 6.8). A l'inverse, la majorité des exploitants avec des fréquences élevées des sols nus sur certains ilots présentent des propensions très faibles à la conversion. On note néanmoins que deux éleveurs avec une propension limitée pourraient améliorer la couverture du sol sur les ilots en culture¹¹⁰. A Lapeyrouse Mornay, les exploitants caractérisés conjointement par une propension à la conversion et par l'apparition de fréquences élevées des sols nus sont plus nombreux (Tableau 6.7). Les ilots irrigués présentent souvent des couvertures des sols plus exhaustives chez les exploitants biologiques lorsqu'on les compare avec les couvertures du sol chez les agriculteurs raisonnés.

Différentiels des pressions sur le recours aux pesticides

Sur les deux terrains, les agriculteurs avec une propension forte à la conversion sont caractérisés par un recours limité aux pesticides, avec des IFT moyens inférieurs à 2 et des IFT herbicides inférieurs à 1,5. A Péronnas, ce type de posture technique peut aboutir à des impasses systématiques sur les fongicides et les insecticides, et à des utilisations très ponctuelles d'herbicides.

Les résultats sont moins nets pour les exploitants caractérisés par une propension réelle ou limitée à la conversion. On identifie en effet, sur les deux terrains, des exploitants avec un niveau relativement élevé de recours aux pesticides. A Lapeyrouse, quatre de ces exploitants présentent des IFT moyens supérieurs à 2,5 (Tableau 6.7). Ces IFT relativement élevés sont parfois liés à la présence de cultures spécialisées dans l'assolement, mais peuvent également être identifiés sur des exploitations où ces cultures ne sont pas mobilisées. Les éleveurs associant propension à la conversion et recours élevé aux pesticides sont moins nombreux à Péronnas : parmi les huit éleveurs avec des IFT moyens sur cultures supérieurs à 2, seulement deux présentent des marques d'une propension à la conversion (Tableau 6.8).

A Lapeyrouse-Mornay, le recours aux herbicides est réduit chez les agriculteurs avec une propension réelle ou limitée à la conversion. Chez ces exploitants, l'IFT herbicide moyen ne dépasse jamais 2, et est souvent inférieurs à 1,5. Les niveaux de pressions maximum ne concernent que des agriculteurs chez qui la conversion serait peu envisageable. A Péronnas, deux éleveurs avec une propension réelle à la conversion présentent des IFT herbicides relativement élevés, supérieurs à 1,5.

6.2.2.1 Localisation des exploitations sur la zone à enjeu eau et propensions à la conversion

Pour finaliser l'évaluation de la contribution potentielle de l'AB à la préservation de la qualité des eaux sur nos deux territoires, on présente deux cartes figurant la distribution des degrés de propension à la conversion sur les zones à enjeu eau. A Lapeyrouse-Mornay (Figure 6.2), **on identifie des agriculteurs avec une propension élevée à la conversion et concernés par l'AAC.** Néanmoins, les surfaces situées dans la zone la plus vulnérable sont fortement réduites. **Les agriculteurs pour**

¹¹⁰ Parmi eux, un exploitant présentait déjà des balances azotées excédentaires sur ces ilots.

lesquels la conversion serait difficilement envisageable occupent une part importante des terres situées sur la terrasse basse, à proximité directe des captages.

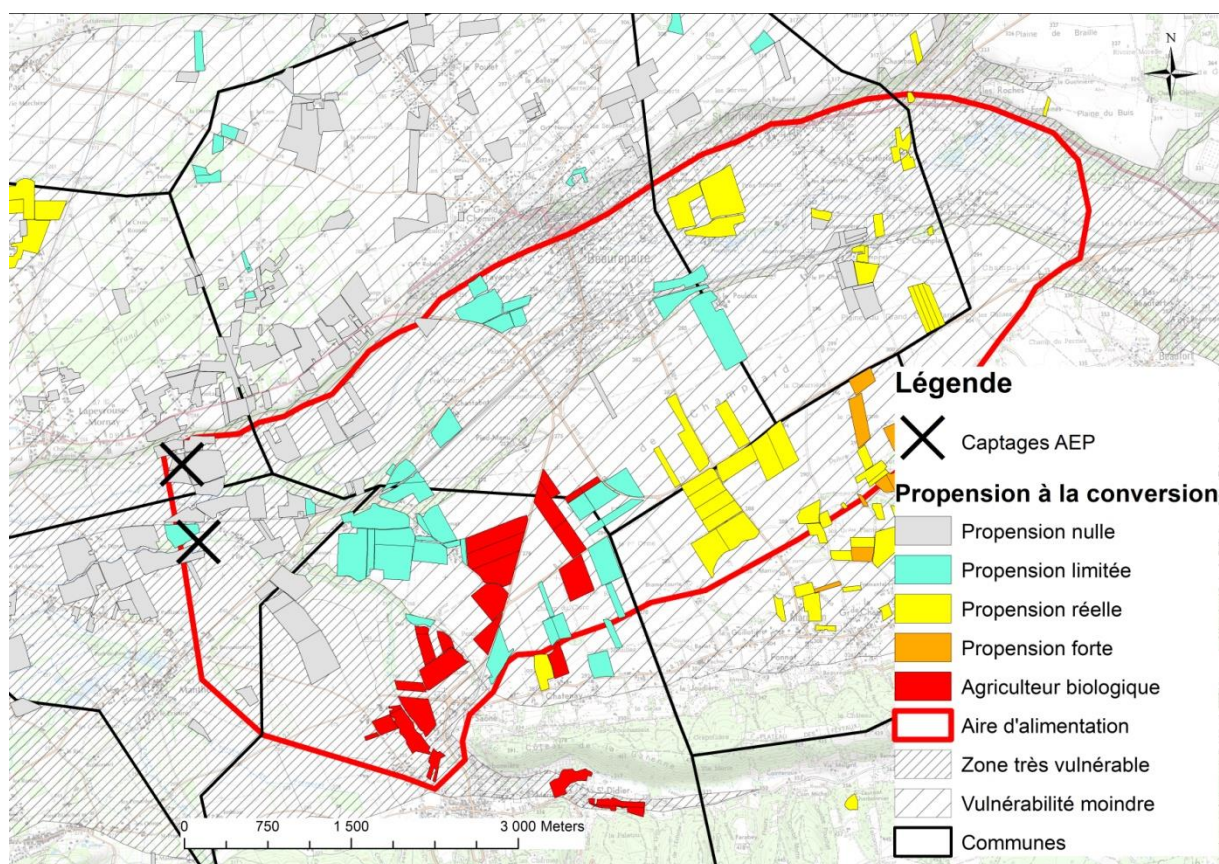


Figure 6.2. Distribution des différents degrés de propension à la conversion sur la zone à enjeu eau de Lapeyrouse-Mornay. Des agriculteurs avec une propension élevée à la conversion et concernés par l'AAC sont identifiés. Néanmoins, ces agriculteurs sont rarement identifiés dans la zone la plus vulnérable.

De la même façon, les éleveurs avec une propension réelle à la conversion sont plus nombreux hors de l'AAC sur le terrain de Péronnas (Figure 6.3). Seuls trois exploitants sont identifiés sur l'AAC. A l'inverse, les surfaces pour lesquelles une conversion serait difficilement envisageable sont dominantes sur l'AAC, en particulier sur le secteur le plus vulnérable. **La distribution des degrés de propension à la conversion sur les deux terrains nous invite à relativiser l'impact potentiel d'un développement de l'AB sur ces zones à enjeu eau.**

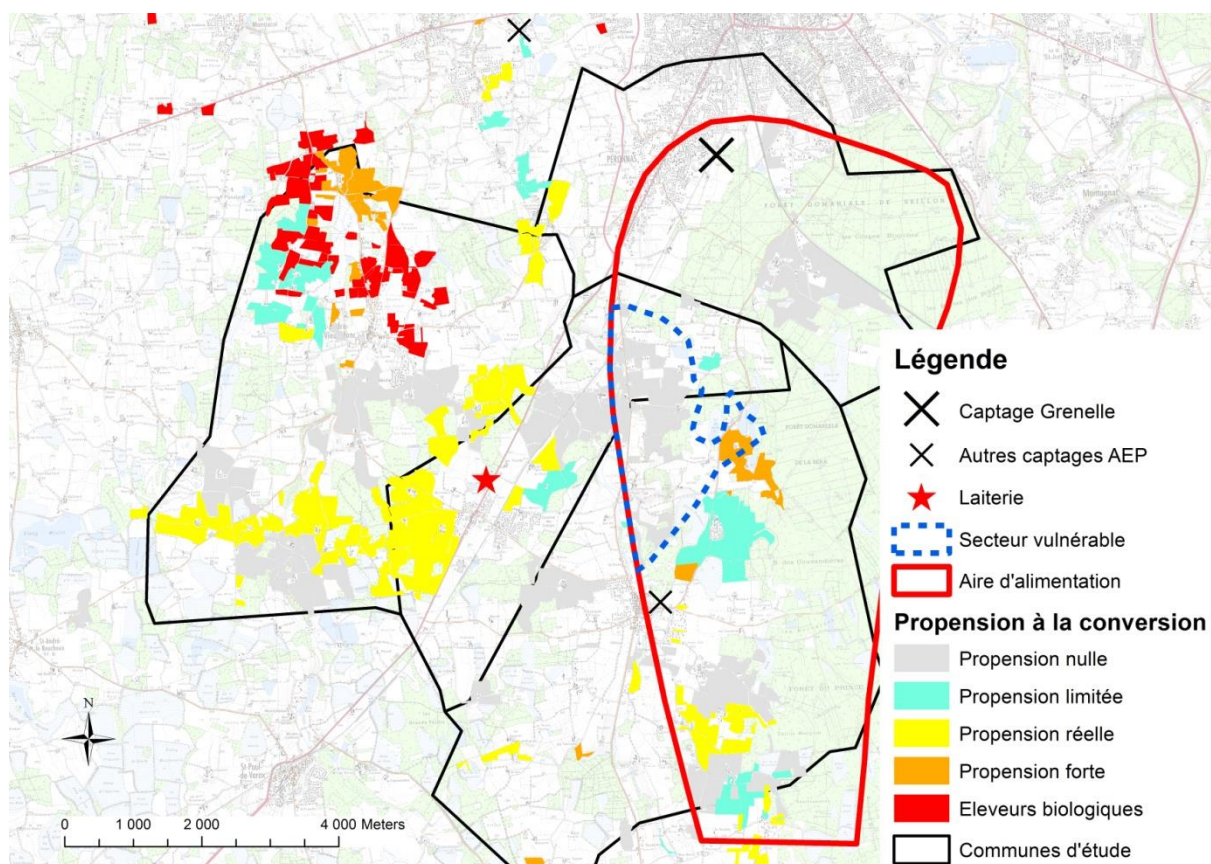


Figure 6.3. Distribution des différents degrés de propension à la conversion sur la zone à enjeu eau de Péronnas. Des agriculteurs avec une propension élevée à la conversion et concernés par l'AAC sont identifiés. Néanmoins, les surfaces concernées sont réduites : les éleveurs pour lesquels la conversion est difficilement envisageable occupent des surfaces importantes sur l'AAC.

De ce dernier chapitre de résultats, nous retenons les points suivants :

- Les principes d'action décrits lors de l'analyse des éléments clés de discours technique chez les agriculteurs conventionnels peuvent être utilisés pour décrire les postures techniques en AB. Cette analyse renforce la généralité du cadre méthodologique développé ici.
- La principale spécificité des agriculteurs biologiques réside dans l'importance du principe d'optimisation agronomique des assolements et des pratiques culturales dans les postures techniques. Elle traduit un changement d'échelle temporelle pour l'organisation des systèmes de culture, avec une gestion orientée sur le long terme.
- Malgré un socle technique commun aux agriculteurs en AB, on identifie plusieurs postures techniques chez les agriculteurs biologiques. La diversité des postures techniques sur les exploitations biologiques des deux terrains peut être résumée par un gradient d'intensité des systèmes de culture.
- Les transitions vers l'AB sont caractérisées par une certaine continuité des postures techniques sur les exploitations en élevage laitier (Péronnas). Au contraire, on constate au cours de la conversion une rupture importante des principes d'action à l'origine des systèmes de culture chez les céréaliers (Lapeyrouse-Mornay). Malgré cette rupture, on identifie des antécédents des principes d'action en AB dans les discours relatifs aux motivations à l'origine de la conversion.
L'hypothèse 3.a, relative à l'existence d'antécédents à l'évolution des postures techniques en AB, est validée sur les deux terrains.
- **Trois critères de propension à la conversion** sont identifiés grâce à l'analyse des postures techniques en AB. Ces trois critères sont à l'origine d'une classification des agriculteurs conventionnels en **quatre degrés de propension à la conversion**.
- La présence, sur les deux terrains, d'agriculteurs avec une propension réelle et forte à la conversion, met en évidence l'existence de **proximités entre les postures techniques des exploitants biologiques et les postures techniques de certains agriculteurs conventionnels**. A partir de ces résultats, on valide **l'hypothèse 3.b**. Néanmoins, les exploitants présentant une propension forte à la conversion sont peu nombreux.
- Les indicateurs relatifs à la lixiviation des nitrates présentent des valeurs réduites et assez homogènes sur les systèmes de culture biologiques. Les spécificités des postures techniques en AB sont responsables d'une diminution globale des pressions sur la lixiviation des nitrates par rapport aux exploitations conventionnelles.
- Les résultats relatifs aux différentiels des pressions par types de postures techniques nous conduisent à **valider l'hypothèse 3.c : plus la propension à la conversion est forte chez un agriculteur conventionnel, moins le différentiel de pressions avec les agriculteurs biologiques est important**. Ces résultats, ainsi que la distribution spatiale des degrés de propension à la conversion sur les deux terrains, nous invitent à **relativiser l'impact potentiel d'un développement de l'AB** en ce qui concerne la réduction des concentrations sur ces zones à enjeu eau.

Chapitre 7

Discussion générale

7.1 Opportunité d'un développement de l'AB pour préserver la ressource en eau

Ce travail de thèse visait à mieux définir l'opportunité réelle d'un développement de l'AB sur des zones à enjeu eau. L'objectif de la thèse était d'évaluer conjointement la faisabilité des conversions sur les exploitations concernées par les AAC et l'efficacité de ces conversions par rapport aux enjeux de reconquête de la qualité de l'eau. La contribution potentielle de l'AB doit être évaluée en comparaison avec l'impact potentiel d'un approfondissement des logiques associées à l'agriculture raisonnée. On présente ici les éléments de réponse tirés de nos résultats, les limites de la méthode utilisée et les perspectives d'amélioration pour une caractérisation plus fine de ces opportunités.

7.1.1 Les éléments de réponse apportés

7.1.1.1 Le paradigme d'une agriculture raisonnée à l'épreuve de la préservation des ressources en eau

L'approfondissement des logiques associées à l'agriculture raisonnée constitue une alternative à la conversion à l'AB très souvent mise en avant par les agriculteurs rencontrés. Selon ces agriculteurs, **le raisonnement accru des pratiques de fertilisation permettrait de réduire les charges sur les cultures et les pressions relatives à la lixiviation des nitrates**. Pour tester les liens entre le paradigme de l'agriculture raisonnée et son impact environnemental, l'étude croisée des principes d'action et des niveaux de pression (chapitre 5) s'avère utile. En effet, on peut associer ce paradigme au principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales, qui repose sur des ajustements de l'utilisation des intrants visant à limiter les coûts de productions. Le recours à ce principe d'action devrait permettre de réduire fortement les pressions, tout au moins d'éviter les systèmes à risque. Les résultats produits au cours de ce travail invalident clairement cette hypothèse : l'analyse croisée des indicateurs et des postures techniques met en évidence **des hiatus entre les discours sur l'agriculture raisonnée et les résultats réels en termes de réduction des pressions**.

Sur les deux terrains, les exploitants caractérisés par des postures intensives techniques ont recours au principe d'optimisation technico-économique et présentent dans un même temps des valeurs de surplus très élevées sur certains systèmes de culture. C'est le cas notamment des agriculteurs spécialisés sur les systèmes en monoculture de maïs semence ou de tabac, et des éleveurs céréaliers sur les systèmes en rotation culturale. **Le respect des quantités d'azote recommandées**, calculées via le plan de fumure ou d'autres outils d'aide à la décision, **ne garantit pas nécessairement un équilibre de la balance azotée à l'échelle du système de culture**. Ces résultats concordent avec les travaux basés sur des calculs de balances azotées réalisés dans le bassin de la Seine (Anglade *et al.*, 2013). On remarque également que le recours à des pratiques d'ajustement des itinéraires de désherbage ne débouche que rarement sur des réductions de doses ou sur des impasses dans les traitements qui permettraient une diminution nette des IFT herbicides.

Pour tous ces systèmes, **une amélioration incrémentielle des systèmes de culture concernés semble nettement insuffisante pour envisager une réduction durable des niveaux de pressions observés**. Cette réduction pourrait passer par une transformation forte des conceptions à l'origine des systèmes de culture, avec un recours plus importants aux principes d'optimisation agronomique

et/ou de limitation des intrants. Parce qu'elle induit des éléments de contraintes (cahier des charges, prix des intrants biologiques) et des évolutions des systèmes de production¹¹¹, **la conversion à l'AB constitue une voie pertinente pour opérer cette transformation des postures techniques et réduire durablement les pressions.**

7.1.1.2 Des pressions limitées sur les systèmes de culture biologiques

Contrairement à de nombreux travaux comparatifs sur la lixiviation des nitrates entre systèmes biologiques et conventionnels, **l'analyse de la contribution potentielle de l'AB remplit les critères de comparabilité et de représentativité.** Les systèmes de culture biologiques et conventionnels sont situés sur un même territoire et dans des systèmes de production comparables. La diversité des systèmes de culture est prise en compte.

L'AB répond clairement aux enjeux de réduction des pressions associées à la lixiviation des nitrates et des pesticides sur les deux terrains. Deux indicateurs importants lorsqu'il s'agit d'évaluer les dynamiques de lixiviation des nitrates présentent des valeurs favorables aux systèmes de culture biologiques. Les balances azotées sont mieux équilibrées et les surfaces en sol nu en période d'interculture sont inférieures sur les exploitations biologiques. Au vu de la diminution des pressions observées sur les systèmes de culture biologiques, **un développement exhaustif de l'AB à l'échelle des zones à enjeu eau entrainerait très probablement une réduction des transferts de nitrates** vers la zone sous-racinaire. A l'inverse, une augmentation des quantités lixiviées sur le long terme suite à une conversion à l'AB apparaît comme hautement improbable. Nos résultats sont concordants avec les simulations produites par Thieu *et al.* (2011) qui mettent en évidence un retour au bon état écologique des eaux en cas de conversion exhaustive à l'AB sur plusieurs grands bassins versants.

Les différences de balances azotées entre exploitations conventionnelles et exploitations biologiques sont concordantes avec les résultats observés dans la littérature. Plusieurs études mettent en effet en évidence une réduction des bilans azotés, qu'ils soient calculés à l'échelle du système de culture (Anglade *et al.*, 2013; Hansen *et al.*, 2000a) ou de l'exploitation (Caplat, 2006; Dalgaard *et al.*, 2002; Halberg *et al.*, 1995). Nos travaux apportent un élément supplémentaire, relatif à l'homogénéité forte des balances azotées sur les territoires des exploitations biologiques. En effet, contrairement aux exploitations conventionnelles sur lesquelles ont été identifiés des ilots avec des surplus élevés de la balance azotée, **les excédents forts sont très rares sur les ilots conduits en AB.** Les valeurs des balances azotées sont très souvent inférieures à la limite de potabilité de l'eau drainée. Cette homogénéité spatiale permet d'éviter des situations à risques où coïncident hauts niveaux de pressions et vulnérabilité forte des parcelles à la lixiviation.

Ces valeurs d'indicateurs limitées sur les systèmes de culture biologiques sont associées à des spécificités des pratiques en AB. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces spécificités ne sont pas nécessairement associées à une réduction nette des quantités d'azote apportées par rapport aux systèmes conventionnels. Certains agriculteurs biologiques spécialisés dans les productions céréalières utilisent ainsi des quantités d'azote relativement importantes sur certaines cultures, sans que cela n'entraîne des déséquilibres forts des balances azotées. Plus que le principe de limitation des

¹¹¹ Parmi ces évolutions des systèmes de production, on peut mentionner l'abandon des cultures spécialisées. En effet, il n'existe pas sur le territoire de Lapeyrouse-Mornay de débouchés en AB pour le maïs semence et le tabac.

intrants, **la réduction des niveaux de pressions sur les systèmes de culture biologiques est associée à une gestion du potentiel productif sur le long terme.** En effet, les principes d'optimisation agronomique de l'assolement et des pratiques culturales sont spécifiques aux postures techniques en AB. Le recours à ces principes d'action est lié à des modalités d'organisation des systèmes bénéfiques par rapport aux enjeux de lixiviation des nitrates¹¹².

7.1.1.3 Des opportunités actuellement à relativiser sur les deux terrains

Un potentiel réduit pour le développement de l'AB sur les AAC

Malgré l'impact positif de l'AB sur la réduction des pressions, on identifie plusieurs facteurs qui contribuent à relativiser l'opportunité d'un développement de l'AB sur les zones à enjeu eau. On constate i) que **peu d'exploitants présentent une propension élevée à la conversion dans nos deux échantillons** et ii) que **les exploitants avec une propension élevée à la conversion ne sont que rarement concernés par l'AAC et les secteurs les plus vulnérables sur nos deux territoires.** Le passage à l'AB nécessiterait donc des évolutions importantes des postures techniques et est donc difficilement envisageable à moyen terme. Des apprentissages seraient nécessaires pour faire évoluer les conceptions à l'origine des modalités d'organisation des systèmes de culture (Chantre, 2011). Des efforts d'animation importants devraient être réalisés par les gestionnaires de l'eau pour accompagner ces processus d'apprentissages. Même en admettant que l'ensemble des agriculteurs concernés veuillent se convertir, l'hypothèse d'un développement de l'AB à l'échelle des AAC reste très difficilement réalisable. Elle se heurterait nécessairement aux savoirs techniques limités de la majorité des agriculteurs sur les techniques alternatives associées à la production en AB (Sutherland, 2011).

Nos résultats illustrent clairement **les difficultés associées au développement territorialisé des conversions à l'AB sur des zones à enjeu** (Barataud *et al.*, 2014; Petit, 2013). Ces études mettent en évidence l'écart entre les dynamiques individuelles -celles des agriculteurs- et les dynamiques collectives voulues par le gestionnaire de l'eau qui souhaiterait développer l'AB pour répondre à un enjeu environnemental circonscrit dans l'espace. Sur nos deux territoires, les facteurs physiques et/ou historiques qui jouent sur la distribution des postures techniques apparaissent globalement défavorables à une éventuelle dynamique de développement sur les AAC. Nos résultats rejoignent les études qui mettent en évidence la sous-représentation actuelle de l'AB sur les AAC (Barataud, 2013) et sur les zones vulnérables au titre de la Directive Nitrate (Allaire *et al.*, 2013a).

Un impact potentiellement limité des conversions à moyen terme

Nos travaux sur les principes d'action mettent en évidence un **lien net entre le degré de propension à la conversion de l'agriculteur et les niveaux de pressions identifiés sur le territoire d'exploitation** : plus l'agriculteur mobilise des conceptions éloignées de celles identifiées chez les agriculteurs biologiques, plus les pressions sont importantes. A l'inverse, les agriculteurs présentant des degrés élevés de propension à la conversion sont caractérisés par des systèmes de culture plus équilibrés. Ce constat simple -mais qu'il fallait démontrer- participe à réduire l'opportunité d'un développement

¹¹² Parmi les modalités d'organisation associés aux principes d'optimisation agronomique et permettant la diminution des pressions, on peut citer par exemple une meilleure répartition des apports organiques via une diffusion des effluents et l'équilibre cultures d'hiver-cultures de printemps dans les successions culturales.

de l'AB sur les AAC : **le passage en AB d'exploitants avec une propension élevée à la conversion n'aurait sans doute qu'un impact limité sur la diminution des pressions relatives à la lixiviation des nitrates**. C'est particulièrement évident sur les exploitations en polyculture-élevage : les éleveurs avec une propension réelle ou forte à la conversion présentent des valeurs de balances azotées et des fréquences des sols nus en interculture comparables à celles observées sur les exploitations biologiques. Les marges de progrès semblent légèrement plus élevées dans les systèmes céréaliers : la conversion des agriculteurs avec une propension réelle ou forte permettrait d'améliorer sensiblement la couverture des sols en période d'interculture sur les ilots irrigués. Néanmoins, pour envisager une réelle diminution des balances azotées, la conversion devra s'orienter vers des systèmes de culture biologiques autonomes et plus extensifs, ce qui implique une transformation radicale -donc peu probable- des postures techniques.

Ces conclusions entrent en contradiction avec les résultats des suivis longitudinaux, qui mettent en évidence une diminution nette des quantités d'azote lixiviées suite à la conversion (Benoit *et al.*, 2005; Honisch *et al.*, 2002; Smukler *et al.*, 2008). On avance deux explications à l'origine de cette divergence. Premièrement, les résultats sont évidemment dépendants du processus de transition vers l'AB observé sur l'exploitation soumise à l'expérimentation : ce type de suivis longitudinaux est souvent réalisé sur des fermes expérimentales et intègre ainsi des évolutions des systèmes de culture peu représentatives des évolutions que l'on pourrait observer sur une exploitation normale (Honisch *et al.*, 2002). Ces différences de résultats peuvent être aussi liées à la méthode d'évaluation choisie : en effet, là où ces études réalisent des suivis des quantités lixiviées, nous ne mobilisons que des indicateurs simples de pressions (section 7.1.2).

Les situations dans lesquelles la conversion aurait un impact fort sur la diminution des pressions sont peu envisageables car elles impliquent une rupture radicale avec les postures techniques actuelles. Dans ces conditions, **l'installation d'agriculteurs biologiques** sur des terres appartenant précédemment à des exploitants conventionnels à la retraite **constitue une opportunité intéressante pour faire évoluer la qualité des eaux drainées sur l'AAC**.

7.1.2 Les limites de la méthode d'évaluation de la contribution de l'AB

Afin de mettre en perspective nos résultats, les limites de la méthode d'évaluation et leur influence sur les conclusions de l'étude doivent être définies¹¹³. Notre analyse des phénomènes de lixiviation se limite aux pressions, c'est-à-dire au rôle des pratiques agricoles sur la disponibilité des polluants pour les phénomènes de lixiviation (Bockstaller et Girardin, 2007). Les pressions relatives à la lixiviation des nitrates sont évaluées à l'aide des deux indicateurs complémentaires que l'on considère comme les plus pertinents pour décrire l'impact potentiel des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau. Ce choix assumé nous a permis d'analyser la variabilité des pressions sur des systèmes de culture très diversifiés (chapitre 5) et de présenter de manière simple les résultats de l'étude aux gestionnaires locaux de l'eau et aux agriculteurs. Notre méthode présente néanmoins certaines limites par rapport à d'autres méthodes plus fines d'évaluation des risques associés aux systèmes de culture.

¹¹³ Seule la méthode d'évaluation relative à la lixiviation des nitrates sera discutée ici.

Plusieurs facteurs de pression ne sont pas pris en compte dans l'évaluation : timing, forme et fractionnement des apports, modalités de travail du sol, gestion des retournements de prairies (Baker, 2001; Di et Cameron, 2002). Certains facteurs de pressions apparaissent plus spécifiquement dans les systèmes biologiques (Scheller et Vogtmann, 1995). On présente dans l'encadré 4 les facteurs non pris en compte dans l'analyse mais susceptibles d'influencer la contribution de l'AB à la restauration de la ressource en eau sur nos deux terrains.

Le risque de lixiviation n'est pas traité, car les conditions pédoclimatiques influant sur les processus de transferts ne sont pas intégrées. Des indicateurs composites sont pourtant proposés dans la littérature (Bockstaller *et al.*, 2009)¹¹⁴. Néanmoins, en l'absence de données sur les quantités réellement lixiviées, ces indicateurs sont difficiles à valider (Bockstaller et Girardin, 2003). Dans ces conditions, la pertinence de la procédure de pondération et d'agrégation des différentes composantes du risque est remise en cause. Enfin, notre analyse intègre des systèmes de culture mixtes et/ou biologiques qui sortent probablement du domaine de validité d'indicateurs calculés sur une base annuelle¹¹⁵.

La question du lien entre les indicateurs de pressions et l'état de la ressource n'est pas prise en compte (Bockstaller *et al.*, 2008a). En effet, la méthode d'évaluation n'intègre pas les flux de polluants qui aboutissent à la contamination de l'aquifère par les nitrates et les pesticides¹¹⁶. Une démarche de modélisation associant des modèles agronomiques, hydrologiques et hydrogéologiques, et basée sur des scénarios climatiques, est nécessaire pour simuler l'évolution des concentrations mesurées au captage (Comte *et al.*, 2006; Kersebaum *et al.*, 2003; Laurent *et al.*, 2007; Ledoux *et al.*, 2007). Ce type d'approche, bien que difficilement envisageable sur les deux territoires à cause des restrictions actuelles en matière de données disponibles et de la lourdeur du dispositif, présente l'intérêt de répondre à la question des surfaces à convertir en AB pour répondre à l'objectif qualitatif fixé par les gestionnaires.

¹¹⁴ On peut citer par exemple l'indicateur I_{NO_3} de la méthode INDIGO© (Bockstaller et Girardin, 2007; Bockstaller *et al.*, 1997) qui estime les pertes d'azote annuelles, et l'indicateur MERLIN (Aveline *et al.*, 2009), qui s'exprime sous la forme d'une note qualitative de risques correspondant à l'agrégation de différentes variables. Ce dernier intègre la sensibilité des sols à la lixiviation. Des indicateurs composites ont été également développés pour traiter des risques de lixiviation des pesticides (Bockstaller *et al.*, 2008b; Reus *et al.*, 2002).

¹¹⁵ Le calcul de l'indicateur I_{NO_3} ne prend ainsi pas en compte les couverts pérennes (prairies temporaires) et leur destruction.

¹¹⁶ Les flux concernés sont le transfert de la surface vers la zone sous-racinaire, le transfert dans la zone non-saturée vers la nappe, et enfin le transfert dans la nappe vers le captage.

Encadré 4. Facteurs complémentaires potentiellement à l'origine d'une différenciation des quantités lixiviées entre systèmes de culture biologiques et systèmes de culture conventionnels

La littérature sur la lixiviation des nitrates dans les systèmes biologiques met en évidence des facteurs de réduction ou d'augmentation des pressions spécifiques à ces systèmes non pris en compte dans notre étude (Østergaard *et al.*, 1995; Scheller et Vogtmann, 1995).

Parmi les facteurs à l'origine d'une différence potentielle de pressions entre les systèmes biologiques et les systèmes conventionnels, **la nature des apports** contribue à réduire les pressions sur les systèmes biologiques. Drinkwater *et al.* (1998) mettent en évidence une réduction des quantités d'azote lixiviées sur les systèmes de culture biologiques, et cela même si les balances azotées sont identiques aux balances calculées sur les systèmes conventionnelles. Sur les deux terrains, la majeure partie des apports azotés proviennent d'effluents d'élevage compostés et de la fixation symbiotique par les légumineuses. Le recours à des sources d'azote avec un rapport C/N plus élevé permet d'augmenter les processus d'immobilisation de l'azote minéral par les micro-organismes et la rétention de ce nutriment dans le sol. Au contraire, l'azote utilisé sur les exploitations conventionnelles est plus directement lixiviable : les apports minéraux restent prépondérants sur les exploitations conventionnelles, et cela même lorsque l'exploitant présente une propension élevée à la conversion. Sur le terrain de Péronnas, les pratiques de compostage sont peu répandues chez les éleveurs intégrés et autonomes ; le lisier représente une part plus élevée des quantités d'azote épandues. Il semblerait que le facteur « nature des apports » permette une réduction plus nette des pressions associée à la conversion.

Les **problèmes de désynchronisation entre la disponibilité de l'azote et les besoins de la culture** sont considérés comme des facteurs majeurs de lixiviation dans les systèmes biologiques (Benoit *et al.*, 2005; Torstensson *et al.*, 2006). Certaines pratiques propres aux systèmes de culture biologiques contribuent effectivement à l'apparition de situations à risque. A Lapeyrouse-Mornay, les itinéraires techniques sur les céréales à paille intègrent des apports de fumier de volaille composté réalisés à l'automne. Ce type d'apports, très rare sur les exploitations conventionnelles, peut être à l'origine d'une lixiviation de la fraction minérale contenue dans ces engrais (Scheller et Vogtmann, 1995). A Péronnas, le recours aux engrais organiques au semis d'une céréale à paille est observé à la fois sur les exploitations conventionnelles et sur les exploitations biologiques, mais reste plus fréquent chez les éleveurs en AB. Les quantités apportées sont néanmoins réduites.

De la même façon, **les retournements de prairie**, responsables d'une minéralisation forte de l'azote du sol, sont systématiques et plus fréquents sur les exploitations en AB. L'impact potentiel de cette situation à risque est amplifié par la date de la destruction de la prairie (Benoit *et al.*, 2005; Østergaard *et al.*, 1995; Scheller et Vogtmann, 1995). Sur les exploitations conventionnelles, ces destructions sont systématiquement réalisées au printemps et suivies par l'implantation d'un maïs qui permet de consommer une grande partie de l'azote minéral disponible. A cause des soles limitées en maïs sur les exploitations biologiques, le retournement de la prairie est souvent réalisé à l'automne, avant l'implantation d'une céréale à paille. Dans cette situation, la culture en place ne permet pas une bonne valorisation de l'azote minéralisé : ce dernier est en grande partie lixivié. Des conclusions similaires peuvent être établies en ce qui concerne la destruction des engrais verts, plus fréquemment utilisés sur les exploitations céréalières biologiques à Lapeyrouse-Mornay. Contrairement aux exploitations conventionnelles, l'enfouissement de l'engrais vert peut être réalisé à l'automne, avant l'implantation d'une céréale à paille.

7.1.3 Propensions et potentiels de conversion

La méthode typologique proposée ici visait à identifier les agriculteurs conventionnels susceptibles d'engager une conversion à l'AB à moyen terme. L'étude, via les principes d'action, des propensions à la conversion constitue **un cadre innovant pour l'analyse des potentiels de conversion sur les**

exploitations conventionnelles. Néanmoins, certains déterminants à l'origine des transitions vers l'AB ne sont pas directement pris en compte dans l'analyse : la propension à la conversion telle qu'on a pu la décrire n'est qu'un **indicateur imparfait** du potentiel de conversion d'une exploitation. Après avoir présenté les apports de notre méthode, on comparera nos résultats avec ceux obtenus grâce à des approches complémentaires.

7.1.3.1 Intérêts des principes d'action pour l'étude d'un potentiel de conversion

L'étude des propensions à la conversion par l'analyse des proximités des postures techniques entre agriculteurs conventionnels et agriculteurs biologiques présente de nombreux avantages pour déterminer des potentiels de conversion sur les exploitations conventionnelles. Tout d'abord, la typologie des postures techniques permet d'identifier des proximités techniques entre certains profils d'agriculteurs conventionnels et les agriculteurs biologiques. Pour autant, l'analyse des différences de principes d'action entre exploitants conventionnels et biologiques ne se limite pas aux éventuelles proximités techniques ; elle intègre en effet la **proximité des conceptions de l'excellence professionnelle à l'origine des modalités d'organisation des systèmes techniques**, que l'on considère comme un facteur prépondérant dans les processus de transitions vers l'AB¹¹⁷ (Bonnaud *et al.*, 2000; Darnhofer *et al.*, 2010). Ces conceptions ont également un impact sur la décision de conversion chez un agriculteur conventionnel (Darnhofer *et al.*, 2005; Fairweather, 1999).

La comparaison des postures techniques entre les exploitants conventionnels et biologiques du territoire permet **d'analyser de façon située la propension à la conversion**. En effet, contrairement aux études normatives qui traitent de la proximité technique aux principes de l'AB, notre approche intègre à la fois les traductions locales de ces principes et la diversité éventuelle des systèmes biologiques sur le territoire. On observe bien évidemment **des concordances entre les deux approches** : le principe d'optimisation agronomique, qui apparaît comme spécifique aux systèmes de culture biologiques, correspond aux pratiques préventives (en opposition aux pratiques correctives) mentionnées par Petit (2013). Il recoupe également les composantes d'un système technique durable définies par Altieri (1995) et utilisées comme base pour l'analyse de la proximité technique à l'AB (Guthman, 2000; Oelofse *et al.*, 2011).

Contrairement aux travaux précédemment cités, la caractérisation des proximités techniques à l'AB ne se limite pas à l'identification de composantes techniques associées à une gestion sur le long terme des systèmes de culture. L'intégration de la diversité des systèmes en AB nous a permis d'extraire **deux autres critères complémentaires** que l'on considère comme associés à une propension à la conversion sur nos territoires. Le critère 2 est assez classique car il repose sur le principe d'autonomie de l'exploitation biologique ; il apparaît particulièrement pertinent sur les exploitations en polyculture-élevage. Le critère 3, basé sur une optimisation technico-économique des systèmes de culture, entre au contraire en contradiction avec plusieurs idées reçues sur l'AB. L'idée selon laquelle les résultats économiques seraient secondaires en AB est battue en brèche. En

¹¹⁷ Bonnaud *et al.* (2000) mettent en évidence un lien entre les formes de trajectoires vers l'AB et les objectifs de résultats portés par les agriculteurs. Ces auteurs distinguent notamment des objectifs associés aux performances technico-économiques, des objectifs associés à une recherche d'économie globale sur l'exploitation et des objectifs associés à la durabilité des pratiques agronomiques. On retrouve ici les trois critères de propension à la conversion avec les principes d'optimisation technico-économique, de limitation des intrants et d'optimisation agronomique.

effet, certains exploitants biologiques mobilisent des outils pointus d'aide à la gestion économique de l'exploitation très rarement identifiés sur les exploitations conventionnelles. L'utilisation de ces outils a un rôle direct sur l'évolution des assolements et des pratiques culturales. De la même façon, cette optimisation technico-économique des systèmes de culture est associée à des ajustements constants des pratiques, avec des corps de règles souvent plus riches que ceux observés sur les exploitations conventionnelles. Ces critères devront être testés dans d'autres conditions et avec des échantillons plus importants pour établir leur généricité.

L'analyse des principes d'action permet enfin d'extraire du discours de l'exploitant des **germes de changement**, des antécédents potentiels à une transition future vers l'AB (Lamine, 2011). Ces éléments ponctuels de proximité aux principes d'action mobilisés en AB permettent d'expliquer des transitions caractérisées par une rupture forte des modalités d'organisation des systèmes techniques. Ils constituent un socle à partir duquel l'agriculteur peut entamer un cycle d'apprentissage aboutissant à une transition progressive ou directe vers l'AB.

7.1.3.2 Propensions et freins économiques à la conversion

L'une des limites potentielles de notre approche réside dans **l'absence de prise en compte directe de la composante économique dans l'analyse du potentiel de conversion**. En centrant l'analyse sur les conceptions à l'origine des systèmes techniques, les caractéristiques relatives aux structures d'exploitation et aux systèmes de production qui influencent la faisabilité économique d'une conversion ne sont pas instruites. Néanmoins, notre approche intègre de manière indirecte ces facteurs.

Pour démontrer cela, on met en évidence **des liens importants entre les postures techniques et les caractéristiques structurelles rédhitoires pour envisager une conversion**. Les caractéristiques à l'origine d'un impact économique négatif d'une conversion éventuelle ont été identifiées sur nos deux territoires (Guironnet, 2012). A Lapeyrouse-Mornay, la conversion d'exploitations avec une SAU limitée et une part importante des cultures spécialisées dans la SAU implique une dégradation des revenus. Ce type d'exploitations correspond à des profils d'agriculteurs spécialisés, caractérisés par une propension très faible à la conversion (annexe 22). A Péronnas, la faisabilité économique de la conversion est faible sur les exploitations associant un atelier laitier intensif et un atelier céréalier¹¹⁸. Ce type d'exploitation est associé à des profils d'éleveurs céréaliers (annexe 23). Sur ces deux types d'exploitations, la propension très faible à la conversion et les caractéristiques structurelles des exploitations se combinent pour aboutir à des potentiels de conversion très limités.

Au final, **aucun exploitant avec une propension élevée à la conversion ne mobilise des systèmes de production qui rendent cette conversion non viable sur le plan économique**. L'inverse n'est pas vrai : en effet, certains exploitants ont une structure d'exploitation adaptée à la conversion sans pour autant présenter une posture technique proche de celle d'un agriculteur biologique. Il semblerait qu'il existe une certaine cohérence entre les décisions stratégiques sur l'exploitation (systèmes de production et structures d'exploitation) et les principes d'action mobilisés par l'exploitant. Cette cohérence sera discutée ultérieurement (section 7.2.3).

¹¹⁸ Le passage à l'AB induirait une augmentation de la surface fourragère et donc une réduction des quantités de céréales produites pour la vente.

7.1.3.3 Propensions à la conversion et perceptions de l'AB

L'analyse des principes d'action n'intègre pas les perceptions des exploitants par rapport à l'AB (Fairweather, 1999). La question de la motivation des agriculteurs à aller ou non vers ce mode de production n'a pas été directement abordée, ce qui limite nécessairement la pertinence de la typologie produite pour l'étude des potentiels de conversion.

Encadré 5. Des interactions entre degrés de propension à la conversion et perception de l'AB

Si nos données ne permettent pas une analyse exhaustive des interactions entre propensions à la conversion et perception de l'AB¹¹⁹, il semblerait que les deux se rejoignent partiellement. On remarque d'abord que **les agriculteurs pour lesquels une conversion serait difficilement envisageable abordent très peu la question de l'AB**. Ceux qui le font remettent en cause de manière globale la pertinence de ce mode de production, avec un discours qui se limite à des généralités sur l'AB. On peut rapprocher ce discours du profil conventionnel « engagé » identifié dans les études portant sur la décision de conversion ou de non conversion (Darnhofer *et al.*, 2005; Fairweather, 1999).

A l'inverse, une majorité d'**agriculteurs avec une propension réelle à la conversion** sur les deux terrains abordent la question de l'AB. Ces agriculteurs développent un **discours situé sur l'AB**, en adaptant les freins mentionnés aux spécificités de leur exploitation. Les freins majeurs sont techniques (problèmes de désherbage) et économiques (baisse des revenus au cours de la transition). Ces agriculteurs correspondent à un **profil d'exploitant « pragmatiques »** et pourraient envisager la conversion. Il faudrait pour cela leur démontrer la viabilité économique de l'AB et la faisabilité des moyens agronomiques de gestion des risques sur l'exploitation. Ces exploitants doivent être considérés comme un réservoir potentiel pour des conversions (Darnhofer *et al.*, 2005), ce qui coïncide avec les résultats de notre typologie.

Les **agriculteurs avec une propension forte à la conversion** nous ont affirmé au cours de l'entretien **qu'ils n'envisageaient pas la conversion pour des raisons personnelles**. Contrairement aux agriculteurs précédents, les agriculteurs ne mentionnent pas nécessairement de freins techniques ou économiques, et se déclarent d'eux-mêmes comme proches de l'AB. Les freins cités sont une retraite imminente, et des réticences par rapport à la certification (volonté de conserver une flexibilité et d'éviter la « paperasse »). Ces agriculteurs correspondent au profil « environnement-conscient but not organic » décrit par Darnhofer *et al.* (2005), sans néanmoins que l'environnement constitue une motivation centrale dans la posture de l'exploitant. Les agriculteurs rencontrés avec une propension forte à la conversion ne peuvent paradoxalement pas être considérés comme un réservoir potentiel pour des conversions futures.

Ces réserves doivent être relativisées, cela pour deux raisons. Tout d'abord, certains agriculteurs biologiques rencontrés, notamment des céréaliers, ont mentionné une **évolution brutale de leur perception de l'AB** à l'initialisation de la phase de transition : le passage à l'AB n'est pas déclenché par une perception positive de ce mode de production mais par des antécédents relatifs à des enjeux techniques et à la durabilité des systèmes de culture conventionnels. L'intérêt pour l'AB ne constitue

¹¹⁹ Les données relatives à la perception de l'AB ne sont pas exhaustives. En raison d'entretiens déjà très denses, cette question n'a pu être traitée de manière systématique chez l'ensemble des agriculteurs conventionnels rencontrés. Ainsi, une part importante des exploitants ne mentionnent pas l'agriculture biologique au cours de l'entretien. A l'inverse, plus de la moitié des exploitants rencontrés abordent d'eux-mêmes la question en réagissant sur le descriptif du programme de recherche.

pas en soi un critère absolu pour décrire le potentiel de conversion. Ensuite, on remarque **des interactions entre propensions à la conversion et perception de l'AB**. Ces interactions sont présentées dans l'encadré 5.

7.1.4 Des déterminants territoriaux non pris en compte

Si la propension à la conversion est évaluée à l'échelle de l'exploitation, les potentiels de conversion sont également dépendants de facteurs susceptibles de faciliter ou de contraindre le développement de l'AB à l'échelle des territoires (Lamine, 2011; Lamine et Bellon, 2009b). **Ces déterminants territoriaux**, liés notamment aux dynamiques collectives (Barataud *et al.*, 2014; Sutherland *et al.*, 2012) et aux modes de commercialisation des productions en AB (Petit et Aubry, 2013), **ne sont pas traités dans le cadre de notre travail**. Ce parti-pris fausse nécessairement l'analyse du potentiel de conversion sur les zones à enjeu eau : ce potentiel est en effet susceptible de varier en fonction du contexte politique, économique et réglementaire sur le territoire.

7.2 Retour sur l'analyse compréhensive des pratiques via les principes d'action

7.2.1 L'analyse des principes d'action pour affiner la caractérisation des objectifs et des profils d'agriculteurs

L'un des principaux résultats de ce travail réside dans les **deux gammes de principes d'action génériques pour l'organisation de l'assolement et les pratiques culturales** (Tableau 4.1). Ce travail de synthèse recoupe partiellement les classifications des objectifs d'agriculteurs qui ont pu être établies dans d'autres travaux, notamment les travaux sur les modèles d'action (Aubry, 1995; Maxime *et al.*, 1995). Le modèle d'action sous-entend en effet l'existence d'objectifs définis qui guident l'organisation globale des pratiques sur l'exploitation (Sebillotte et Soler, 1990). Parce que notre méthode porte aussi sur le discours et intègre les conceptions à l'origine des modalités d'organisation des systèmes de culture, les principes d'action permettent une **caractérisation plus fine des objectifs qui orientent les pratiques de l'agriculteur**. Les principes d'action font ainsi l'objet de descriptions précises, et sont associés à des caractéristiques d'organisation des systèmes de culture bien définies. Les « objectifs économiques » des agriculteurs sont ainsi déclinés en trois principes d'action qui diffèrent en fonction des conceptions relatives à l'excellence professionnelle (recherche de pratiques efficaces, efficientes ou autonomes). En se positionnant à l'interface entre le modèle d'action et le modèle de connaissance de l'agriculteur (Papy, 1994), on limite également les déformations liées à l'identification par le chercheur de cohérences dans le comportement de l'agriculteur (Mathieu, 2004).

La définition des postures techniques, via les correspondances entre modalités d'organisation des systèmes de culture et principes d'action, permet également **d'affiner la caractérisation des profils des agriculteurs**. Les résultats mettent en évidence la diversité forte des principes d'action qui composent la posture des exploitants rencontrés sur les deux terrains. L'idée même d'un objectif général (ou d'une stratégie) vers lequel convergerait l'ensemble des décisions de l'agriculteur est remise en cause par la complexité observée des principes d'action dans la posture technique de certains exploitants. S'il est aisé de dégager des cohérences dans les itinéraires techniques sur une culture ou sur un poste spécifique (par exemple la fertilisation azotée), il semble plus difficile d'identifier une cohérence globale des principes d'action lorsque les systèmes de culture et leur organisation sur le territoire d'exploitation sont pris en compte. L'analyse met ainsi en évidence des postures « bancales », caractérisées par le recours à des principes d'action différents voire antagonistes en fonction des pratiques, des cultures ou des parcelles. L'originalité du profil d'un agriculteur (ou les différences d'un profil à l'autre) ne résiderait pas dans un objectif général mais plutôt dans **la combinaison des principes d'action**.

L'analyse multivariée permet de produire **une typologie située des profils d'agriculteurs à partir de principes d'action génériques**. Contrairement aux analyses typologiques dépendantes des choix de critères typologiques peu formalisés et effectués par le (ou les) opérateur(s) (Landais, 1996), notre méthode repose sur **une procédure détaillée et reproductible de sélection des critères typologiques**. Cette sélection est directement basée sur l'analyse du discours via les retranscriptions des entretiens, plus précisément sur les éléments de discours par lesquels l'agriculteur mentionne des composantes qu'il considère comme étant typique de son système technique. Cette démarche rend possible l'adaptation des critères de diversité des pratiques à l'échantillon d'agriculteurs (Girard

et al., 2008). Cette flexibilité est un atout important lorsque la diversité des pratiques est analysée à l'échelle territoriale. A l'inverse, les autres cadres génériques habituellement utilisés pour la description des pratiques ne s'intègrent pas dans une démarche méthodologique permettant une caractérisation fine de la diversité des profils d'agriculteurs. Les stratégies de conduite des cultures (« niveaux de rupture ») proposés dans le cadre du programme Ecophyto R&D (Butault *et al.*, 2010) sont intéressantes pour différencier les pratiques à l'échelle nationale mais ne peuvent être utilisées pour discriminer de manière pertinente les profils d'agriculteurs sur une zone à enjeu eau. Notre cadre conceptuel peut également être utilisé pour **décrire les trajectoires de changement technique à l'échelle des systèmes de culture** au cours des transitions vers l'AB. Le recours aux principes d'action permettrait sans doute de produire des descriptions plus précises de ces trajectoires par rapport aux descriptions permises par le cadre ESR (MacRae *et al.*, 1990).

7.2.2 Les composantes cardinales de la diversité des postures techniques

Afin de synthétiser les déterminants à l'origine de la variabilité des modalités d'organisation des systèmes de culture entre agriculteurs, on dégage **quatre composantes interdépendantes qui structurent les différences entre postures techniques** (Tableau 4.1 et Figure 7.1). Ces composantes relèvent de différences de conceptions et de points de vue entre agriculteurs. Elles sont **transversales**, et ont un impact sur les différents postes impliqués dans l'organisation des systèmes de culture (organisation de l'assolement, fertilisation, gestion des adventices, travail du sol...).

7.2.2.1 Conceptions relatives à l'excellence professionnelle et aux objectifs économiques

Plusieurs façons d'appréhender les résultats économiques ont été identifiées au cours des enquêtes. Ces points de vue différents sont associés à des conceptions variées des rendements sur les cultures (encadré 6). On distingue trois types d'objectifs économiques :

- Certains agriculteurs cherchent à augmenter la valeur de la production via des **pratiques efficaces**. L'appréciation du résultat se base principalement sur le rendement et sur la qualité de production. Cette conception est associée au principe de maximisation de la production.
- D'autres agriculteurs cherchent, par leurs pratiques, à augmenter la marge économique à l'ha via des **pratiques efficientes**. Cette conception suppose d'ajuster le recours aux intrants aux conditions annuelles et à l'espérance de rendement (encadré 6). Elle s'appuie sur des calculs des marges économiques par parcelle. Elle est associée au principe d'optimisation technico-économique des pratiques culturales.
- Les derniers exploitants conduisent leurs systèmes de culture en se basant sur un objectif de réduction des coûts de production. L'agriculteur cherche à développer des **pratiques autonomes**, sans nécessairement effectuer un suivi des marges économiques obtenues. Cette conception est associée au principe de limitation des intrants et repose sur une acceptation de la variabilité des rendements (encadré 6).

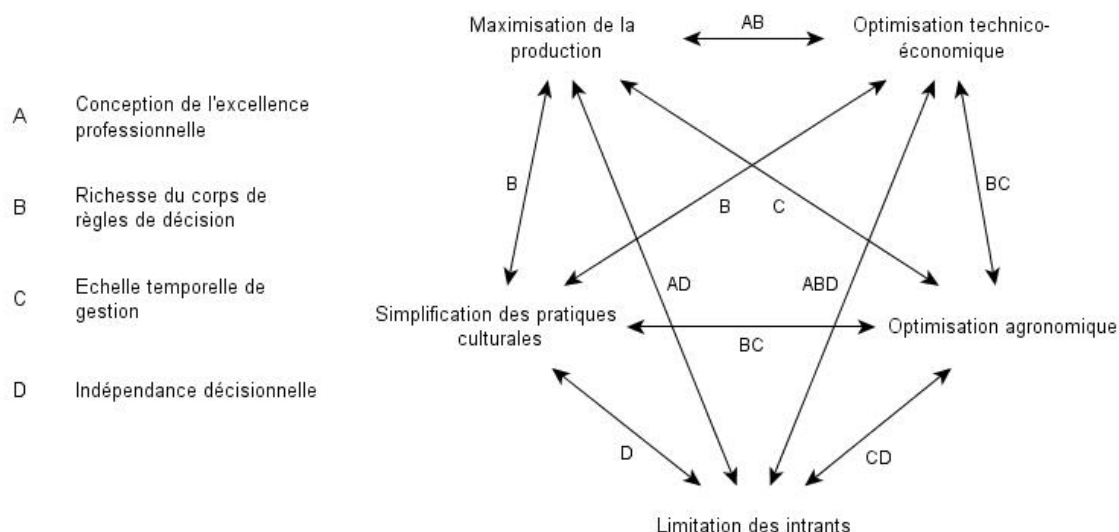


Figure 7.1. Facteurs de différenciation entre les principes d'action relatifs à l'organisation des pratiques culturales.

Si plusieurs études mettent en évidence la variabilité des indicateurs économiques mobilisés d'un agriculteur à l'autre (Darnhofer *et al.*, 2005; Lémery, 2003; Mathieu et Joannon, 2003), l'utilisation concrète des outils d'aide à la décision permettant l'évaluation économique des pratiques par les agriculteurs n'a, à notre connaissance, pas fait l'objet d'une analyse spécifique. La façon dont les enregistrements de pratiques sont remobilisés pour le calcul d'indicateurs économiques permettant la validation ou l'amélioration du plan d'action de l'agriculteur semble avoir été peu abordée (Mazé *et al.*, 2004).

Contrairement aux enjeux économiques, l'environnement apparaît très peu dans les éléments de justification mentionnés par les agriculteurs, et cela même lorsque les niveaux de recours aux intrants sont limités. On considère que **les thématiques environnementales interviennent peu dans la caractérisation de l'excellence professionnelle** sur les deux terrains. Les conceptions associées à ces enjeux semblent n'être qu'un déterminant secondaire de la diversité des postures techniques et de la propension à la conversion.

Encadré 6. Conceptions du rendement et influence sur l'organisation des systèmes de culture

On distingue dans les discours des agriculteurs plusieurs façons d'appréhender le rendement et de mobiliser cet indice dans l'élaboration des systèmes de culture. Cette variabilité des conceptions entre agriculteurs est à l'origine de différences entre principes d'action.

- **Une prise en compte limitée des rendements** dans la conception des systèmes de culture. L'agriculteur ne se fixe pas d'objectifs de production spécifiques et accepte une certaine variabilité des rendements ; le rendement est d'ailleurs présenté sous la forme d'une gamme de variation plutôt que sous la forme d'une valeur moyenne considérée comme peu pertinente. Cette conception du rendement est associée à des pratiques autonomes et constitue une composante majeure du principe de limitation des intrants.

- **Le rendement « objectif »**. Le rendement est ici considéré comme un objectif à tenir, ce qui justifie le recours à des pratiques d'assurance. Cette conception est associée au principe de maximisation de la production. Contrairement aux recommandations, la définition du rendement objectif ne s'appuie pas nécessairement sur la moyenne des rendements obtenus les années passées, mais sur une valeur haute obtenue de manière ponctuelle.

- **L'« espérance » de rendement**. Comme précédemment, le rendement constitue un objectif à partir duquel les pratiques sont mises en œuvre. Néanmoins, l'objectif n'est pas fixé mais fait l'objet d'ajustements au cours du cycle cultural. L'espérance est également ajustée entre les parcelles, grâce à une analyse des rendements moyens obtenus sur les années précédentes. Cette conception du rendement correspond à celle intégrée dans la méthode du bilan prévisionnel, et est associée au principe d'optimisation technico-économique.

- **Le rendement vu comme un indicateur**. Cette conception, plus rare, renvoie à une étude active des niveaux de rendement obtenus sur le long terme et pour des itinéraires techniques variés. Elle permet l'ajustement des pratiques culturales : c'est notamment le cas lorsque l'agriculteur souhaite évaluer, via des essais, l'impact d'une diminution des pesticides sur les rendements. Cette conception repose sur des enregistrements fins des pratiques et des résultats obtenus par parcelles. Chez un éleveur biologique, le suivi des rendements est également mobilisé pour l'ajustement de l'assolement : ce type d'ajustement repose sur le calcul de seuils de rentabilité des cultures qui varient en fonction des cours des différentes productions. Si l'espérance de rendement est inférieure au seuil de rentabilité, l'éleveur préfère abandonner la culture et acheter directement l'aliment pour le troupeau. A l'inverse, en cas d'augmentation des cours, l'éleveur peut réintégrer certaines cultures dans l'assolement.

7.2.2.2 Richesse du corps de règles de décision

La richesse du corps de règles de décision à l'origine des systèmes de culture varie fortement d'un agriculteur à l'autre et constitue l'une des composantes majeures de la diversité des postures techniques. Elle permet notamment de distinguer les principes de simplification de l'assolement et des pratiques culturales, associés à une variabilité faible des pratiques, et les principes d'optimisation technico-économiques. Ces derniers sont caractérisés par l'importance des règles circonstanciées permettant l'ajustement de l'assolement ou des pratiques culturales en fonction de différents scénarios dans les modèles d'action (Hubert *et al.*, 1993). Cette densité variable des règles de décision se traduit notamment par des gradients de différenciation des pratiques entre parcelles, déjà mis en évidence dans les systèmes de culture (Aubry, 1995; Aubry *et al.*, 1998a; Cerf et Meynard, 1988; Nesme *et al.*, 2011; Soulard, 2005) ou dans les systèmes d'élevage (Brunschwig *et al.*, 2006; Hubert *et al.*, 1993).

L'importance de cette composante nous montre que **la diversité des postures techniques ne relève pas uniquement de différences liées aux objectifs ou aux stratégies des exploitants**. La densité des règles de décision est en effet fortement dépendante du dynamisme de l'agriculteur, de sa capacité à traiter l'innovation et à intégrer de nouvelles techniques pour enrichir les ajustements possibles dans la conduite des systèmes de culture (Compagnone *et al.*, 2013).

7.2.2.3 Echelle temporelle de gestion des systèmes de culture

L'échelle temporelle de gestion choisie pour l'organisation des systèmes de culture varie d'un exploitant à l'autre. Par l'étude conjointe des modèles d'action et des éléments de justification, Cerf et Sebillotte (1997) mettent en évidence le rôle dominant des conceptions relatives à l'horizon d'organisation des pratiques sur les processus de décision, en distinguant **des objectifs à court terme** (cycle cultural) et **des objectifs à long terme** (plusieurs cultures). Le principe d'optimisation agronomique se distingue ainsi des autres principes d'action par l'intégration du long terme dans les modalités d'organisation de l'assolement et des pratiques culturales. Nos résultats montrent que cette projection sur le long terme est caractéristique des postures techniques chez les agriculteurs biologiques.

Le recours à cette gestion préventive vise à améliorer le potentiel des terres sur l'exploitation pour aboutir à une production plus régulière et durable (Compagnone *et al.*, 2013). Il se traduit notamment par des mentions constantes au « sol » et par l'utilisation active des enregistrements dans le raisonnement des pratiques culturales. L'analyse précise du rôle de ces enregistrements dans la planification des pratiques devrait permettre une meilleure compréhension de la façon dont ces processus sur le long terme sont intégrés dans l'organisation des systèmes de culture.

7.2.2.4 Indépendance décisionnelle

La dernière composante à l'origine de la diversité des postures techniques concerne **l'attitude de l'agriculteur vis-à-vis du système de conseil, d'approvisionnement et de commercialisation des productions**. Le principe de limitation des intrants est en effet associé à une posture d'indépendance, revendiquée par certains agriculteurs, par rapport aux coopératives présentes sur les territoires.

Cette attitude se traduit notamment par une défiance vis-à-vis des technico-commerciaux, justifiée selon les exploitants concernés par la collusion entre activités de conseil et activités commerciales. Cette défiance s'étend aux préconisations tirées des outils d'aide à la décision habituellement mobilisés dans le cadre du conseil fourni par les technico-commerciaux (Cerf et Meynard, 1988; Nesme *et al.*, 2011). Elle peut ponctuellement s'accompagner d'une volonté de distanciation vis-à-vis des filières longues de transformation et de commercialisation des productions.

7.2.3 Facteurs de production et postures techniques

Les liens entre les facteurs de production (structure et systèmes de production sur l'exploitation) et les postures techniques sont présentés dans les annexes 22 et 23¹²⁰. Ils permettent d'identifier, s'ils existent, des déterminants des pratiques associés à des caractéristiques spécifiques de la structure d'exploitation et des systèmes de production. On fait ici l'hypothèse que ces caractéristiques sont secondaires dans l'organisation des systèmes de culture par rapport aux déterminants identifiés précédemment et associés aux conceptions des agriculteurs (section 7.2.2).

Des **liens évidents entre facteurs de production et postures techniques** sont identifiés sur les deux terrains. A Lapeyrouse-Mornay, la présence de cultures spécialisées (maïs semence et tabac) sur les exploitations de petite taille est à l'origine d'une différenciation forte des postures techniques chez les agriculteurs spécialisés. Les cultures spécialisées sont associées au principe de maximisation de la production, plus précisément à des utilisations systématiques de certains pesticides¹²¹. A Péronnas, La part des cultures de vente dans l'assolement joue fortement sur les principes d'action associés à la conduite des cultures. Les éleveurs céréaliers présentent tous une part élevée des cultures de vente dans l'assolement (supérieure à 30%), ce qui explique le recours aux principes de maximisation de la production et d'optimisation technico-économique. A l'inverse, chez les éleveurs autonomes, l'intégralité de la production céréalière est utilisée pour l'alimentation du troupeau. L'absence de culture de vente dans l'assolement est ici associée au principe de limitation des intrants.

Si on identifie des liens entre facteurs de production et postures techniques, **la variabilité des systèmes de production et des structures d'exploitation ne détermine pas les postures techniques**, cela pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les variables pertinentes changent d'un type à l'autre : aucune variable structurelle isolée ne permet d'expliquer la diversité des postures techniques. De plus, aucune relation de causalité ne peut être extraite de l'analyse des structures d'exploitations par types de postures techniques. Des différences importantes de postures sont ainsi identifiées sur des exploitations structurellement proches. A l'inverse, des proximités des postures peuvent être identifiées sur des exploitations structurellement différentes. Enfin, certains résultats mettent en évidence une cohérence entre les choix stratégiques relatifs aux structures d'exploitations et les principes d'action identifiés dans les éléments clés de discours techniques des exploitants. Les liens identifiés entre facteurs de production et postures techniques doivent être considérés comme des interactions plutôt que comme des liens de causalité unidirectionnels.

On considère que les structures et les systèmes de production sur les exploitations ne déterminent pas les principes d'action mais qu'il existe une **aire de choix de réponses à ces conditions par l'agriculteur** (Darré, 2004a). Le recours à des variables structurelles des exploitations pour compléter la typologie des postures techniques sur les exploitations non enquêtées de la zone à enjeu eau semble difficilement envisageable.

¹²⁰ Ces annexes présentent aussi les liens entre postures techniques et caractéristiques des agriculteurs (âge, niveau d'études, relations avec les technico-commerciaux). Ces résultats ne seront pas discutés.

¹²¹ Ces pratiques d'assurance s'expliquent tout d'abord par l'aspect stratégique de ces cultures qui constituent souvent l'essentiel du revenu de l'agriculteur. Elles sont également liées au conseil technique assuré par les coopératives via des conseillers dédiés.

7.2.4 Des postures techniques spatialisées sur les zones à enjeu eau

A l'échelle d'une AAC de taille relativement limitée et caractérisée par des niveaux de vulnérabilité différenciée, la distribution des pratiques agricoles peut avoir un impact majeur sur l'intensité des processus de lixiviation des nitrates et des pesticides vers les nappes (Beaujouan *et al.*, 2001). La variabilité spatiale réelle des pratiques est pourtant peu prise en compte : les études basées sur un recueil exhaustif des pratiques via une enquête auprès des agriculteurs à l'échelle d'un territoire sont rares (Houdart, 2005; Leenhardt *et al.*, 2010). Cette analyse spatialisée est d'autant plus importante qu'à cette échelle, des modalités de répartition non-aléatoires des pratiques ont été mis en évidence (Biarnès *et al.*, 2009; Biarnès *et al.*, 2004; Nesme *et al.*, 2005). La distribution des pratiques pourrait interagir avec celle de la vulnérabilité sur la zone à enjeu eau.

L'analyse spatialisée des postures techniques permet d'identifier des facteurs de répartition spatiale des pratiques à l'échelle du territoire. Contrairement aux études précédentes, la distribution ne se limite pas à des pratiques isolées (recours aux pesticides, pratiques de désherbage...) mais intègre les principes d'action à l'origine des systèmes de culture : l'analyse spatialisée de la distribution des postures techniques constitue la méthode la plus adaptée pour **mettre en évidence des proximités de raisonnement** pour l'organisation des systèmes de culture **entre agriculteurs voisins ou appartenant à un même réseau d'échange**.

Si l'étude des réseaux sociaux a mis en évidence l'impact des interactions entre agriculteurs et techniciens sur la diffusion de l'innovation à l'échelle locale (Darré *et al.*, 1989), leur impact sur l'organisation générale des pratiques et leur répartition spatiale à l'échelle du territoire reste peu étudié. Biarnès *et al.* (2009) mentionnent ces réseaux pour expliquer les différences de pratiques de désherbage entre plusieurs communes d'un bassin versant. Nesme *et al.* (2005) mettent en évidence des pratiques de fertilisation localement homogènes, et associent cette homogénéité spatiale à l'influence locale des techniciens ou aux échanges entre agriculteurs. L'analyse de la distribution des postures techniques conforte ces résultats : **les modes de raisonnement à l'origine des systèmes de culture varient dans l'espace**. Ces modes de raisonnement ne dépendent pas uniquement de facteurs physiques associés à la variabilité des conditions pédologiques sur la zone à enjeu eau. On identifie ainsi sur le territoire de Péronnas une différenciation spatiale des postures techniques héritée, liée aux affiliations historiques des exploitations aux différentes coopératives présentes sur la zone. L'analyse spatialisée des postures techniques sur d'autres territoires permettrait de **préciser l'impact local des différents réseaux d'échanges ou de conseil sur les modalités d'organisation des systèmes de culture**.

7.3 Principes d'action et déclinaisons opérationnelles

Ce travail s'inscrit dans le cadre des démarches de restauration de la qualité des eaux sur les AAC. Les cadres conceptuels et méthodologiques produits durant la thèse ont notamment vocation à contribuer à l'amélioration des diagnostics territorialisés des pressions agricoles et à la rédaction du plan d'action par les gestionnaires locaux de l'eau. Cette contribution potentielle est discutée ici.

7.3.1 Intérêts du cadre d'analyse pour les démarches de gestion sur les AAC

L'analyse des indicateurs agro-environnementaux par systèmes de culture (section 5.1) met en évidence une variabilité majeure des niveaux de pressions sur les zones à enjeu eau. Cette variabilité ne résulte pas uniquement de différences liées aux systèmes de production sur les exploitations : notre travail met ainsi en évidence une diversité des méta-raisonnements à l'origine des modalités d'organisation des systèmes de culture. Des liens entre ces principes d'action et les niveaux de pression ont été mis en évidence sur l'ensemble des indicateurs choisis. **Ces différences relatives aux profils des agriculteurs concernés par la zone à enjeu eau doivent être prises en compte dans le diagnostic.** Une étude se limitant à la diversité des systèmes de production et à des pratiques « moyennes » induirait une prise en compte insatisfaisante des pressions et des raisonnements à l'origine de ces pressions. La caractérisation insuffisante de la diversité des pratiques dans les diagnostics produits sur certaines AAC a été mentionnée par Chantre *et al.* (2012).

La caractérisation de la diversité des postures techniques entre agriculteurs est également utile à la rédaction du plan d'action. Tout d'abord, la reconnaissance de la diversité des profils d'agriculteurs sur la zone à enjeu constitue un préalable important à l'amélioration de la participation des exploitants à la démarche de restauration de la qualité des eaux¹²². Elle permettrait surtout **l'adaptation des mesures de diminution des pressions aux différents profils d'exploitants**¹²³ (Girard *et al.*, 2008). L'analyse de la diversité des postures techniques permet ainsi une **autre lecture des marges de manœuvre**¹²⁴, basée sur l'adéquation entre la modification proposée et les conceptions de l'exploitant (Darré, 2004a).

Si l'analyse de la diversité des profils d'agriculteurs est située, la typologie des principes d'action produite dans le cadre de ce travail se veut générique. Elle pourrait permettre de **compléter la gamme d'outils d'aide à la décision** mobilisés par les agriculteurs. En effet, de nombreux agriculteurs remettent en cause la pertinence des méthodes d'ajustement proposées par les coopératives ou par les organismes de développement agricole. Ces outils d'aide à la décision reposent ainsi sur des principes d'action qui diffèrent de ceux mobilisés par certains exploitants (Darré, 2004a; Soulard,

¹²² Nombreux sont les agriculteurs à se plaindre au cours de l'enquête de l'absence de différenciation des mesures environnementales en fonction des contraintes propres aux différentes exploitations.

¹²³ La typologie des postures techniques est ainsi un préalable intéressant à la constitution de groupes de travail composés d'agriculteurs avec des objectifs communs.

¹²⁴ Dans les travaux sur le modèle d'action, les possibilités de modification des systèmes de culture sont définies par rapport à la disponibilité des facteurs de production, elle-même dépendante des règles de décision des agriculteurs (Martin *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 1998). En mettant en évidence la diversité des postures techniques à l'origine des systèmes de culture, on considère que les marges de manœuvre pour la modification des pratiques dépendent aussi de l'adéquation entre la modification proposée et les conceptions de l'exploitant (Darré, 2004a).

1999). La gamme générique des principes d'action produite au cours de ce travail peut constituer une base pour l'élaboration de nouveaux outils plus adaptés aux objectifs et aux conceptions des agriculteurs.

L'analyse typologique est enfin un **préalable intéressant à l'organisation d'une démarche d'animation visant au développement de l'AB** sur le territoire. Elle permet notamment d'identifier des exploitants avec une propension élevée à la conversion et caractérisés dans le même temps par une perception neutre ou des connaissances partielles sur l'AB. L'organisation de visites d'exploitations biologiques pourrait permettre à ces agriculteurs conventionnels de prendre conscience des proximités existantes avec les agriculteurs biologiques et d'initier un dialogue entre deux communautés d'agriculteurs que l'on dit distinctes.

7.3.2 Améliorer la portabilité de la méthode

Les résultats relatifs à la diversité des postures techniques présentent de nombreux intérêts pour les démarches locales de restauration de la qualité des eaux potables. Néanmoins, **la méthodologie développée ici semble très lourde pour être transposée dans un contexte opérationnel**. La masse d'information nécessaire à l'analyse est très importante : elle repose sur des retranscriptions des entretiens réalisés auprès des agriculteurs et sur une étude du discours. Ces étapes sont peu adaptées aux impératifs temporels et financiers auxquels sont soumis les gestionnaires locaux. L'exhaustivité spatiale est également difficile à obtenir sur des AAC étendues ou caractérisées par un grand nombre d'exploitations : la lourdeur de l'analyse limite nécessairement le nombre d'entretiens réalisables. L'analyse des liens entre facteurs de production et postures techniques n'a pas permis de dégager des variables spatialisées permettant d'extrapoler la typologie aux exploitations qui n'auraient pas été enquêtées.

La gamme de principes d'action générique produite à partir des éléments de discours pourrait être mobilisée pour simplifier l'analyse. Les différences de postures techniques entre agriculteurs pourraient être définies plus rapidement en focalisant l'entretien sur les composantes à l'origine des différences entre principes d'action (section 7.2.2). Une autre piste consisterait à simplifier la procédure d'élaboration des grilles techniques en ne réalisant l'analyse complète que sur un nombre limité d'agriculteurs. Une fois la grille technique construite, une typologie exhaustive pourrait être produite sur l'AAC via un questionnaire simplifié et ciblé sur les points techniques les plus discriminants.

Conclusions

Face à la pollution généralisée des masses d'eau souterraines par les nitrates et les pesticides, l'agriculture biologique est présentée comme un outil pertinent pour la reconquête de la qualité des eaux sur les AAC par les institutions en charge de la gestion de l'eau. Le travail présenté ici visait à mieux définir **l'opportunité réelle d'un développement de l'AB sur deux zones à enjeu eau située en Rhône-Alpes**, en évaluant conjointement la faisabilité des conversions sur les exploitations conventionnelles concernées par les AAC et l'efficacité de ces conversions par rapport à la qualité de l'eau. L'étude de l'opportunité d'un développement de l'AB à l'échelle territoriale suppose d'analyser la diversité des profils d'agriculteurs sur la zone à enjeu eau. Une méthode typologique permettant d'analyser conjointement la variabilité actuelle des pressions sur les zones à enjeu eau et la propension des agriculteurs conventionnels à la conversion est requise.

Pour élaborer une typologie pertinente, nous avons développé une méthode innovante d'analyse compréhensive des pratiques, centrée sur les **principes d'action** à l'origine des systèmes de culture. Les principes d'action correspondent à des méta-raisonnements à l'origine de l'organisation concrète des pratiques agricoles sur le territoire d'exploitation, à des éléments de cohérence liant les règles de décision mobilisées par l'agriculteur pour planifier et piloter son système technique. A partir de ces principes d'action, nous avons élaboré des typologies formalisées basées sur les **postures techniques** des agriculteurs concernés par la zone à enjeu eau. On désigne sous le terme de « posture technique » la combinaison pondérée des principes d'action qui sous-tendent les modalités d'organisation des systèmes de culture sur le territoire d'exploitation, ainsi que la cohérence entre ces principes d'action. Parce qu'il repose sur une analyse conjointe du discours des agriculteurs et de la variabilité des règles de décision à l'origine des systèmes de culture, notre travail a permis **plusieurs avancées méthodologiques importantes** :

- Contrairement à de nombreuses méthodes typologiques, notre méthode repose sur **une procédure détaillée et reproductible de sélection des critères typologiques**, directement basée sur l'analyse du discours via les retranscriptions des entretiens.
- Contrairement aux analyses qualitatives centrées sur le discours des agriculteurs, notre approche propose un **cadre méthodologique formalisé** pour la description de la diversité des postures techniques entre agriculteurs d'un même territoire. Cette méthode repose notamment sur une grille technique et sur une analyse multivariée.
- Le recours à des indicateurs agro-environnementaux permet **la caractérisation des niveaux de pression en relation avec les différents profils d'agriculteurs**. Les dispositifs d'évaluation environnementale n'étaient jusqu'à présent que rarement mobilisés dans les travaux intégrant une analyse compréhensive des pratiques.

Cette méthode innovante a rendu possible une **compréhension plus fine des déterminants à l'origine des modalités d'organisation des systèmes de culture**. Plusieurs avancées ont été réalisées :

- L'un des principaux résultats de ce travail réside dans **les deux gammes de principes d'action génériques** pour l'organisation de l'assolement et les pratiques culturales. Ces principes d'action permettent une caractérisation plus détaillée des objectifs qui orientent les pratiques de l'agriculteur. Les principes d'action font ainsi l'objet de descriptions précises,

et sont associés à des caractéristiques d'organisation des systèmes de culture bien définies. La différenciation des principes d'action a permis l'identification de **quatre composantes cardinales à l'origine de la diversité des postures techniques** entre agriculteurs. Ces composantes sont i) les conceptions relatives à l'excellence professionnelle ii) la richesse du corps de règles de décision iii) l'échelle temporelle de gestion des systèmes de culture et iv) l'indépendance décisionnelle de l'agriculteur.

- L'analyse des postures techniques a rendu possible l'identification de combinaisons diversifiées des principes d'action entre agriculteurs. A partir des liens entre principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement et principes d'action relatifs aux pratiques culturales, nous avons pu dégager **une typologie générique de cinq postures techniques sur les deux terrains**, et cela malgré les différences de systèmes de production.

- Nous avons démontré que **la variabilité forte des indicateurs agro-environnementaux sur les deux terrains était liée à la diversité des postures techniques** entre agriculteurs. Certaines combinaisons de principes d'action ont pu être identifiées comme étant à l'origine de niveaux de pression élevés par rapport à la lixiviation des nitrates et des pesticides. La répartition spatiale des systèmes de culture à risque est également liée à la distribution des postures techniques sur les zones à enjeu eau.

- La comparaison des postures techniques a mis en évidence des proximités entre les agriculteurs biologiques et certains agriculteurs conventionnels. A partir d'une analyse des spécificités des postures techniques en AB, nous proposons **trois critères** qui permettent de différencier des degrés de **propension à la conversion** chez les agriculteurs conventionnels. Les modalités d'organisation des systèmes de culture doivent intégrer des objectifs d'amélioration du potentiel productif des terres de l'exploitation sur le long terme (critère 1). A cette gestion préventive doit être associée une recherche d'autonomie par rapport aux intrants (critère 2) ou une démarche active d'amélioration des marges économiques par le recours à des ajustements constants des pratiques (critère 3).

L'analyse croisée des degrés de propension à la conversion et des différentiels de pressions entre systèmes de culture conventionnels et biologiques nous a permis d'évaluer l'opportunité d'un développement de l'AB sur les deux territoires à enjeu eau. Nos résultats ont mis en évidence des **niveaux de pression limités quant à la lixiviation des nitrates sur les systèmes biologiques**, avec notamment des balances azotées équilibrées et une meilleure couverture des sols en période d'interculture. Un développement exhaustif de l'AB à l'échelle des deux AAC entraînerait sans doute une réduction forte de la lixiviation des nitrates. Plusieurs facteurs nous amènent néanmoins à relativiser l'opportunité d'un tel développement. Tout d'abord, **les agriculteurs présentant une propension réelle ou forte à la conversion sont minoritaires** dans l'échantillon et particulièrement peu nombreux sur les secteurs les plus vulnérables des AAC. Ensuite, **le différentiel des pressions entre systèmes conventionnels et systèmes biologiques diminue à mesure que la propension à la conversion augmente**. Pour envisager une diminution forte des pressions relatives à la lixiviation des nitrates et des pesticides sur les zones à enjeu eau, la conversion devra concerner des exploitants pour lesquels cette conversion est difficilement envisageable à moyen terme. Dans ces conditions, l'installation d'agriculteurs biologiques sur d'anciennes exploitations conventionnelles constitue sans doute un levier majeur pour la restauration de la qualité des eaux.

Parce qu'ils permettent une caractérisation fine de la diversité des profils d'agriculteurs à l'échelle territoriale, les cadres conceptuels et méthodologiques produits durant ce travail constituent un **socle pertinent pour les gestionnaires locaux de l'eau**. Ils pourraient contribuer à l'amélioration des diagnostics territorialisés des pressions agricoles sur les AAC, et être mobilisés lors de la rédaction des plans d'action. La portabilité de la méthode devra pour cela être améliorée.

Bibliographie

Agence Bio, 2013. La bio en France: de la production à la consommation. Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique, p. 19.

Agence de services et de paiement, 2010. Registre parcellaire graphique.

Allaire, G., Cahuzac, E., Maigné, E., Poméon, T., Simioni, M., 2013a. Réflexion à partir d'une analyse spatiale sur les politiques de soutien et la diffusion de l'agriculture biologique. *Innovations Agronomiques* 32, 227-241.

Allaire, G., Cahuzac, E., Poméon, T., Maigné, E., 2013b. Localisation de l'agriculture biologique et accès aux marchés, Projet INRA-AgriBio3 PEPP (Rôle de la performance économique des exploitations et des filières, et des politiques publiques, dans le développement de l'agriculture biologique en France). INRA, p. 33.

Altieri, M., 1995. *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview press, Boulder, Colorado, p. 433.

Anglade, J., Billen, G., Garnier, J., 2013. Agronomical and environmental performances of organic farming in the Seine watershed, France, in: Løes, A.-K., Askegaard, M., Langer, V., Partanen, K., Pehme, S., Rasmussen, I.A., Salomon, E., Sørensen, P., Ullén, K., Wivstad, M. (Eds.), *Organic farming systems as a driver for change*, NJF Report, pp. 43-44.

ANTEA, 2011. Champ captant de Péronnas. Définition et vulnérabilité du bassin d'alimentation des captages. Mairie de Bourg en Bresse, p. 61.

Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M., 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et CEMAGREF (France), p. 64.

Aubry, C., 1995. Gestion de la sole d'une culture dans l'exploitation agricole. Cas du blé d'hiver en grande culture dans la région picarde. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris, p. 271.

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, p. 101.

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. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires* 31, 25-43.

Aubry, C., Papy, F., Capillon, A., 1998b. Modelling decision-making processes for annual crop management. *Agricultural Systems* 56, 45-65.

Aveline, A., Rousseau, M.L., Guichard, L., Laurent, M., Bockstaller, C., 2009. Evaluating an environmental indicator: Case study of MERLIN, a method for assessing the risk of nitrate leaching. *Agricultural Systems* 100, 22-30.

Baker, J.L., 2001. Limitations of improved nitrogen management to reduce nitrate leaching and increase use efficiency, *Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Production and*

Environmental Protection. Proceedings of the 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy. The Scientific World, pp. 10-16.

Barataud, F., 2013. Construction d'une typologie des aires d'alimentation de Captages dites « Grenelle ». Rapport final convention ONEMA-INRA, p. 31.

Barataud, F., Aubry, C., Wezel, A., Mundler, P., 2014. Management of drinking water catchment areas in cooperation with agriculture and the specific role of organic farming. Experiences from Germany and France. *Land Use Policy* 336, 585-594.

Barataud, F., Durpoix, A., Mignolet, C., 2013. Analyse multi-variée des Aires d'Alimentation de Captage dites Grenelle. Programme PIREN-Seine, p. 19.

Barbut, L., Baschet, J.-F., 2005. L'évaluation des politiques de soutien de l'agro-environnement, Notes et Etudes Economiques. Ministère de l'agriculture, Paris, pp. 37-68.

Beaudoin, N., Saad, J.K., Van Laethem, C., Machet, J.M., Maucorps, J., Mary, B., 2005. Nitrate leaching in intensive agriculture in Northern France: Effect of farming practices, soils and crop rotations. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 111, 292-310.

Beauduc, P., Rampon, G., Rousselot, D., 1981. Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution. Beaurepaire. BRGM.

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.

Benoît, M., 1992. Un indicateur des risques de pollution azotée nommé BASCULE (balance azotée spatialisée des systèmes de culture de l'exploitation). *Fourrages* 129, 95-110.

Benoit, M., Deffontaines, J.-P., Gras, F., Bienaimé, E., Riela-Cossera, R., 1997. Agriculture et qualité de l'eau. Une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation. *Cahiers Agricultures* 6, 97-105.

Benoit, M., Larramendy, S., Foissy, D., Rouyer, G., Caudy, L., Bazard, C., Bernard, P.Y., 2005. Agriculture biologique et qualité des eaux : depuis des observations et enquêtes à des tentatives de modélisation en situation de polyculture-élevage, Séminaire sur les recherches en Agriculture Biologique INRA-ACTA, Draveil (France), pp. 293-312.

Benoît, M., Papy, F., 1997. Pratiques agricoles et qualité de l'eau sur le territoire alimentant un captage, in: Riou, C., Bonhomme, R., Chassin, P., Neveu, A., Papy, F. (Eds.), *L'eau dans l'espace rural - Production végétale et qualité de l'eau*. INRA Editions, Paris, pp. 323-338.

Benoît, M., Papy, F., 1998. La place de l'agronomie dans la problématique environnementale. *Dossier de l'environnement de l'INRA* 17, 53-62.

Benoît, M., Saintot, D., Gaury, F., 1995. Mesures en parcelles d'agriculteurs des pertes en nitrates. Variabilité sous divers systèmes de culture et modélisation de la qualité de l'eau d'un bassin d'alimentation. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 81, 175-188.

Bergström, L., Kirchmann, H., Aronsson, H., Torstensson, G., Mattsson, L., 2008. Use Efficiency and Leaching of Nutrients in Organic and Conventional Cropping Systems in Sweden, in: Kirchmann, H., Bergström, L. (Eds.), *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer Netherlands, pp. 143-159.

Bertin, T., Manteaux, J.P., Creuse, O., Chaume, J., Lapoute, J.L., Capitain, M., 2005. Des systèmes d'exploitation à dominante laitière pratiqués en Rhône-Alpes et PACA. Réseau d'élevage Rhône-Alpes - PACA.

- Biarnès, A., Bailly, J.S., Boissieux, Y., 2009. Identifying indicators of the spatial variation of agricultural practices by a tree partitioning method: The case of weed control practices in a vine growing catchment. *Agricultural Systems* 99, 105-116.
- 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., Galan, M.B., Capitaine, M., Colomb, B., Mousset, J., Viaux, P., 2008a. Comment évaluer la durabilité des systèmes en production végétale ?, in: Reau, R., Doré, T. (Eds.), *Systèmes de culture innovants et durables. Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?* Educagri éditions, Dijon, pp. 29-51.
- Bockstaller, C., Girardin, P., 2003. How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems* 76, 639-653.
- Bockstaller, C., Girardin, P., 2007. Mode de calcul des indicateurs agri-environnementaux de la méthode INDIGO®. INPL Nancy, ENSAIA, INRA, ARAA, p. 117.
- Bockstaller, C., Girardin, P., van der Werf, H.M.G., 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems, in: Ittersum, M.K.v., Geijn, S.C.v.d. (Eds.), *Developments in Crop Science*. Elsevier, pp. 329-338.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Makowski, D., Aveline, A., Girardin, P., Plantureux, S., 2009. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems: a review, in: Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Véronique, S., Alberola, C. (Eds.), *Sustainable Agriculture*. Springer Netherlands, pp. 725-738.
- Bockstaller, C., Wohlfahrt, J., Hubert, A., Hennebert, P., Zahm, F., Vernier, F., Mazzela, N., Keichinger, O., Girardin, P., 2008b. Les indicateurs de risque de transfert de produits phytosanitaires et leur validation : exemple de l'indicateur I-Phy. *Ingénieries - EAT N° spécial azote, phosphate et pesticides, stratégies et perspectives de réduction des flux* 103-114.
- Bommelaer, O., Devaux, J., 2011. Coûts des principales pollutions agricoles de l'eau, Etudes et documents N°52. Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable du Commissariat Général au Développement Durable, Paris, p. 30.
- Bonnaud, T., Leseigneur, A., Soulard, C.T., 2000. Situer le profil des agriculteurs en conversion et leurs attentes. Une étude de cas en Bourgogne. *Travaux et Innovations* 65, 19-23.
- Brossier, J., Petit, M., 1977. Pour une typologie des exploitations agricoles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs. *Économie rurale* 122, 31-40.
- Brunschwig, G., Josien, E., Bernhard, C., 2006. Contraintes géographiques et modes d'utilisation des parcelles en élevage bovin laitier et allaitant. *Fourrages* 185, 83-95.
- Buck, D., Getz, C., Guthman, J., 1997. From Farm to Table: The Organic Vegetable Commodity Chain of Northern California. *Sociologia Ruralis* 37, 3-20.
- Butault, J.P., Dedryver, C.A., Gary, C., Guichard, L., Jaquet, F., Meynard, J.M., Nicot, P., Reau, R., Sauphanor, B., Savini, I., Volay, T., 2010. Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport de l'étude. INRA, Paris, France, p. 92.
- Caplat, J., 2006. Mise en place et analyse d'une collecte de données agro-environnementales sur les pratiques de l'agriculture biologique. *FNAB*, p. 69.
- Cardona, A., 2012. L'agriculture à l'épreuve de l'écologisation. *Éléments pour une sociologie des transitions*. Thèse de doctorat, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, p. 408.
- Cerf, M., Meynard, J.M., 1988. Enquête sur la mise en oeuvre de la fertilisation raisonnée, Troisième forum de la fertilisation raisonnée. *COMIFER*, pp. 5-12.

Cerf, M., Papy, F., Aubry, C., Meynard, J.M., 1990. Théorie agronomique et aide à la décision, in: Brossier, J., Vissac, B., Le Moigne, J.L. (Eds.), Modélisation systémique et systèmes agraires. Décisions et organisations. INRA éditions, Paris.

Cerf, M., Sebillotte, M., 1997. Approche cognitive des décisions de production dans l'exploitation agricole [Confrontation aux théories de la décision]. *Economie rurale*, 11-18.

Chantre, E., 2011. Apprentissages des agriculteurs vers la réduction d'intrants en grandes cultures : cas de la Champagne Berrichonne de l'Indre dans les années 1985-2010. Thèse de doctorat, AgroParisTech, p. 397.

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., Actes du colloque de la SFER sur la réduction des pesticides, Lyon.

Chantre, E., Guichard, L., Gisclard, M., Nave, S., Jacquet, F., 2012. Une démarche collective de construction de scénarios prospectifs à l'échelle d'aires d'alimentation de captages pour appuyer l'élaboration de plans d'actions en vue d'améliorer la qualité de l'eau, Les chemins du développement territorial, Clermont-Ferrand.

Chatelin, M.H., Aubry, C., Poussin, J.C., Meynard, J.M., Massé, J., Verjux, N., Gate, P., Le Bris, X., 2005. DéciBlé, a software package for wheat crop management simulation. *Agricultural Systems* 83, 77-99.

Coléno, F., 1999. Le pâturage des troupeaux laitiers en questions: contribution d'une analyse des décisions des éleveurs. *Fourrages* 157, 63-76.

Commission Locale de l'Eau SAGE Bièvre Liers Valloire, 2010. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux Bièvre-Liers-Valloire. Etats des lieux des milieux et des usages. Diagnostic global. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Région Rhône-Alpes, p. 245.

Compagnone, C., Sigwalt, A., Pribetich, J., 2013. Les sols dans la tête. Pratiques et conceptions des sols d'agriculteurs vendéens. *Etude et Gestion des Sols* 20, 81-95.

Comte, J.C., Banton, O., Villard, A., Kockmann, F., Creuzot, G., 2006. Evaluation de l'efficacité de différentes stratégies de restauration de la qualité des eaux souterraines par modélisation du transfert des nitrates. Cas des formations alluviales du Val de Saône du secteur de Tournus (Saône-et-Loire). *Ingénieries - EAT* 45, 15-28.

CORPEN, 2006. Des indicateurs azote pour gérer des actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire, p. 112.

Cour des comptes, 2010. Les instruments de la gestion durable de l'eau. Cour des comptes, Paris, p. 39.

Cristofini, B., 1986. La petite région vue à travers le tissu de ses exploitations: un outil pour l'aménagement et le développement rural. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires* 6, 44.

Dalgaard, T., Heidmann, T., Mogensen, L., 2002. Potential N-losses in three scenarios for conversion to organic farming in a local area of Denmark. *European Journal of Agronomy* 16, 207-217.

Dalgaard, T., Hutchings, N.J., Porter, J.R., 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 100, 39-51.

Darnhofer, I., Lindenthal, T., Bartel-Kratochvil, R., Zollitsch, W., 2010. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 67-81.

Darnhofer, I., Schneeberger, W., Freyer, B., 2005. Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale. *Agriculture and Human Values* 22, 39-52.

Darré, J.-P., Le Guen, R., Lemery, B., 1989. Changement technique et structure professionnelle locale en agriculture. *Economie rurale* 192-193, 115-122.

Darré, J.P., 2004a. Bases théoriques et antécédents de l'étude des formes de connaissance dans les activités pratiques, in: Darré, J.P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), *Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*. INRA Editions, Paris, pp. 53-57.

Darré, J.P., 2004b. La conduite des entretiens et le choix des cas, in: Darré, J.P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), *Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*. INRA Editions, Paris, pp. 77-84.

David, C., 2009. Grandes cultures biologiques, des systèmes en équilibre instable, in: Bellon, S., Lamine, C. (Eds.), *Transitions vers l'agriculture biologique. Pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants*. Educagri-Editions Quae, Dijon-Versailles, pp. 129-141.

David, C., 2011. Gestion des systèmes céréaliers conduits en agriculture biologique et raisonnement de l'alimentation azotée. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Claude Bernard de Lyon, p. 102.

De Wit, J., Verhoog, H., 2007. Organic values and the conventionalization of organic agriculture. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 54, 449-462.

Delmotte, S., 2011. Evaluation participative de scénarios : quelles perspectives pour les systèmes agricoles camarguais ? Thèse de doctorat, SupAgro Montpellier, p. 380.

Delmotte, S., Lacombe, C., Couderc, V., Mailly, F., Mouret, J.C., Lopez-Ridaaura, S., Barbier, J.M., 2013. Freins, leviers et impacts du développement de l'agriculture biologique en Camargue. *Innovations Agronomiques* 32, 213-226

Di, H.J., Cameron, K.C., 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: Sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 64, 237-256.

Dockès, A.C., 1994. Gestion des engrais de ferme : comprendre les attitudes des éleveurs pour bâtir des actions de conseil. *Fourrages* 140, 513-522.

DREAL Rhône-Alpes, 2010. Etat des lieux des pesticides dans les eaux superficielles et souterraines de la région Rhône-Alpes. Année 2008. DREAL Rhône-Alpes, p. 39.

Drinkwater, L.E., Wagoner, P., M., S., 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 396, 262-265.

Durand, P., 2004. Simulating nitrogen budgets in complex farming systems using INCA: calibration and scenario analyses for the Kervidy catchment (W. France). *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 8, 793-802.

Fairweather, J.R., 1999. Understanding how farmers choose between organic and conventional production: Results from New Zealand and policy implications. *Agriculture and Human Values* 16, 51-63.

Faivre, R., Leenhardt, D., Voltz, M., Benoît, M., Papy, F., Dedieu, G., Wallach, D., 2004. Spatialising crop models. *Agronomie* 24, 205-217.

Farruggia, A., Decau, M.L., Vertès, F., Delaby, L., 1997. En prairie, la balance azotée à l'échelle de la parcelle. *Fourrages* 151, 281-296.

FNAB, 2013. L'agriculture biologique: l'alternative pour protéger l'eau durablement. Des outils pour susciter et accompagner les changements de pratiques agricoles sur les zones à enjeu eau. FNAB, Paris, p. 11.

Frederiksen, P., Langer, V., 2004. Localisation and concentration of organic farming in the 1990s. The Danish case. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 95, 539-549.

- Gabriel, D., Carver, S.J., Durham, H., Kunin, W.E., Palmer, R.C., Sait, S.M., Stagl, S., Benton, T.G., 2009. The spatial aggregation of organic farming in England and its underlying environmental correlates. *Journal of Applied Ecology* 46, 323-333.
- Géniaux, G., Latruffe, L., Lepoutre, J., Mzoughi, N., Napoléone, C., Nauges, C., Sainte-Beuve, J., Sautereau, N., 2010. Les déterminants de la conversion à l'agriculture biologique : une revue de la littérature économique, Projet INRA-AgriBio3 PEPP (Rôle de la performance économique des exploitations et des filières, et des politiques publiques, dans le développement de l'agriculture biologique en France). INRA, p. 46.
- Gibon, A., 1999. Etudier la diversité des exploitations agricoles pour appréhender les transformations locales de l'utilisation de l'espace: l'exemple d'une vallée du versant Nord des Pyrénées centrales. *Options Méditerranéennes Série B*, 197-215.
- Girard, N., 2006. Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat. Une proposition méthodologique. *Cahiers Agricultures* 15, 261-272.
- Girard, N., Bellon, S., Hubert, B., Lardon, S., Moulin, C.-H., Osty, P.-L., 2001. Categorising combinations of farmers' land use practices: an approach based on examples of sheep farms in the south of France. *Agronomie* 21, 435-459.
- Girard, N., Duru, M., Hazard, L., Magda, D., 2008. Categorising farming practices to design sustainable land-use management in mountain areas. *Agron. Sustain. Dev.* 28, 333-343.
- Gogu, R.C., Dassargues, A., 2000. Current trends and future challenges in groundwater vulnerability assessment using overlay and index methods. *Environmental Geology* 39, 549-559.
- 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*. L'Harmattan, Paris, France.
- 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.
- Guéri, Y., 2012. Modifications d'usage des terres pendant la transition vers l'agriculture biologique. *Mémoire de fin d'études, AgroParisTech*, p. 47.
- Guironnet, Y., 2012. Les conséquences économiques d'une conversion à l'agriculture biologique simulée pour douze exploitations situées sur deux territoires à enjeu eau. *Mémoire de fin d'études, ISARA-Lyon*, p. 82.
- Guthman, J., 2000. Raising organic: An agro-ecological assessment of grower practices in California. *Agriculture and Human Values* 17, 257-266.
- Haas, G., Berg, M., Koepke, U., 2002. Nitrate leaching : comparing conventional, integrated and organic agricultural production systems, in: Steenvorden, J., Claessen, F., Willems, J. (Eds.), *Agricultural Effects on Ground and Surface Waters*. IAHS Publications, n° 273, Oxfordshire, UK, pp. 131-136.
- Halberg, N., Steen Kristensen, E., Silkeborg Kristensen, I., 1995. Nitrogen turnover on organic and conventional mixed farms. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 8, 30-51.
- Hall, M.D., Shaffer, M.J., Waskom, R.M., Delgado, J.A., 2001. Regional nitrate leaching variability: what makes a difference in northeastern Colorado. *Journal of the American Water Resources Association* 37, 139-150.
- Hansen, B., Alrøe, H.F., Kristensen, E.S., 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83, 11-26.

- Hansen, B., Kristensen, E.S., Grant, R., Høgh-Jensen, H., Simmelsgaard, S.E., Olesen, J.E., 2000a. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems - a systems modelling approach. *European Journal of Agronomy* 13, 65-82.
- Hansen, B., Steen, E., Mogensen, K., Mogensen, L., 2000b. The effects of specialisation of organic production systems on nitrogen leaching and nutrient balances, in: Allard, G., David, C., Henning, J. (Eds.), *L'agriculture biologique face à son développement - Les enjeux futurs*. INRA Editions, Lyon, pp. 159-165.
- Hénin, S., 1980. Rapport du groupe de travail activités agricoles et qualité des eaux. Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Paris, p. 34.
- Honisch, M., Hellmeier, C., Weiss, K., 2002. Response of surface and subsurface water quality to land use changes. *Geoderma* 105, 277-298.
- Houdart, M., 2005. Organisation spatiale des activités agricoles et pollution des eaux par les pesticides. Modélisation appliquée au bassin-versant de la Capot, Martinique. Thèse de doctorat, UAG, p. 318.
- Hubert, B., 1991. Comment raisonner de manière systémique l'utilisation du territoire pastoral ?, Actes du 4ème congrès international des terres de parcours. Association Française de pastoralisme, CIRAD, Montpellier, pp. 1026-1043.
- Hubert, B., Girard, N., Lasseur, J., Bellon, S., 1993. Les systèmes d'élevage ovin préalpins : derrière les pratiques, des conceptions modélisables. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires* 27, 351-385.
- Husson, F., Josse, J., Lê, S., Mazet, J., 2013. *FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R*.
- IFOAM, 2005. The IFOAM basic standards for organic production and processing. IFOAM, p. 126.
- Ilbery, B., Maye, D., 2011. Clustering and the spatial distribution of organic farming in England and Wales. *Area* 43, 31-41.
- Joannon, A., 2004. Coordination spatiale des systèmes de culture pour la maîtrise de processus écologiques. Cas du ruissellement érosifs dans les bassins versants agricoles du pays de Caux, Haute-Normandie. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris, p. 230.
- Joannon, A., Papy, F., Martin, P., Souchère, V., 2005a. Planning work constraints within farms to reduce runoff at catchment level. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 111, 13-20.
- 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.
- Joannon, A., Souchère, V., Tichit, M., 2005b. Analyse de la gestion spatialisée de l'exploitation agricole à partir de l'utilisation du parcellaire, in: Laurent, C., Thinon, P. (Eds.), *Agricultures et territoires*. Hermès-Science, Paris, pp. 155-174.
- Kersebaum, K.C., Steidl, J., Bauer, O., Piörr, H.P., 2003. Modelling scenarios to assess the effects of different agricultural management and land use options to reduce diffuse nitrogen pollution into the river Elbe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 28, 537-545.
- Kirchmann, H., Bergström, L., 2001. Do organic farming practices reduce nitrate leaching ? *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32, 997-1028.
- Klöcking, B., Ströbl, B., Knoblauch, S., Maier, U., Pfützner, B., Gericke, A., 2003. Development and allocation of land-use scenarios in agriculture for hydrological impact studies. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 28, 1311-1321.

- Knudsen, M.T., Kristensen, I.B.S., Berntsen, J., Petersen, B.M., Kristensen, E.S., 2006. Estimated N leaching losses for organic and conventional farming in Denmark. *The Journal of Agricultural Science* 144, 135-149.
- Koesling, M., Flaten, O., Lien, G., 2008. Factors influencing the conversion to organic farming in Norway. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 7, 78-95.
- Kolpin, D.W., Barbash, J.E., Gilliom, R.J., 1998. Occurrence of pesticides in shallow groundwater of the United States: Initial results from the national water-quality assessment program. *Environmental Science & Technology* 32, 558-566.
- Korsaeth, A., Eltun, R., 2000. Nitrogen mass balances in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in an 8-year field experiment in Norway. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 79, 199-214.
- Kristensen, S.P., Mathiasen, J., Lassen, J., Madsen, H.B., Reenberg, A., 1994. A Comparison of the Leachable Inorganic Nitrogen Content in Organic and Conventional Farming Systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 44, 19 - 27.
- Lam, Q.D., Schmalz, B., Fohrer, N., 2011. The impact of agricultural Best Management Practices on water quality in a North German lowland catchment. *Environ Monit Assess* 183, 351-379.
- Lamine, C., 2011. Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies* 27, 209-219.
- Lamine, C., Bellon, S., 2009a. Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29, 97-112.
- Lamine, C., Bellon, S., 2009b. L'imbrication des conditions facilitant la conversion, in: Bellon, S., Lamine, C. (Eds.), *Transitions vers l'agriculture biologique. Pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants*. Educagri-Editions Quae, Dijon-Versailles, pp. 275-301.
- Lamine, C., Meynard, J.M., Perrot, N., Bellon, S., 2009. Analyse des formes de transition vers des agricultures plus écologiques : les cas de l'Agriculture Biologique et de la Protection Intégrée. *Innovations Agronomiques* 4, 483-493.
- Landais, E., 1996. Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Économie rurale* 236, 3-15.
- Landais, E., Deffontaines, J.-P., Benoît, M., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Études rurales* 109, 125-158.
- Langer, V., 2002. Changes in farm structure following conversion to organic farming in Denmark. *American journal of alternative agriculture* 72, 75-81.
- Läpple, D., 2012. Comparing attitudes and characteristics of organic, former organic and conventional farmers: Evidence from Ireland. *Renewable Agriculture and Food Systems FirstView*, 1-9.
- Läpple, D., Kelley, H., 2013. Understanding the uptake of organic farming: Accounting for heterogeneities among Irish farmers. *Ecological Economics* 88, 11-19.
- Lardon, S., Capitaine, M., 2008. Chorèmes et graphes : Production et transformation de représentations spatiales en agronomie. *Revue d'anthropologie des connaissances* 2, 195-217.
- Laurent, C., Maxime, F., Mazé, A., Tichit, M., 2003. Multifonctionnalité de l'agriculture et modèles de l'exploitation agricole. *Economie rurale*, 134-152.
- Laurent, F., Ruelland, D., Chapdelaine, M., 2007. Simulation de l'effet de changements de pratiques agricoles sur la qualité des eaux avec le modèle SWAT. *Revue des sciences de l'eau* 20, 395-408.

- Le Houérou, B., 1994. Transfert du fumier des cultures vers les prairies en Lorraine. Outils et méthodes pour changer de pratiques. *Fourrages* 140, 471-488.
- Ledoux, E., Gomez, E., Monget, J.M., Viavattene, C., Viennot, P., Ducharne, A., Benoit, M., Mignolet, C., Schott, C., Mary, B., 2007. Agriculture and groundwater nitrate contamination in the Seine basin. The STICS-MODCOU modelling chain. *Science of The Total Environment* 375, 33-47.
- Lee, M., Park, G., Park, M., Park, J., Lee, J., Kim, S., 2010. Evaluation of non-point source pollution reduction by applying Best Management Practices using a SWAT model and QuickBird high resolution satellite imagery. *Journal of Environmental Sciences* 22, 826-833.
- Leenhardt, D., Angevin, F., Biarnès, A., Colbach, N., Mignolet, C., 2010. Describing and locating cropping systems on a regional scale. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 131-138.
- Lefeuvre, J.C., Guiral, D., Graffin, V., 2005. La prise en compte par la France des polluants chimiques et d'origine microbiologique présents dans les eaux, dans le cadre de la mise en oeuvre de la Directive Cadre sur l'eau. *Muséum National d'Histoire Naturelle*, p. 279.
- Lémery, B., 2003. Les agriculteurs dans la fabrique d'une nouvelle agriculture. *Sociologie du Travail* 45, 9-25.
- Lévy, J., Lussault, M., 2003. Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés. Belin, Paris, p. 1033.
- Machet, J.M., Laurent, F., Chapot, J.-Y., Doré, T., Dulout, A., 1997. Maîtrise de l'azote dans les intercultures et les jachères, in: Lemaire, G., Nicolardot, B. (Eds.), *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*. INRA éditions, Reims, pp. 271-288.
- MacRae, R.J., Hill, S.B., Mehuys, G.R., Henning, J., 1990. Farm-Scale Agronomic and Economic Conversion from Conventional to Sustainable Agriculture, in: Brady, N.C. (Ed.), *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp. 155-198.
- Madelrieux, S., Alavoine-Mornas, F., 2013. Withdrawal from organic farming in France. *Agronomy for Sustainable Development* 33, 457-468.
- 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, p. 113.
- Martin, P., Joannon, A., Mignolet, C., Souchère, V., Thenail, C., 2006. Systèmes de culture et territoires : cas des questions environnementales, in: Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., Roger-Estrade, J. (Eds.), *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae, Versailles, pp. 253-283.
- Martin, P., Meynard, J.M., 1997. Systèmes de culture, érosion et pollution des eaux par l'ion nitrate, in: Riou, C., Bonhomme, R., Chassin, P., Neveu, A., Papy, F. (Eds.), *L'eau dans l'espace rural - Production végétale et qualité de l'eau*. INRA Editions, Paris, pp. 303-322.
- Martin, P., Papy, F., Souchère, V., Capillon, A., 1998. Maîtrise du ruissellement et modélisation des pratiques de production. *Cahiers Agricultures* 7, 111-119.
- Mathieu, A., 2004. Questions et modèles agronomiques sur l'étude des pratiques : éléments sur l'état des recherches, in: Darré, J.P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), *Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*. INRA Editions, Paris, pp. 39-52.
- Mathieu, A., Joannon, A., 2003. How farmers view their job in Pays de Caux, France: Consequences for grassland in water erosion. *Environmental Science & Policy* 6, 29-36.

- Mathieu, A., Lasseur, J., Darré, J.P., 2004. Un projet d'agronomes : accéder aux conceptions des agriculteurs pour comprendre les pratiques, in: Darré, J.P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), *Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*. INRA Editions, Paris, pp. 19-33.
- Maxime, F., Mollet, J.M., Papy, F., 1995. Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture. *Cahiers Agricultures* 4, 351-362.
- Mazé, A., Cerf, M., Bail, M.L., Papy, F., 2004. Entre mémoire et preuve : le rôle de l'écrit dans les exploitations agricoles. *Natures Sciences Sociétés* 12, 18-29.
- McCann, E., Sullivan, S., Erickson, D., De Young, R., 1997. Environmental awareness, economic orientation, and farming practices: A comparison of organic and conventional farmers. *Environmental Management* 21, 747-758.
- MEDDE, MAAF, 2013. Protection d'aire d'alimentation de captage en eau potable contre les pollutions liées à l'utilisation de fertilisants et de pesticides. Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie, Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt, p. 103.
- MEDDTL, MAAPRAT, 2010a. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de plans d'actions agricoles sur les aires d'alimentation de captages, Paris, p. 80.
- MEDDTL, MAAPRAT, 2010b. Memento pour la réalisation d'un diagnostic territorial des pressions agricoles, Paris, p. 12.
- Merot, A., Barbier, J.M., Del'Homme, B., Alonso-Ugaglia, A., 2012. What brings an adapted ESR-based integrated approach of the farm to support conversion to organic farming ?, in: IFSA (Ed.), *Producing and reproducing farming systems: new modes of organisation for sustainable food systems of tomorrow*, Aarhus, Denmark.
- Meynard, J.M., 1985. Construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, p. 297.
- Meynard, J.M., 2009. Quelles priorités pour la R & D en agriculture biologique ? *Innovations Agronomiques* 4, 495-498.
- Meynard, J.M., Doré, T., Habib, R., 2001. L'évaluation et la conception de systèmes de culture pour une agriculture durable. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 87, 223-236.
- Meynard, J.M., Justes, E., Machet, J.-M., Recous, S., 1997. Fertilisation azotée des cultures annuelles de plein champ, in: Lemaire, G., Nicolardot, B. (Eds.), *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*. INRA éditions, Reims, pp. 183-199.
- 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.
- Mollard, A., Lacroix, A., Bel, F., Grappey, C., Vachaud, G., Sauboua, E., Mary, B., Beaudoin, N., David, C., Piot-Lepetit, I., Dupraz, P., Vermersch, D., Salanié, F., Thomas, A., Amigues, J.P., Bailly, R., 2000. Agriculture durable et pollutions diffuses dans la plaine de Bièvre. Modélisation des transferts d'eau et d'azote vers la nappe et modalités de régulation économique. INRA, R&A Grenoble, Grenoble, p. 161.
- Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G., 2009. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal* 111, 1098-1119.
- Morari, F., Lugato, E., Borin, M., 2004. An integrated non-point source model-GIS system for selecting criteria of best management practices in the Po Valley, North Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 102, 247-262.

- Morlon, P., Trouche, G., Soulard, C.T., Maigrot, J.L., Guyard, P.O., 1998. Diagnostic de la pollution azotée de l'eau par approche historique multi-échelles. Une étude de cas dans le département de l'Yonne. *Cahiers Agricultures* 7, 15-27.
- Moulin, C.H., Ingrand, S., Lasseur, J., Madelrieux, S., Napoléone, 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: Dedieu, B., Chia, E., Leclerc, B., Moulin, C.H., Tichit, M. (Eds.), *L'élevage en mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores*. Quae, Paris, pp. 181-196.
- Nesme, T., Bellon, S., Lescourret, F., Habib, R., 2006. Survey-based analysis of irrigation and N fertilisation practices in apple orchards. *Agron. Sustain. Dev.* 26, 215-225.
- Nesme, T., Bellon, S., Lescourret, F., Senoussi, R., Habib, R., 2005. Are agronomic models useful for studying farmers' fertilisation practices? *Agricultural Systems* 83, 297-314.
- Nesme, T., Brunault, S., Mollier, A., Pellerin, S., 2011. An analysis of farmers' use of phosphorus fertiliser in industrial agriculture: a case study in the Bordeaux region (south-western France). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 91, 99-108.
- Oelofse, M., Høgh-Jensen, H., Abreu, L., Almeida, G., El-Araby, A., Hui, Q., Sultan, T., Neergaard, A., 2011. Organic farm conventionalisation and farmer practices in China, Brazil and Egypt. *Agronomy for Sustainable Development* 31, 689-698.
- ONEMA, 2010. La reconquête du bon état des eaux et des milieux aquatiques. De l'état des eaux en 2009 aux objectifs 2015. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, p. 4.
- Østergaard, H.S., Stougaard, B., Jensen, C., 1995. Nitrate Leaching Depending on Cropping Systems. *Biological Agriculture & Horticulture* 11, 173-179.
- Padel, S., 2001. Conversion to Organic Farming: A Typical Example of the Diffusion of an Innovation? *Sociologia Ruralis* 41, 40-61.
- Paillot, G., 2000. L'agriculture raisonnée. Rapport au Ministre de l'agriculture, Paris, p. 41.
- Papy, F., 1994. Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision, in: Dent, J.B., McGregor, M.J. (Eds.), *First European convention on Farming systems research / extension*. CAB international, Edinburgh.
- Papy, F., 1999. Agriculture et organisation du territoire par les exploitations agricoles : enjeux, concepts, questions de recherche. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 85, 233-244.
- Papy, F., 2001a. Interdépendance des systèmes de culture dans l'exploitation, in: Malézieux, E., Trébuil, G., Jaeger, M. (Eds.), *Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*. CIRAD-INRA, Montpellier-Paris, pp. 51-74.
- Papy, F., 2001b. Pour une théorie du ménage des champs: L'agronomie des territoires. *Académie d'agriculture de France*, Paris, FRANCE, p. 11.
- Papy, F., 2008. Le système de culture : un concept riche de sens pour penser le futur. *Cahiers Agricultures* 17, 263-269.
- Payraudeau, S., van der Werf, H.M.G., 2005. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 107, 1-19.
- Petit, C., 2013. Transitions des exploitations agricoles vers l'agriculture biologique dans un territoire: approche par les interactions entre systèmes techniques et de commercialisation. Application aux aires d'alimentation de captages en Île-de-France. Thèse de doctorat, AgroParisTech, p. 328.

Petit, C., Aubry, C., 2013. Spatial Determinants of Organic Farming and Local Opportunities for Sales Outlets: The Cases of Alfalfa and Sugarbeet in the Ile-de-France Region. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 38, 460-484.

Pingault, N., 2007. Améliorer la qualité de l'eau: un indicateur pour favoriser une utilisation durable des produits phytosanitaires. Rapport du Ministère de l'Agriculture présenté à l'Atelier OCDE à Washington sur les Indicateurs de développement, de suivi et d'analyse des politiques agroenvironnementales, p. 10.

Powlson, D.S., Poulton, P.R., Addiscott, T.M., McCann, D.S., 1989. Leaching of nitrate from soils receiving organic or inorganic fertilizers continuously for 135 Years, in: Jens, A.H. (Ed.), *Nitrogen in Organic Wastes*. Academic Press, London, pp. 334-345.

R Development Core Team, 2013. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Renting, H., Rossing, W.A.H., Groot, J.C.J., Van der Ploeg, J.D., Laurent, C., Perraud, D., Stobbelaar, D.J., Van Ittersum, M.K., 2009. Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management* 90, Supplement 2, S112-S123.

Reus, J., Leendertse, P., Bockstaller, C., Fomsgaard, I., Gutsche, V., Lewis, K., Nilsson, C., Pussemier, L., Trevisan, M., van der Werf, H., Alfarroba, F., Blümel, S., Isart, J., McGrath, D., Seppälä, T., 2002. Comparison and evaluation of eight pesticide environmental risk indicators developed in Europe and recommendations for future use. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 90, 177-187.

Rigby, D., Young, T., Burton, M., 2001. The development of and prospects for organic farming in the UK. *Food Policy* 26, 599-613.

Sainte-Beuve, J., 2010. Etude des déterminants de conversion à l'agriculture biologique et production de références économiques, Mémoire de fin d'études, ESA/ISA, p. 136.

Scheller, E., Vogtmann, H., 1995. Case studies on nitrate leaching in arable fields of organic farms. *Biological Agriculture & Horticulture* 11, 89-102.

Schröder, J.J., van Dijk, W., de Groot, W.J.M., 1996. Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 44, 295-315.

Schuchardt, J., 2010. La protection des ressources en eau par une collectivité. L'exemple de la ville de Munich, Colloque CGAAER "Quelle rémunération pour les services environnementaux rendus par l'agriculture et la forêt ?", Paris, France, pp. 45-50.

Sebillotte, M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers ORSTOM, série Biologie* 24, 3-25.

Sebillotte, M., 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes, in: Combe, L., Picard, D. (Eds.), *Un point sur... les systèmes de culture*. INRA Editions, Versailles, pp. 165-196.

Sebillotte, M., Meynard, J.M., 1990. Systèmes de culture, systèmes d'élevage et pollutions azotées, in: Calvet, R. (Ed.), *Nitrates, agriculture, eau*. INRA, Paris, pp. 289-312.

Sebillotte, M., Soler, L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs, in: Brossier, J., Vissac, B., Le Moigne, J.L. (Eds.), *Modélisation systémique et systèmes agraires. Décisions et organisations*. INRA éditions, Paris.

Secrétariat d'Etat chargé de la Santé, 2012. Abandon de captages utilisés pour la production d'eau destiné à la consommation humaine, p. 22.

Simon, H.A., 1957. *Models of man: social and rational*. Wiley, New York, USA.

- Smukler, S.M., Jackson, L.E., Murphree, L., Yokota, R., Koike, S.T., Smith, R.F., 2008. Transition to large-scale organic vegetable production in the Salinas Valley, California. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 126, 168-188.
- SOeS, 2010. L'environnement en France. Editions 2010. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, p. 138.
- SOGREAH, 2008. Etat des lieux quantitatif et qualitatif de la nappe de Bièvre Liers Valloire. SAGE Bièvre Liers Valloire, p. 86.
- Souchère, V., King, C., Dubreuil, N., Lecomte-Morel, V., Le Bissonnais, Y., Chalat, M., 2003. Grassland and crop trends: role of the European Union Common Agricultural Policy and consequences for runoff and soil erosion. *Environmental Science & Policy* 6, 7-16.
- Soulard, C.T., 1999. Les agriculteurs et la pollution des eaux : proposition d'une géographie des pratiques. Thèse de doctorat, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne, p. 417.
- Soulard, C.T., 2005. Les agriculteurs et la pollution des eaux. Proposition d'une géographie des pratiques. *Natures Sciences Sociétés* 13, 154-164.
- Stolze, M., Piorr, A., Häring, A.M., Dabbert, S., 2000. Environmental impacts of organic farming in Europe. Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim, p. 127.
- Stopes, C., Lord, E.I., Philipps, L., Woodward, L., 2002. Nitrate leaching from organic farms and conventional farms following best practice. *Soil Use and Management* 18, 256-263.
- Strebel, O., Duynisveld, W.H.M., Böttcher, J., 1989. Nitrate pollution of groundwater in western Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 26, 189-214.
- Sutherland, L.-A., 2011. "Effectively organic": Environmental gains on conventional farms through the market? *Land Use Policy* 28, 815-824.
- Sutherland, L.-A., Gabriel, D., Hathaway-Jenkins, L., Pascual, U., Schmutz, U., Rigby, D., Godwin, R., Sait, S.M., Sakrabani, R., Kunin, W.E., Benton, T.G., Stagl, S., 2012. The 'Neighbourhood Effect': A multidisciplinary assessment of the case for farmer co-ordination in agri-environmental programmes. *Land Use Policy* 29, 502-512.
- Thieu, V., Billen, G., Garnier, J., Benoit, M., 2011. Nitrogen cycling in a hypothetical scenario of generalised organic agriculture in the Seine, Somme and Scheldt watersheds. *Regional Environmental Changes* 11, 359-370.
- Thinon, P., 2005. Cartographie des usages agricoles du sol à l'échelle régionale, in: Laurent, C., Thinon, P. (Eds.), *Agricultures et territoires*. Hermès-Science, Paris, pp. 135-153.
- Torstensson, G., Aronsson, H., Bergström, L., 2006. Nutrient Use Efficiencies and Leaching of Organic and Conventional Cropping Systems in Sweden. *Agron. J.* 98, 603-615.
- Tuomisto, H.L., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112, 309-320.
- Vernoux, J.F., Buchet, R., 2010. Améliorer la protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine. BRGM, p. 67.
- Vernoux, J.F., Wuilleumier, A., Dörfliger, N., 2007. Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. Guide méthodologique. Rapport BRGM/RP-55874-FR, p. 75.
- Vincent, A., Benoit, M., Chartier, N., Cherrier, R., David, C., 2011. Agriculture biologique et qualité de l'eau, in: Fleury, P. (Ed.), *Agriculture biologique et environnement: des enjeux convergents*. Educagri éditions-ACTA, Paris et Dijon, pp. 131-148.

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., David, C., 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 503-515.

Wilson, G.A., 2008. From 'weak' to 'strong' multifunctionality: Conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways. *Journal of Rural Studies* 24, 367-383.

Annexes

Sommaire

Annexe 1 - Lexique.....	250
Annexe 2. Compléments sur la démarche de gestion sur les AAC	254
Annexe 3. Eléments complémentaires de contexte pour l'AAC de Péronnas	256
Annexe 4. Présentation des exploitations enquêtées sur le territoire de Lapeyrouse-Mornay	259
Annexe 5. Présentation des exploitations enquêtées pour le terrain de Péronnas	264
Annexe 6. Guide d'entretien	269
Annexe 7. Reconstitution des systèmes de culture	275
Annexe 8. Calcul des indicateurs de pression	277
Annexe 9. Points techniques identifiés lors des entretiens	284
Annexe 10. Des grilles techniques différentes en fonction des systèmes de production	288
Annexe 11. Correspondances entre les modalités d'organisation des systèmes de culture et les principes d'action	290
Annexe 12. Modalités d'organisation et principes d'action par agriculteurs	303
Annexe 13. Résultats des analyses multivariées	306
Annexe 14. Description des groupes issus de l'analyse multivariée sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay	308
Annexe 15. Description des groupes issus de l'analyse multivariée sur le terrain de Péronnas	312
Annexe 16. Figures complémentaires pour l'article « Heterogeneity and spatial distribution of cropping systems in drinking water catchments »	317
Annexe 17. Synthèse des facteurs de pressions par échelles d'analyse sur les deux terrains.....	322
Annexe 18. Points techniques identifiés lors des entretiens chez les agriculteurs biologiques	325
Annexe 19. Correspondances entre les modalités d'organisation des systèmes de culture et les principes d'action chez les agriculteurs biologiques	327
Annexe 20. Spécificités des principes d'action en AB : ce qu'en disent les agriculteurs biologiques	339
Annexe 21. Description des facteurs à l'origine de la transition vers l'AB par les agriculteurs biologiques	344
Annexe 22. Facteurs de production et postures techniques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay...	345
Annexe 23. Facteurs de production et postures techniques sur le terrain de Péronnas	349

Annexe 1 - Lexique

AAC : Aire d’Alimentation de Captage. L’AAC correspond à l’ensemble « des points de la surface du sol qui contribue à l’alimentation du captage ».

Attributs (de la grille technique) : Critères de diversité des modalités d’organisation des systèmes de culture. Ces critères sont construits à partir des *points techniques* discriminants. Ils composent la *grille technique*.

Bilan azoté : Différence entre les entrées (apports sous forme d’engrais ou d’effluents, fixation symbiotique par les légumineuses et restitutions au pâturage) et les sorties d’azote (récoltes des cultures et des fourrages) à l’échelle du système de culture.

Conceptions : Les conceptions sont définies comme « *des façons de concevoir les choses qui commandent et justifient, à leurs propres yeux, les actes d’un individu ou d’un ensemble d’individus* » (Darré, 2004).

Éléments clés de discours technique : Ces éléments associent du discours technique précis relatif à l’organisation des systèmes techniques et des éléments de justification des pratiques. Ils permettent à l’exploitant d’énoncer ses *principes d’action*, c’est-à-dire les éléments de cohérence qui font la singularité de son système technique.

Grille technique : Les grilles techniques visent à formaliser la diversité des modalités d’organisation des systèmes de culture sur les deux terrains. Elles sont composées d’*attributs*. Elles sont dites « situées », car elles s’adaptent à l’échantillon, au territoire et à la problématique (Girard, 2006).

Limite de concentration (pour avoir de l’eau de drainage conforme au seuil de potabilité) : On calcule le surplus théorique des balances azotées à partir duquel l’eau lixiviée atteint une concentration en nitrates supérieure au seuil de potabilité (50 mg NO₃/l⁻¹). Cette limite est purement théorique car elle varie en fonction des quantités annuelles d’eau drainées et de la part du surplus mobilisée par les eaux lixiviées. Néanmoins, elle fournit un repère utile pour la lecture des résultats. Pour la part du surplus lixiviée, on utilise la valeur de 70% (Anglade *et al.*, 2013).

Calcul pour Lapeyrouse-Mornay, pour une pluviosité efficace moyenne de 300 mm par an (SOGREAH, 2008) :

- Pour atteindre une concentration annuelle de 50 mg NO₃/l⁻¹ de l’eau drainée sur un 1ha : 150 kg NO₃/l⁻¹ nécessaires, soit 33,9 kg N/ha/an.
- Si on considère que 70% du surplus est mobilisé par les eaux de drainage, on obtient une valeur seuil de 48,4 kg N/ha/an (33,9 / 0,7).

Valeur seuil pour le territoire de Péronnas, avec une pluviosité efficace moyenne de 200 mm/an (ANTEA, 2011) : 32,3 kg N/ha/an.

Modalités d’organisation des pratiques : Ces modalités correspondent à des ensembles de règles de décision techniques communs à plusieurs agriculteurs. L’item « fractionnement des apports azotés en trois passage » est un exemple de modalité d’organisation des pratiques.

Point technique : On entend par « point technique » une thématique technique précise identifiée dans les *éléments clés de discours* des agriculteurs ainsi que les modalités mutuellement exclusives

d'organisation des pratiques relative à cette thématique. Les modalités d'utilisation des couverts en période d'intercultures ou de définition des doses d'azote sur blé sont des exemples de points techniques. Les *grilles techniques* sont établies à partir des points techniques les plus souvent mentionnés par les agriculteurs et qui permettent de segmenter au mieux l'échantillon (*point technique discriminant*).

Point technique discriminant : Un point technique discriminant est un point technique i) souvent mentionné dans les *éléments clés de discours technique* ii) permettant de bien segmenter l'échantillon d'agriculteurs. Ces points techniques discriminants constituent la *grille technique* et sont mobilisés comme variables dans l'analyse multivariée.

Pollutions diffuses : Pollutions qui proviennent de l'entraînement des produits épandus sur les parcelles cultivées vers les eaux superficielles ou souterraines (CORPEN, 1999a). Contrairement aux pollutions ponctuelles, l'origine géographique de ces pollutions est difficile à identifier précisément car les polluants sont disséminés sur de larges surfaces.

Pollutions ponctuelles : Pollutions accidentelles associées à des erreurs de manipulation des pesticides (CORPEN, 1999a) ou à des défauts dans le stockage et le traitement des effluents d'élevage (DEXEL, 2006).

Postures techniques : On désigne sous le terme de « posture technique » l'ensemble des *principes d'action* qui sous-tendent le choix des techniques mises en œuvre par l'exploitant et l'organisation de ces techniques sur le territoire d'exploitation, ainsi que la cohérence entre ces principes d'action. En définissant la posture technique d'un exploitant, on identifie ce qui fait l'originalité de sa démarche par rapport à celles des autres agriculteurs de l'échantillon.

Prairies temporaires de longue durée : On considère comme prairie temporaire de longue durée les prairies d'âge supérieur à 6 ans soumises à un retournement et à un changement d'occupation du sol (passage en culture).

Pressions : Les pressions sont définies ici comme l'ensemble des caractéristiques des systèmes de culture susceptibles de jouer un rôle sur le transfert des polluants par lixiviation vers la zone sous-racinaire.

Principes d'action : Les principes d'action correspondent à des méta-raisonnements à l'origine de l'organisation concrète des pratiques agricoles sur le territoire d'exploitation, à des éléments de cohérence liant les règles de décision mobilisées par l'agriculteur pour planifier et piloter son système technique. Ces éléments peuvent être mentionnés par les exploitants eux-mêmes lors des entretiens ou inférés de l'étude des modalités d'organisation des systèmes techniques sur un ensemble d'exploitations.

Risque : Le risque analysé ici peut être défini comme une probabilité de contamination chimique des eaux souterraines captées par les nitrates et les pesticides. L'analyse de ce risque supposerait la modélisation de différents flux, de la parcelle au captage (transfert de la surface vers la zone sous-racinaire, transfert dans la zone non-saturée vers la nappe, transfert dans la nappe vers le captage). Elle nécessiterait le recours à une modélisation couplant des modèles agronomiques, hydrologiques et hydrogéologiques, et la simulation de scénarios climatiques.

SFP : Surface Fourragère Principale. La SFP renvoie à l'ensemble des surfaces utilisées pour l'alimentation en fourrages des animaux. Le calcul intègre les surfaces en prairies, les surfaces en maïs ensilage, les surfaces en céréales récoltées en vert et les surfaces de cultures en dérobées.

SIG : Système d'Information Géographique. Cet outil permet la spatialisation et la superposition de plusieurs couches d'informations sur la zone à enjeu eau. Les couches d'informations mobilisées dans le SIG relèvent principalement du zonage de la vulnérabilité et de la distribution des systèmes de culture.

Systèmes de culture : Un système de culture est 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.

Taux de concernement : Le taux de concernement d'une exploitation est défini comme le rapport entre la surface de l'exploitation située sur l'AAC et la surface totale de l'exploitation (Benoit *et al.*, 1997). Ce taux est calculé grâce au niveau 4 du RPG qui permet de localiser les parcelles appartenant à une même exploitation. Ce taux de concernement permet d'identifier des exploitations fortement concernées et celles qui le sont moins.

Vulnérabilité : On définit ici la vulnérabilité comme la sensibilité d'un espace aux transferts des polluants (nitrates et pesticides) par lixiviation vers les ressources souterraines. Les modalités indirectes de transferts via le réseau hydrographique sont considérées comme négligeables dans l'alimentation des nappes sur nos territoires et ne sont pas donc pas pris en compte.

Zone à enjeu eau : On considère que la zone à enjeu eau intègre l'AAC mais aussi son environnement ; elle constitue ainsi un territoire d'action centré sur l'AAC mais qui ne s'y limite pas. Le territoire considéré dépasse l'AAC car i) de nombreuses exploitations comprennent à la fois des parcelles sur l'AAC et des parcelles en dehors ii) parce que les enjeux eaux ne se limitent pas nécessairement à l'AAC, notamment lorsque d'autres captages AEP sont proches et iii) parce que la question du développement de l'AB ne peut être abordée uniquement à l'échelle de l'AAC (Petit, 2013).

Références

Anglade, J., Billen, G., Garnier, J., 2013. Agronomical and environmental performances of organic farming in the Seine watershed, France, in: Løes, A.-K., Askegaard, M., Langer, V., Partanen, K., Pehme, S., Rasmussen, I.A., Salomon, E., Sørensen, P., Ullén, K., Wivstad, M. (Eds.), Organic farming systems as a driver for change, NJF Report, pp. 43-44.

Benoit, M., Deffontaines, J.-P., Gras, F., Bienaimé, E., Riela-Cossera, R., 1997. Agriculture et qualité de l'eau. Une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation. Cahiers Agricultures 6, 97-105.

Darré, J.P., 2004. Bases théoriques et antécédents de l'étude des formes de connaissance dans les activités pratiques, in: Darré, J.P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. INRA Editions, Paris, pp. 53-57.

Girard, N., 2006. Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat. Une proposition méthodologique. Cahiers Agricultures 15, 261-272.

Petit, C., 2013. Transitions des exploitations agricoles vers l'agriculture biologique dans un territoire: approche par les interactions entre systèmes techniques et de commercialisation. Application aux aires d'alimentation de captages en Île-de-France. Thèse de doctorat, AgroParisTech, p. 328.

Annexe 2. Compléments sur la démarche de gestion sur les AAC

Afin de préserver sur le long terme la qualité des ressources utilisées pour l'alimentation en eau potable, un nouveau dispositif réglementaire est créé. La loi Grenelle 1 aboutit en 2009 à l'identification de 532 captages prioritaires, sur lesquels une Aire d'Alimentation du Captage (AAC) est délimitée (MEDDTL et MAAPRAT, 2010). L'AAC est définie comme l'ensemble « *des points de la surface du sol qui contribue à l'alimentation du captage* » (Vernoux *et al.*, 2007). Cette zone fait l'objet d'un plan d'action négocié localement et destiné à réduire les pollutions diffuses associées aux pratiques agricoles.

La démarche de préservation de la qualité des eaux sur les AAC se décompose en 3 phases (Figure 1):

- la délimitation des zones les plus contributives pour l'alimentation du captage (études hydrogéologiques)
- l'identification et la spatialisation des facteurs de pression sur la zone porteuse d'enjeux environnementaux (diagnostic des pressions)
- l'instauration d'un plan d'action visant à limiter les transferts potentiels sur les zones considérées comme étant les plus vulnérables par rapport aux risques de lixiviation des polluants vers le captage.

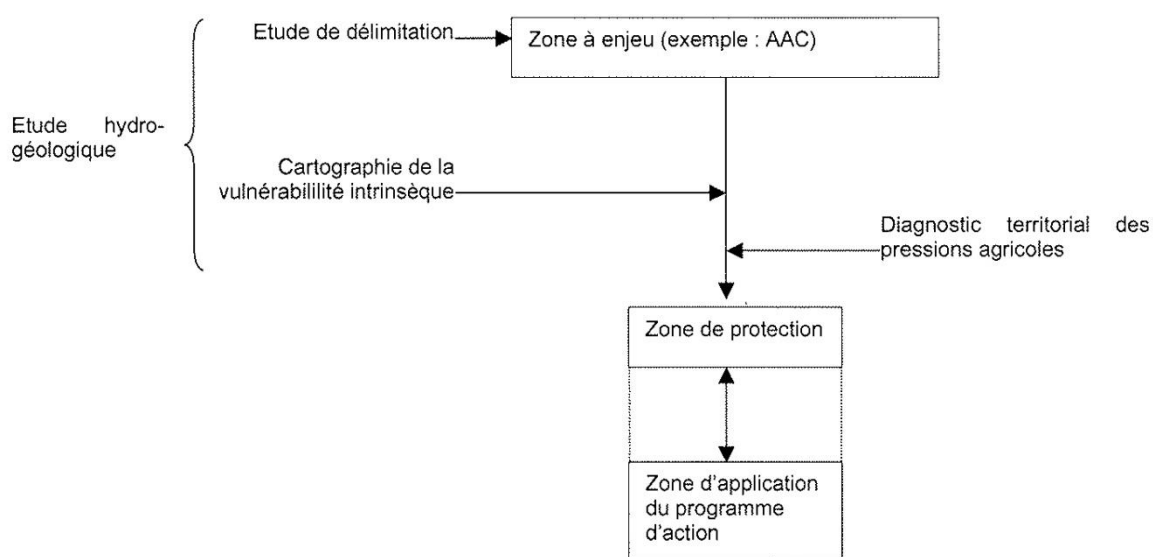


Figure 1 : les phases de la démarche de gestion sur les AAC. Source : circulaire d'application du décret n2007-882 (2008).

Les études hydrogéologiques

Les études hydrogéologiques se structurent en deux phases distinctes (Vernoux *et al.*, 2007). La première phase vise à délimiter la zone à enjeu, à savoir l'aire d'alimentation du captage. Ensuite, une seconde phase doit pouvoir permettre de distinguer au sein même de l'AAC les secteurs les plus contributifs à l'alimentation du captage, en spatialisant la vulnérabilité intrinsèque vis-à-vis des pollutions diffuses. Ces études doivent enfin permettre d'évaluer les temps de transferts des polluants vers le captage.

Diagnostic territorial des pressions agricoles

La seconde phase de la démarche vise à identifier et à spatialiser les pressions existantes sur l'AAC. Ces pressions peuvent avoir différentes origines en fonction des polluants retrouvés au captage, ce qui explique la mise en place de diagnostic multi-pressions sur les AAC. Nous ne traiterons ici que de la partie agricole du diagnostic, en présentant ses objectifs.

Selon la circulaire d'application du décret n2007-882, les objectifs du diagnostic territorial des pressions agricoles sont les suivants :

- caractérisation des pratiques au regard des enjeux environnementaux et identification des pratiques à risque ;
- quantification des pressions et hiérarchisation des pratiques à risques ;
- spatialisation des pratiques à risques sur l'AAC.

Plan d'action

La démarche présentée ici vise à mettre en place un plan d'action, à savoir un « ensemble de mesures ou d'aménagements contribuant à l'atteinte des objectifs environnementaux » (circulaire d'application du décret n2007-882) sur une zone de protection. Le dispositif réglementaire distingue ainsi la zone porteuse d'enjeux environnementaux (l'AAC) et la zone de protection, caractérisée par la superposition entre une vulnérabilité forte et un niveau de pression important.

Références

2007. Décret n°2007-882 du 14 mai 2007 relatif à certaines zones soumises à contraintes environnementales

MEDDTL, MAAPRAT, 2010. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de plans d'actions agricoles sur les aires d'alimentation de captages, Paris, p. 80.

Vernoux, J.F., Wuilleumier, A., Dörfliger, N., 2007. Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. Guide méthodologique. Rapport BRGM/RP-55874-FR, p. 75.

Annexe 3. Eléments complémentaires de contexte pour l'AAC de Péronnas

Délimitation de l'AAC et modalités de transferts vers le captage

Une démarche de modélisation hydrogéologique a permis la délimitation de l'aire d'alimentation du captage de Péronnas (ANTEA, 2011). Cette AAC a une superficie de 3950 ha et s'étend principalement sur 3 communes (Lent, Péronnas, Servas). Elle est délimitée par la Veyle à l'ouest, par le cordon morainique des forêts de Seillon et de Réna à l'est. La limite sud, plus difficile à fixer, se cale quant à elle sur l'isochrone¹ 80 ans. Les altitudes sur l'AAC sont comprises entre 240 et 290 m.

L'étude hydrogéologique menée dans le cadre de la démarche de protection du captage de Péronnas (ANTEA, 2011) a permis de préciser le schéma hydrogéologique sur la zone. Ce schéma est caractérisé par la superposition de 3 couches :

- une nappe superficielle peu profonde, constituée par des formations quaternaires ;
- une couche imperméable argileuse (éponte) d'épaisseur variable ;
- une nappe pliocène profonde et de vaste extension, qui s'écoule en direction du nord et du nord-ouest.

Cette nappe pliocène exploitée par le captage est alimentée à 50 % par des eaux récentes provenant de la nappe superficielle et à 50% par des eaux plus anciennes en provenance de la zone d'affleurement de l'aquifère, âgées de plusieurs dizaines d'années. La part de l'alimentation des nappes en provenance des rivières semble quant à elle assez limitée. Selon ANTEA (2011), la Veyle, principal cours d'eau sur la zone, ne contribuerait que faiblement à l'alimentation des nappes superficielle et profonde, ce qui relativise l'impact que pourrait avoir cette rivière sur les transferts potentiels de polluants vers ces aquifères. Conformément aux conclusions du rapport, on peut considérer que les transferts de polluants vers les nappes se font principalement par lixiviation.

Spatialisation de la vulnérabilité

L'analyse spatialisée de la vulnérabilité intrinsèque de la nappe profonde sur l'AAC de Péronnas mobilise plusieurs critères (ANTEA, 2011) :

- épaisseur de la zone non saturée,
- épaisseur de l'éponte et niveau de recharge de la nappe profonde par la nappe superficielle,
- transmissivités de l'aquifère profond².

L'épaisseur de l'éponte constitue le critère de vulnérabilité le plus important dans la pondération proposée par ANTEA (2011). Ainsi, plus l'épaisseur de la couche argileuse est faible, plus la recharge de la nappe profonde par la nappe superficielle sera forte et plus le transfert potentiel des polluants d'une couche à l'autre sera important.

¹ Isochrone : courbe joignant les points atteints dans le même temps à partir d'un lieu de départ donné.

² On note ici qu'aucun des critères mentionnés plus haut ne concerne la pédologie sur l'AAC. Si la démarche « type » du BRGM mentionne l'importance des critères pédologiques dans l'analyse de la vulnérabilité, l'analyse proposée par ANTEA n'intègre pas ces critères.

L'analyse hydrogéologique permet de délimiter deux secteurs de forte vulnérabilité. Parmi ces deux secteurs, seul le premier, celui de l'Alleyriat, est occupé par des terres agricoles. Cette zone est située à l'ouest de l'AAC et a une superficie de 430 ha. Sur ce secteur, la faible épaisseur de l'éponte (5 m contre 10 à 15 m au droit du champ captant de Péronnas) induit un niveau de recharge important de la nappe profonde par la nappe superficielle. Le délai de transfert des eaux entre cette zone et le captage est estimé entre 10 et 20 ans.

La cartographie des formations pédologiques sur l'AAC (Figure 2) tend à confirmer l'existence de secteurs plus vulnérables aux transferts par lixiviation des polluants vers les nappes. Du fait de sa position géographique au contact entre différentes formations, on retrouve sur l'AAC des sols assez variés, avec des comportements différents par rapport aux dynamiques de lixiviation. On distingue trois types de sol sur l'AAC :

- les sols des anciens étangs aujourd'hui cultivés sont caractérisés par une hydromorphie très marquée qui limite fortement les transferts par lixiviation ;
- les terrains limono-argileux hydromorphe de la Dombes représentent les surfaces les plus importantes sur l'AAC. Ces terrains sont caractérisés par une réserve utile moyenne d'environ 150 mm. Ces sols sont peu sensibles à la lixiviation ;
- les sols des formations de cailloutis morainiques (affleurements caillouteux morainiques de Dombes, cailloutis des terrasses au sud-est de Bourg, cailloutis de la Veyle) constituent les sols les plus drainants et donc les plus sensibles à la lixiviation. La forte proportion de cailloux dans les profils pédologiques leur confère une réserve utile plus limitée (autour de 100 mm). Ces types de sols représentent environ 40 % de l'AAC.

La zone de l'Alleyriat est caractérisée par la présence de sols fortement drainants (Figure 2), ce qui renforce les conclusions de l'étude hydrogéologique. Les caractéristiques hydrogéologiques (épaisseur de l'éponte) et pédologiques (terrains drainants) de cet espace lui confèrent une sensibilité forte à la lixiviation par rapport au reste de l'AAC.

Références

ANTEA, 2011. Champ captant de Péronnas. Définition et vulnérabilité du bassin d'alimentation des captages. Mairie de Bourg en Bresse, p. 61.

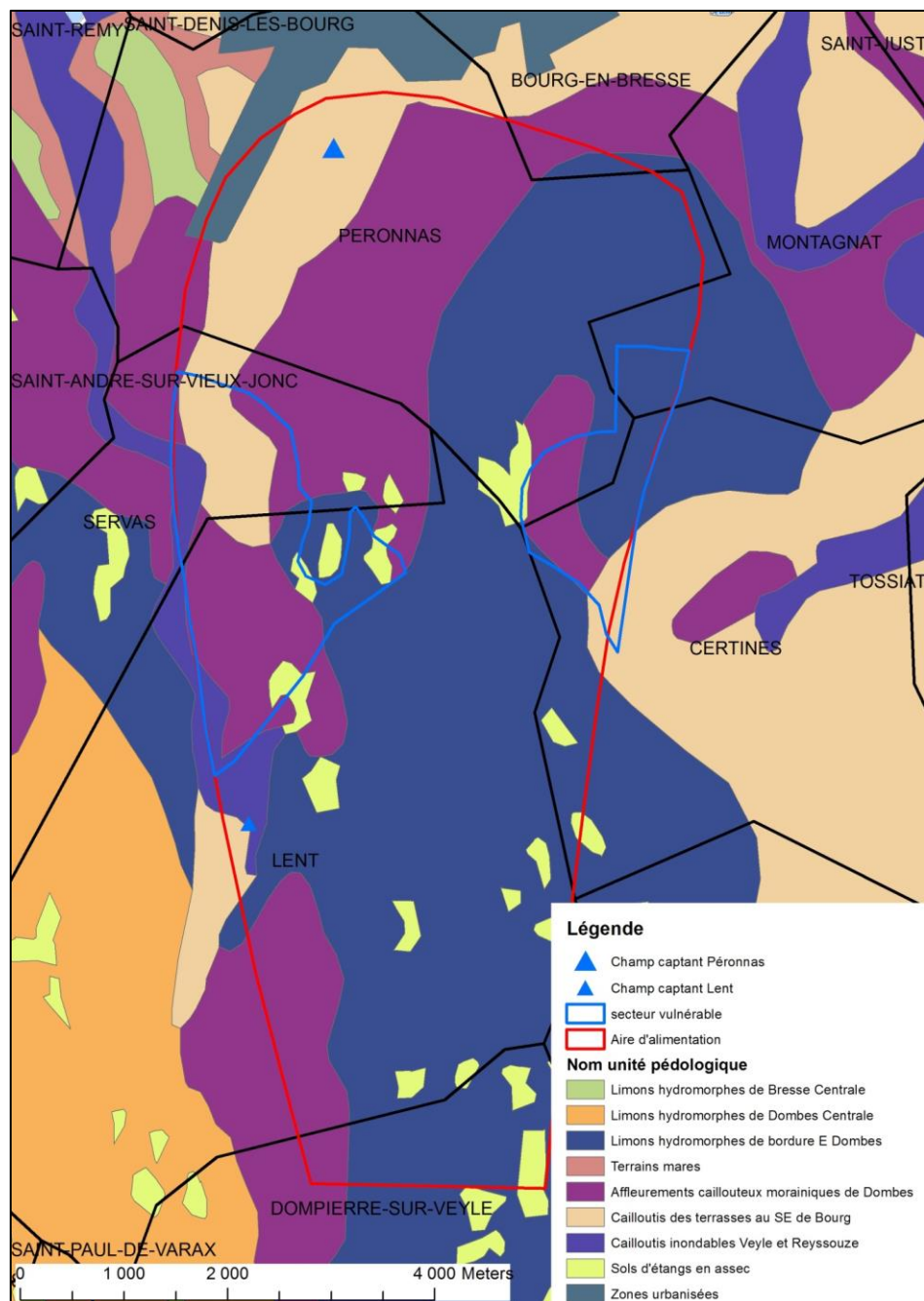


Figure 2. Carte pédologique pour l'AAC de Péronnas. Source : BD sols IGCS Rhône-Alpes (SIRA, 1/100000^e)

Annexe 4. Présentation des exploitations enquêtées sur le territoire de Lapeyrouse-Mornay

L'échantillon pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay comporte 20 exploitations, dont quatre en AB. Le Tableau 1 présente les principales caractéristiques pour ces 20 exploitations. On classe les exploitations enquêtées sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay en cinq types présentant des associations variées de systèmes de production. Cette typologie se base sur les critères de diversité suivants :

- la taille de l'exploitation (SAU) ;
- la diversité des systèmes de production sur l'exploitation (présence de cultures spécialisées, d'arboriculture et/ou d'élevage bovin).

Le Tableau 2 présente la typologie obtenue et les caractéristiques principales des structures d'exploitation par types.

Grandes exploitations spécialisées

Ce type regroupe les exploitations avec les SAU les plus importantes de l'échantillon. La diversité des systèmes de production y est importante, puisque ces exploitants associent au minimum un atelier de cultures spécialisées et un atelier en grandes cultures. Sur deux exploitations, on retrouve des productions de complément (engraissement de génisses, élevage de chevreau en intégration). La main d'œuvre disponible est très variable. Deux exploitants travaillent seuls sur l'exploitation ; la dernière exploitation correspond quant à elle à un GAEC familial. L'atelier de cultures spécialisées concerne des surfaces importantes puisque 31 % de la SAU en grandes cultures est consacré en moyenne à ces cultures.

Grandes exploitations diversifiées

Ces exploitations sont caractérisées par l'absence des cultures de semences et du tabac dans l'assolement. La diversification des productions se fait par l'arboriculture ou par l'élevage bovin hors-sol. La SAU est très variable d'une exploitation à l'autre puisqu'elle peut aller de 68 à 132 ha sur les trois exploitations conventionnelles. Le maïs irrigué est très important dans l'assolement, en particulier sur les deux exploitations conventionnelles où il représente plus des 2/3 de la SAU allouée aux cultures. Les surfaces en verger ne représentent en revanche qu'une part limitée de la SAU.

Ce type intègre trois exploitations biologiques dont deux avec une conversion mixte en AB ; sur ces dernières, les cultures sont biologiques tandis que l'atelier d'appoint est en conventionnel (engraissement de bœufs castrés, élevage de poulets, vergers). Comme sur les exploitations conventionnelles, les systèmes d'élevage sont hors-sol. Seul un agriculteur a converti l'intégralité de son exploitation en AB en intégrant l'arboriculture.

Exploitations en grandes cultures

Ce type regroupe les exploitations spécialisées dans les grandes cultures avec des SAU moyennes à importantes. Ces exploitations n'intègrent pas d'atelier de cultures de semences, d'élevage ou d'arboriculture. Malgré l'absence de cultures spécialisées permettant des revenus importants sur de petites surfaces, la SAU sur les deux exploitations conventionnelles n'excède pas les 80 ha. Sur une exploitation, l'agriculteur est entrepreneur en travaux agricoles pour compléter le revenu ; l'autre

exploitant est proche de la retraite. L'exploitation biologique se démarque clairement avec une SAU très importante (156 ha). Cette catégorie ne regroupe que des exploitations individuelles. La part du maïs et des cultures irriguées dans l'assolement est la plus faible de tous les types recensés.

Petites exploitations spécialisées

Les exploitations de cette catégorie sont caractérisées par des SAU très limitées (inférieures à 60 ha). Les six exploitations conventionnelles concernées compensent les surfaces limitées par l'utilisation de cultures spécialisées permettant des revenus importants sur de petites surfaces (maïs semence et/ou tabac). Ces cultures spécialisées constituent une part majeure de l'assolement (39% en moyenne). Deux exploitants associent un atelier de diversification aux cultures (arboriculture ou élevage de veaux de boucherie en intégration).

Petites exploitations non spécialisées

Ces deux exploitations sont caractérisées par des surfaces très limitées et par l'absence de cultures spécialisées dans l'assolement. L'essentiel du revenu repose soit sur les grandes cultures, soit sur de l'élevage bovin allaitant. Le maïs constitue l'essentiel de l'assolement. Ces deux exploitations correspondent à des structures plutôt marginales sur ce terrain. On note qu'un des exploitants concernés est en retraite.

Tableau 1. Description de l'échantillon des 20 exploitations enquêtées pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay. GC : grande culture. CS : cultures de semences. Ta : tabac. Arb : arboriculture. EB : Elevage bovin viande. AE : autres élevages. Les productions sont présentées dans un ordre décroissant d'importance sur l'exploitation.

EA	AB	Productions	SAU (ha)	Cult spécialisées (% SAU en cultures)	Maïs (% SAU en cultures)	Cult. irriguées (% SAU en cultures)	Cult. printemps (% SAU en cultures)	Surfaces sur l'AAC (% SAU)
1	Conv	Arb CS GC	35	67	52	67	67	7
3	Conv	CS GC	38	55	55	61	69	0
4	Conv	EB GC	24	0	78	61	78	71
5	Conv	CS GC EB	50	48	45	70	76	51
6	Conv	CS Ta GC	35	52	53	55	63	0
7	Conv	Ta GC	52	4	55	64	75	88
8	Conv	CS GC EB	140	38	40	38	40	18
9	Conv	GC	51	0	80	85	81	86
10	Conv	GC	75	0	9	9	26	0
11	Conv	GC Arb	138	0	72	91	72	13
12	Conv	CS GC	88	36	36	40	45	91
13	Conv	GC	80	0	27	27	55	29
14	Conv	CS Ta GC AE	150	17	21	20	36	55
15	Conv	Arb GC	64	0	80	80	85	0
16	Conv	Ta GC	26	6	22	50	50	0
17	Conv	GC EB CS	62	4	48	23	48	73
18	AB	GC EB	101	0	32	38	50	90
31	AB	GC	156	0	35	54	54	0
32	AB	GC AE Arb	78	0	26	47	56	0
33	AB	GC Arb	95	0	33	50	54	0
Moyenne Conv			69	21	48	53	60	36
Moyenne AB			108	0	32	47	54	23
Moyenne			77	16	45	52	59	34

Tableau 2. Typologie des systèmes de production pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.

Types d'exploitations	Caractéristiques des types	Nombre d'EA	SAU moyenne (ha)	Part des cultures spécialisées (%)	Part des cultures irriguées (%)	Part du maïs (%)	Nombre d'EA sur AAC
Grandes exploitations spécialisées	- SAU > 60 ha - grandes cultures et cultures spécialisées (semences et tabac)	3 Conv	126	31	32	32	3
Grandes exploitations diversifiées	- SAU > 60 ha - Grandes cultures et arboriculture / élevage bovin viande	3 Conv 3 AB	90	0	55	48	3
Exploitations en grandes cultures	- SAU > 60 ha - grandes cultures uniquement	2 Conv 1 AB	104	0	30	24	1
Petites exploitations spécialisées	- SAU < 60 ha - principalement des cultures spécialisées (semences et / ou tabac)	6 Conv	39	39	61	47	3
Petites exploitations non spécialisées	- SAU < 60 ha - grandes cultures et / ou vaches allaitantes	2 Conv	38	0	73	79	2
Echantillon total		20	77	16	52	45	12

Structuration des filières pour l'approvisionnement et la commercialisation

Les modes de commercialisation des produits sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay sont majoritairement orientés vers les filières longues. Les structures de collecte et de commercialisation apparaissent en revanche plus diversifiées, notamment en ce qui concerne la vente des céréales et des cultures de semences³. L'AAC constitue ainsi une zone d'intersection entre deux bassins d'approvisionnement de coopératives : le Groupe Dauphinoise, plus actif sur le département de l'Isère, et la Drômoise de Céréales, que l'on retrouve principalement sur la Drôme. La production de cultures de semences est collectée via deux structures principales affiliées aux coopératives. Pour le tabac, une seule structure est en charge de la collecte et de la commercialisation sur la zone.

La commercialisation des céréales dépend essentiellement des deux groupes coopératifs pour 14 des 16 exploitations conventionnelles enquêtées. Le quinzième exploitant a recours à un négociant privé, tandis que le dernier choisit de diversifier les modes de commercialisation de ses productions en associant une coopérative, un négociant privé et du commerce de détail pour des productions de niche. Cette diversité s'accompagne de pratiques de transformation (séchage du maïs, constitution d'un aliment pour volailles). On retrouve une diversité comparable des modes de commercialisation chez les exploitants en AB : parmi les quatre agriculteurs biologiques, trois ont principalement recours à une coopérative traditionnelle pour la commercialisation des céréales. Au contraire, le dernier exploitant sèche et stocke lui-même ses productions afin de les vendre à meilleur prix dans les circuits spécialisés en AB.

Le conseil technique sur les pratiques culturales est étroitement associé aux structures d'approvisionnement en engrais et en pesticides. Pour 12 exploitants conventionnels, l'approvisionnement et le conseil est assuré exclusivement par les deux coopératives. Les autres exploitants mobilisent à la fois des conseillers issus de l'une des deux coopératives et de négociants privés. Il semblerait là aussi que le conseil technique ait un impact fort sur les pratiques culturales, notamment sur le choix et l'utilisation des pesticides. Cet impact est majoré sur les cultures spécialisées ; ces cultures sont soumises à des contrôles qualitatifs nombreux qui jouent fortement sur la marge de l'agriculteur, via un système de primes. L'impact des coopératives sur les pratiques associées aux cultures spécialisées se matérialise sous la forme de fiches techniques intégrant des préconisations sur les doses d'engrais et sur les pesticides utilisables pour les différentes variétés.

L'autonomie décisionnelle des agriculteurs biologiques quant aux pratiques culturales semble beaucoup plus importante. Aucun des quatre exploitants en AB rencontrés ne mentionne ainsi l'existence d'un conseiller technique attitré sur l'exploitation. Si le conseil technique et l'approvisionnement se superposent souvent sur les exploitations conventionnelles, le conseil technique prend souvent la forme d'échanges plus informels et diversifiés sur les exploitations en AB.

³ La diversité des modes de commercialisation en arboriculture n'est pas étudiée dans cette thèse.

Annexe 5. Présentation des exploitations enquêtées pour le terrain de Péronnas

L'échantillon pour le terrain de Péronnas comporte 29 exploitations, dont quatre en AB. Le Tableau 3 présente les principales caractéristiques pour ces 29 exploitations. On propose ici une typologie des systèmes de production sur les exploitations de notre échantillon. Cette typologie se base sur les critères suivants :

- l'orientation principale (élevage vs grandes cultures)
- le type d'élevage (élevage de bovins, d'équidés, de granivores)
- la part des cultures de vente dans l'assolement
- la diversité des ateliers d'élevage (présence ou non d'un atelier viande)

Le Tableau 4 présente la typologie obtenue et les caractéristiques propres aux 5 types de systèmes de production ainsi identifiés. On décrit ici les quatre catégories les plus importantes.

Exploitations céréalières

On regroupe dans ce type les 5 exploitations pour lesquelles la vente de céréales constitue le premier poste dans le produit de l'exploitation. Ce type se caractérise par une SAU moyenne relativement élevée (125 ha), avec une part très faible des prairies (moins de 10 %) et une part très importante du maïs (60 %). Les 4 cultures de vente principales sur le territoire (maïs grain, blé, tournesol, colza) constituent l'essentiel des assolements. Trois exploitations sur 5 sont dotées d'un atelier bovin secondaire, allant de l'élevage de génisses prêtes sur des prairies naturelles à l'engraissement de taurillons en intégration. Cet atelier constitue souvent le reliquat d'une activité d'élevage auparavant plus importante.

Exploitations en polyculture-élevage

Ces exploitations combinent un ou plusieurs ateliers d'élevage bovin avec la vente de céréales. L'atelier bovin lait est l'atelier principal. Cependant, la vente de céréales tient une part relativement importante dans le produit de l'exploitation et dans les assolements, puisque plus de 30 % de la SAU est constituée de cultures de vente (maïs grain, blé, tournesol, colza).

Ce type regroupe des exploitations de grande taille (144 ha en moyenne). Par rapport aux autres exploitations orientées vers l'activité laitière, l'assolement se caractérise par une part importante en maïs (30%), par une proportion limitée en prairies (32 %), et par l'apparition du colza et le tournesol dans les rotations.

Ces proportions s'expliquent à la fois par l'importance de l'atelier céréales mais aussi par une certaine intensification de l'atelier lait (1,7 UGB/ha de SFP en moyenne). La productivité par vache laitière est très importante pour deux exploitations où elle dépasse les 8000 L. Grâce à la présence des cultures de vente dans l'assolement, la pression azotée globale n'est pas préoccupante (0.7 UGB en moyenne).

Exploitations laitières diversifiées

Ce type regroupe neuf exploitations conventionnelles et les quatre exploitations en AB enquêtées sur ce site. Ces exploitations sont caractérisées par la présence d'un atelier viande qui permet une meilleure valorisation des « coproduits » de la production laitière, qui reste néanmoins l'atelier

principal. On distingue plusieurs marqueurs qui témoignent d'une stratégie de diversification des produits chez ces exploitants :

- l'utilisation de croisements ou l'adoption de races mixtes pour augmenter la valorisation de ces produits ;
- l'engraissement sur l'exploitation des croisés ;
- la commercialisation des animaux en vente directe (« caissettes »).

La part des cultures de vente dans l'assolement est inférieure à 30 % mais peut malgré tout représenter une proportion non négligeable du produit de l'exploitation dans certaines structures.

A quelques exceptions près, ce type regroupe des petites exploitations caractérisées par des systèmes de production extensifs. La SAU moyenne est de 89 ha et les effectifs moyens sont de 74 UGB pour les exploitations conventionnelles. La proportion des prairies dans la SAU est importante et la part du maïs est limitée. La productivité est faible à moyenne, et le nombre d'UGB/ha de SFP est relativement peu élevé comparativement aux exploitations laitières spécialisées. La pression azotée globale sur le territoire d'exploitation reste assez faible (0,8 UGB par ha).

Exploitations laitières spécialisées

Ce type regroupe six exploitations laitières ne développant pas de stratégies spécifiques pour valoriser les coproduits de la production laitière. La commercialisation du lait est donc la ressource dominante, même si certaines exploitations développent des cultures de vente sur une part limitée de la SAU. On retrouve principalement dans ce type des petites exploitations relativement intensives. La SAU moyenne est comparable à celle du type précédent mais le nombre d'UGB est plus important (86 UGB). La proportion de prairies dans l'assolement diminue par rapport au groupe précédent tandis que celle du maïs augmente. La production par vache laitière, jamais inférieure à 7000 L, est moyenne à forte. L'indice UGB/SFP moyen indique un degré d'intensification intermédiaire entre les exploitations laitières diversifiées et les exploitations en polyculture-élevage. On note néanmoins sur certaines exploitations des niveaux d'intensification importants, notamment sur une exploitation avec 2,2 UGB/ha de SFP.

Le nombre d'UGB/ha de SAU est lui aussi relativement haut comparativement au reste de l'échantillon, mais reste malgré tout en deçà des situations d'excédents azotés structurels.

Tableau 3. Description de l'échantillon des 29 exploitations enquêtées pour le terrain de Péronnas. Les indicateurs UGB, SFP, UGB/ha de SAU et UGB/ha de SFP ne sont calculés que pour les exploitations ayant plus de 20 UGB. L : élevage bovin laitier. GC : grande culture. V : viande. Au : autres. Productions entre () : productions secondaires sur l'exploitation.

EA	AB	Productions	SAU (ha)	Effectifs (UGB)	Prod. par VL (l)	Maïs (% SAU)	Prairie (% SAU)	SFP (% SAU)	UGB/ha de SAU	UGB/ha de SFP	AAC (% SAU)
1	Conv	L GC	137	80	8163	29%	15%	30%	0,59	1,97	100%
2	Conv	L (GC) (V)	138	134	6944	16%	65%	77%	0,97	1,26	0%
3	Conv	Au (GC)	88	0	0	30%	0%	0%	0,00	0,00	53%
4	Conv	GC	139	0	0	65%	0%	0%	0,00	0,00	0%
5	Conv	L (GC) (V)	67	74	7175	16%	61%	72%	1,10	1,52	0%
6	Conv	L (GC)	46	56	8333	29%	37%	67%	1,06	1,58	0%
7	Conv	L (V)	68	71	7111	13%	71%	93%	1,04	1,11	0%
8	Conv	L	161	132	7282	21%	52%	70%	0,82	1,17	0%
9	Conv	L (GC)	69	70	7600	18%	64%	81%	1,02	1,25	0%
10	Conv	L	65	68	7500	28%	31%	48%	1,04	2,16	0%
11	Conv	L (GC)	77	71	7273	19%	61%	76%	0,92	1,20	0%
12	Conv	L (GC)	107	120	7667	27%	49%	74%	1,12	1,51	0%
13	Conv	L (GC) (V)	86	71	8000	16%	59%	70%	0,83	1,19	0%
14	Conv	GC (V)	108	17	0	52%	12%	12%	0,16	1,27	75%
15	Conv	L (GC) (V)	84	81	6740	17%	67%	78%	0,96	1,23	79%
16	Conv	L (GC) (V)	69	53	7125	11%	57%	66%	0,61	0,92	56%
17	Conv	L (V)	143	86	7455	5%	86%	91%	0,60	0,66	21%
18	Conv	L V	53	38	2414	0%	85%	100%	0,72	0,72	85%
19	Conv	L GC (V)	180	161	9400	31%	41%	58%	0,89	1,55	68%
20	Conv	L	93	62	6935	13%	69%	76%	0,66	0,87	71%
21	Conv	GC (V)	126	59	0	51%	16%	30%	0,46	1,54	0%
22	Conv	GC (V)	80	5	0	52%	17%	27%	0,06	0,22	100%
23	Conv	Au GC	101	79	0	18%	64%	66%	0,78	1,19	89%
24	Conv	L GC	114	82	6364	31%	41%	48%	0,72	1,50	77%
25	Conv	GC	173	0	0	77%	0%	0%	0,00	0,00	45%
26	AB	L (V)	90	76	6500	11%	66%	77%	0,84	1,09	0%
27	AB	L (V)	102	118	5538	10%	68%	78%	1,16	1,48	0%

28	AB	L (V)	91	73	4500	0%	88%	88%	0,79	0,91	0%
29	AB	L	60	52	6300	9%	72%	81%	0,87	1,07	0%
Moyenne Conv			104	82	7193	27%	45%	69%	0,85	1,30	37%
Moyenne AB			86	79	5710	7%	73%	81%	0,91	1,14	0%

Tableau 4. Typologie des systèmes de production pour le terrain de Péronnas. Les cultures de vente sur le territoire sont le maïs grain, le blé, le tournesol et le colza. Pour les exploitations laitières diversifiées, on distingue les exploitations conventionnelles (conv) et les exploitations en AB (AB)

Types de systèmes de	Critères principaux par types	Nombre d'EA	SAU moy. (ha)	Effectif (UGB)	Prod. par VL (l)	UGB / ha de SAU	UGB / ha de SFP	Nbre d'EA sur AAC
Exploitations céréalières	- atelier grandes cultures dominant, cultures de vente - moins de 20 UGB sur l'exploitation	5	125	16	0	0,1	0,6	3
Exploitations en polyculture-élevage	- atelier lait dominant - plus de 30 % de la SAU allouée à la production de cultures de vente	3	144	108	7975	0,7	1,7	3
Exploitations laitières diversifiées	- atelier lait avec un objectif de valorisation en viande des coproduits	9 (conv)	89 (conv)	74 (conv)	6655 (conv)	0,8 (conv)	1,1 (conv)	5 (conv)
	- moins de 30 % de la SAU allouée à la production de céréales pour la vente - intègre les 4 exploitations en AB	4 (AB)	86 (AB)	79 (AB)	5710 (AB)	0,9 (AB)	1,1 (AB)	0 (AB)
Exploitations laitières spécialisées	- atelier lait sans objectif de valorisation en viande des coproduits - moins de 30 % de la SAU allouée à la production de céréales pour la vente	6	88	86	7609	1,0	1,5	0
Autres élevages	- autres productions (poules pondeuses et élevage de chevaux)	2	95	40	0	0,4	0,6	2
Echantillon total		29	103	82	6924	0,86	1,28	13

Structuration des filières pour l'approvisionnement et la commercialisation

Les modes de commercialisation des produits sur le site de Péronnas sont majoritairement orientés vers les filières longues, avec des structures de collecte très faiblement diversifiées pour le lait et les céréales. Ainsi, la laiterie Bressor située sur la commune de Servas polarise l'ensemble de la production laitière des exploitations conventionnelles enquêtées, tandis que l'entreprise Biolait assure la collecte sur les exploitations biologiques. Si l'on excepte deux exploitations en AB, les exploitations laitières de l'échantillon n'ont pas développé d'ateliers de transformation ou de vente à la ferme. De la même façon, la quasi-totalité de la production céréalière est collectée et commercialisée par l'intermédiaire d'une seule et même coopérative (Terre d'Alliances). La vente des coproduits viande de certaines exploitations laitières constitue une exception notable à cette polarisation forte des grandes coopératives sur le territoire. En effet, sur six exploitations dont deux en AB, la commercialisation de la viande se fait en partie via un système de vente directe en caissettes.

Le conseil technique relève principalement de l'agrofourmiture. Parmi les 25 exploitants conventionnels rencontrés, seuls 3 affirmaient ne pas mobiliser de conseiller technique issu d'une structure d'approvisionnement pour la gestion de la fertilisation azotée et/ou pour l'utilisation des produits phytosanitaires. L'impact de ces structures sur les pratiques semble important ; parmi les 15 exploitants mobilisant un technicien pour la rédaction de leur plan de fumure, 10 agriculteurs passent directement par le technicien rattaché à l'organisme d'approvisionnement. L'impact de ces organismes sur les pratiques semble encore plus important en ce qui concerne l'utilisation des pesticides. Les éleveurs suivent peu l'évolution des homologations sur les matières actives et sont donc en général fortement dépendants de leur conseiller pour choisir le produit et les doses à utiliser.

Le conseil technique relève de trois structures différentes incluant deux structures coopératives et un organisme privé. La première structure coopérative travaille principalement à l'ouest de notre terrain d'études, sur les communes de St André sur Vieux Jonc et Servas. Les deux dernières sont fortement ancrées sur l'AAC et plus globalement sur les communes de Lent et de Péronnas.

Contrairement aux éleveurs conventionnels, les exploitants en AB sont caractérisés par une autonomie décisionnelle très forte quant à leurs pratiques ; ces agriculteurs ne sont actuellement plus en contact direct avec les conseillers des structures d'approvisionnement locales. Cette autonomie est parfois antérieure à la conversion.

Annexe 6. Guide d'entretien

Le guide d'entretien présenté ici a été développé pour les exploitations en polyculture-élevage et concerne donc principalement les exploitations sur le territoire de Péronnas. La majorité des questions n'étaient pas posées directement mais abordées simplement au cours de l'entretien par l'agriculteur lui-même, via des questions très générales et des relances simples. La spécificité du guide d'entretien repose sur une analyse systématique de la variabilité spatiale et temporelle des pratiques, rendue possible par des questions de relance spécifiques.

Présentation avant l'entretien

Programme de recherche sur les liens entre agriculture et qualité de l'eau, principalement des problématiques nitrates et pesticides

Sur des territoires à enjeux « eau », à proximité de captages, donner les communes concernées

Objectif du programme

Evaluer la contribution potentielle de l'AB pour la préservation de la ressource en eau, comparaison avec les pratiques sur des exploitations biologiques

Objectif de l'entretien

-Faire un état des lieux sur vos pratiques à l'échelle de l'exploitation

-Comprendre comment vous les raisonnez

- Pas un contrôle sur les pratiques ou sur la mise aux normes !

Durée de l'entretien : environ 2h00

→ Données anonyme, dans le cadre d'un programme de recherche.

Enregistrement audio ?

Possible de faire une visite rapide des locaux après l'entretien ?

Description globale de l'exploitation

Pouvez-vous me présenter l'exploitation ?

Statut de l'exploitation

Main d'œuvre : nombre de personnes et répartition des tâches

Age du chef d'exploitation (des collaborateurs)

Formation

Une deuxième activité ?

Pouvez-vous me faire un historique de l'exploitation ?

Date d'installation

Evolution de la SAU

Evolution de la main d'œuvre

Etes-vous engagé par des mesures environnementales sur votre exploitation ?

Des modifications importantes des pratiques ?

Quelles sont les productions sur l'exploitation ?

Productions prioritaires ?

Production animale

Ce point est secondaire et ne fait donc pas l'objet de questions de relances.

Comment se fait la commercialisation des produits de l'élevage ?

Productions pour l'élevage

Commercialisation des produits

Comment s'organise la conduite de l'élevage sur l'exploitation ?

Race(s)

Pouvez-vous me décrire le troupeau par classes d'effectifs ?

Nombre d'UGB

Comment se fait le renouvellement de l'effectif ?

Quelle production laitière sur l'exploitation ?

Quotas

Production totale par rapport aux quotas

Production par VL (objectif / réel)

Pouvez-vous me décrire votre système d'alimentation ?

Périodes en bâtiments pendant l'année

Rations VL

Evolution de la ration au cours de l'année

Quantité de concentré par VL/jour

Rations génisses

Autosuffisance en aliments

Des aliments achetés

Autosuffisant pour l'approvisionnement en paille ?

Echanges paille-fumier ?

Organisation des bâtiments et gestion des effluents d'élevage

Pouvez-vous me décrire les bâtiments d'élevage sur l'exploitation ?

Différents bâtiments

Type de logements par bâtiment

Evolution récente de ces bâtiments ?

Mise aux normes ?

Quels sont les effluents produits sur l'exploitation ?

Quelles quantités produites chaque année ?

Nombre d'épandeurs ?

Comment stockez-vous les effluents d'élevage sur l'exploitation ?

Ouvrages de stockage

Types d'effluents

Volume de stockage

Volume suffisant ?

Quand videz-vous ces ouvrages ?

Comment gérez-vous les effluents avant épandage ?

Pratiques de compostage

Comment se fait l'épandage des effluents ?

Où ?

Sur quelles surfaces ?

Sur un type de parcelles en particulier ?

Quand dans l'année ?

Des analyses d'effluents ?

Productions végétales

Quelles sont les cultures sur l'exploitation ?

Pour chaque culture

Sole sur les dernières années

Sole habituelle et variations

Niveaux de rendements pour la culture

Rendements moyens et variations

Des rendements objectifs ?

Des objectifs de qualité ?

Destination de la production ?

Organisation du territoire d'exploitation

Pouvez-vous me décrire l'organisation du territoire d'exploitation ?

Différents blocs sur l'exploitation

Localisation du centre d'exploitation / des bâtiments annexes

Comment faites-vous votre assolement chaque année ?

Variation forte des sols par cultures ?

Utilisation d'un cahier avec les assolements par parcelles ?

Quelles informations utilisez-vous ?

Intervention d'un technicien extérieur ?

Quelles sont les différentes successions de culture sur l'exploitation ?

Comment sont-elles construites ?

Localisation des successions sur le territoire d'exploitation

Variations des successions / des couples précédents-suivant ?

Pourquoi ces variations ? Quelles infos prises en compte ?

Durée d'implantation de la prairie

Différents types de prairies sur l'exploitation ?

Où sont-elles localisées ?

Caractérisation générale du système technique

Ces questions ne constituaient pas nécessairement une entrée à part entière dans le questionnaire mais étaient plutôt insérées au fur et à mesure au cours de l'entretien, notamment lors de la description des itinéraires techniques (voir plus bas).

Comment raisonnez-vous la fertilisation azotée / la gestion des mauvaises herbes / des maladies / des ravageurs sur vos cultures ?

Éléments pris en compte

Origine des informations mobilisées

Recours à des techniciens

Vos pratiques varient-elles beaucoup d'une année sur l'autre ?

Vos pratiques varient-elles beaucoup d'une parcelle à l'autre ?

Faîtes-vous appel à des techniciens pour du conseil technique ?

Qui ?

Pour quelles opérations ?

Fréquence des rencontres

Avis général par rapport à la qualité du conseil obtenu

Pouvez-vous me décrire vos cahiers d'enregistrements ?

Prévisionnel et/ou réalisé ?

Des écarts entre le prévisionnel et le réalisé ?

Comment et par qui ce cahier est-il rempli ?

Façons culturales par cultures / sur les intercultures

Pouvez-vous me décrire les opérations culturales dans l'itinéraire pour la culture...

Travail du sol

Semis

Gestion de la fertilisation azotée

Gestion des mauvaises herbes

Protection des cultures contre les ravageurs / maladies

Description des pratiques de fertilisation azotée (pour chaque opération mentionnée)

Quels apports ?

A quelle période ?

Comment la dose totale est-elle définie ?

Vos pratiques varient-elles beaucoup d'une année sur l'autre ?

Vos pratiques varient-elles beaucoup d'une parcelle à l'autre ?

Pourquoi ces différences de fertilisation ?

Utilisez-vous des méthodes spécifiques de pilotage de la fertilisation azotée ?

Description des pratiques de désherbage / gestion des ravageurs et des maladies (pour chaque opération mentionnée)

A quelle période ?

Produits / matériel utilisé

Doses

Vos pratiques varient-elles beaucoup d'une année sur l'autre ?

Vos pratiques varient-elles beaucoup d'une parcelle à l'autre ?

Pourquoi ces différences dans l'utilisation des désherbants ?

Que faites-vous après la récolte ?

Gestion des résidus

Passages d'engins : pourquoi ?

Semis d'un couvert végétal

Conduite

Destruction / récolte

Avis général sur les couverts végétaux

Gestion des prairies

Peut-on distinguer différents types de prairies sur l'exploitation ?

Prairies pour la pâture uniquement (localisation)

Prairies pour la pâture des VL uniquement (localisation)

Prairies pour la fauche uniquement (localisation)

Prairies mixtes (localisation)

Des conduites différentes pour les différents types de prairies ?

Espèces utilisées

Implantation des prairies nouvelles

Renouvellement des prairies de longue durée

Fumure

Gestion des mauvaises herbes / traitements herbicides

Récoltes

Organisation du pâturage

Comment préservez-vous la qualité de vos prairies ?

Récolte / broyages

Projets pour l'exploitation

Selon vous, quelles sont les voies d'amélioration prioritaires pour le système d'exploitation ?

Des projets sur l'exploitation ?

Des changements de structure à venir sur l'exploitation ?

Adoption de nouvelles techniques

Changement de la conduite du troupeau

Changement de la conduite des cultures

Evolution de la SAU

Evolution de l'assolement

Contacts à prendre

Nom du ou des techniciens avec qui vous travaillez ?

Quels sont les agriculteurs qui exploitent les terres autour de votre exploitation ?

Documents à récupérer si dispo

- Parcellaire RPG de l'exploitation
- Cahiers personnels de l'agriculteur
- Assolements sur plusieurs années
- Cahier d'épandage des fertilisants organiques et minéraux (Directive Nitrates)
- Registre phyto
- Fiches techniques mobilisées pour les différentes productions
- Analyses de sol
- Plan d'épandage
- Plan d'épandage de boues de station d'épuration.
- Documents relatifs au programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA)

Annexe 7. Reconstitution des systèmes de culture

Les descriptions des systèmes de culture et des pratiques culturelles reposent souvent sur des enregistrements annuels, ce qui pose des problèmes de représentativité des systèmes soumis à l'évaluation. On souhaite au contraire intégrer, dans les modalités de reconstitution de systèmes de culture « types », la variabilité spatio-temporelle des pratiques. Pour cela, on s'appuie conjointement sur des descriptions fines de la variabilité des pratiques par l'agriculteur (d'une parcelle à l'autre et d'une année à l'autre) et sur les documents d'enregistrements qui nous permettent de valider les descriptions issues des entretiens. Ces systèmes de culture « types » seront ensuite utilisés pour le calcul des indicateurs agro-environnementaux.

Définition de rotations « types » et spatialisation sur le territoire d'exploitation

La définition des rotations-types s'appuie d'abord sur l'étude des règles de décision relatives à l'assolement décrites en entretien par l'agriculteur. Les informations sur les zones cultivables, les temps de retour et le nombre d'années consécutives sur une même parcelle pour une même culture sont recueillies (Maxime *et al.*, 1995). Néanmoins, ces variables ne sont pas toujours directement renseignées par l'agriculteur. Elles peuvent également ne pas être fixées et évoluer d'une année à l'autre ou d'une parcelle à l'autre. Les tentatives de modélisation des successions culturelles mettent ainsi en évidence des incertitudes dans l'enchaînement des cultures, avec notamment l'existence de culture interchangeables dans les rotations (Castellazzi *et al.*, 2008).

Pour construire des rotations-types les plus proches possibles des successions culturelles réelles, on mobilise les données relatives à l'assolement (soles pour les différentes cultures) et aux successions culturelles enregistrées dans les cahiers personnels de l'agriculteur ou dans le RPG. Ces informations sont utilisées pour valider et compléter les données tirées des entretiens relatives à la fréquence des différentes cultures dans les successions. La proportion des cultures dans les rotations types sur les différents ilots est ainsi calibrée à l'aide de l'assolement enregistré.

Les rotations-types ont ensuite été spatialisées sur les différents ilots du territoire d'exploitation. Le découpage du territoire d'exploitation en ilots correspondant à des systèmes de culture homogènes résulte lui-aussi d'une analyse croisée entre les données récoltées en entretien et les enregistrements des successions culturelles par parcelles. Les photos aériennes fournies avec le RPG ont servi de support pour l'entretien et pour l'implémentation des données dans le SIG.

Description des itinéraires techniques

Les itinéraires techniques sont soumis à des variations de pratiques d'une année sur l'autre ou d'une parcelle à l'autre. Ces variations doivent être intégrées au calcul des indicateurs sur les systèmes de culture. Pour cela, on utilise le concept de situations culturelles (Benoît et Papy, 1997). Une situation culturelle est composée de l'ensemble des caractéristiques de la parcelle (précédent, historique des apports, pédologie...) ainsi que de la façon dont l'exploitant ajuste ou non ses pratiques par rapport à ces caractéristiques. De cette façon, on différencie si nécessaire plusieurs situations culturelles pour chaque culture chez les exploitants. A une culture sera donc associée plusieurs itinéraires techniques, et donc plusieurs niveaux de pression (Figure 3).

Le calcul des indicateurs à l'échelle du système de culture suppose d'évaluer la fréquence des différentes situations culturales possibles pour chaque culture. Cette fréquence est évaluée lors de l'entretien, grâce aux données relatives à l'ajustement des pratiques fournies par l'agriculteur. Ces données sont validées et/ou complétées grâce aux enregistrements des pratiques (plan de fumure, cahier phytosanitaire) grâce auxquels les fréquences de certaines interventions peuvent être analysées.

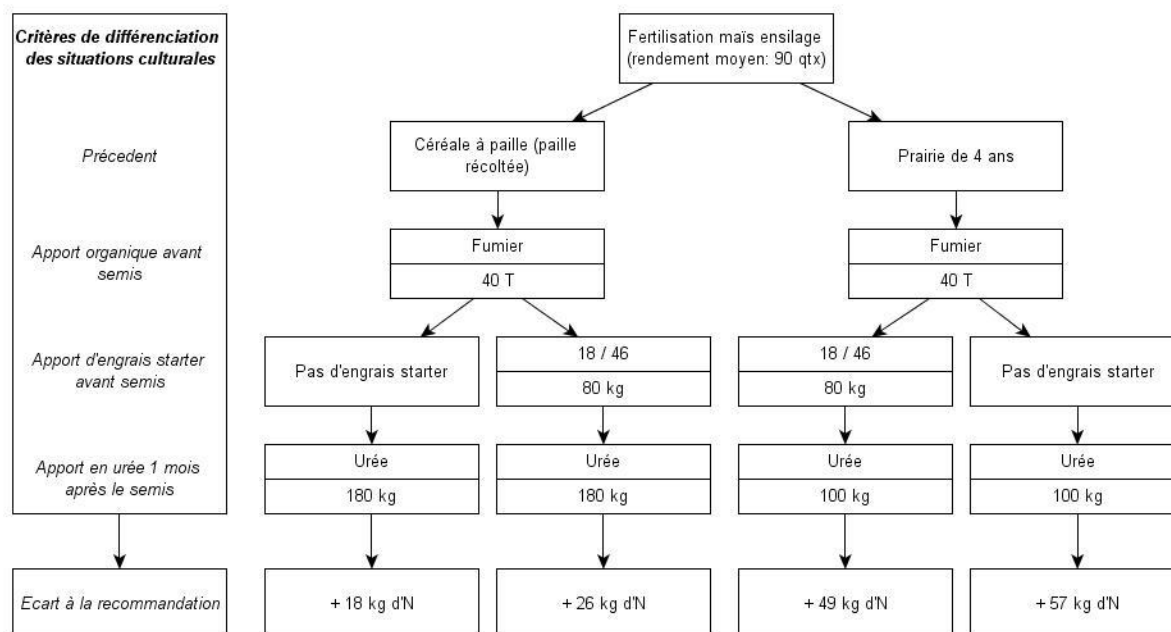


Figure 3. Différentes situations culturales pour une culture de maïs ensilage chez un exploitant laitier et évolution des écarts à la recommandation en fonction de ces situations. Les situations avec un précédent en prairies sont caractérisées par des surfertilisations.

Références

- Benoît, M., Papy, F., 1997. Pratiques agricoles et qualité de l'eau sur le territoire alimentant un captage, in: Riou, C., Bonhomme, R., Chassin, P., Neveu, A., Papy, F. (Eds.), L'eau dans l'espace rural - Production végétale et qualité de l'eau. INRA Editions, Paris, pp. 323-338.
- 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.
- Maxime, F., Mollet, J.M., Papy, F., 1995. Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture. *Cahiers Agricultures* 4, 351-362.

Annexe 8. Calcul des indicateurs de pression

On présente dans cette annexe les principaux indicateurs utilisés pour l'évaluation, leur signification par rapport au risque de transfert des polluants par lixiviation, les hypothèses à la base de leur développement ainsi que leurs limites. Nous reviendrons ensuite sur les méthodes et les références mobilisées pour construire l'ensemble de ces indicateurs.

Balance azotée sur la rotation

Principe de l'indicateur

Le principe de calcul de la balance azotée à l'échelle du système de culture est tiré de Benoît (1992). Ce calcul repose sur une comparaison entre les entrées (engrais minéraux et organiques, fixation symbiotique par les légumineuses) et les sorties d'azote sur une unité de gestion (un ensemble de parcelles). Le résultat est donné en kg N/ha/an, et est obtenu en divisant le surplus total de la balance par le nombre d'année de la rotation.

Un excédent indique une augmentation de l'azote dans le système de culture. Cet excédent peut être dispersé dans l'environnement, soit vers les ressources en eau (par lixiviation ou par ruissellement), soit vers l'air (par volatilisation ou dénitrification). Cet excédent peut aussi être conservé dans le sol sous la forme d'azote organique ; l'augmentation de ce stock d'azote organique peut à long terme accroître les quantités d'azote minéralisées en période d'interculture.

L'excédent de la balance azotée ne peut être considéré comme un outil adapté à la prévision annuelle des quantités d'azote réellement lessivées, quantités qui dépendent beaucoup des conditions climatiques de l'année. En revanche, les quantités lessivées sont bien corrélées au résultat du balance sur plusieurs années, ce qui rend possible l'utilisation de cet indicateur à l'échelle de la rotation (Farruggia *et al.*, 2000; Powlson *et al.*, 1989). On peut considérer que la balance est un bon indicateur de l'« agressivité » d'un système de culture, et qu'il nous permet de comparer le potentiel de nitrates lessivables pour plusieurs systèmes (Benoît, 1992).

La balance azotée ne peut être considéré à elle seul comme un indicateur suffisant pour l'analyse des pressions relatives à un système de culture. Les modalités de gestion des intercultures jouent ainsi un rôle primordial dans les transferts ou le stockage dans le sol des excédents azotés identifiés grâce à la balance. Il sera donc intéressant de croiser les surplus des balances azotées à des résultats sur la fréquence des sols nus lors des périodes d'intercultures.

Calcul des entrées

Quantités d'azote apportées (azote minéral et organique)

Ces quantités sont calculées à partir de l'analyse des situations culturelles par cultures. On additionne à l'échelle de la rotation l'ensemble des apports d'azote utilisés sur les cultures mais aussi lors des périodes d'intercultures.

Afin de prendre en compte la variabilité des apports, on a cherché à identifier pendant les entretiens la fréquence des apports non systématiques ou encore les gammes de variation des doses. En l'absence d'informations sur les fréquences des apports, les documents d'enregistrements ont été

mobilisés pour évaluer ces fréquences. La fréquence d'utilisation des apports organiques a été évaluée en divisant les quantités épandues par le nombre d'ha concernés. A l'aide de ces informations, il est devenu possible de faire varier les itinéraires techniques d'une année à l'autre et donc d'obtenir une valeur moyenne à l'échelle du système de culture.

Le calcul des entrées dans le système de culture intègre l'azote total contenu dans les produits organiques et non pas seulement l'azote immédiatement disponible. Ce calcul permet de mieux prendre en compte l'impact potentiel des arrière-effets sur le potentiel lessivable.

Quantités d'azote fixées par les légumineuses sur prairies

Les quantités fixées par les légumineuses contenues dans les prairies sont évaluées à partir de références locales fournies par la Chambre d'Agriculture. Ces références distinguent trois situations pour des prairies ayant une production inférieure à 9T MS/ha (soit l'ensemble des prairies chez les exploitants rencontrés, si l'on excepte les luzernes).

La première situation correspond à des prairies semées en graminées pures et caractérisées par une fixation d'azote nulle. Ces prairies sont rares chez les exploitants rencontrés. En effet, l'immense majorité des prairies sur le territoire sont semées avec des mélanges ray-grass-trèfle blanc.

La seconde situation correspond à des prairies où le taux de légumineuses est « peu abondant ». Par défaut, on part sur cette abondance intermédiaire de trèfles dans les prairies de la zone. La fixation annuelle pour cette catégorie est égale à 20 kg N/ha.

La troisième situation correspond à des exploitants développant une gestion spécifique pour le maintien d'une abondance forte des légumineuses dans les prairies et/ou une gestion très extensive sans azote minérale. Pour ces exploitants, on prendra en compte un taux de légumineuses « abondant », soit une fixation annuelle égale à 50 kg N/ha.

Pour les luzernes, en l'absence d'une valeur de fixation adéquate, on fait l'hypothèse que la fixation et l'exportation d'azote sont égales. Pour les luzernes pâturées, on compte 60 U pour la fixation et on calcule les exportations.

Quantités d'azote fixées par les légumineuses annuelles et les engrais verts

Contrairement à la fixation d'azote par les prairies, on ne dispose pas de références locales pour la fixation par les légumineuses à graines (soja, méteils). Pour estimer ces entrées, on utilise donc la table 6 de Carlsson & Huss-Danell (2003). L'équation utilisée est la suivante :

$$\text{Entrée fixation légumineuses annuelles} = a * (\text{rendement en MS en kg}) + b$$

Dans l'équation, a et b sont des paramètres qui varient en fonction de l'espèce considérée. Pour les méteils, le rendement de la légumineuse est obtenu en multipliant le rendement total du méteil par la part de la légumineuse dans le méteil. En l'absence de données sur ce paramètre, la part des légumineuses est fixée à 30 %.

Pour le pois protéagineux, on se repose sur les résultats compilés par le CORPEN (1999c) : le bilan est fixé à + 15 kg N en cas de pailles restituées, cela quelque soit le rendement . En effet, le rendement est fortement corrélé à la quantité d'azote fixée. En moyenne, 1/3 de l'alimentation en azote du pois provient de l'absorption de l'azote du sol, tandis que les 2/3 restants proviennent de la fixation. Les sorties étant compensées par les restitutions des pailles et des racines, on obtient un bilan légèrement positif.

Contrairement aux CIPAN sans légumineuses qui se contentent de capter l'azote déjà présent dans le sol, les engrais verts cultivés en interculture, détruits et incorporés au sol constituent une entrée nette d'azote dans le système par la fixation azotée. Pour estimer cette fixation azotée, on distingue deux situations :

- L'engrais vert est semé sur chaumes de céréales, et détruit en hiver avant le labour du maïs. Dans cette situation, on considère que la quantité d'azote fixée est de 40 kg N. Cette quantité correspond à la quantité fixée par un mélange vesce-avoine avec un rendement de 2,5 T MS pour la vesce selon l'équation de Carlsson & Huss-Danell.
- L'engrais vert est constitué d'une légumineuse semée en pur et sous couvert dans une céréale à paille. Pour cette situation, on considère que la fixation est de 70 kg conformément aux valeurs moyennes calculées par Amossé *et al.* (2014)⁴ dans des itinéraires techniques proches de ceux identifiés chez les agriculteurs rencontrés.

Restitutions au pâturage

Pour estimer les quantités d'azote restituées au pâturage, on utilise les références contenues dans les rapports du CORPEN (CORPEN, 1999b, 2001). Dans ces rapports, les références pour les restitutions au pâturage dépendent des facteurs présentés ci-dessous.

- Le type d'animaux. On distingue ainsi les vaches laitières⁵ et les élèves des troupeaux laitiers et allaitants par tranche d'âge⁶. L'âge du vêlage est également considéré comme un critère de variation des restitutions.
- La durée du pâturage est tirée des entretiens. Cette durée est fixée à 3 mois pour les élèves de l'année.
- Le niveau de productivité laitière fait varier les quantités restituées ; pour chaque tranche de 1000 L autour d'une référence située à 6000 L, les restitutions augmentent ou diminuent de 5 %.
- La période et du type de pâturage. On compte ainsi un mois de transition sur l'année (15 jours au printemps et 15 jours à l'automne). Pour cette transition, on prend les chiffres « stabulation et pâturage » et on adapte les restitutions à l'extérieur à l'aliment apporté (maïs ensilage ou ensilage d'herbe). Pour le reste des mois à l'extérieur, on considèrera en général que les animaux restent dehors (excepté pour la traite) et que les apports d'aliments restent limités. On utilise donc les références « pâturage exclusif ou dominant », soit 85 % des restitutions sur les parcelles en prairies.

En multipliant les restitutions par le nombre d'animaux, on obtient des totaux propres à chaque composante du troupeau (total des restitutions pour les vaches laitières, pour les génisses, pour le troupeau allaitant...). Ces totaux sont divisés par les surfaces des unités de gestion correspondantes afin d'obtenir une valeur de restitutions par ha que l'on peut intégrer dans le calcul des balances.

⁴ Les valeurs données pour la fixation par la légumineuse en décembre sont de 62,7 kg N pour la minette, 71,9 kg N pour le trèfle violet et 76.5 kg N pour le trèfle blanc.

⁵ Les références sont contenues dans le tableau p.15 du rapport du CORPEN (1999b).

⁶ Les références sont contenues dans le tableau p.11 du rapport du CORPEN (2001).

Calculs des exportations

Exportation par les cultures

Pour le calcul des exportations par les cultures, on multiplie le rendement moyen fourni par l'exploitant par les coefficients d'exportation d'azote compilés par le CORPEN (1988). Les coefficients utilisés sont présentés dans le Tableau 5.

Tableau 5. Exportations par les récoltes (CORPEN, 1988).

Cultures		Exportations Azote (kg N/qt récolté)
Blé tendre	Grain	1.9
Orge		1.5
Triticale		1.9
Seigle		1.4
Maïs grain		1.5
Colza hiver		3.5
Tournesol		1.9
Blé tendre	Grain + paille	2.5
Orge		2.1
Triticale		2.5
Seigle		2
Maïs grain		2.2
Colza hiver		7
Tournesol		3.7
Pois hiver	Grain	3.7
Pois printemps		3.5
Féverole printemps		4.1
Féverole hiver		3.8
Soja		6.1
Pois hiver	Grain + paille	5
Pois printemps		5
Féverole printemps		5.1
Féverole hiver		4.9
Soja		7.1
		Exportations Azote (kg/t de MS récoltée)
Maïs fourrage		12.5
Prairies		25

Exportation par les prairies

Pour le calcul des exportations sur prairies, on choisit de ne pas distinguer les exportations par le pâturage et les exportations par les récoltes. On attribue plutôt un rendement moyen à l'ensemble des prairies d'une même unité de gestion, ce qui semble plus pertinent lorsque l'on travaille à une échelle pluriannuelle. L'âge de la prairie et les modalités de la récolte, deux facteurs ayant un impact

sur les niveaux d'exportations par les prairies, ne sont donc pas pris en compte année par année mais à l'échelle de la rotation. Le coefficient d'exportation choisi est un coefficient standard local que l'on utilise pour l'ensemble des prairies ; ce coefficient est fixé à 25 kg/t de MS.

Le principal écueil relatif au calcul des exportations par les prairies concerne l'estimation des rendements. L'évaluation des rendements est complexe car les exploitants n'en ont pas toujours une idée précise. On choisit donc d'évaluer ces rendements à l'aide de références locales tirées de la fiche « prairies » de la Directive Nitrates. Les niveaux de rendements locaux mentionnés sont compris entre 3 et 10 T MS/ha et sont associés à des degrés d'intensification variables basés sur le taux de chargement et sur l'utilisation des prairies. La première étape a donc consisté à attribuer à chaque unité de gestion un degré d'intensification à l'aide des informations suivantes obtenues dans les entretiens :

- apports azotés (minéraux ou organiques)
- niveaux de restitutions au pâturage
- fréquence du renouvellement des prairies (pour intégrer un critère d'âge de la prairie)
- présence ou non d'ensilage d'herbe sur la parcelle

Le rendement obtenu pour chaque unité de gestion a ensuite été ajusté puis validé à l'aide d'un bilan fourrager (DEXEL, 2006). Cette comparaison entre la production issue du calcul avec les références et les résultats du bilan fourrager nous a permis de calibrer des règles de décision pour allouer des rendements aux niveaux d'intensification. Ces règles de décision correspondent bien aux rendements par niveaux d'intensification donnés dans la fiche prairie de la Directive Nitrates. Les règles de décision obtenues sont les suivantes :

- 5 T MS pour les prairies naturelles et les prairies gérées extensivement (taux de chargement faibles, peu ou pas d'apports minéraux, prairies vieilles ou permanentes)
- 6 T MS pour les prairies avec un niveau d'intensification moyen sans ensilage
- 7 T MS pour les prairies avec un niveau d'intensification moyen avec ensilage
- 8 T MS pour les prairies gérées intensivement
- 10 T MS pour les prairies de fauche (luzerne et trèfle violet) et les prairies de ray-grass très intensives.

Les calculs de production obtenus avec ces règles de décision nous ont permis de retrouver les quantités de fourrage résultant du bilan fourrager. En effet, l'écart entre les quantités de fourrages nécessaires et les calculs de MS avec ces rendements n'excède pas 1 T MS à l'ha pour une grande part des exploitations. On considère que la méthode d'estimation est valide.

Fréquence des sols nus en période d'interculture

La fréquence des sols nus en période d'interculture constitue un indicateur de pression à l'échelle du système de culture complémentaire de la balance azotée. En effet, la part la plus importante de la lixiviation des nitrates est réalisée au cours de l'automne et au début de l'hiver, lorsque les processus de drainage et de minéralisation de l'azote organique du sol sont actifs. En l'absence d'une couverture végétale capable de fixer cet azote minéral disponible, ces processus entraînent une lixiviation forte (Machet *et al.*, 1997). L'utilisation d'un couvert végétal pendant cette période permet de réduire fortement les quantités d'azote lixiviée, ce qui justifie le recours à des CIPAN (Beaudoin *et al.*, 2005). Les intercultures concernées sont les intercultures longues précédant le semis d'une

culture de printemps ; en effet, le semis d'une culture d'hiver permet d'assurer la couverture du sol lors de cette période à risque. Les techniques de mulch associées à l'enfouissement des résidus de culture présentent une efficacité moindre que l'implantation d'un couvert végétal (Machet *et al.*, 1997) : elles ne seront donc pas considérées comme une modalité efficace de couverture du sol dans le calcul de l'indicateur.

La fréquence des sols nus en période d'interculture est calculée sur l'ensemble de la rotation grâce à l'analyse de la composition de la rotation (part des cultures de printemps) et des pratiques relatives à la couverture des sols en période d'interculture. La proportion des sols nus sur l'ensemble des intercultures de la rotation est calculée : un indice de 100% équivaut à un système de culture avec des sols nus systématiques sur l'ensemble des intercultures de la rotation. Un système de culture avec une fréquence élevée des sols nus et une balance azotée fortement excédentaire est considéré comme un système à risque élevé de lixiviation des nitrates.

Indice de Fréquence des traitements phytosanitaires (IFT)

Principe de l'indicateur

L'Indice de Fréquence des Traitements (IFT) est défini comme la somme des proportions de doses homologuées de produits appliquées pour chaque traitement (Pingault, 2007). Il s'exprime ainsi en nombre de doses homologuées par ha. Cet indicateur est intéressant pour évaluer l'importance du recours aux pesticides à l'échelle d'un cycle cultural, d'un système de culture ou d'une exploitation. Il constitue ainsi un outil pertinent pour comparer les pratiques d'un agriculteur à l'autre et d'un type d'exploitation à l'autre. En revanche, cet indicateur ne traite pas des quantités de matières actives utilisées ou encore sur la nature de ces matières actives, et ne peut donc pas être considéré comme un indicateur quantitatif directement utilisable pour évaluer l'impact des pratiques phytosanitaires sur la qualité de l'eau.

Les doses homologuées utilisées pour le calcul de l'indicateur sont tirées du catalogue E-Phy accessible en ligne⁷.

Utilisation de l'IFT à plusieurs échelles

L'IFT a la particularité d'être un indicateur mobilisable à des échelles variées. On l'utilise dans un premier temps pour évaluer le recours aux pesticides à l'échelle du cycle cultural, en additionnant les IFT pour l'ensemble des interventions lors de l'itinéraire technique. La moyenne des IFT pour l'ensemble des situations culturales sur une exploitation nous donne la moyenne de l'IFT de cette culture pour cette exploitation. On note ici que l'analyse des situations culturales et de la variabilité des itinéraires phytosanitaires nous permet de mieux prendre en compte les interventions non systématiques. L'IFT est aussi calculé sur les interventions avec des herbicides, afin de mieux caractériser l'utilisation de ces produits souvent considérés comme les plus à risques par rapport aux problématiques de lessivage.

Afin de spatialiser l'utilisation globale des pesticides à l'échelle de l'AAC, on choisit d'analyser l'IFT à l'échelle du système de culture. Le calcul de cet indicateur est effectué en additionnant l'ensemble

⁷ <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>.

des IFT cultures de la rotation et en y rajoutant les IFT relatifs aux traitements effectués lors des périodes d'intercultures. Cette méthode est intéressante car elle permet de mieux analyser l'ensemble de la stratégie de l'exploitant à l'échelle du système de culture, sans se limiter à l'analyse à l'échelle du cycle cultural parfois réductrice.

Références

- Amossé, C., Jeuffroy, M.-H., Mary, B., David, C., 2014. Contribution of relay intercropping with legume cover crops on nitrogen dynamics in organic grain systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 98, 1-14.
- Beaudoin, N., Saad, J.K., Van Laethem, C., Machet, J.M., Maucorps, J., Mary, B., 2005. Nitrate leaching in intensive agriculture in Northern France: Effect of farming practices, soils and crop rotations. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 111, 292-310.
- Benoît, M., 1992. Un indicateur des risques de pollution azotée nommé BASCULE (balance azotée spatialisée des systèmes de culture de l'exploitation). *Fourrages* 129, 95-110.
- Carlsson, G., Huss-Danell, K., 2003. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil* 253, 353-372.
- CORPEN, 1988. Bilan d'azote à l'exploitation. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, p. 35.
- CORPEN, 1999a. Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager.
- CORPEN, 1999b. Fertilisation azotée de trois légumineuses. Le haricot, la luzerne et le pois protéagineux. Ministère de l'agriculture et de la pêche, Paris, p. 49.
- CORPEN, 2001. Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager, p. 34.
- DEXEL, 2006. DeXeL, diagnostic environnemental de l'exploitation d'élevage. Méthode et référentiel. Institut de l'Elevage, Paris, p. 82.
- Farruggia, A., Castillon, P., Le Gall, A., Cabaret, M., 2000. Proposition d'une méthode de calcul permettant de raisonner la fertilisation azotée des prairies. *Fourrages* 164, 355-372.
- Machet, J.M., Laurent, F., Chapot, J.-Y., Doré, T., Dulout, A., 1997. Maîtrise de l'azote dans les intercultures et les jachères, in: Lemaire, G., Nicolardot, B. (Eds.), *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*. INRA éditions, Reims, pp. 271-288.
- Pingault, N., 2007. Améliorer la qualité de l'eau: un indicateur pour favoriser une utilisation durable des produits phytosanitaires. Rapport du Ministère de l'Agriculture présenté à l'Atelier OCDE à Washington sur les Indicateurs de développement, de suivi et d'analyse des politiques agroenvironnementales, p. 10.
- Powlson, D.S., Poulton, P.R., Addiscott, T.M., McCann, D.S., 1989. Leaching of nitrate from soils receiving organic or inorganic fertilizers continuously for 135 Years, in: Jens, A.H. (Ed.), *Nitrogen in Organic Wastes*. Academic Press, London, pp. 334-345.

Annexe 9. Points techniques identifiés lors des entretiens

Tableau 6. Recensement des points techniques dans les éléments de discours sur les entretiens réalisés sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréaliers). Le nombre d'agriculteurs mentionné renvoie au nombre d'exploitants chez qui on a identifié un élément de discours relatif à la thématique identifiée. Nombre d'exploitants enquêtés : 16. Certains points peu mentionnés sont intégrés dans la grille technique car ils recoupent d'autres points techniques discriminants sur la même thématique.

Théma- tique	Points techniques identifiés	Nombre d'agris.	Statut du point technique
Assolement	Evolution récente de la SAU	1	Point secondaire
	Structure des rotations sur les ilots irrigables	9	Point discriminant
	Cultures de diversification dans les rotations irriguées	7	Point discriminant
	Diversité des cultures de printemps dans les rotations en sec	8	Point discriminant
	Diversité des cultures d'hiver dans les rotations en sec	4	Point discriminant
Couverts	Utilisation de CIPAN sur l'exploitation	11	Point discriminant
	Choix de l'espèce ou du mélange semé en CIPAN	7	Point discriminant
	Modalités d'implantation des CIPAN	5	Point discriminant
Fertilisation	Doses d'N sur blé	6	Point discriminant
	Apports azotés sur blé	9	Point discriminant
	Fractionnement de l'N sur blé (dans apports azotés sur blé)	7	Point discriminant
	Outil d'aide à la décision pour l'ajustement sur le 3 ^{ème} apport	5	Point discriminant
	Dose générale d'N minéral sur maïs	3	Point secondaire
	Ajustement de la dose d'N minéral sur maïs	3	Point secondaire
	Modalités des apports d'N minéral sur maïs	3	Point secondaire
	Quantités d'N sur tabac	2	Point secondaire
	Modalités des apports sur tabac	1	Point secondaire
	Engrais organiques importés (boues, déchets d'usine...)	3	Point secondaire
	Analyses sur les teneurs en effluents	2	Point secondaire
	Apport d'engrais PK	3	Point secondaire
Adventices / maladies / ravageurs	Itinéraire de désherbage céréales à paille	5	Point discriminant
	Itinéraire fongicide sur blé	5	Point discriminant
	Utilisation de raccourcisseurs sur céréales à paille	4	Point secondaire
	Itinéraire de désherbage maïs	8	Point discriminant
	Désherbage mécanique sur maïs (binage)	2	Point secondaire
	Utilisation du binage sur les cultures de printemps	6	Point discriminant
	Traitement pyrale	9	Point discriminant
	Choix des variétés pour le maïs	3	Point secondaire
	Désherbage mécanique sur cultures hors maïs	4	Point secondaire
Autres	Utilisation des déchaumages en intercultures	3	Point discriminant
	Définition des ilots de cultures	3	Point secondaire
	Outil d'aide à la gestion des systèmes de culture	5	Données manquantes
	Modalités d'utilisation des pesticides	4	Point secondaire
	Travail du sol	6	Point discriminant
	Réalisation des semis	2	Point secondaire
	Définition des ilots irrigués par rapport aux zones irrigables	5	Point non discriminant
	Irrigation sur cultures spécialisées	3	Point secondaire

	Irrigation sur maïs conso	2	Point secondaire
	Irrigation sur blé	2	Point secondaire

Tableau 7. Recensement des points techniques dans les éléments de discours sur les entretiens réalisés sur le terrain de Péronnas (polyculture-élevage). Le nombre d'éleveurs mentionné renvoie au nombre d'exploitants chez qui on a identifié un élément de discours relatif à la thématique identifiée. Nombre d'exploitants enquêtés : 18. Certains points peu mentionnés sont intégrés dans la grille technique car ils recoupent d'autres points techniques discriminants sur la même thématique.

Thématiques	Points techniques identifiés	Nombre d'agris	Statut du point technique
Organisation du territoire d'exploitation	Evolution récente SAU	4	Point secondaire
	Structure parcellaire	5	Point secondaire
	Rotation prairie-cultures	16	Point discriminant
	Durées d'implantation des prairies	13	Point discriminant
	Successions cultures d'hiver et de printemps	3	Point secondaire
	Ajustement rotations parcelles	9	Point discriminant
	Pilotage du retournement des prairies	5	Point discriminant
	Diversité des types de prairies	9	Point discriminant
	Diversité des céréales à paille	10	Point discriminant
	Sole en prairie	4	Point secondaire
	Sole en maïs	6	Point secondaire
	Présence d'oléo-protéagineux dans rotations	6	Point secondaire
	parcelles éloignées	2	Point secondaire
	blocs de cultures	3	Point secondaire
	Présence de couverts / espèce utilisée	13	Point discriminant
	Implantation du couvert intermédiaire	4	Point discriminant
	gestion CIPAN	5	Point discriminant
Pratiques de fertilisation	Ajustement de la fertilisation azotée entre parcelles	8	Point secondaire
	Choix engrais minéraux	5	Point secondaire
	Outils pour le raisonnement de la fumure	12	Point non discriminant
	Système de gestion des effluents	4	Point secondaire
	Répartition des épandages de fumier et/ou lisier	14	Point discriminant
	Répartition des épandages de lisier	6	Point discriminant
	Répartition des épandages en fumier	10	Point discriminant
	Analyses et connaissance des teneurs des effluents	9	Point non discriminant
	Transformation des effluents (compostage)	8	Point discriminant
	Utilisation des boues de station d'épuration	8	Point non discriminant
	Rendements objectifs céréales à paille	7	Point secondaire
	Dose d'N sur céréales à paille	11	Point discriminant
	Fractionnement de l'N sur blé	12	Point discriminant
	Ajustement dernier passage N sur blé	7	Point discriminant
	Dose d'N sur maïs (prise en compte des reliquats)	7	Point secondaire
	Modalités d'apport de l'engrais sur maïs	13	Point discriminant
Adventices / ravageurs / maladies	Choix pesticides	8	Point non discriminant
	Modalités d'utilisation des pesticides	6	Point secondaire
	Stockage des pesticides	5	Point secondaire
	Itinéraire de désherbage sur céréales à paille	14	Point discriminant

	Nombre de fongicides sur céréales à paille	12	Point discriminant
	Utilisation d'un raccourcisseur sur les céréales à paille	6	Point secondaire
	Itinéraire de désherbage sur maïs	12	Point discriminant
	Utilisation du désherbage mécanique sur maïs	4	Point secondaire
	Utilisation d'un traitement contre la pyrale sur maïs	5	Point secondaire
	Pratiques de désherbage en intercultures (sur chaumes)	8	Données manquantes
	Modalités d'utilisation du round'up	2	Point secondaire
Gestion des prairies	Fertilisation organique au semis d'une prairie	2	Point secondaire
	Travail du sol avant semis d'une prairie	2	Point secondaire
	Utilisation de sur-semis pour renouveler prairies	3	Point secondaire
	Pratiques de nettoyage sur prairies (hors désherbage chimique)	6	Données manquantes
	Conduite du pâturage	6	Données manquantes
	Utilisation de désherbants chimiques sur prairie	6	Données manquantes
	Apports organiques sur prairies	4	Point discriminant
	Apports d'azote minéral sur prairies	9	Données manquantes
	Apports PK sur prairies	5	Point secondaire
Autres pratiques culturales	Travail du sol	10	Point non discriminant
	Semences céréales à paille	6	Point secondaire
	Durée du cycle cultural du maïs	4	Point secondaire
	Contractualisation environnementale	6	Point secondaire
	Adaptation des pratiques culturales sur étang en assec	3	Point secondaire
	Paysage	4	Point secondaire
Systèmes d'élevage	Diversité des races pour l'élevage bovin	4	Thématique secondaire
	Rapport entre le quota et la productivité laitière des VL	9	Thématique secondaire
	Age du 1er vêlage pour les génisses	3	Thématique secondaire
	Date des vêlages	2	Thématique secondaire
	Renouvellement des VL	1	Thématique secondaire
	Alimentation des VL	7	Thématique secondaire
	conseil élevage	2	Thématique secondaire

Annexe 10. Des grilles techniques différentes en fonction des systèmes de production

Les grilles techniques construites sur les deux terrains reflètent les différences importantes dans l'organisation des systèmes de culture entre céréaliers et éleveurs. Ces différences sont présentées dans le Tableau 8. Les points techniques relatifs à l'organisation de l'assolement diffèrent fortement en fonction des systèmes de production. Chez les céréaliers, l'irrigation joue un rôle fondamental. Sur les exploitations en polyculture-élevage, c'est la localisation respective des prairies et des cultures qui structure l'assolement.

Tableau 8. Synthèse comparative des points techniques discriminants utilisés dans les deux grilles techniques. *En italique* : point spécifique à l'un des deux terrains. Les autres points techniques sont proches sur les deux terrains.

Thématiques des points techniques	Terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales). 12 points techniques discriminants	Terrain de Péronnas (élevage) 12 points techniques discriminants
Points techniques assolements et rotations	<u>4 points techniques</u> <i>1. Structure de la rotation avec culture principale</i> <i>2. Cultures de diversification pour les rotations sur ilots irrigués</i> <i>3. Structure et diversité des cultures sur les rotations en sec</i> 4. Utilisation des couverts en interculture	<u>5 points techniques</u> <i>1. Rotation prairie- culture</i> <i>2. Renouvellement des prairies</i> <i>3. Diversité des types de prairies dans l'assolement</i> <i>4. Diversité des céréales à paille dans l'assolement</i> 5. Utilisation des couverts en interculture
Points techniques fertilisation azotée	<u>2 points techniques</u> 5. Dose d'azote référence sur blé tendre 6. Itinéraire de fertilisation azotée sur blé	<u>4 points techniques</u> <i>6. Logique spatiale de répartition des effluents</i> 7. Dose d'azote minéral sur blé 8. Fractionnement des apports azotés minéraux sur blé <i>9. Modalités des apports azotés minéraux sur maïs</i>
Points techniques lutte contre adventices / ravageurs / maladies	<u>5 points techniques</u> 7. Itinéraire de désherbage sur blé 8. Itinéraire de désherbage sur maïs <i>9. Utilisation des désherbages mécaniques</i> 10. Traitements fongicides sur céréales à paille <i>11. Lutte contre la pyrale du maïs</i>	<u>3 points techniques</u> 10. Itinéraire de désherbage sur céréales à paille 11. Itinéraire de désherbage sur maïs 12. Traitements fongicides sur céréales à paille
Points techniques autres	<u>1 point technique</u> 12. Travail du sol	Aucun point technique

D'autres spécificités apparaissent dans les points techniques sur les pratiques culturales (Tableau 8). Quatre points techniques relatifs aux pratiques de fertilisation azotée ont été construits pour les

exploitations en polyculture-élevage du terrain de Péronnas, contre seulement deux pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay. La **variété plus importante des pratiques de fertilisation azotée sur le terrain de Péronnas** est d'abord liée à la diversité des modalités de gestion des effluents d'élevage par les éleveurs (point technique 6). La prise en compte de ces apports organiques est également variable d'un exploitant à l'autre, ce qui induit l'existence d'une gamme très large d'apports azotés minéraux sur cultures et sur prairies. Les modalités de fractionnement des apports sur maïs sont également plus hétérogènes sur les exploitations en polyculture-élevage ; afin de simplifier l'itinéraire technique, certains éleveurs se limitent en effet à des apports minéraux au semis. Au contraire, le fractionnement de l'azote sur maïs est systématique sur les exploitations céréalières et n'est donc pas discriminant pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay.

Contrairement aux pratiques de fertilisation azotée, **les pratiques de lutte contre les adventices, les maladies et les ravageurs sont plus diversifiées sur les exploitations céréalières**, avec des points techniques discriminants plus nombreux sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay (Tableau 8). Certaines pratiques, peu ou pas identifiées chez les éleveurs, présentent au contraire chez les céréaliers une certaine hétérogénéité : c'est le cas par exemple des pratiques de désherbage mécanique (point technique 9), du recours aux insecticides sur maïs (point technique 11) et des techniques de travail du sol sans labour (point technique 12). Ces pratiques renvoient toutes à des principes de maximisation de la production ou d'optimisation technico-économique. Les différences entre les deux grilles techniques indiquent que **les éleveurs mobilisent des degrés d'optimisation généralement moindre que les céréaliers** en ce qui concerne la conduite des cultures.

Malgré ces différences, **des points techniques communs aux deux grilles sont identifiés** (Tableau 8). C'est le cas notamment des itinéraires de désherbage sur céréales à paille et sur maïs, de l'utilisation des fongicides et des engrais azotés sur blé, et des modalités de couverture des sols en période d'interculture. On remarque que deux points techniques -fractionnement en trois apports des engrais minéraux sur blé, couverture des sols en hiver- renvoient directement à des mesures environnementales visant à limiter la lixiviation de l'azote. Ces points techniques mettent en évidence la diversité forte des modalités d'application de ces mesures intégrées dans la Directive Nitrate sur les deux territoires.

Annexe 11. Correspondances entre les modalités d'organisation des systèmes de culture et les principes d'action

Tableau 9. Correspondances entre les modalités d'organisation des assolements intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales).

Points techniques discriminants	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
1. Structure de la rotation avec culture principale	A. Culture principale en monoculture	Optimisation économique ou simplification - L'agriculteur maximise les surfaces disponibles pour la culture la plus rentable (ex : maïs semence sur les ilots irrigués et isolés). - L'agriculteur mobilise un critère de localisation de la culture pour limiter les déplacements (ex : tabac à côté des serres).
	B. Culture principale entre 3 et 5 ans consécutivement sur parcelles	Optimisation économique et/ou optimisation agronomique - L'agriculteur maximise les surfaces disponibles pour la culture la plus rentable (ex : maïs semence sur les ilots irrigués et isolés). - On parle d'optimisation agronomique si l'agriculteur se fixe une durée maximum d'années consécutives pour la culture principale sur l'ensemble de l'ilot.
	C. Culture principale en rotation / pas de culture principale	Optimisation agronomique L'agriculteur cherche à augmenter le temps de retour pour limiter les maladies ou les infestations d'adventices sur la culture principale.
2. Cultures de diversification pour les rotations sur ilots irrigués (autre que culture principale)	A. Uniquement du blé (une autre culture conso)	Simplification et/ou optimisation économique - L'introduction d'une culture de diversification est subie et liée soit à la réglementation chrysomèle, soit à des infestations d'adventices qui nécessitent des interventions en intercultures ; le blé permet de désherber sur chaumes et demande moins d'interventions qu'une culture de semence. - La présence de blé dur dans l'assolement peut être associée à des primes (en Drôme uniquement).
	B. Une culture spécialisée (culture de semence)	Optimisation économique L'introduction d'une culture de diversification est subie et liée à la réglementation chrysomèle ; pour limiter les pertes, l'agriculteur s'oriente vers une culture de semences avec des marges importantes.
	C. Diversité potentielle des cultures sur certains ilots irrigués	Optimisation économique / simplification et optimisation agronomique / optimisation technico-économique Posture intermédiaire, des principes d'action différents d'un ilot à l'autre - Optimisation économique ou simplification sur les ilots irrigués en monoculture. - Optimisation technico-économique ou optimisation agronomique sur les ilots irrigués avec des cultures de diversification sur les ilots irrigués
	D. Diversité des cultures sur l'ensemble des ilots irrigables	Optimisation agronomique (optimisation technico-économique) Pas de monoculture sur l'exploitation : l'agriculteur préfère maintenir une rotation entre cultures pour limiter les maladies ou les infestations d'adventices. Les structures des rotations obéissent à des règles bien définies (mais peuvent intégrer des variations ponctuelles des cultures).

3. Structure et diversité des cultures sur les rotations en sec	A. Pas de culture spécifique aux rotations en sec, proximité forte aux rotations irriguées	Simplification et optimisation économique - Les cultures de diversification sont absentes de l'assolement pour réduire le nombre de chantiers différents / pour réduire les besoins en matériel sur l'exploitation / à cause d'impasses techniques (ex : des difficultés pour désherber les tournesols). - L'agriculteur n'intègre pas les cultures moins bien valorisées.
	B. Une seule culture spécifique aux rotations en sec - que des cultures d'hiver dans la rotation	Simplification et/ou optimisation économique - Les cultures de diversification sont absentes de l'assolement pour réduire le nombre de chantiers différents / pour réduire les besoins en matériel sur l'exploitation / à cause d'impasses techniques (ex : des difficultés pour désherber les tournesols). - L'agriculteur n'intègre pas les cultures moins bien valorisées.
	C. Rotations en sec avec une diversité moyenne (une seule culture de printemps spécifique aux parcelles non irriguées)	Simplification et optimisation technico-économique ou simplification et optimisation agronomique - Intégration de cultures de diversification sur les ilots non irrigués en fonction des cours des céréales, d'opportunités commerciales ou de primes. - Maintien d'une rotation peu diversifiée mais avec une alternance régulière entre culture d'hiver et culture de printemps.
	D. Rotations en sec fortement diversifiées (proportion importante et diversité des cultures de printemps sur les parcelles non irriguées)	Optimisation agronomique (optimisation technico-économique) L'agriculteur préfère maintenir une rotation entre cultures d'hiver et cultures de printemps pour limiter les maladies ou les infestations d'adventices. Les structures des rotations obéissent à des règles bien définies (mais peuvent intégrer des variations ponctuelles des cultures).
4. Utilisation des couverts en intercultures	A. Technique non utilisée	Simplification Les couverts ne sont pas utilisés à cause du travail et des coûts nécessaires à leur implantation, mais aussi à cause de concurrences avec des techniques de désherbage (utilisation du round'up).
	B. Des tests effectués mais une couverture très ponctuelle des surfaces concernées	Simplification et optimisation technico-économique Posture intermédiaire entre la modalité A et la modalité C.
	C. Couverts utilisés avec des pratiques simplifiées (gestion économique des couverts)	Optimisation technico-économique L'agriculteur se met en conformité avec la réglementation sur les couverts sans rechercher à en maximiser les effets bénéfiques. Ils privilégient des semences et des techniques d'implantation peu onéreuses, afin de limiter les frais associés au couvert.
	D. Couverts utilisés avec des pratiques spécifiques (gestion agronomique des couverts)	Optimisation agronomique L'agriculteur considère les couverts comme une opportunité pour améliorer le potentiel de production à moyen terme sur ses parcelles ; afin de maximiser les effets de ces couverts, il cherche à optimiser le choix des espèces et/ou les pratiques d'implantation.

Tableau 10. Correspondances entre les modalités d'organisation des pratiques culturelles intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales).

Points techniques discriminants	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
5. Dose d'azote référence sur blé tendre	A. Dose inférieure ou égale à 150 U	Limitation des intrants L'agriculteur réduit volontairement la dose référence par rapport aux doses habituellement recommandées et ne recherche pas le potentiel maximal de la culture.
	B. 160 – 170 U	Optimisation technico-économique Cette dose moyenne est relativement conforme aux recommandations du plan de fumure et permet de réduire légèrement le coût des engrais azotés.
	C. Dose supérieure ou égale à 180 U	Optimisation technique La dose est relativement élevée par rapport aux besoins de la culture et aux potentiels des sols sur la zone. Elle correspond souvent à des objectifs de rendement élevés (volonté de « miser haut » pour aller chercher du rendement).
6. Itinéraire de fertilisation azotée sur blé	A. Dose fixe fractionnée en 2 apports	Simplification L'absence d'un troisième passage est liée à une volonté de simplifier l'itinéraire technique en limitant le nombre d'interventions.
	B. Dose fixe fractionnée en 3 apports	Simplification (optimisation technique) - On parle de simplification car la dose apportée ne fait pas l'objet de variations importantes en fonction du contexte climatique. Les impasses ne sont pas envisagées. - On parle d'optimisation technique si la dose référence fixée est supérieure à 160 U. Dans le cas contraire, la dose apportée est fixe mais est associée à une référence basse pour limiter les achats d'engrais : il est impossible de parler d'optimisation technique.
	C. Dose modulée sur le 3 ^{ème} apport sans outil d'aide à la décision (indicateur informel)	Optimisation technico-économique L'agriculteur peut réaliser une impasse sur l'apport à l'épiaison si la culture présente un potentiel limité ou si les conditions climatiques ne permettent pas une bonne valorisation de l'apport.
	D. Dose modulée sur le 3 ^{ème} apport avec outil d'aide à la décision	Optimisation technique ou optimisation technico-économique - Recours à un outil d'aide à la décision qui implique très souvent une augmentation importante des doses par rapport aux doses de référence de l'agriculteur. Outils d'aide à la décision qui visent le potentiel maximal de la culture plutôt que la marge maximale. - L'agriculteur a recours potentiellement à des impasses en fonction des résultats du test / ajuste ses apports par rapport à une référence initialement basse / minore les résultats du test pour limiter les coûts.
7. Itinéraire de désherbage sur blé	A. Itinéraire simplifié : un passage au semis	Simplification Le désherbage est réalisé au semis uniquement. Les désherbages de rattrapage au printemps ne sont pas mentionnés, et cela quelque soit l'état des parcelles au printemps.
	B. Désherbage complet systématique au printemps, herbicide identique sur l'ensemble de la sole	Optimisation technique Utilisation systématique et homogène d'un désherbage complet (anti-graminées et anti-dicotylédones) au printemps : pas d'ajustements des produits ou des quantités en fonction de l'état des parcelles.

	C. Désherbage complet systématique au printemps, adaptation des itinéraires à la parcelle	Optimisation technique et optimisation technico-économique Posture intermédiaire entre optimisation technique (maintien d'un désherbage complet quelque soit l'état de la parcelle) et optimisation technico-économique (désherbage en post-levée qui permet d'opter pour des produits moins chers sur les parcelles les plus propres)
	D. Des impasses potentielles (désherbage ciblé ou pas d'herbicides utilisés)	Optimisation technico-économique Pas de traitement total systématique pour réduire les charges associées au désherbage, impasses possibles sur l'anti-graminées ou l'anti-dicotylédones (voire sur les deux) en fonction de la flore présente au printemps.
8. Itinéraire de désherbage sur maïs	A. Fractionnement du désherbage, pas de désherbage complet au semis	Optimisation technico-économique L'absence d'anti-dicotylédones au semis permet d'économiser un passage de rattrapage sur les dicotylédones et de choisir le traitement en fonction du coût et des herbes présentes dans les parcelles.
	B. Désherbage complet au semis, pas de rattrapage	Simplification L'itinéraire de désherbage est systématique et immuable. Le désherbage est réalisé au semis uniquement. Le produit utilisé et les doses n'évoluent pas en fonction des parcelles ou de l'année.
	C. Désherbage complet au semis avec désherbage de rattrapage (ou désherbage liseron) ponctuel	Optimisation technique Itinéraire technique complet pour le désherbage sur maïs : pratiques d'assurance avec le recours à un désherbage de pré-levée + des pratiques correctives ponctuelles. Recherche d'une efficacité maximale qui coïncide souvent avec des difficultés de gestion de certaines adventices.
	D. Désherbage complet au semis avec désherbage de rattrapage (ou désherbage liseron) systématique ou très fréquent	Optimisation technique Itinéraire technique complet pour le désherbage sur maïs : pratiques d'assurance avec le recours à un désherbage de pré-levée + des pratiques correctives systématiques. Recherche d'une efficacité maximale qui coïncide souvent avec des difficultés de gestion de certaines adventices.
9. Utilisation des désherbages mécaniques	A. Aucune pratique systématique de désherbage mécanique sur l'exploitation (hors binage tabac)	Simplification (optimisation technique) - Types d'interventions trop complexes ou trop coûteuses en temps pour être mobilisées par l'agriculteur. - Binage sur tabac pour compléter le désherbage et pour aérer le sol, pas une pratique de substitution visant à faire l'impasse sur un désherbage chimique.
	B. Uniquement des déchaumages	Optimisation technico-économique et/ou optimisation agronomique - Optimisation technico-économique si le déchaumage est ponctuel et vise à détruire des adventices présentes sur la parcelle (substitution par rapport à un passage de round'up). - Optimisation agronomique si les déchaumages sont systématiques et s'ils visent à réaliser un faux-semis.
	C. Binage sur l'ensemble des cultures de printemps	Optimisation technico-économique et/ou optimisation agronomique - Binages et/ou déchaumages non systématiques utilisés pour limiter les charges associées à l'achat des herbicides (pratique de substitution par rapport à des désherbages de rattrapage sur cultures et en intercultures). - Optimisation agronomique si les déchaumages sont systématiques et s'ils visent à réaliser un faux-semis.
10. Traitements fongicides sur céréales à paille	A. Itinéraires simplifiés 1 traitement unique	Limitation des intrants et/ou simplification - L'agriculteur pense que le deuxième traitement n'est pas rentable sur le long terme. - L'absence d'un deuxième passage est liée à une volonté de simplifier l'itinéraire technique en limitant le nombre d'interventions.

	B. 1 à 2 traitements selon l'année / la parcelle	Optimisation technico-économique L'agriculteur peut faire l'impasse sur un traitement s'il considère que ce traitement n'est pas utile ou si les conditions permettant une bonne valorisation de ce traitement ne sont pas réunies.
	C. 1 ou 2 selon l'espèce (des cultures avec deux traitements systématiques)	Optimisation technico-économique et/ou optimisation technique - Posture intermédiaire entre optimisation technique (deux fongicides systématiques sur blé) et optimisation technico-économique (adaptation de l'itinéraire technique sur les céréales secondaires). - On parle uniquement d'optimisation technico-économique si l'agriculteur introduit des céréales à paille secondaire dans l'assolement pour limiter les charges associées aux fongicides.
	D. 2 traitements systématiques	Optimisation technique Les deux traitements sont mobilisés quelque soit la pression des maladies.
11. Lutte contre la pyrale du maïs	A. Aucun traitement prévu	Limitation des intrants (simplification) - L'agriculteur fait l'impasse sur le traitement car il considère que le risque associé à la pyrale est faible. - L'agriculteur reconnaît un risque potentiel associé à la pyrale mais ne réalise pas le traitement par manque de temps pour réaliser l'intervention.
	B. Traitement chimique avec impasse potentielle	Optimisation technico-économique L'agriculteur fait l'impasse sur le traitement si la pression des ravageurs est faible. Cette pression est évaluée via des pièges ou des alertes agricoles qui permettent de déclencher le traitement.
	C. Traitement systématique réalisé avec trichogrammes	Optimisation technico-économique Une intervention systématique pour assurer la récolte. Le traitement chimique sur la première génération est considéré comme superflu et n'est pas mobilisé.
	D. Au moins un traitement chimique systématique	Optimisation technique Un traitement systématique pour assurer la récolte.
12. Travail du sol	A. 100 % labour	Optimisation technique et simplification - Labour pour assurer la réussite de la levée et enfouir les adventices présentes sur la parcelle. - Homogénéité des techniques de travail du sol sur l'ensemble de l'exploitation.
	B. Utilisations ponctuelles des techniques sans labour	Optimisation technico-économique et/ou agronomique et/ou simplification - Optimisation technico-économique si l'adoption de ces techniques vise à limiter les coûts associés au travail du sol. - Optimisation agronomique si l'adoption de ces techniques vise à améliorer le potentiel des sols. - Simplification si l'adoption de ces techniques vise à réduire les temps de travaux pour le travail du sol.
	C. Techniques sans labour systématiques sur cultures d'hiver	Optimisation technico-économique et/ou agronomique et/ou simplification - Optimisation technico-économique si l'adoption de ces techniques vise à limiter les coûts associés au travail du sol. - Optimisation agronomique si l'adoption de ces techniques vise à améliorer le potentiel des sols. - Simplification si l'adoption de ces techniques vise à réduire les temps de travaux pour le travail du sol.

Tableau 11. Correspondances entre les modalités d'organisation des assolements intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour le terrain de Péronnas (polyculture-élevage).

Points techniques discriminants	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
1. Rotation prairie- culture	A. Homogénéité forte des rotations sur le territoire d'exploitation	Optimisation agronomique de l'assolement Le recours aux rotations mixtes prairie-cultures permet de maintenir un potentiel productif important sur l'ensemble de la rotation (maintien de rendements élevés sur prairies, minéralisation de l'azote par le retournement, réduction de la pression adventices sur cultures grâce à la rotation).
	B. Rotations mixtes sur l'ensemble du territoire, gradient généralisé et diversifié d'organisation des rotations	Optimisation agronomique (et simplification) - Le recours aux rotations mixtes prairie-cultures permet de maintenir un potentiel productif important sur l'ensemble de la rotation (maintien de rendements élevés sur prairies, minéralisation de l'azote par le retournement, réduction de la pression adventices sur cultures grâce à la rotation). - On parle de simplification partielle si des rotations avec une part fortement minoritaire en prairie sont mobilisées sur les parcelles les plus éloignées.
	C. Différenciation très forte des parcelles, avec une rotation majoritairement en prairie (avec retournement) + une rotation en cultures uniquement	Simplification (et optimisation agronomique) - La disjonction prairies temporaires de longue durée-parcelles en culture permet de limiter les déplacements associés au pâturage des vaches laitières, en conservant les prairies permanentes à proximité immédiate des bâtiments d'élevage, et d'éviter d'avoir à aménager des parcelles lointaines pour le pâturage (clôtures et points d'eau). - On parle d'optimisation agronomique partielle si des rotations mixtes rapides sont mobilisées sur une partie du territoire d'exploitation.
	D. Disjonction prairies permanentes / parcelles en culture, pas de rotations mixtes	Simplification de l'assolement La disjonction prairies permanentes-parcelles en culture permet de limiter les déplacements associés au pâturage des vaches laitières, en conservant les prairies permanentes à proximité immédiate des bâtiments d'élevage, et d'éviter d'avoir à aménager des parcelles lointaines pour le pâturage (clôtures et points d'eau).
2. Renouvellement des prairies	A. Renouvellement rapide et systématique (5 ans)	Optimisation agronomique La durée d'implantation des prairies est fixée pour accélérer les rotations sur l'ensemble du territoire d'exploitation. Des rotations plus rapides permettent de conserver des prairies productives (baisse des rendements à mesure que la prairie vieillit) et de limiter le nombre d'années consécutives en cultures sur une même parcelle.
	B. Ajustement du renouvellement en fonction de l'état de la prairie	Optimisation agronomique et technico-économique (et simplification) - Le retournement de la prairie et l'alternance avec des cultures permettent une amélioration sur le long terme de la productivité des prairies. - La décision du retournement ne dépend pas de l'âge de la prairie mais est associée à l'état de la prairie et aux rendements réalisés : ce pilotage vise plus au à renouveler la prairie qu'à développer des systèmes de culture mixtes pour améliorer le potentiel de sol pour les cultures suivantes. - On parle de simplification si certaines prairies à proximité des bâtiments d'élevage ne sont pas renouvelées.
	C. Des prairies temporaires de longues durées	Optimisation technico-économique et simplification - La décision du retournement ne dépend pas de l'âge de la prairie mais est associée à l'état de la prairie et aux rendements réalisés : ce pilotage vise plus au à renouveler la prairie qu'à développer des systèmes de culture mixtes pour améliorer le potentiel de sol pour les cultures suivantes. - On parle de simplification car les pratiques de retournement des prairies sont moins fréquentes, ce qui permet de limiter le travail et les intrants associés à ces pratiques.

	D. Peu ou pas de retournement (potentiellement techniques de sur-semis)	Simplification et/ou autonomisation du système d'élevage <ul style="list-style-type: none"> - Certains éleveurs choisissent de ne pas renouveler leurs prairies afin de limiter le travail, les intrants et le matériel liés à la gestion des prairies temporaires. - Certains éleveurs préfèrent les prairies permanentes pour limiter le développement de certaines adventices que l'on retrouve dans les prairies neuves, et cela malgré des rendements plus bas. Ces éleveurs peuvent réaliser des sur-semis pour améliorer la proportion de trèfles lorsque celle-ci est trop basse.
3. Diversité des types de prairies dans l'assolement (hors prairies naturelles)	A. Un seul mélange utilisé	Simplification de l'assolement L'éleveur n'ajuste pas les espèces semées aux conditions pédologiques ou à la diversité des lots dans son troupeau.
	B. Un mélange principal utilisé + des prairies avec mélange spécifique pour la fauche	Simplification et/ou autonomisation du système d'élevage et/ou optimisation technico-économique <ul style="list-style-type: none"> - L'éleveur n'ajuste que partiellement les espèces semées aux conditions pédologiques ou à la diversité des lots dans son troupeau (mélanges peu diversifiées). - Autonomisation du système d'élevage si l'utilisation d'un mélange différent est associé à un besoin spécifique (autonomie en protéines avec de la luzerne) ou à un lot d'animal spécifique dans son troupeau (génisses). - Optimisation technico-économique si l'utilisation d'un mélange différent répond à des conditions pédologiques spécifiques.
	C. Diversité forte, adaptation des mélanges	Autonomisation du système d'élevage et/ou optimisation technico-économique (optimisation agronomique) <ul style="list-style-type: none"> - L'agriculteur adapte la diversité des mélanges à la diversité des lots dans son troupeau (vaches laitières vs génisses) ou cherche à améliorer l'autonomie en protéines (luzerne). - L'agriculteur a recours à des espèces moins appétentes mais plus résistantes sur des parcelles avec des potentiels moindres. - Optimisation agronomique si l'agriculteur mobilise des mélanges d'espèces complémentaires conçus pour faire durer les prairies.
4. Diversité des céréales à paille dans l'assolement	A. - 2 espèces différentes - blé > céréale secondaire	Optimisation économique (optimisation technico-économique) <ul style="list-style-type: none"> - Le blé est mieux valorisé que les céréales à paille secondaires et occupe donc l'essentiel des surfaces pour les céréales à paille. - La sole en céréales secondaires est dépendante du différentiel de prix avec les prix du blé et varie donc d'une année sur l'autre. Cette sole est très faible actuellement car les prix du blé sont hauts. L'optimisation technico-économique est parfois également associée à une adaptation de l'espèce semée sur des parcelles à faible potentiel.
	B. - 2 ou 3 espèces différentes - blé =< céréale secondaire	Simplification Faible diversité des céréales à paille, pas d'optimisation de l'aliment des bêtes.
	C. 3 espèces différentes (blé, orge, triticale) à parts égales dans l'assolement	Autonomisation du système d'élevage et optimisation technico-économique <ul style="list-style-type: none"> - L'agriculteur introduit plusieurs céréales secondaires dans l'assolement pour adapter d'alimentation du troupeau, voire pour assurer l'approvisionnement en paille. - L'agriculteur a recours à des céréales à paille secondaire sur des parcelles à faible potentiel où le blé est mal valorisé et ne rentabilise par les intrants.

	D. Plus de 3 espèces différentes / méteils	Autonomisation du système d'élevage et/ou optimisation technico-économique et/ou optimisation agronomique - L'agriculteur introduit plusieurs céréales secondaires dans l'assolement pour adapter d'alimentation du troupeau, voire pour assurer l'approvisionnement en paille. Il peut également avoir recours à des méteils pour améliorer l'autonomie en protéines. - L'agriculteur a recours à des céréales à paille secondaire sur des parcelles à faible potentiel où le blé est mal valorisé et ne rentabilise par les intrants. - Optimisation agronomique si l'agriculteur mobilise des méteils, association de cultures pour limiter les maladies et pour améliorer la fourniture en azote du sol.
5. Utilisation des couverts lors des périodes d'intercultures	A. Pas de gestion spécifique prévue pour les périodes en intercultures longues	Simplification L'éleveur ne juge pas que les couverts en intercultures soient utiles pour son système et préfère limiter les interventions en n'introduisant pas ce type de pratiques sur son exploitation.
	B. Respect minimum de la réglementation sur la couverture des sols en hiver, mise en place de CIPAN	Optimisation technico-économique L'agriculteur se met en conformité avec la réglementation sur les couverts sans rechercher à en maximiser les effets bénéfiques. Ils privilégient des semences et des techniques d'implantation peu onéreuses, afin de limiter les frais associés au couvert.
	C. Cultures dérobées non systématiques intégrées dans l'alimentation	Autonomisation du système d'élevage et/ou optimisation technico-économique - Les cultures en dérobées (ray-grass principalement) sont utilisées pour sécuriser pour la production fourragère sur l'exploitation. - On parle d'optimisation technico-économique si les cultures en dérobées ont été développées pour remplir les obligations relatives à la couverture des sols en zone Directive Nitrate.
	D. Cultures dérobées systématiques intégrées dans l'alimentation du troupeau	Autonomisation du système d'élevage et/ou optimisation technico-économique (optimisation agronomique) - Les cultures en dérobées sont utilisées pour sécuriser pour la production fourragère sur l'exploitation. Elles peuvent constituer une composante fondamentale du système fourrager sur des petites exploitations. - On parle d'optimisation technico-économique si les cultures en dérobées sont mobilisées pour remplir le développement des mesures relatives à la couverture des sols. - Chez un seul éleveur : les cultures en dérobées sont utilisées à la fois pour la production fourragère mais aussi pour préparer le sol à l'implantation d'une céréale derrière une prairie.

Tableau 12. Correspondances entre les modalités d'organisation des pratiques culturelles intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour le terrain de Péronnas (polyculture-élevage).

Points techniques discriminants	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
6. Utilisation et répartition spatiale des effluents sur prairie	A. Pas d'épandages sur prairies ou épandages très ponctuels	Simplification et/ou optimisation technique - Plutôt que d'ajuster finement l'utilisation des effluents, l'agriculteur opte pour une gestion simplifiée de ces effluents : les épandages sont concentrés sur cultures (notamment sur maïs) tandis que seuls les engrais minéraux sont utilisés sur prairies. Les quantités d'effluents épandues sur culture sont importantes. - Si l'éleveur utilise des apports minéraux systématiques avec de l'engrais complet et de l'ammonitrate, on parle d'optimisation technique.
	B. Des épandages importants concentrés sur de faibles surfaces à proximité du siège d'exploitation	Simplification et optimisation technique ou optimisation technico-économique - Les épandages sur prairies répondent à des enjeux logistiques : il s'agit de vidanger des fosses à lisier pleines et d'épancher les effluents sur les parcelles les plus proches afin de limiter les déplacements. - Si les apports organiques ne sont pas compensés par une diminution des apports azotés minéraux (utilisation d'ammonitrate systématique sur les prairies sur ces exploitations), on parle d'optimisation technique. - Si les épandages d'effluents permettent de remplacer certains apports d'engrais minéraux azotés prévus, on parle d'optimisation technico-économique.
	C. Planification des épandages : concentration spatiale sur prairies récoltées en ensilage ou en foin	Optimisation technico-économique Les effluents d'élevage sont utilisés sur prairies comme des engrais de substitution par rapport aux engrais chimiques. L'objectif est de limiter les charges associées à l'utilisation de ces engrais minéraux. Les engrais minéraux peuvent malgré tout être utilisés pour compléter les apports organiques.
	D. Diffusion des apports sur une part importante des surfaces en prairies	Optimisation agronomique et/ou limitation des intrants et/ou optimisation technico-économique - L'éleveur diffuse ses effluents et alternent les parcelles concernées afin de maintenir le potentiel de production de ses terres sur l'ensemble du territoire d'exploitation. L'optimisation se traduit parfois par un compostage des effluents épandus afin d'améliorer leur rôle sur la vie des sols et de limiter les impacts potentiellement négatifs de ces épandages sur la qualité des prairies. Les engrais organiques sont considérés comme plus intéressants que les engrais minéraux pour conserver la qualité des prairies (notamment la proportion en trèfles). Ces derniers sont donc peu utilisés (uniquement sur des prairies de fauche). - Si les épandages d'effluents organiques remplacent complètement les apports minéraux et permettent d'économiser les engrais, on parle de limitation des intrants sur prairie. - On parle d'optimisation technico-économique si les éleveurs utilisent des épandages d'engrais minéraux ciblés (ammo et/ou engrais de fond) pour compléter sur les parcelles non concernées par les épandages ou sur les parcelles en coupe. Ces éleveurs mentionnent parfois des objectifs de rendement sur prairies.
7. Fractionnement des apports azotés minéraux sur blé	A. 0 -1 ou 2 apports sur céréales à paille, des impasses potentielles + apports limités sur méteils	Limitation des intrants L'éleveur peut mobiliser des impasses sur les apports azotés sur les céréales à paille, sans nécessairement apporter la dose recommandée dans le plan de fumure.

	B. Systématiquement 2 apports minéraux	Simplification (optimisation agronomique) - L'absence d'un troisième passage est liée à une volonté de simplifier l'itinéraire technique en limitant le nombre d'interventions. - Chez un éleveur, l'absence du troisième passage est liée à une volonté de limiter la pousse des adventices sur l'interculture suivante. On considère que cette volonté d'adapter l'itinéraire technique est associée à une gestion à moyen terme (incidence de l'itinéraire technique sur l'interculture suivante) et relève donc d'une forme d'optimisation agronomique.
	C. 2 apports minéraux, parfois 3	Optimisation technico-économique ou limitation des intrants (simplification) Le principe d'action diffère en fonction de l'utilisation du troisième apport potentiel : vise-t-il à augmenter le rendement et le taux en protéines les bonnes années ou vise-t-il à atteindre un rendement minimum les mauvaises années ? - On parle d'optimisation technico-économique si le troisième apport est mobilisé lorsque la culture présente un potentiel important. Au contraire, si la culture présente un potentiel limité, le troisième apport disparaît. - On parle de limitation des intrants si l'éleveur s'autorise à faire une impasse sur le troisième apport prévu dans le plan de fumure lorsqu'il estime que l'état de la culture est satisfaisant (limitation des intrants car le potentiel ou la marge maximum ne sont pas recherchés). Le troisième apport est facultatif et n'est utilisé que lorsque l'agriculteur souhaite « assurer » une culture à faible potentiel. - Si le troisième apport est très peu mobilisé, on parle de simplification du fractionnement.
	D. 3 apports minéraux (sauf exceptions)	Optimisation technico-économique Le troisième apport vise à améliorer le taux de protéine et à adapter la dose au potentiel de la culture. Il peut faire l'objet d'une impasse si le potentiel de la culture est limité.
8. Dose d'azote minéral sur blé	A. Inférieure à 100 U	Limitation des intrants L'agriculteur réduit volontairement la dose référence par rapport aux doses habituellement recommandées dans les plans de fumure et ne recherche pas le potentiel maximal de la culture.
	B. Entre 100 et 120 U	Optimisation technico-économique Cette dose moyenne est relativement conforme aux recommandations du plan de fumure et permet de réduire légèrement le coût des engrais azotés.
	C. Plus de 120 U	Optimisation technique La dose est relativement élevée par rapport aux besoins de la culture et aux potentiels des sols sur la zone. Elle correspond soit à des objectifs de rendement élevés (voire surestimés, volonté de « miser haut » pour aller chercher du rendement), soit à une sous-estimation généralisée de la minéralisation des apports organiques.
9. Modalités des apports azotés minéraux sur maïs	A. Pas de fractionnement, 1 seul passage en urée	Simplification et/ou limitation des intrants - L'absence d'un passage en végétation est liée à une volonté de simplifier l'itinéraire technique en limitant le nombre d'interventions. Certains agriculteurs ne réalisent aucune intervention en végétation pour éviter de détruire les pieds ou encore par manque de matériel. - L'engrais starter n'est pas utilisé : l'intervention est considérée comme trop coûteuse ou superflue. On parle alors de limitation des intrants, sauf si l'absence d'engrais starter est compensée par une augmentation des doses d'urée.

	B. Pas de fractionnement, utilisation d'un engrais starter	Simplification et optimisation technico-économique - L'absence d'un passage en végétation est liée à une volonté de simplifier l'itinéraire technique en limitant le nombre d'interventions. Certains agriculteurs ne réalisent aucune intervention en végétation pour éviter de détruire les pieds ou encore par manque de matériel. - Les éleveurs qui amènent l'intégralité de la dose au semis mobilisent des doses moyennes d'azote sur maïs (généralement inférieures à 100 U). On parle d'optimisation technico-économique.
	C. Fractionnement des apports, uniquement urée	Optimisation technique ou optimisation technico-économique - Optimisation technique : le fractionnement des apports d'engrais vise une meilleure utilisation des engrais par la plante. On note une augmentation forte des quantités d'azote minéral épandues lorsque l'éleveur a recours au fractionnement : cette technique permet théoriquement de mettre « mieux » mais aussi de mettre « plus ». L'apport en végétation peut varier légèrement mais n'est jamais abandonné. - Le deuxième apport n'est pas systématique et peut faire l'objet d'une impasse lorsque les conditions climatiques ne permettent pas sa valorisation ou que la minéralisation de l'azote est forte (cas des retournements de prairies) : on parle alors d'optimisation technico-économique.
	D. Fractionnement et utilisation potentielle d'un engrais starter	Optimisation technique ou optimisation technico-économique - Optimisation technique si l'engrais starter est utilisé de manière systématique. - Optimisation technico-économique si l'utilisation de l'engrais starter est inféodée au prix de cet engrais et si l'apport en végétation peut être réduit.
10. Fractionnement du désherbage chimique sur céréales à paille	A. Des impasses potentielles sur le désherbage des céréales à paille	Limitation des intrants (optimisation agronomique) - Lorsque l'éleveur considère que le désherbage est superflu, une impasse peut être mobilisée. Ces impasses ponctuelles peuvent également être associées à des problèmes de trésorerie sur l'exploitation. Les associations entre une céréale et un protéagineux sont rarement désherbées. - Un éleveur mentionne la possibilité de décaler les dates de semis pour limiter la concurrence entre les adventices et la culture de céréales.
	B. Peu d'anti-graminées utilisés, désherbage de printemps avec anti-dicots uniquement	Optimisation technico-économique et/ou limitation des intrants - On parle d'optimisation technico-économique car le désherbage de printemps permet de ne traiter que les adventices présentes sur les parcelles et donc d'adapter le produit aux adventices présentes (principalement des dicotylédones sur ces exploitations). L'anti-graminées est rarement utilisé mais peut éventuellement l'être si des graminées apparaissent sur les parcelles. - On parle de limitation des intrants si l'éleveur ne mobilise jamais d'anti-graminées car il accepte la présence de graminées dans le couvert de céréales. Le produit utilisé varie peu d'une année sur l'autre.
	C. Désherbage total systématique au semis sans rattrapage	Simplification (optimisation technico-économique) - Le désherbage est réalisé au semis uniquement. Les désherbages de rattrapage au printemps ne sont pas utilisés, et cela quelque soit l'état des parcelles au printemps. Les éleveurs concernés souhaitent souvent limiter les interventions en végétation pour éviter des destructions du peuplement. Le produit utilisé est le même sur l'ensemble de la sole en céréales à paille. - Optimisation technico-économique si l'éleveur adapte le produit utilisé aux adventices présentes sur les parcelles.

	<p>D. - Désherbage total systématique au semis + rattrapage potentiel</p> <p>- Deux options potentielles (+ round'up)</p>	<p>Optimisation technique (simplification)</p> <p>- On parle d'optimisation technique car i) le désherbage en post-semis est systématique et ii) des pratiques correctives de désherbage sont parfois utilisées par l'éleveur. L'optimisation technique peut aussi être associée à une utilisation systématique de glyphosate avant le semis de la céréale à paille.</p> <p>- On parle de simplification si le choix du désherbage en post-semis / pré-levée est associé à des enjeux logistiques. Les éleveurs concernés souhaitent souvent limiter les interventions en végétation pour éviter des destructions du peuplement, mais peuvent malgré tout réaliser un désherbage de rattrapage si les herbes démarrent au printemps. On parle aussi de simplification si les désherbages totaux au glyphosate sont utilisés de manière systématique avant le semis de la céréale à paille.</p>
<p>11. Fractionnement désherbage sur maïs</p>	<p>A. Désherbage total au semis sans rattrapage</p>	<p>Simplification</p> <p>L'itinéraire de désherbage est systématique et immuable. Le désherbage est réalisé au semis uniquement. Le produit utilisé et les doses n'évoluent pas en fonction des parcelles ou de l'année. Les désherbages en post-levée, plus complexes et nécessitant du matériel spécifique, ne sont pas mobilisés.</p>
	<p>B. 1 désherbage total au semis avec rattrapage potentiel</p>	<p>Optimisation technique</p> <p>L'itinéraire technique pour le désherbage sur maïs est complet : il mobilise à la fois des pratiques d'assurance avec le recours à un désherbage complet en pré-levée, mais aussi des pratiques correctives ponctuelles ou fréquentes. Ces désherbages de rattrapages visent notamment à lutter contre les infestations de liserons.</p>
	<p>C. Désherbage total en post-levée</p>	<p>Optimisation technico-économique et simplification</p> <p>- L'anti-dicotylédones et l'anti-graminées sont utilisés en post-levée. Cet itinéraire technique permet d'économiser l'anti-dicotylédone en pré-levée tout en traitant efficacement les infestations de liserons au stade 6 feuilles du maïs.</p> <p>- On parle de simplification car les produits utilisés sont des produits standards, pas nécessairement adaptés à la diversité des adventices présentes sur les parcelles.</p>
	<p>D. - Fractionnement du désherbage</p> <p>- Désherbage ciblé en post-levée</p>	<p>Optimisation technico-économique</p> <p>- Les anti-dicotylédones ne sont pas utilisés en pré-levée. Cet itinéraire technique permet d'économiser l'anti-dicotylédone en pré-levée tout en traitant efficacement les infestations de liserons au stade 6 feuilles du maïs.</p> <p>- L'anti-dicotylédones en post-levée est ajusté aux adventices présentes sur la parcelle.</p>
<p>12. Traitements fongicides sur céréales à paille</p>	<p>A. 1 traitement maximum :</p> <p>- impasse potentielle</p> <p>- pas de traitement sur céréales secondaires</p>	<p>Limitation des intrants</p> <p>L'éleveur préfère limiter au maximum le recours à ces produits, en réalisant des impasses sur les céréales secondaires et sur les années où la pression des maladies est limitée. Cet itinéraire technique vise à limiter les frais pour la conduite de ces cultures. Ces éleveurs n'ont pas d'objectifs de rendement définis et acceptent les limitations de rendement associées à l'absence d'un deuxième fongicide. Les impasses sur les fongicides sont souvent associées à la présence de céréales à paille secondaires diversifiées (voire de méteils) dans les assolements.</p>
	<p>B. 1 traitement systématique sur toutes les céréales à paille</p>	<p>Limitation des intrants et simplification</p> <p>- L'agriculteur pense que le deuxième traitement n'est pas rentable sur le long terme.</p> <p>- L'absence d'un deuxième traitement est liée à une volonté de simplifier l'itinéraire technique en limitant le nombre d'interventions. Ce traitement est par contre utilisé de manière systématique sur l'ensemble de la sole en céréales à paille, y compris sur les céréales secondaires.</p>

	C. 2 traitements maximum avec impasse potentielle sur le 2ème traitement en blé	Optimisation technico-économique On parle ici d'optimisation technico-économique, cela pour plusieurs raisons. L'éleveur peut faire l'impasse sur un traitement s'il considère que ce traitement n'est pas utile ou si les conditions permettant une bonne valorisation de ce traitement ne sont pas réunies. Au contraire, si la culture présente un bon potentiel, certains éleveurs mobilisent un deuxième traitement pour aller chercher un rendement plus important. L'apparition du second traitement dans les itinéraires techniques est enfin dépendante des cours du blé : si ces cours augmentent, ces éleveurs auront tendance à « soigner » le blé.
	D. 2 traitements maximum avec deux traitements systématiques sur blé	Optimisation technique Les deux traitements sont mobilisés sur blé quelque soit la pression des maladies. Cet itinéraire technique est souvent associé à des objectifs de rendements élevés.

Annexe 12. Modalités d'organisation et principes d'action par agriculteurs

Tableau 13. Légende pour les principes d'action sur l'organisation des assolements.

Principe d'optimisation économique
Principe d'optimisation technico-économique
Principe d'optimisation agronomique
Principe de simplification de l'assolement
Principe d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement

Tableau 14. Légende pour les principes d'action sur les pratiques culturales.

Principe d'optimisation technique
Principe d'optimisation technico-économique
Principe d'optimisation agronomique
Principe de simplification
Principe de limitation des intrants

Tableau 15. Synthèse des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés par agriculteurs pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales).

	01_lapey	03_lapey	04_lapey	05_lapey	06_lapey	07_lapey	08_lapey	09_lapey	10_lapey	11_lapey	12_lapey	13_lapey	14_lapey	15_lapey	16_lapey	17_lapey
1. Structure rotations avec cultures principales	A	A	A	A	B	C	B	A	C	A	C	B	C	A	A	A
2. Cultures de diversification sur rotations irriguées	B	A	A	B	C	C	A	A	D	A	D	D	C	A	C	B
3. Structure et diversité des cultures - rotations en sec	C	C	B	C	C	D	B	A	D	A	C	D	D	B	C	B
4. Utilisation couverts en intercultures	D	D	A	C	C	B	B	A	C	B	B	D	C	A	B	C
5. Dose d'azote référence sur blé tendre	A	B	A	B	C	A	C	C	B	C	C	A	A	B	A	C
6. Itinéraire de fertilisation azotée blé	A	A	A	B	B	B	B	D	D	D	C	B	D	A	C	C
7. Itinéraire de désherbage sur blé	D	D	A	C	C	A	A	B	A	D	D	B	C	B	B	C
8. Itinéraire de désherbage sur maïs	D	D	B	C	D	B	D	D	B	D	C	A	C	A	C	A
9. Désherbages mécaniques	A	A	A	B	A	C	A	A	C	B	B	B	C	A	A	C
10. Traitements fongicides céréales paille	A	A	A	A	B	B	C	D	C	C	B	A	B	D	A	D
11. Lutte contre la pyrale du maïs	D	B	A	D	D	A	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A
12. Travail du sol	A	A	A	A	A	B	B	A	C	A	A	C	C	A	A	A

Tableau 16. Synthèse des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés par agriculteurs pour le terrain de Péronnas (élevage).

	01_pero	02_pero	05_pero	06_pero	07_pero	08_pero	09_pero	10_pero	11_pero	12_pero	13_pero	15_pero	16_pero	17_pero	18_pero	19_pero	20_pero	24_pero
1. Rotation prairie- culture	C	A	A	C	B	B	C	C	B	B	A	B	C	D	B	D	D	C
2. Renouvellement des prairies	D	A	A	D	A	A	B	A	B	A	A	C	B	D	C	D	D	B
3. Diversité des types de prairies dans l'assolement	A	C	B	A	C	A	A	B	B	B	A	B	A	A	C	B	A	B
4. Diversité des céréales à paille dans l'assolement	A	A	C	B	D	C	B	A	B	B	A	C	B	B	D	A	D	A
5. Utilisation des couverts lors des périodes d'intercultures	D	C	A	D	A	B	A	C	A	A	A	C	A	B	D	C	A	D
6. Utilisation et répartition spatiale des effluents sur prairie	B	D	C	A	D	C	B	A	A	A	B	C	D	D	D	B	A	B
7. Fractionnement des apports azotés minéraux sur blé	D	C	C	C	A	C	B	C	C	B	C	C	B	B	A	D	B	D
8. Dose d'azote minéral sur blé	C	B	B	A	A	A	B	C	B	B	A	B	C	A	A	C	B	C
9. Modalités des apports azotés minéraux sur maïs	D	B	B	A	A	B	D	C	A	B	A	D	C	A	A	C	C	D
10. Fractionnement du désherbage chimique sur cp	D	D	C	A	A	D	D	C	C	D	C	B	D	B	A	C	B	B
11. Fractionnement désherbage sur maïs	B	A	A	C	A	B	B	B	A	B	A	B	B	C	A	D	B	D
12. Traitements fongicides sur céréales à paille	D	C	D	B	A	B	C	D	C	C	C	B	A	B	A	D	A	C

Annexe 13. Résultats des analyses multivariées

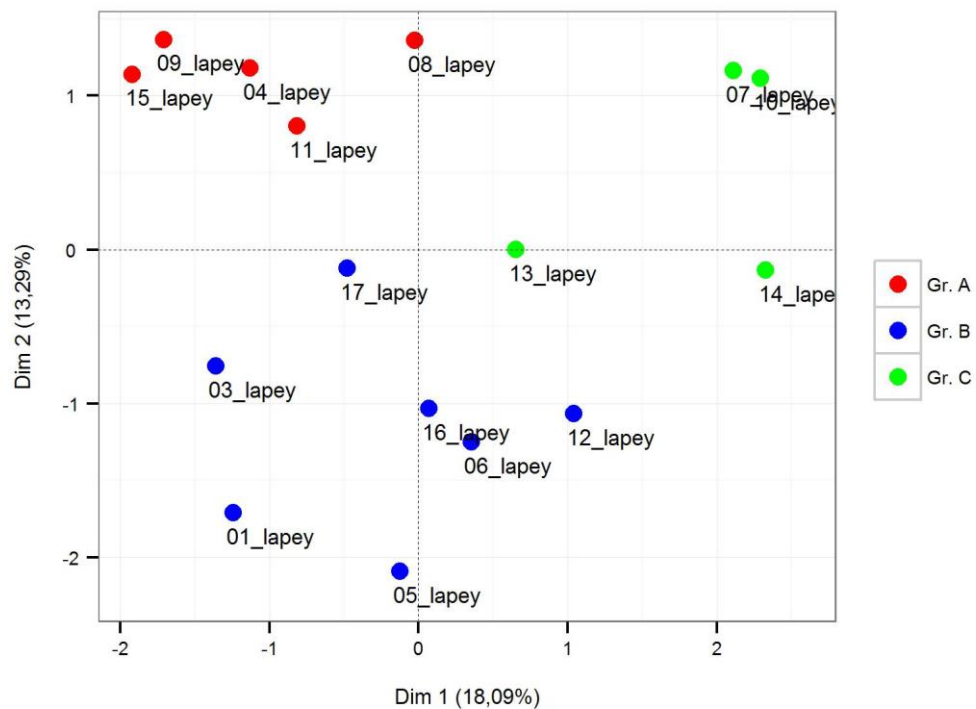


Figure 4. Résultats de l'analyse des correspondances multiples pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay. Chaque individu correspond à une combinaison de modalités d'organisation propre à un agriculteur. Les trois couleurs correspondent aux trois groupes tirés de la classification ascendante hiérarchique.

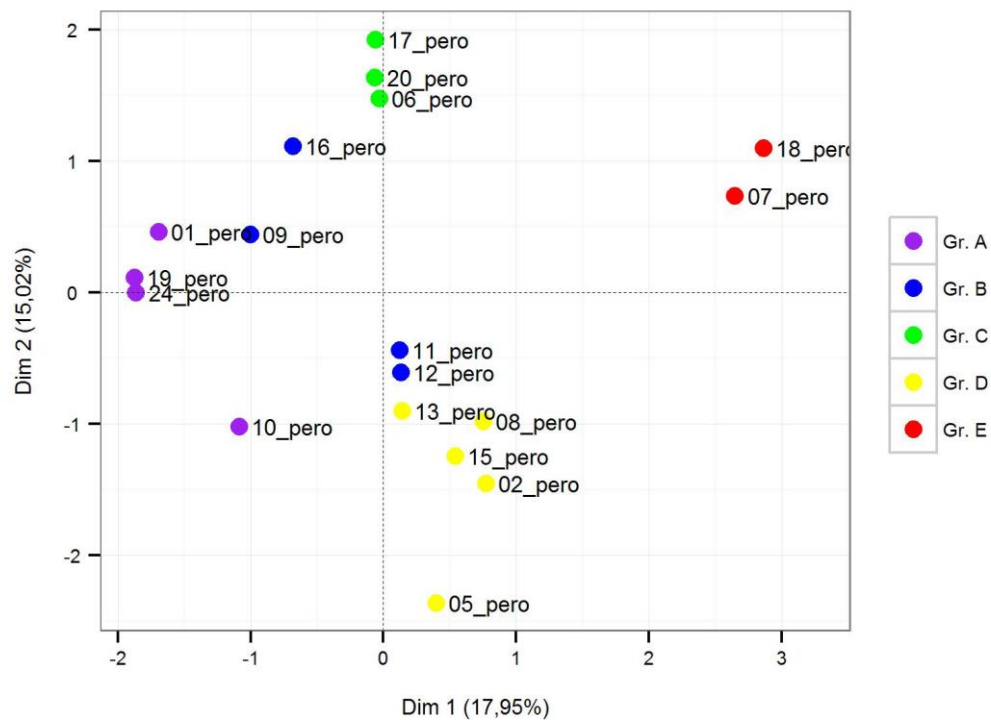


Figure 5. Résultats de l'analyse des correspondances multiples pour le terrain de Péronnas. Chaque individu correspond à une combinaison de modalités d'organisation propre à un éleveur. Les cinq couleurs correspondent aux cinq groupes tirés de la classification ascendante hiérarchique.

Annexe 14. Description des groupes issus de l'analyse multivariée sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay

On décrit ici les spécificités et la variabilité intra-groupe des principes d'action pour chaque groupe tiré de l'analyse multivariée.

Type A - Maïsiculteurs

Ce groupe comporte cinq exploitants. Les pratiques reposent sur une simplification forte des systèmes de culture. L'organisation de l'assolement est caractérisée par une diversité très faible des cultures en rotation, avec une monoculture de maïs sur les ilots irrigués. La monoculture répond ici au principe d'optimisation économique de l'assolement. Le blé est introduit ponctuellement dans la monoculture pour détruire les liserons en utilisant du glyphosate sur les chaumes. Les rotations en sec sont elles aussi caractérisées par une faible diversité des cultures en rotation. Les cultures spécifiques à ces rotations sont peu nombreuses. Cette faible diversité correspond à un principe de simplification de l'assolement : elle repose sur une limitation volontaire du nombre de cultures différentes dans l'assolement et vise à limiter le travail. De la même façon, les CIPAN sont peu utilisées par ces agriculteurs.

Les principes de simplification et d'optimisation technique dominant en ce qui concerne l'organisation des pratiques culturales. Les agriculteurs de ce type sont caractérisés par des pratiques culturales systématiques, avec par exemple l'utilisation de deux traitements fongicides sur blé et de deux désherbages chimiques sur le maïs. Les désherbages de rattrapage pour les liserons sont très fréquents. Le recours régulier aux désherbages chimiques correctifs en culture ou en interculture met en évidence les difficultés associées à la gestion des adventices dans des monocultures de maïs. Malgré ces difficultés, les agriculteurs de ce groupe utilisent peu les techniques de désherbage mécanique. Plus généralement, ce groupe est caractérisé par un niveau de raisonnement assez simplifié des pratiques culturales. Les pratiques spécifiques visant à une meilleure efficacité des intrants de synthèse sont peu mobilisées. Le labour constitue souvent la seule option technique pour le travail du sol.

Les principes d'action relatifs à l'organisation de l'assolement présentent une forte homogénéité entre les six exploitants de ce groupe. Au contraire, l'étude fine des pratiques culturales met en évidence un gradient des principes d'action, avec des degrés variables d'optimisation technique d'un exploitant à l'autre (Figure 4). Les agriculteurs 08_lapey, 09_lapey et 11_lapey associent le principe de simplification au principe d'optimisation technique des pratiques culturales. Cette posture technique se caractérise notamment par un recours systématique et intensif aux intrants de synthèse sur blé. La dose d'azote est élevée et est apportée en trois fois. Le troisième apport est soumis à une analyse du jus de base de tige, et peut faire l'objet d'une majoration si le potentiel de la culture est haut. Ces pratiques d'optimisation technique sur blé sont associées à l'intégration du blé dur dans les assolements. On note également que le premier désherbage sur maïs associe systématiquement un anti-graminées et un anti-dicotylédones.

La simplification des pratiques culturales est très forte sur les exploitations 04_lapey et 15_lapey. Elle est associée à un principe de limitation des intrants, qui se traduit notamment par des apports azotés minéraux réduits sur blé tendre. La dose est apportée en deux passages. On peut parler ici d'une

posture technique « extensive » pour ces deux agriculteurs, notamment pour l'exploitant 04_lapey qui se caractérise par un recours très limité aux produits phytosanitaires.

Type B – Agriculteurs spécialisés

Les sept agriculteurs du groupe B sont caractérisés par une variabilité des principes d'action à l'origine des systèmes de culture sur les différents ilots de l'exploitation. On distingue en effet les principes d'action propres aux ilots irrigués des principes d'action sur les ilots cultivés en sec. Pour les premiers, l'assolement répond à un principe d'optimisation économique. Le maïs semence est cultivé en monoculture sur quatre exploitations et occupe la quasi intégralité des surfaces irrigables et isolées. Sur certaines exploitations, le tabac est également cultivé en monoculture sur les parcelles situées à proximité immédiate du siège d'exploitation. La monoculture résulte alors d'une simplification de l'assolement. Les parcelles en monoculture de maïs semence ou de tabac font l'objet d'une utilisation systématique des CIPAN.

Les parcelles hors de l'ilot semence sont caractérisées par une diversité limitée -mais supérieure à celle observée sur les exploitations du groupe A- des cultures en rotations. L'assolement reste néanmoins relativement simplifié sur ces parcelles, avec une domination forte des cultures d'hiver (blé, orge, colza). Une unique culture de printemps est intégrée dans la rotation (sorgho, tournesol ou pois de printemps). Cette diversité limitée est souvent associée à des impasses techniques sur certaines cultures secondaires : la culture du tournesol a ainsi été abandonnée par certains exploitants à cause du manque d'un désherbant permettant de combattre les infestations d'ambrosie. Malgré ces marques de simplification de l'assolement, ces exploitants intègrent tous une culture de printemps spécifique à ces rotations en sec.

Les principes d'action relatifs aux pratiques culturales diffèrent également en fonction des parcelles sur ces sept exploitations. On identifie une optimisation technique forte des pratiques sur les ilots irrigués conduits en monoculture de maïs semence (ou en tabac). Les itinéraires de désherbages sur maïs semence sont caractérisés par l'utilisation d'un désherbage total en pré-levée et par des rattrapages très fréquents. Les techniques de travail du sol simplifié ne sont pas utilisées. De la même façon, le recours aux insecticides est systématique pour lutter contre la pyrale. La conduite technique du maïs semence repose sur la mobilisation systématique de pratiques d'assurance, pratiques que l'on ne retrouve pas nécessairement sur les autres cultures.

L'analyse de la variabilité des principes d'action entre les exploitants du groupe B met en évidence des différences importantes entre agriculteurs. L'intégration des cultures de printemps dans les rotations en sec peut être associée au principe d'optimisation agronomique ou au principe d'optimisation technico-économique de l'assolement selon les exploitations. Cette opposition entre les deux principes d'action est également sensible lorsque l'on observe les pratiques d'implantation des CIPAN. En effet, trois exploitants optent pour une gestion économique de ces CIPAN, en privilégiant des semences et des techniques d'implantation peu onéreuses. Les agriculteurs 01_lapey et 03_lapey essaient au contraire de maximiser les effets à moyen terme de ces couverts en optimisant le choix des espèces et/ou les pratiques d'implantation. L'intérêt pour ces techniques peut être relié à un principe de limitation des intrants que l'on identifie sur ces deux exploitations.

En ce qui concerne les pratiques culturales, les agriculteurs 01_lapey, 03_lapey et 16_lapey sont caractérisés par une conduite extensive sur les rotations en sec, reposant sur une simplification des

pratiques et sur une limitation des intrants. Cette conduite se traduit par des doses d'azote minéral sur blé limitées et fractionnées en seulement deux apports. Ces trois agriculteurs n'utilisent qu'un seul passage de fongicide sur cette culture. Des impasses sont également identifiées pour l'itinéraire de désherbage du blé : seul l'anti-dicotylédones est utilisé si l'état de la parcelle en post-levée le permet. Ces impasses impliquent des risques techniques et entrent en contradiction avec les pratiques d'assurance observées sur maïs semences et sur tabac.

Les itinéraires techniques des quatre agriculteurs restants sont au contraire caractérisés par une optimisation technique et/ou technico-économique sur les parcelles cultivées en sec. Sur blé, ces exploitants ont recours à des doses d'azote minéral plus importantes et fractionnées en trois apports, à deux traitements fongicides et à un désherbage total en post-levée. L'itinéraire technique met clairement en évidence une optimisation technique des pratiques sur cette culture. Le recours à une optimisation technico-économique des pratiques varie d'un agriculteur à l'autre : les exploitants 05_lapey, 12_lapey et 17_lapey mobilisent des techniques spécifiques visant à améliorer l'utilisation des intrants de synthèse (incorporation de l'engrais sur maïs) voire à limiter les dépenses associées à l'utilisation de ces intrants. Des techniques alternatives de substitution, comme le désherbage mécanique, sont mobilisées. Le recours à ces techniques coïncide avec une fréquence d'utilisation moindre des désherbages de rattrapage sur maïs. L'exploitant 17_lapey présente une posture technique particulière car située à l'interface entre les trois groupes (Figure 4).

Type C – Agriculteurs raisonnés

Ce groupe comprend quatre agriculteurs et est marqué par une diversité forte des cultures en rotation sur l'ensemble du territoire d'exploitation, que ce soit sur les ilots irrigués ou sur les ilots cultivés en sec. La monoculture n'est que rarement utilisée. L'organisation de l'assolement est caractérisée par l'apparition de règles de décision spécifiques à la construction des rotations. Ces règles de décision permettent de limiter le nombre d'années consécutives pour une même culture sur certaines parcelles (2 ans pour un tabac ou un maïs semence, 4 ans pour un maïs, alternance systématique entre culture d'hiver et culture de printemps), d'augmenter les temps de retour de certaines cultures dans la rotation (notamment pour le tournesol et le tabac) ou encore de privilégier certains couples précédents-suivants dans la rotation (pois-blé ou colza-blé). L'apparition de ces règles de décision met en évidence un principe d'optimisation agronomique de l'assolement. Néanmoins, ces règles ne débouchent pas nécessairement sur la mise en place de rotations strictes. L'assolement est souvent caractérisé par l'apparition ponctuelle de cultures secondaires en fonction des conditions climatiques et du contexte économique. Ces pratiques de pilotage de l'assolement relèvent du principe d'optimisation technico-économique de l'assolement.

Les pratiques culturales sont caractérisées par un recours non systématique aux intrants de synthèse. Le principe d'optimisation technique est peu mobilisé, au contraire du principe d'optimisation technico-économique. Ces agriculteurs utilisent peu les désherbages de rattrapage sur maïs mais ont fréquemment recours aux techniques de désherbage mécanique (binage des cultures de printemps et/ou déchaumages). L'analyse des itinéraires techniques sur blé fait apparaître une utilisation raisonnée des intrants, avec une dose d'azote apportée souvent inférieure à 150 U et des impasses potentielles sur le deuxième fongicide. Les insecticides chimiques pour la lutte contre la pyrale sont très peu utilisés, au contraire des trichogrammes que l'on retrouve sur trois exploitations. Ces

exploitants optent pour des techniques de semis direct afin de réduire les charges associées à l'utilisation systématique du labour.

L'étude des modalités d'organisation des assolements par les agriculteurs du type C met en évidence une optimisation agronomique des rotations. Néanmoins, la densité et la diversité des règles de décision relatives à l'organisation des rotations varient fortement d'un exploitant à l'autre. Ces règles sont peu nombreuses sur la majorité des exploitations du groupe C. Elles n'aboutissent pas à la mise en place d'une planification forte des rotations. Les exploitants concernés mobilisent en priorité des pratiques de pilotage de l'assolement qui induisent l'intégration ponctuelle de cultures secondaires dans l'assolement en fonction d'opportunités économiques. C'est le cas par exemple du pois qui a été intégré dans l'assolement de deux exploitations suite à des primes. L'exploitant 13_lapey constitue une exception : la présence de deux cultures de diversification -pois de printemps et tournesol- permet la mise en place de rotations plus longues sur l'ensemble du territoire d'exploitation. Contrairement aux autres exploitants du groupe, les rotations sont strictes, ce qui permet le maintien de temps de retour suffisants pour le pois et le tournesol. Le pois est maintenu dans les rotations grâce à un débouché fixe pour de l'aliment volaille.

Les pratiques culturales des exploitants du groupe C présentent un gradient de complexité et de recours aux intrants de synthèse qui oppose notamment les agriculteurs 14_lapey et 13_lapey (Figure 4). Les agriculteurs 07_lapey et 10_lapey présentent une posture intermédiaire. L'agriculteur 14_lapey opte pour une optimisation technico-économique des pratiques culturales par rapport à des objectifs de rendement définis. Le maintien de ces objectifs de rendement justifie la mobilisation de techniques spécifiques visant à optimiser l'utilisation des intrants de synthèse, comme par exemple l'enfouissement des apports d'engrais minéraux sur maïs. Les impasses sur les itinéraires techniques ne sont mobilisées que si le potentiel de la culture ne correspond plus aux rendements objectifs définis ou si les conditions climatiques rendent l'intervention superflue. L'objectif de maximisation de la marge peut à l'opposé induire une augmentation du recours aux intrants si les cours sont hauts ou si les conditions climatiques permettent d'envisager des rendements plus importants. A l'opposé, le principe de limitation des intrants domine dans la posture technique de l'agriculteur 13_lapey. Il se traduit par des doses limitées d'azote sur blé et sur maïs et par des impasses systématiques sur certains intrants. C'est le cas par exemple du deuxième fongicide sur céréales à paille, des traitements anti-limaces, ou encore des apports phospho-potassiques.

Annexe 15. Description des groupes issus de l'analyse multivariée sur le terrain de Péronnas

Type A - Eleveurs céréaliers

Les quatre éleveurs de ce groupe présentent une spécificité forte des pratiques d'organisation des systèmes de culture. L'organisation de l'assolement sur ces exploitations est caractérisée par l'absence de rotations mixtes et donc par une disjonction territoriale entre des parcelles en prairies permanentes à proximité des bâtiments d'élevage et des parcelles en culture. Cette organisation renvoie à un principe de simplification de l'assolement. Le blé est souvent largement majoritaire sur les surfaces allouées aux céréales à paille. Ces exploitations se caractérisent également par une optimisation technico-économique de l'assolement. Cette optimisation se traduit par l'introduction ponctuelle de cultures de vente secondaires dans l'assolement (tournesol et colza). La part des différentes cultures varie d'une année à l'autre en fonction des cours des céréales, de primes ponctuelles et du potentiel des parcelles concernées. L'introduction de ces cultures de vente renvoie également à un objectif d'optimisation agronomique.

Les pratiques culturales font également l'objet d'une optimisation technico-économique. Ces éleveurs ont des rendements objectifs hauts et sont caractérisés par une utilisation intensive mais raisonnée des intrants. Les doses d'azote minéral dépassent les 120 U sur le blé et sont fractionnées en trois apports. Les quantités d'azote apportées sont réduites si le potentiel de la culture est jugé trop limité. Le recours fréquent de ces exploitants aux boues de station d'épuration répond au même principe d'optimisation technico-économique ; grâce à l'utilisation de ces boues, les exploitants réduisent les doses d'azote apportées et économisent le travail du sol sur la culture suivante.

Les principes d'action à l'origine des pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires sont identiques. Ces exploitants recherchent un niveau d'efficacité important, ce qui explique le recours quasi systématique aux deux traitements fongicides. Afin d'améliorer les désherbages, ces exploitants mobilisent souvent deux passages, notamment sur le maïs. Sur le deuxième passage en végétation, les herbicides font souvent l'objet d'une adaptation fine du produit aux adventices présentes sur les parcelles.

Contrairement aux pratiques culturales assez pointues, la conduite de l'herbe est fortement simplifiée. Les pratiques d'optimisation agronomique permettant le maintien d'un potentiel productif sur les prairies sont peu mentionnées dans les entretiens. En raison i) de la disjonction territoriale prairie-cultures et ii) du niveau de raisonnement des pratiques culturales, ces exploitants seront identifiés comme des « éleveurs céréaliers » dans l'analyse.

On identifie une spécificité forte des pratiques de ce groupe par rapport au reste des éleveurs de l'échantillon, avec des principes d'action relativement homogènes. L'exploitant 10_pero mobilise néanmoins une combinaison particulière de principes d'action. On identifie en effet chez cet éleveur une autonomisation forte du système d'élevage par l'assolement, qui se traduit notamment par le maintien d'une sole importante en maïs ensilage. L'autonomisation du système d'élevage se combine avec des pratiques d'optimisation technico-économique visant à garantir un rendement objectif minimum sur les différentes cultures et qui permettent également d'adapter les itinéraires techniques pour aller chercher des rendements plus importants si les conditions s'y prêtent. La conduite des prairies peut être considérée comme intensive car elle s'appuie sur une utilisation

systématique de quantités importantes d'ammonitrate. On identifie sur cette exploitation des pratiques d'assurance visant à sécuriser le système fourrager.

Type B - Eleveurs traditionnels

Ce groupe intègre quatre éleveurs. L'organisation de l'assolement repose sur une optimisation agronomique relative des rotations, avec une utilisation non systématique des rotations mixtes. Les parcelles à proximité des bâtiments sont gérées soit en prairies permanentes soit en prairies temporaires de longue durée. Là où les exploitants des groupes D et E favorisent un renouvellement rapide et systématique des prairies, les exploitants du groupe B déclenchent le retournement en fonction de l'état de salissement du couvert. Le nombre d'années consécutives en cultures sur une même parcelle est plus élevé chez ces éleveurs. Des parcelles éloignées restent d'ailleurs uniquement en cultures sur certaines exploitations. Les modalités d'organisation des rotations, la faible diversité des céréales à paille et l'absence de pratiques de couverture en période d'interculture mettent en évidence une simplification relative de l'assolement.

Les pratiques culturales sont fortement simplifiées et reposent sur une utilisation systématique des intrants sur cultures et sur prairies. La simplification des pratiques se traduit d'abord par une concentration forte des effluents d'élevage sur les parcelles en cultures. Malgré des doses d'azote moyennes sur blé, le fractionnement en trois apports n'est jamais mobilisé par ces exploitants. La dose apportée reste quant à elle souvent identique sur l'intégralité de la sole.

La simplification des pratiques culturales se traduit également par le recours systématiques à certains traitements phytosanitaires, notamment le deuxième fongicide sur blé. Les traitements herbicides sont réalisés au semis, et peuvent être complétés par des désherbages de rattrapage. Ces pratiques d'assurance renvoient au principe d'optimisation technique, que l'on retrouve d'une manière plus ou moins marquée chez les éleveurs de ce groupe. Ces deux principes d'action (simplification et optimisation technique) sont également identifiés sur les pratiques relatives à la conduite des prairies. Les apports minéraux sont utilisés de manière systématique sur l'ensemble de la sole en prairie. Les pratiques propres à une optimisation agronomique de la conduite des prairies sont peu mobilisées. L'absence de techniques permettant de limiter les achats extérieurs et/ou d'améliorer les rendements et les marges renvoie à une approche technique plus « traditionnelle ».

On observe deux gradients des principes d'action pour le groupe B. Le premier oppose un principe d'optimisation agronomique à une simplification accrue de l'assolement. Les exploitants 11_pero et 12_pero choisissent d'insérer de la prairie dans les rotations sur l'ensemble du territoire d'exploitation, y compris sur les parcelles éloignées des bâtiments d'élevage. Les éleveurs 09_pero et 16_pero sont caractérisés au contraire par une simplification forte de l'assolement, avec un seul type de prairies utilisé. Les parcelles éloignées sont consacrées aux cultures.

Les pratiques culturales de ces quatre agriculteurs présentent un gradient d'optimisation. Le principe d'optimisation technique est mobilisé par les éleveurs 09_pero, 12_pero et 16_pero, qui ont notamment recours à des désherbages de rattrapage sur céréales à paille et sur maïs. Ce type de traitement n'est pas utilisé par l'éleveur 11, chez qui l'on retrouve un principe de limitation des intrants. Cet éleveur mobilise également des pratiques spécifiques de conduite des prairies qui permettent un maintien du potentiel productif sur le long terme. On considère que cet éleveur présente un profil intermédiaire entre les groupes B et D.

L'éleveur 16_pero présente un profil particulier, avec une combinaison spécifique des principes d'action. Cet éleveur associe en effet un principe d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement à certaines pratiques culturales relevant d'une optimisation technique. Des pratiques d'assurance sont ainsi identifiées sur maïs. Elles visent à garantir la production de fourrage sur l'exploitation.

Type C - Eleveurs extensifs

Le groupe C rassemble trois éleveurs caractérisés par une cohérence spécifique des principes d'action. Les exploitants de ce groupe revendiquent une limitation des intrants de synthèse sur cultures et sur prairies sans pour autant mettre en place des rotations diversifiées. Comme pour les exploitations du groupe A, l'organisation de l'assolement se traduit par une disjonction totale entre des parcelles en prairies situées à proximité des bâtiments d'élevage et des parcelles uniquement en cultures. Les types de prairies sont très peu différenciés. Ces éléments renvoient à un principe de simplification de l'assolement. Le choix des prairies permanentes permet également de limiter le travail et les coûts liés aux retournements et à la conduite des prairies temporaires. Les trois éleveurs de ce groupe mobilisent ainsi le principe d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement.

Les pratiques culturales reposent sur un double principe de simplification de la conduite et de limitation des intrants de synthèse sur cultures et sur prairies. La simplification des pratiques concerne en particulier la gestion de l'azote : les doses d'azote minéral sur blé sont limitées, le fractionnement en trois apports n'est pas utilisé et l'épandage des effluents d'élevage est concentré sur certaines parcelles en cultures. L'utilisation des pesticides est caractérisée par des impasses récurrentes. Le deuxième fongicide n'est jamais utilisé. Le désherbage sur les céréales à paille se limite généralement à l'utilisation d'un anti-dicotylédone au printemps. Si les engrais de synthèse sont rarement utilisés sur les prairies, les techniques associées à une optimisation agronomique de la conduite des prairies sont peu mentionnées dans les entretiens. L'ensemble des principes d'action identifiés dans les entretiens sur ces trois exploitations tend vers une gestion « extensive » des systèmes de culture, à la fois simplifiée et peu consommatrice en intrants.

Chez les trois éleveurs du groupe, l'organisation de l'assolement relève ainsi d'une autonomisation du système d'élevage. Ce principe d'action s'incarne néanmoins de manière différente sur les trois exploitations. Chez l'éleveur 17_pero, ce principe d'action se traduit par l'absence de maïs ensilage dans le système fourrager. Ce choix vise à limiter les coûts associés à la production fourragère. Chez l'éleveur 06_pero, l'organisation de l'assolement répond à des difficultés ponctuelles pour assurer la production fourragère. La volonté de sécuriser cette production induit une augmentation forte de la part du maïs ensilage dans la SFP et un recours systématique aux cultures en dérobées.

De la même façon, la limitation des intrants sur cultures et sur prairies répond à des démarches différentes d'un éleveur à l'autre. La limitation des intrants est associée pour l'éleveur 06_pero et pour l'éleveur 20_pero à des problèmes de trésorerie. Cette limitation « subie » des intrants touche particulièrement l'utilisation des engrais minéraux sur les prairies. La limitation des intrants résulte plus d'une volonté personnelle pour l'éleveur 17_pero. Cet éleveur associe à la limitation des intrants d'autres principes d'action permettant le maintien de niveau de rendements suffisants pour son système. Certaines pratiques culturales sont ainsi associées à de l'optimisation technico-économique. On remarque également chez cet éleveur des pratiques spécifiques de préservation du potentiel productif des prairies, avec notamment une conduite plus fine du pâturage.

Type D - Eleveurs intégrés

Le groupe D est composé de cinq éleveurs. L'organisation des rotations relève d'une optimisation agronomique de l'assolement ; elle se caractérise principalement par l'utilisation systématique de rotations mixtes prairie-cultures sur les parcelles labourables. Le retournement des prairies intervient généralement après cinq années d'implantation pour permettre une alternance rapide entre cultures et prairies. La diversité des céréales à paille dans l'assolement est moindre que celle observée pour le groupe E mais reste importante par rapport au reste de l'échantillon.

Les principes d'action se distinguent de ceux identifiés dans le type E par une utilisation plus régulière des intrants de synthèse sur les cultures. Si le recours à des rotations mixtes prairie-cultures permet de limiter les utilisations correctives des pesticides (notamment les désherbages de rattrapage), le principe de limitation des intrants sur cultures n'est pas aussi poussé que sur les exploitations du type E. On remarque par exemple que des engrais minéraux sont utilisés sur maïs après un retournement de prairie, là où les exploitants du type E considèrent la minéralisation comme suffisante pour les apports azotés. Ces cinq éleveurs sont identifiés dans l'analyse comme des éleveurs « intégrés » : si les rotations présentent une certaine diversité, cette diversité n'aboutit pas nécessairement à un principe systématique de limitation du recours aux intrants de synthèse.

Le groupe des éleveurs intégrés présente une forte variabilité des modalités d'organisation des pratiques par rapport aux autres groupes. On identifie deux gradients des principes d'action entre ces éleveurs. Le premier concerne l'organisation de l'assolement : on observe ainsi un gradient entre des pratiques de simplification de l'assolement et des pratiques d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement. La diversité des types de prairies et des céréales varie ainsi d'un exploitant à l'autre. De la même façon, on remarque que certains exploitants mobilisent des cultures en dérobées pour sécuriser l'approvisionnement en fourrage, tandis que d'autres éleveurs ne mobilisent aucune technique de couverture des sols en interculture.

Le second gradient renvoie au niveau de raisonnement des pratiques culturales. Deux démarches s'opposent. Dans la première, la réduction des intrants va de pair avec une simplification des pratiques culturales, qui se traduit notamment par l'absence d'un engrais starter sur maïs ou encore par le recours systématique à un désherbage de pré-levée non ciblé sur maïs et céréales à paille. Dans la seconde approche, les éleveurs s'appuient sur une optimisation technico-économique pour limiter les intrants sur cultures. Les raisonnements à l'origine des pratiques culturales sont plus complexes. Parce qu'il mobilise ponctuellement des principes d'action associés à une simplification et à une optimisation technique des pratiques culturales, l'éleveur 08_pero présente un profil intermédiaire entre le groupe B et le groupe D. La conduite des prairies fait également l'objet d'une complexité variable des pratiques entre éleveurs.

Type E - Eleveurs autonomes

Ce groupe est composé de deux éleveurs caractérisés par des modalités d'organisation des systèmes de culture très différentes de celles des autres exploitants. Les principes d'optimisation agronomique et d'autonomisation du système d'élevage dominant pour l'organisation de l'assolement. Le principe d'autonomisation du système d'élevage correspond ici à un objectif d'indépendance par rapport à l'achat d'intrants extérieurs à l'exploitation. Il se traduit par une diversification forte des cultures et

des types de prairies. La diversification des prairies permet une adaptation fine du fourrage produit à une utilisation spécifique (prairies de fauche en luzerne, prairies avec une flore adaptée au pâturage des génisses). Contrairement aux autres exploitations, des méteils sont introduits dans l'assolement pour améliorer l'autonomie de l'aliment en protéines. Les céréales secondaires (orge, triticale, avoine, seigle) sont largement utilisées afin d'adapter la céréale à l'alimentation des VL et de garantir une récolte en paille suffisante. La part du maïs ensilage dans la SFP est volontairement restreinte ; ces éleveurs souhaitent ainsi limiter l'achat des intrants associés à cette culture.

L'exemple du maïs ensilage montre que les principes d'action à l'origine de l'assolement sont associés à un principe de limitation des intrants sur les cultures. La diversification des céréales secondaires obéit à un objectif de réduction des fongicides sur les céréales à paille. De fait, les impasses sur l'utilisation des herbicides et des fongicides sont nombreuses. L'association entre la céréale et un protéagineux permet quant à elle de réduire les quantités d'engrais minéraux nécessaires à la culture. Les doses d'azote minéral sont ainsi inférieures aux recommandations techniques.

Ce principe de limitation des intrants s'accompagne d'une optimisation agronomique des rotations et des pratiques culturales. Elle se traduit principalement par la mise en place de rotations diversifiées, associant les prairies temporaires et les cultures. La durée en culture n'excède pas 4 ans afin de conserver les effets agronomiques associés à la rotation et au retournement des prairies. Les effluents d'élevage font l'objet d'une répartition homogène sur l'ensemble du territoire d'exploitation, ce qui permet de limiter les épandages d'azote minéral sur les prairies. Ces épandages sont considérés comme néfastes à l'équilibre entre graminées et légumineuses. Des pratiques spécifiques de conduite des prairies sont utilisées pour maintenir leur productivité sur le long terme. Un pâturage tournant cadencé est utilisé pour limiter le développement des adventices.

Des différences apparaissent quand on étudie plus en détail les pratiques sur ces deux exploitations. L'optimisation agronomique et la limitation des intrants sont plus poussées chez l'éleveur 18_pero. Si l'on excepte les herbicides, cet exploitant ne mobilise pas d'intrants de synthèse pour la conduite des cultures et des prairies. Les modalités de gestion des adventices diffèrent : là où l'exploitant 07_pero mobilise des pratiques correctives régulières pour le désherbage sur cultures et en interculture (déchaumages et parfois un désherbage chimique au glyphosate), l'éleveur 18_pero n'intervient qu'en dernier recours. Cet éleveur cherche plutôt à maximiser les régulations naturelles pour limiter les infestations d'adventices. La couverture du sol est permanente grâce à un recours aux cultures en dérobées. Le choix des cultures s'oriente prioritairement vers des plantes vigoureuses qui entreront en compétition avec les adventices.

L'origine des pratiques de limitation des intrants observées sur les deux exploitations diffère légèrement d'un éleveur à l'autre. Chez l'éleveur 07_pero, on remarque que les difficultés financières ponctuelles sont à l'origine de variations dans le recours aux intrants de synthèse sur cultures. Chez l'exploitant 18_pero, la limitation des intrants relève plus d'une posture éthique fondée sur une volonté farouche d'indépendance et sur une curiosité technique forte.

Annexe 16. Figures complémentaires pour l'article « Heterogeneity and spatial distribution of cropping systems in drinking water catchments »

Ces figures sont des compléments aux figures de l'article intégré dans le chapitre 5. Elles présentent la variabilité et la distribution spatiale des valeurs pour les indicateurs agro-environnementaux.

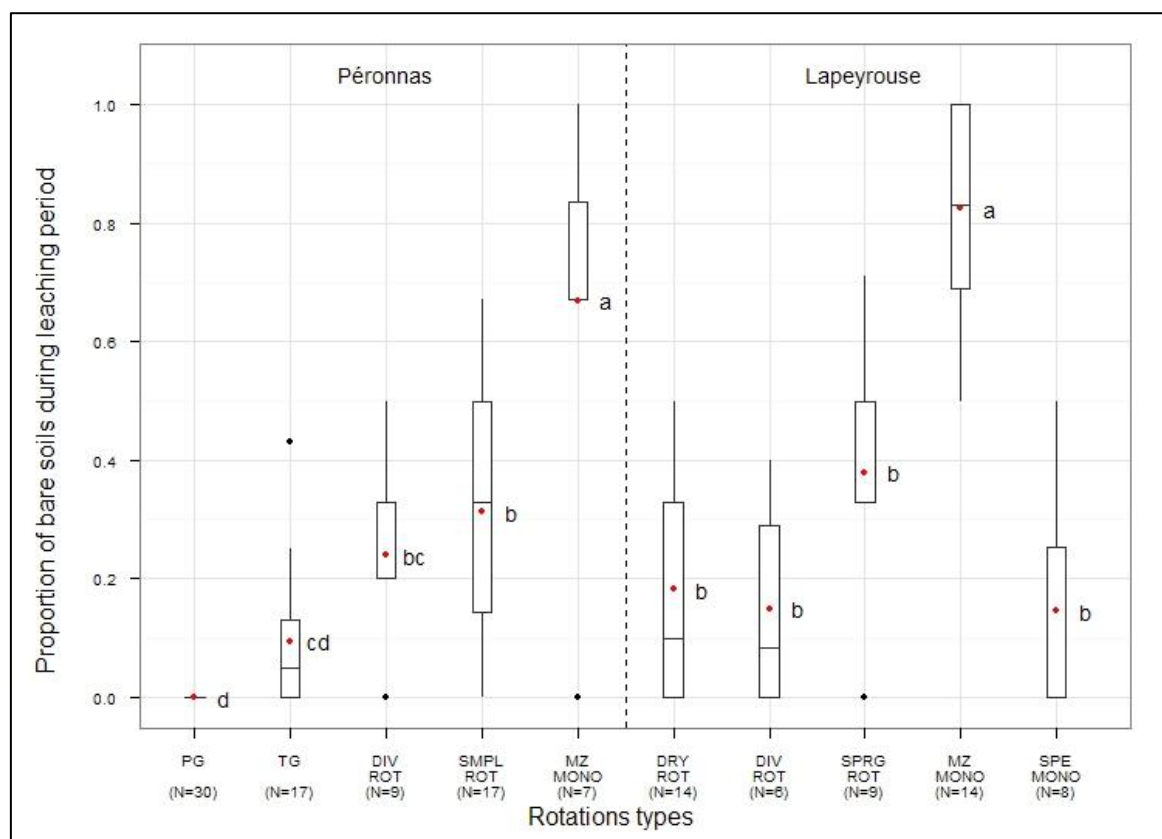


Figure 6. Box plots representing bare soils frequencies during leaching period by rotation types for Péronnas and Lapeyrouse site. The middle line represents the median, extremities of the box the upper and lower quartile, extremities of horizontal lines the upper and lower extreme, and dots represent outliers. Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$). PG= permanent grassland and long-term temporary grassland. TG= mixed grassland-crop rotations. DIV-ROT= diversified crops rotations. SMPL-ROT= simplified crops rotations. MZ-MONO= maize monoculture. DRY-ROT= dry rotations. SPRG-ROT= spring crops rotations. SPE-MONO= monoculture with specialized crops.

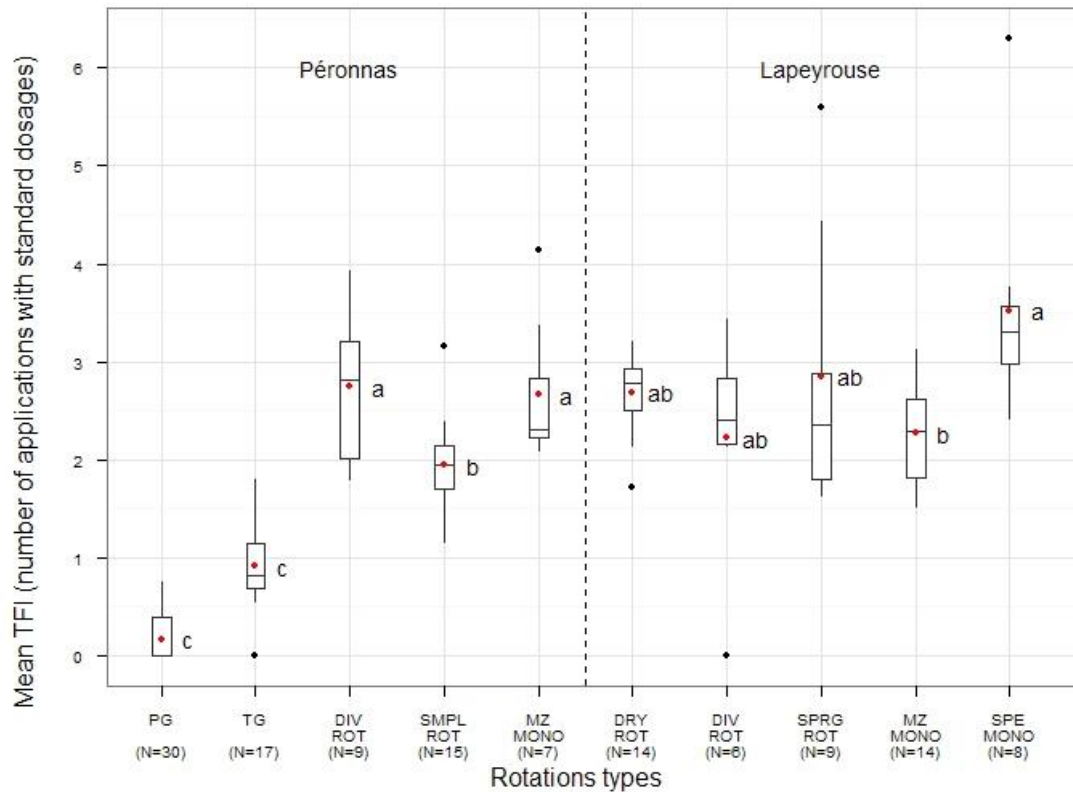


Figure 7. Box plots representing mean annual treatment frequent index (TFI) by rotation types for Péronnas and Lapeyrouse sites. The middle line represents the median, extremities of the box the upper and lower quartile, extremities of horizontal lines the upper and lower extreme, and dots represent outliers. Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$). PG= permanent grassland and long-term temporary grassland. TG= mixed grassland-crop rotations. DIV-ROT= diversified crops rotations. SMPL-ROT= simplified crops rotations. MZ-MONO= maize monoculture. DRY-ROT= dry rotations. SPRG-ROT= spring crops rotations. SPE-MONO= monoculture with specialized crops.

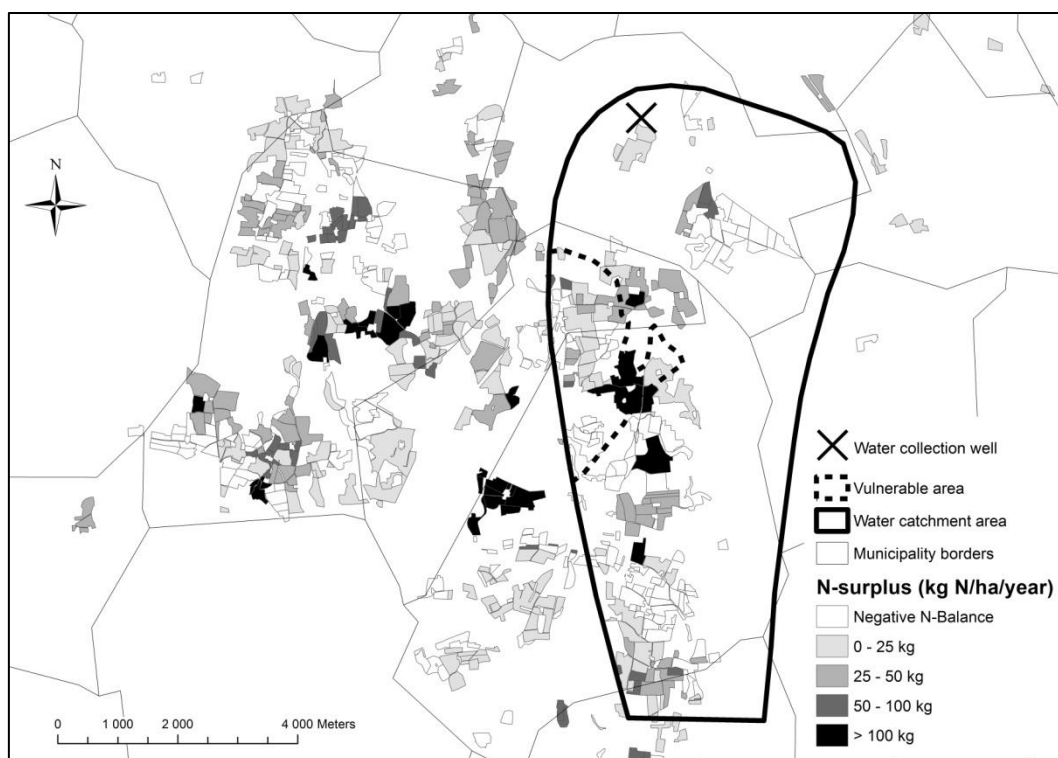


Figure 8. Spatial location of N-balances per land parcels studied in the Péronnas water catchment area. No significant differences for highest values of N-surpluses could be found for parcels in the drinking water catchment area compared to outside parcels.



Figure 9. Spatial location of N-balances per land parcels studied in the Lapeyrouse water catchment area.

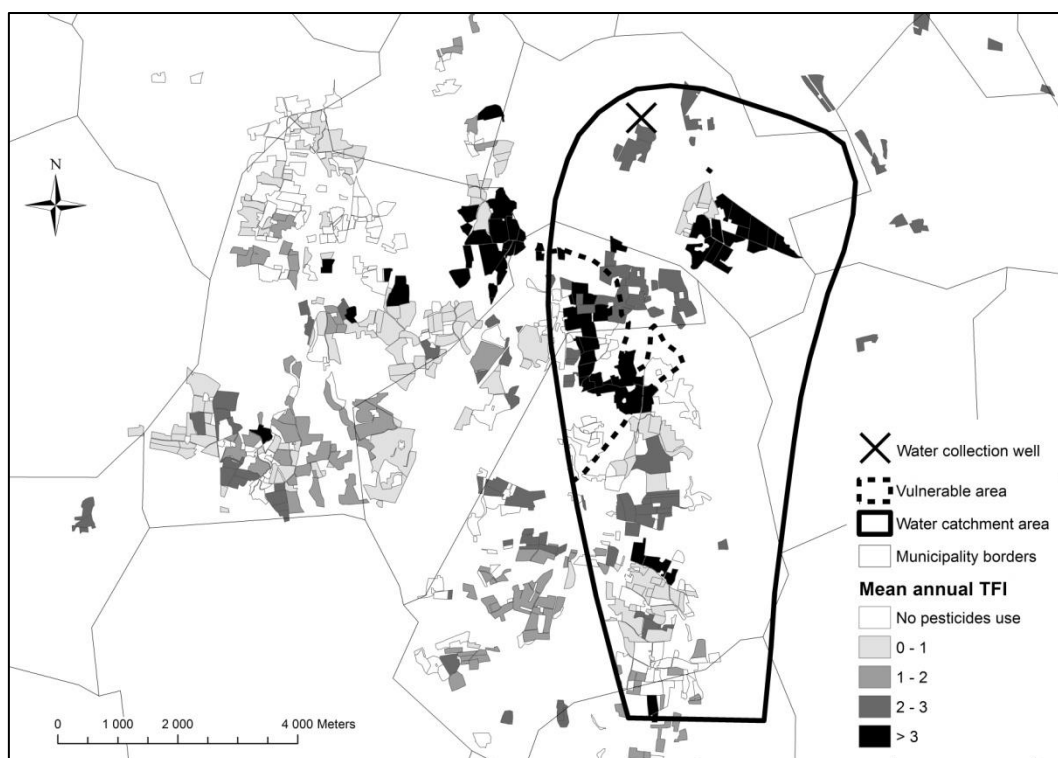


Figure 10. Spatial location of mean annual treatment frequency index (TFI) in the Péronnas water catchment area.



Figure 11. Spatial location of mean annual treatment frequency index (TFI) in the Lapeyrouse-Mornay water catchment area.



Figure 12. Spatial location of mean annual herbicide treatment frequency index (HTFI) in the Lapeyrouse water catchment area.

Annexe 17. Synthèse des facteurs de pressions par échelles d'analyse sur les deux terrains

Le Tableau 17 et le Tableau 18 présentent les facteurs de pressions sur les deux terrains et la façon dont ils se traduisent dans les différentes échelles d'analyse. Cette synthèse permet de faire le lien entre les facteurs de pression, les agriculteurs concernés et les principes d'action à l'origine des niveaux de pression élevés.

Tableau 17. Synthèse des facteurs de pressions par échelles d'analyse et liens avec les principes d'action sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay.

Facteurs de pressions	Echelles d'analyse des pressions			Groupes / Agriculteurs concernés	Principes d'action associés aux facteurs de pressions
	Territoires d'exploitation	Systèmes de culture	Zone à enjeu eau		
Surplus élevés des balances azotées	Surplus importants sur les exploitations avec des cultures spécialisées	Surplus importants des balances azotées (> 80 kg N) sur les rotations en monocultures spécialisées	Présence ponctuelle de ce type de rotations autour des captages	- Agriculteurs spécialisés - 1 maïsiculteur et un agriculteur raisonné	Maximisation de la production sur les pratiques culturales sur cultures spécialisées (optimisation économique de l'assolement)
	Surplus importants sur certaines exploitations sans cultures spécialisées	Des surplus importants des balances azotées (> 50 kg N) sur des rotations en monoculture de maïs ou sur des rotations en sec peu diversifiées	Des surfaces importantes dans la zone de vulnérabilité maximale (terrasse basse de la Valloire)	Maïsiculteurs (principalement maïsiculteurs intensifs)	Simplification des pratiques culturales et/ou maximisation de la production (optimisation économique de l'assolement)
Sols nus en période d'interculture	Sols nus fréquents sur les exploitations centrées sur le maïs irrigué	Sols nus très fréquents (> 2 années sur 3) sur les rotations en monoculture de maïs irrigué	Des surfaces importantes dans la zone de vulnérabilité maximale (terrasse basse de la Valloire)	Principalement les maïsiculteurs	Optimisation économique et simplification de l'assolement
IFT élevés	IFT élevés sur les exploitations avec des surfaces importantes en cultures spécialisées	IFT non-herbicides hauts sur les rotations avec des cultures spécialisées (IFT moyen sur rotation > 3)	Présence ponctuelle de ce type de rotations autour des captages	Agriculteurs spécialisés	Maximisation de la production sur les pratiques culturales
	Des IFT élevés sur les exploitations avec des surfaces limitées en cultures spécialisées ou sans cultures spécialisées	IFT non-herbicides hauts sur les rotations en sec (IFT moyen sur rotation > 2,5), en particulier sur les céréales à paille (IFT > 3)	Présence ponctuelle sur l'AAC	- Deux maïsiculteurs - Un agriculteur spécialisé - Deux agriculteurs raisonnés	Maximisation de la production et optimisation technico-économique sur les pratiques culturales
IFTH élevés	Des IFT herbicides hauts sur les exploitations centrées sur le maïs irrigué	Des IFT herbicides plus hauts sur les rotations en monocultures (> 2)	Des surfaces importantes dans la zone de vulnérabilité maximale (terrasse basse de la Valloire)	- Maïsiculteurs - Agriculteurs spécialisés avec de la monoculture de maïs (4 agriculteurs concernés)	Optimisation économique de l'assolement (sauf si association avec le principe de limitation des intrants)

Tableau 18. Synthèse des facteurs de pressions par échelles d'analyse et liens avec les principes d'action sur le terrain de Péronnas.

Facteurs de pressions	Echelles d'analyse des pressions			Groupes / Agriculteurs concernés	Principes d'action associés aux facteurs de pressions
	Territoires d'exploitation	Systèmes de culture	Zone à enjeu eau		
Surplus élevés des balances azotées	Des surplus moyens supérieurs à la limite de potabilité sur diverses exploitations (systèmes de production variables, balances azotées peu corrélées aux indices structurels)	Des surplus importants des BA (parfois > 100 kg N) sur les rotations culturales faiblement diversifiées	Systèmes de culture présents sur l'AAC	- Trois éleveurs céréaliers - Un éleveur traditionnel	Simplification de l'assolement, optimisation technico-économique des pratiques de fertilisation, et simplification de la gestion des effluents
		Des surplus importants des BA (entre 40 kg N et 120 kg) sur prairies permanentes (prairies temporaires de longue durée)	Systèmes de culture absents sur l'AAC	- Eleveurs traditionnels - Deux éleveurs céréaliers - Un éleveur extensif	Simplification de l'assolement, simplification et maximisation de la production pour la conduite des prairies
Sols nus en période d'interculture	Surfaces en sol nu en interculture limitée à l'échelle des exploitations (inférieures à 20 %)	Des fréquences importantes sur certains systèmes de culture en rotations culturales peu diversifiées (>= à 1 année sur 3)	Surfaces importantes sur l'AAC	- Trois éleveurs traditionnels - Deux éleveurs extensifs	Simplification de l'assolement
Indices de fréquence des traitements élevés	Des IFT sur cultures élevés (>= 3) sur des exploitations avec des systèmes d'élevage intensifs et une part importante des céréales vendue	Des IFT plus hauts sur les rotations diversifiées avec cultures de vente (blé, colza et tournesol) (IFT proche ou > 3 sur la rotation)	Surfaces importantes sur l'AAC	Deux éleveurs céréaliers	Maximisation de la production et optimisation technico-économique des pratiques culturales, optimisation technico-économique de l'assolement
Indices de fréquence des traitements herbicides élevés	IFT herbicide moyen < 2 sur toutes les exploitations de l'échantillon	IFT herbicide moyen < 2 sur tous les systèmes de culture de l'échantillon	/	Peu de différences entre agriculteurs sur cet indicateur	IFT herbicides peu réactifs aux différences de principes d'action entre éleveurs

Annexe 18. Points techniques identifiés lors des entretiens chez les agriculteurs biologiques

Tableau 19. Recensement des points techniques dans les éléments clés de discours techniques des agriculteurs biologiques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréaliers). Le nombre d'agriculteurs mentionné renvoie au nombre d'exploitants chez qui on a identifié un élément de discours relatif à la thématique identifiée. Nombre d'exploitants enquêtés : 4. On recense 28 points techniques différents dans les quatre entretiens.

Thématique	Points techniques identifiés	Nombre d'agris	Type
Assolement et successions culturales (7 PT)	Planification des assolements	3	Données manquantes
	Réduction du nombre d'années consécutives en maïs	3	Point non discriminant
	Intégration du soja dans la rotation sur les ilots irrigués	4	Point non discriminant
	Structure rotation irriguée : proportion cultures de printemps	3	Point discriminant
	Diversité des cultures d'hiver dans la rotation irriguée	3	Point discriminant
	Choix des cultures dans la rotation sèche	3	Point discriminant
	Définition des blocs de culture	2	Point secondaire
Gestion des couverts (4 PT)	Recours systématique aux engrais verts après cultures d'hiver	3	Point non discriminant
	Diversité des espèces en mélange pour l'engrais vert	4	Point discriminant
	Implantation de l'engrais vert	3	Point discriminant
	Broyage potentiel de l'engrais vert avant date prévue	2	Point secondaire
Fertilisation (5 PT)	Définition des quantités N apportées sur maïs	4	Point discriminant
	Fractionnement apports maïs	3	Point discriminant
	Fractionnement des apports sur blé	3	Point discriminant
	Stockage des effluents organiques	2	Point secondaire
	Analyses des effluents d'élevage	2	Point secondaire
Adventices / maladies / ravageurs (8 PT)	Nombre de binages sur maïs	1	Point secondaire
	Gestion des bordures de champ	1	Point secondaire
	Désherbage en végétation sur blé	1	Point secondaire
	Recours à des déchaumages et faux semis en interculture	3	Point non discriminant
	Recours à des techniques de faux-semis	2	Point secondaire
	Date de semis du blé	1	Point secondaire
	Date de semis du maïs	1	Point secondaire
	Destruction de semis de maïs irréguliers	1	Point secondaire
Autres (4 PT)	Enregistrement des pratiques	4	Point non discriminant
	Densité de semis sur maïs	2	Point secondaire
	Gestion des pailles	2	Point secondaire
	Travail du sol	4	Point non discriminant

Tableau 20. Recensement des points techniques dans les éléments clés de discours techniques des éleveurs biologiques sur le terrain de Péronnas (polyculture-élevage). Le nombre d'éleveurs mentionné renvoie au nombre d'exploitants chez qui on a identifié un élément de discours relatif à la thématique identifiée. Nombre d'exploitants enquêtés : 4. On recense 38 points techniques différents dans les quatre entretiens.

Thématique	Points techniques identifiés	Nombre d'agris	Statut du point technique
Assolement et successions culturales (16 points techniques)	Evolution et morcellement du territoire d'EA	3	Point discriminant
	Rotation prairie-culture sur l'ensemble du territoire d'EA	4	Point non discriminant
	Durée d'implantation des prairies	4	Point discriminant
	Pilotage du retournement des prairies	3	Point discriminant
	Durée en cultures dans la rotation	3	Point discriminant
	Ajustement des rotations en fonction des parcelles	1	Point secondaire
	Nature des mélanges prairiaux	2	Point secondaire
	Diversité des mélanges utilisés sur prairies	4	Données manquantes
	Recours aux mélanges d'espèces sur céréales	4	Point non discriminant
	Diversité des céréales à paille dans l'assolement	4	Point discriminant
	Sole en maïs	3	Point non discriminant
	Diversité des cultures de printemps dans l'assolement	4	Point discriminant
	Sole en céréales à paille	3	Données manquantes
	Utilisation des haies pour délimiter les ilots	1	Point secondaire
	Présence de sols nus en hiver sur le territoire d'EA	2	Point secondaire
	Utilisation des couverts en interculture	3	Point secondaire
Fertilisation (8 points techniques)	Diffusion des effluents sur l'ensemble du territoire d'EA	4	Point non discriminant
	Stockage du compost	2	Point secondaire
	Technique de compostage	2	Point secondaire
	Pas d'achats d'engrais azotés, autonomie avec effluents d'élevage	4	Point non discriminant
	Fractionnement des apports d'N sur céréales	1	Point secondaire
	Dose de fumier sur maïs	1	Point secondaire
	Positionnement de l'apport de fumier sur maïs	2	Point secondaire
	Recours à des analyses d'effluents	2	Point secondaire
Adventices / maladies / ravageurs (5 points techniques)	Pratiques d'arrachage à la main	2	Point secondaire
	Utilisation de la herse étrille sur céréales à paille	3	Point discriminant
	Utilisation de la herse-étrille en post-semis sur maïs	3	Point discriminant
	Pratiques de faux-semis avant le semis de céréales	2	Point secondaire
	Recours aux méteils pour limiter les maladies fongiques	2	Point secondaire
Autres pratiques culturales (4 PT)	Réalisation des chantiers pour les opérations culturales	1	Point secondaire
	Enregistrements des pratiques culturales	3	Point discriminant
	Utilisation d'objectifs de rendements	4	Point discriminant
	Utilisation de techniques de travail du sol sans labour	3	Point discriminant
Gestion des prairies (5 points techniques)	Renouvellement des prairies	2	Point secondaire
	Calcul de rendements sur les prairies	2	Point secondaire
	Conduite du pâturage	3	Point non discriminant
	Alternance fauche-pâturage sur prairie	1	Point secondaire
	Achats d'engrais PK pour les prairies	2	Point secondaire

Annexe 19. Correspondances entre les modalités d'organisation des systèmes de culture et les principes d'action chez les agriculteurs biologiques

Tableau 21. Correspondances entre les modalités d'organisation des assolements intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour les agriculteurs biologiques du terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales). Sont intégrés les *points techniques non discriminants* (modalités d'organisation spécifiques aux exploitants en AB, en italique dans le tableau) et les points techniques discriminants à l'origine des grilles techniques.

Points techniques	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
<i>Structure des rotations irriguées - Nombre d'années consécutives en maïs</i>	Réduction du nombre d'années consécutives en maïs sur une même parcelle	Optimisation agronomique L'agriculteur souhaite ainsi limiter les infestations d'adventices liées à la monoculture de maïs, monoculture de maïs que les agriculteurs utilisaient avant de passer en AB.
<i>Structure des rotations irriguées - Diversité des cultures</i>	Intégration du soja dans la rotation sur les ilots irrigués	Optimisation économique et optimisation agronomique - Le soja très bien valorisé en AB. - Le soja est considéré comme la « tête de rotation » car il améliore la fourniture du sol en azote pour la culture suivante (souvent un blé) et la structure du sol.
<i>Couverts en intercultures</i>	Recours systématique aux engrais verts derrière une culture d'hiver	Optimisation agronomique Les agriculteurs utilisent les engrais verts et mentionnent de nombreux bénéfices associés à l'amélioration des potentiels des sols sur le territoire d'exploitation (fourniture du sol en azote, « nettoyage » du sol par rapport à certaines maladies, couverture du sol pour améliorer la vie et diminuer le développement des adventices). Les agriculteurs cherchent à optimiser ces effets grâce à des techniques spécifiques de semis et par l'introduction systématique des engrais verts après les cultures d'hiver (y compris si la culture suivante est également une culture d'hiver).
1. Structure de la rotation irriguée : proportion des cultures de printemps	A. Supérieure à 2/3 des cultures dans la rotation irriguée	Optimisation économique (32) L'agriculteur privilégie les cultures les mieux valorisées (maïs et soja) dans la rotation tant que l'enherbement est maîtrisable.
	B. Autour de 2/3 des cultures dans la rotation irriguée	Optimisation économique et optimisation agronomique (modalité intermédiaire) L'agriculteur privilégie les cultures les mieux valorisées dans la rotation, mais conserve malgré tout une structure de rotation fixe, avec des délais de retour établis, afin de limiter les infestations d'adventices et les problèmes de maladies (notamment le Sclerotinia). L'augmentation de la part en céréales d'hiver dans la rotation permet également d'introduire plus d'engrais verts pour améliorer la fourniture en azote.

	C. Inférieure à la moitié des cultures dans la rotation irriguée, pas de différenciation entre rotations sèche et irriguée	Optimisation agronomique et simplification - Afin de garder une « bonne rotation au niveau agronomique », l'agriculteur souhaite diversifier au maximum les cultures implantées sur une même parcelle, et cela même si la culture est moins bien valorisée ou n'est pas complètement adaptée aux conditions pédologiques. - L'agriculteur limite les surfaces en cultures de printemps pour réduire les surfaces à biner.
2. Diversité des cultures d'hiver dans la rotation irriguée	A. Diversité faible (blé uniquement)	Optimisation économique Le blé est mieux valorisé que les céréales à paille secondaires et occupe donc l'essentiel des surfaces pour les céréales à paille (sauf lorsque deux céréales à paille se succèdent sur une même parcelle).
	Diversité moyenne (blé-triticales)	Optimisation économique et optimisation agronomique L'agriculteur introduit une culture d'hiver supplémentaire (ici le triticales) pour allonger la rotation. Cet allongement est associé à des problèmes de maladies sur le soja (Sclerotinia), liés à un délai de retour trop limité de cette culture dans la rotation initiale.
	C. Diversité forte, pas de différenciation entre rotations sèche et irriguée	Optimisation agronomique Afin de garder une « bonne rotation au niveau agronomique », l'agriculteur souhaite diversifier au maximum les cultures implantées sur une même parcelle, et cela même si la culture est moins bien valorisée ou n'est pas complètement adaptée aux conditions pédologiques. L'agriculteur utilise des mélanges d'espèces pour limiter les maladies sur céréales à paille.
3. Choix et diversité des cultures dans la rotation sèche	A. Diversité faible avec retour très fréquent des céréales à paille	Optimisation économique et simplification Les céréales à paille dominant dans une rotation conçue pour maximiser les marges économiques. Les cultures de diversification (tournesol, colza) ne sont pas mobilisées.
	B. Diversité moyenne, des cultures opportunistes	Optimisation technico-économique L'agriculteur ne se limite pas à un schéma rotationnel fixe et introduit des cultures nouvelles et diversifiées (colza) en fonction d'opportunités économiques ponctuelles (contrats avec la coopérative). Des cultures de printemps non irriguées sont également introduites.
	C. Diversité forte, pas de différenciation entre rotations sèche et irriguée	Optimisation agronomique Afin de garder une « bonne rotation au niveau agronomique », l'agriculteur souhaite diversifier au maximum les cultures implantées sur une même parcelle, et cela même si la culture est moins bien valorisée ou n'est pas complètement adaptée aux conditions pédologiques. L'agriculteur utilise des mélanges d'espèces pour limiter les maladies sur céréales à paille.

4. Diversité des espèces en mélange pour l'engrais vert	A. 1 seul mélange, 2 espèces différentes	Simplification L'agriculteur se limite pour l'instant à un mélange d'espèce « standard » pour ses engrais verts. Contrairement aux autres agriculteurs, le mélange n'est pas produit sur l'exploitation. L'agriculteur souhaite à terme retravailler le mélange pour améliorer les effets des couverts.
	B. 1 seul mélange, espèces diversifiées	Optimisation agronomique L'agriculteur a recours à des mélanges d'espèces produites sur l'exploitation pour optimiser le développement et l'effet de l'engrais vert sur les cultures suivantes. Le mélange d'espèces complémentaires, avec des systèmes racinaires différents, permet d'assurer une croissance suffisante quelles que soient les conditions. Le mélange est conçu pour assurer une couverture complète du sol, afin de limiter le développement d'adventices. L'agriculteur intègre plusieurs espèces de légumineuses pour optimiser la fourniture du sol en azote.
	C. Ajustement de l'espèce semée en fonction des parcelles	Optimisation technico-économique L'agriculteur ajuste l'espèce semée en interculture en fonction des besoins spécifiques de la parcelle. Ces besoins peuvent être associés à plusieurs objectifs différents (nettoyage des maladies du sol avant un soja, diminution d'une infestation d'adventices, amélioration de la structure du sol).

Tableau 22. Correspondances entre les modalités d'organisation des pratiques culturales intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour les agriculteurs biologiques du terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales). Sont intégrés les points techniques non discriminants (modalités d'organisation spécifiques aux exploitants en AB, en italique dans le tableau) et les points techniques discriminants à l'origine des grilles techniques.

Points techniques	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
<i>Dés herbages en périodes d'interculture</i>	Recours à des faux-semis en période d'interculture	Optimisation agronomique L'agriculteur cherche à tuer l'herbe avant qu'elle ne sorte pour réduire le stock de graine et améliorer sur le long terme les potentiels sur ses parcelles. Les faux-semis sont d'ailleurs utilisés de manière systématique, et cela même si les adventices visibles sur la parcelle ne justifient pas le recours à un désherbage mécanique. Les itinéraires de désherbage complets sur cultures sont également associés à cette idée de préservation sur le long terme du potentiel des sols : les adventices doivent systématiquement être détruites pour limiter l'augmentation du stock de graines.
<i>Travail du sol</i>	Labour léger, réflexion technique approfondie sur le travail du sol	Optimisation agronomique L'agriculteur mentionne souvent les profondeurs de labour et insiste sur l'importance d'un labour « léger » pour ne pas enterrer trop profondément la vie du sol et « diluer la matière organique ». Les exploitants mentionnent souvent un intérêt pour les techniques sans labour mais ces techniques restent peu mobilisées à cause des problèmes de salissement des parcelles.
<i>Utilisation des enregistrements de pratiques</i>	Enregistrement précis des pratiques et utilisation des enregistrements dans l'organisation des pratiques	Optimisation agronomique et/ou optimisation technico-économique - Les enregistrements sont utilisés pour se souvenir des pratiques sur les années précédentes et ajuster les pratiques en fonction de l'historique des parcelles. - On parle également d'optimisation technico-économique si l'éleveur effectue des calculs de marge précis et sur le long terme pour améliorer son système d'exploitation.
5. Itinéraire de fertilisation azotée sur maïs	A. Apport fractionné et défini avec méthode du bilan prévisionnel	Maximisation de la production On parle de maximisation de la production car la dose apportée (190 U) correspond quasiment aux apports totaux nécessaires pour obtenir le rendement objectif (100 qtx). Les apports associés à la minéralisation des engrais verts sont peu pris en compte. L'apport d'azote est fractionné en 3 passages pour améliorer la valorisation de l'apport par la plante et pour limiter les pertes d'azote.
	B. Apport de fumier au semis, dose maximum autorisée	Optimisation technico-économique et simplification - La dose est fixée en fonction de la norme Directive Nitrates (170 kg d'azote/ha). L'agriculteur achète du fumier et des engrais organiques supplémentaires pour obtenir des apports conformes à la norme. On parle d'optimisation technico-économique car l'agriculteur a recours à des analyses d'effluents fréquentes pour ajuster la dose et ses achats complémentaires d'engrais. - On parle de simplification car l'intégralité de la dose d'azote est apportée au semis, sous la forme de fumier.

	C. Apport de fumier au semis et limité aux effluents disponibles	Limitation des intrants et simplification - L'agriculteur se limite aux effluents produits sur l'exploitation car il considère que les engrais organiques disponibles en AB sont trop chers. Il mettrait plus d'azote si possible, mais considère néanmoins que les stocks d'azote disponibles dans le sol peuvent être mobilisés en intégrant certaines cultures dans la rotation. L'agriculteur ne fait pas d'analyses sur les effluents produits et ne s'intéresse donc pas à la quantité d'azote apportée. - On parle de simplification car l'intégralité de la dose d'azote est apportée au semis, sous la forme de fumier.
6. Fractionnement des apports azotés sur blé	A. Pas d'apport au semis, 3 apports en végétation	Maximisation de la production L'agriculteur positionne finement son dernier apport pour qu'il soit disponible à l'épiaison et qu'il permette une amélioration du taux de protéines.
	B. Un apport au semis + un apport en végétation	Maximisation de la production - L'agriculteur mobilise un apport d'engrais organique en février pour avoir un effet « starter » et tenir les objectifs de rendement. L'irrigation peut être utilisée pour améliorer la valorisation de l'apport. Il compte sur la minéralisation du fumier enfoui au semis pour obtenir un taux de protéines élevés. Cette minéralisation se substitue aux apports généralement effectués au printemps.
	C. Intégralité de l'apport au semis	Simplification L'intégralité de la dose d'azote est apportée au semis, sous la forme de fumier.
7. Date d'implantation de l'engrais vert	A. Après la récolte des céréales à paille, sur les chaumes	Maximisation de la production Le semis de l'engrais vert sur les chaumes permet de désherber les vivaces entre la récolte et le semis. L'agriculteur souhaite éviter une éventuelle concurrence avec la céréale.
	B. En mars, dans les céréales à paille	Optimisation agronomique L'éleveur souhaite obtenir un meilleur développement végétatif pour optimiser les effets bénéfiques associés aux engrais verts.

Tableau 23. Correspondances entre les modalités d'organisation des assolements intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour les éleveurs biologiques du terrain de Péronnas (polyculture-élevage). Sont intégrés les points techniques non discriminants (modalités d'organisation spécifiques aux exploitants en AB, en italique dans le tableau) et les points techniques discriminants à l'origine des grilles techniques.

Points techniques	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
<i>Rotation prairie-cultures</i>	Rotations mixtes et rapides sur l'ensemble du territoire d'exploitation	Optimisation agronomique Le recours aux rotations mixtes prairie-cultures permet de maintenir un potentiel productif important sur l'ensemble de la rotation (maintien de rendements élevés sur prairies, minéralisation de l'azote par le retournement, réduction de la pression adventices sur cultures grâce à la rotation).
<i>Céréales secondaires dans l'assolement</i>	Utilisation de méteils dans l'assolement	Autonomisation du système d'élevage et optimisation agronomique - L'agriculteur a recours à des méteils pour améliorer l'autonomie en protéines dans le système d'alimentation du troupeau. - En utilisant des méteils, l'agriculteur vise à améliorer i) la résistance des cultures aux maladies ii) la fourniture du sol en azote et iii) la couverture du sol pour limiter le salissement sur les parcelles en céréales.
<i>Sole en maïs</i>	Sole de maïs ensilage limitée (inférieure à 10 % de la SAU et de la SFP)	Autonomisation du système d'élevage et optimisation agronomique L'éleveur réduit souvent la sole en maïs ensilage lors de la conversion à cause de besoins moindres : les éleveurs en AB choisissent de limiter la complémentation à l'auge en période de pâturage afin i) de limiter les coûts de production du fourrage et ii) d'améliorer l'entretien et la longévité des prairies.
1. Evolution et morcellement du territoire d'EA	A. Augmentation nécessaire de la SAU pour autonomie alimentaire	Autonomisation (subie) du système d'élevage L'éleveur est en recherche active de terres pour limiter les situations de pénurie alimentaire en céréales.
	B. Recherche d'un parcellaire très groupé, quitte à restreindre l'augmentation de la SAU	Simplification et optimisation agronomique - Le parcellaire groupé permet de limiter les déplacements. - Le parcellaire groupé permet de maintenir une rotation homogène et équilibrée et une alternance pâture-fauche sur l'ensemble du territoire d'exploitation. L'alternance fauche-pâture est mobilisée par l'éleveur pour limiter les infestations d'adventices sur prairies.
2. Structure des rotations mixtes prairie-cultures	A. Structure fixe et homogène sur l'ensemble du territoire d'exploitation	Optimisation agronomique La durée d'implantation des prairies est fixée à 4 ans pour accélérer les rotations sur l'ensemble du territoire d'exploitation. Des rotations plus rapides permettent de conserver des prairies productives (baisse des rendements à mesure que la prairie vieillit) et de limiter le nombre d'années consécutives en cultures sur une même parcelle (2 ans). En limitant à deux ans le nombre d'années consécutives en cultures, l'éleveur souhaite régler les problèmes d'enherbement des céréales et ainsi se passer des désherbages mécaniques habituellement utilisés.

	B. Structure variable et dépendante de l'éloignement des parcelles par rapport aux bâtiments d'élevage	Optimisation technico-économique et simplification <ul style="list-style-type: none"> - Le retournement se fait en fonction de l'état de la prairie et de sa productivité, grâce à des indicateurs visuels peu formalisés. - L'allongement de la durée d'implantation des prairies est nécessaire pour conserver des surfaces suffisantes à proximité immédiate des bâtiments d'élevage et ainsi limiter les déplacements associés au pâturage des vaches laitières. A cause de cet allongement, l'éleveur est parfois obligé d'enchaîner 3 années de culture consécutives sur des parcelles éloignées.
	C. Structure variable et dépendante des sols sur les différentes parcelles	Optimisation technico-économique <ul style="list-style-type: none"> - Le retournement est déclenché lorsque la production diminue fortement. Le déclenchement repose sur un suivi précis de l'état des prairies et sur des indicateurs très diversifiés (nombre de jours de pâture noté dans les cahiers d'enregistrements, espèces présentes et diversité de ces espèces dans la prairie...). - La durée d'implantation d'une prairie est également définie en fonction des terrains et du coût des travaux de travail du sol et d'implantation de la prairie. Plus les terrains sont difficiles à travailler, plus la prairie dure.
3. Diversité des cultures dans l'assolement	A. Diversité très faible, pas de maïs et un seul mélange pour céréales	Simplification et optimisation agronomique <p>L'éleveur abandonne la culture du maïs grain pour limiter le travail sur l'exploitation et pour éviter l'enchaînement maïs grain-céréales à paille.</p> <p>L'éleveur n'ajuste pas les espèces semées aux conditions pédologiques sur son territoire d'exploitation.</p>
	B. Maïs, blé et céréales secondaires diversifiées	Autonomisation du système d'élevage et/ou optimisation technico-économique de l'assolement <ul style="list-style-type: none"> - L'éleveur cherche à diversifier ses productions en céréales pour limiter les risques, en partant du principe que l'une des cultures présentes aura des meilleurs rendements. Les cultures les plus performantes sont associées à des cultures « de secours » plus rustiques. - L'éleveur diversifie ses productions en céréales pour ajuster la culture au potentiel du terrain sur la parcelle.
4. Utilisation des couverts en interculture	A. Couverts non utilisés	Simplification (et maximisation de la production) <ul style="list-style-type: none"> - Les couverts en interculture sont peu utilisés car les périodes d'interculture longue n'apparaissent pas dans l'assolement. - On parle de maximisation de la production si l'éleveur a recours à plusieurs déchaumages pour détruire les vivaces lors des périodes d'interculture. Le couvert n'est pas mobilisé pour ne pas entrer en concurrence avec les pratiques de désherbage mécanique.
	B. Cultures en dérobées pour l'alimentation	Autonomisation du système d'élevage <p>Les cultures en dérobées sont utilisées pour sécuriser pour la production fourragère sur l'exploitation. Elles peuvent constituer une composante fondamentale du système fourrager lorsque l'éleveur considère qu'il manque de surface par rapport aux quantités de fourrage à produire (ne pas laisser des terres non productives).</p>

Tableau 24. Correspondances entre les modalités d'organisation des pratiques culturelles intégrées dans la grille technique et les principes d'action pour les éleveurs biologiques du terrain de Péronnas (polyculture-élevage). Sont intégrés les points techniques non discriminants (modalités d'organisation spécifiques aux exploitants en AB, en italique dans le tableau) et les points techniques discriminants à l'origine des grilles techniques.

Points techniques	Modalités	Correspondances avec principe(s) d'action
<i>Utilisation et répartition spatiale des effluents</i>	Diffusion des effluents sur l'ensemble du territoire d'exploitation	Optimisation agronomique L'éleveur diffuse ses effluents et alternent les parcelles concernées afin de maintenir le potentiel de production de ses terres (entretien de la fertilité d'une année sur l'autre). L'exploitant réduit souvent les quantités pour faire correspondre ces quantités avec la surface à épandre, et ainsi favoriser une conduite homogène sur l'ensemble du territoire d'exploitation. Les fumiers sont compostés pour permettre l'épandage sur les prairies du territoire d'exploitation.
<i>Autonomie par rapport aux engrais azotés</i>	Autonomie complète, fertilisation azotée avec les effluents de l'exploitation uniquement	Limitation des intrants Les éleveurs « font avec ce qu'ils ont ». Ils n'ont pas recours aux engrais importés, considérés comme trop chers, pour sécuriser les rendements. Les éleveurs mentionnent les faibles potentiels des terres sur leur exploitation qui ne permettent pas la valorisation d'engrais organiques achetés. Cette limitation des intrants se justifie enfin par une recherche d'autonomie par rapport au système d'approvisionnement.
<i>Conduite du pâturage</i>	Pâturage tournant rapide sur petites parcelles	Optimisation agronomique Un pâturage tournant cadencé est utilisé pour assurer un pâturage homogène des prairies. Selon les éleveurs, il permet de limiter le développement des adventices et de maintenir le potentiel productif des prairies temporaires. Les apports fourragers sont limités en période de pâturage pour « faire pâturer correctement » et réduire les refus.
5. Itinéraire de désherbage sur céréales à paille	A. Pas de désherbage sur céréales à paille	Simplification et limitation des intrants L'éleveur ne désherbe pas parce qu'il ne dispose pas du matériel adéquat (ici, la herse étrille). Il ne cherche pas nécessairement à s'équiper. L'éleveur mentionne une certaine tolérance à la présence d'adventices dans les cultures.
	B. Plusieurs passages de herse-étrille sur céréales à paille	Maximisation de la production L'éleveur utilise plusieurs interventions systématiques et des interventions complémentaires selon le développement des adventices pour assurer le désherbage et la propreté de la parcelle en début de cycle cultural.
6. Itinéraire de désherbage sur maïs	A. Aucune pratique de désherbage sur cultures	Simplification et limitation des intrants L'éleveur ne cherche pas à augmenter les rendements et accepte leur variabilité induite par l'absence complète d'interventions une fois que la culture est semée. La rentabilité du système de l'éleveur est basée sur la production d'herbe plutôt que sur la production de céréales. L'absence d'intervention correspond également à une volonté de limiter le temps de travail sur l'exploitation.

	B. Uniquement du binage	Simplification et maximisation de la production (modalité intermédiaire) L'éleveur considère que le recours à un passage en post-semis avec la herse-étrille est une solution et souhaiterait la mettre en œuvre, mais se heurte à un manque de matériel et d'expérience (technique complexe)
	C. Utilisation de la herse-étrille en post-semis + binage	Maximisation de la production L'éleveur utilise plusieurs interventions systématiques et des interventions complémentaires selon le développement des adventices pour assurer le désherbage et la propreté de la parcelle en début de cycle cultural.
7. Utilisation d'objectifs de rendement sur cultures	A. Pas d'objectifs de rendement définis	Simplification et limitation des intrants L'objectif de l'agriculteur est de « faire le mieux possible » sans achats extérieurs et sur des terrains caractérisés par des potentiels limités.
	B. Définition de seuils de rentabilité pour les cultures	Optimisation technico-économique (de l'assolement) L'éleveur ajuste son assolement en fonction de « seuils de rentabilité » par cultures. Ces seuils évoluent en fonction des prix des céréales et des tourteaux et sont utilisés par l'éleveur comme indicateurs pour l'introduction d'une nouvelle culture. Ils sont calculés à partir d'une marge moyenne par culture obtenue sur plusieurs années.
8. Enregistrement des pratiques culturales	A. Pas d'enregistrements conservés	Simplification L'agriculteur n'a pas besoin des enregistrements car les ajustements de pratiques entre parcelles et entre années sont limités.
	B. Enregistrements partiels, utilisation ponctuelle des enregistrements dans l'organisation des pratiques	Optimisation agronomique et simplification (modalité intermédiaire) Les enregistrements sont utilisés pour se souvenir des pratiques sur les années précédentes. Ils permettent notamment de maintenir un niveau de fertilisation suffisant sur l'ensemble du territoire d'exploitation et sur le long terme, notamment en épandant les engrais en priorité sur les parcelles non concernées pendant l'année précédente.
	C. Enregistrement précis des pratiques et utilisation des enregistrements dans l'organisation des pratiques	Optimisation agronomique (et technico-économique) - Les enregistrements sont utilisés pour se souvenir des pratiques sur les années précédentes et ajuster les pratiques en fonction de l'historique des parcelles. - On parle également d'optimisation technico-économique si l'éleveur effectue des calculs de marge précis et sur le long terme pour améliorer son système d'exploitation.
9. Travail du sol	A. Techniques sans labour utilisées ponctuellement (sur céréales)	Simplification et optimisation technico-économique L'éleveur préfère « mettre au propre » en utilisant de manière fréquente le labour mais peut utiliser ponctuellement ces techniques pour réduire le coût du travail du sol.
	B. Techniques sans labour dominantes pour les céréales	Optimisation technico-économique L'adoption de ces techniques vise à limiter les coûts associés au travail du sol : l'éleveur a pour ambition de faire moins de passage.

	C. Techniques sans labour sur l'ensemble des cultures mais labour potentiel si difficultés	Optimisation agronomique et optimisation technico-économique Techniques sans labour utilisées pour « ne pas casser les horizons du sol » et donc améliorer sur le long terme le potentiel productif du sol (l'éleveur fait référence à l'agriculture de conservation). Le labour n'est utilisé qu'en cas d'infestation forte d'adventices.
--	---	--

Tableau 25. Légende pour les principes d'action sur l'organisation des assolements.

Principe d'optimisation économique
Principe d'optimisation technico-économique
Principe d'optimisation agronomique
Principe de simplification de l'assolement
Principe d'autonomisation du système d'élevage par l'assolement

Tableau 26. Légende pour les principes d'action sur les pratiques culturales.

Principe d'optimisation technique
Principe d'optimisation technico-économique
Principe d'optimisation agronomique
Principe de simplification
Principe de limitation des intrants

Tableau 27. Synthèse des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés par agriculteurs biologiques pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay (céréales). En gras : points techniques non discriminants. Les autres points techniques sont discriminants et composent la grille technique.

	18_lapey	31_lapey	32_lapey	33_lapey
Réduction du nombre d'années consécutives en maïs sur une même parcelle (rotations irriguées)	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Intégration du soja dans les rotations irriguées	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Utilisation systématique et optimisation des « engrais verts »	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
1. Proportion des cultures de printemps dans la rotation irriguée	<u>C</u>	A	A	<u>B</u>
2. Diversité des cultures d'hiver dans la rotation irriguée	<u>C</u>	A	A	<u>B</u>
3. Choix et diversité des cultures en rotation sèche	<u>C</u>	A	A	B
4. Diversité des espèces utilisées comme engrais vert	C	<u>B</u>	A	<u>B</u>
Recours à des faux semis en période d'interculture	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Labour léger, réflexion technique approfondie sur le travail du sol	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Enregistrement précis des pratiques et utilisation des enregistrements dans l'organisation des pratiques	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
5. Itinéraire de fertilisation azotée sur maïs	<u>C</u>	A	B	B
6. Fractionnement des apports azotés sur blé	<u>C</u>	A	B	B
7. Date d'implantation de l'engrais vert	<u>B</u>	A	A	A

Tableau 28. Synthèse des modalités d'organisation des systèmes de culture et des principes d'action associés par éleveurs biologiques pour le terrain de Péronnas (élevage laitier). En gras : points techniques non discriminants. Les autres points techniques sont discriminants et composent la grille technique.

	26_pero	27_pero	28_pero	29_pero
Rotations mixtes et rapides sur l'ensemble du territoire d'exploitation	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Utilisation de méteils dans l'assolement	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Sole de maïs ensilage limitée	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
1. Evolution et morcellement du territoire d'exploitation	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>B</u>
2. Structure des rotations mixtes prairie-cultures	<u>B</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>C</u>
3. Diversité des cultures dans l'assolement	<u>B</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
4. Utilisation des couverts en interculture	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Diffusion des effluents sur l'ensemble du territoire d'exploitation	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Autonomie par rapport aux engrais azotés	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
Pâturage tournant rapide sur petites parcelles	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>
5. Itinéraire de désherbage sur céréales à paille	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
6. Itinéraire de désherbage sur maïs	<u>B</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>C</u>
7. Utilisation d'objectifs de rendement sur cultures	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
8. Enregistrement des pratiques culturales	<u>C</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>C</u>
9. Travail du sol	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>A</u>	<u>C</u>

Annexe 20. Spécificités des principes d'action en AB : ce qu'en disent les agriculteurs biologiques

Sur les huit entretiens réalisés auprès d'agriculteurs biologiques, on recense 19 éléments clés de discours technique intégrant l'énonciation d'une spécificité des pratiques biologiques ou d'une différenciation des modalités d'organisation des systèmes de culture entre exploitations conventionnelles et biologiques. Le Tableau 29 présente les 19 éléments de discours identifiés ainsi que les correspondances entre modalités d'organisation des pratiques et principes d'action. Les principes d'action identifiés sont résumés dans le Tableau 30.

Tableau 29. Éléments de discours associés à une énonciation, par les agriculteurs biologiques, des spécificités liées aux pratiques en AB. Les encadrés en couleur renvoient aux correspondances identifiées entre modalités d'organisation des systèmes de culture et principes d'action (en bleu : principe d'action relatifs à l'organisation de l'assolement / en rouge : principe d'action relatif aux pratiques culturales). En gras : les passages associés à la comparaison AB-AC ou à l'énonciation des spécificités en AB.

	Terrain de Lapeyrouse-Mornay (9 éléments de discours)	Terrain de Péronnas (10 éléments de discours)
Spécificités sur l'organisation de l'assolement	<p>OA En conventionnel, il fallait équilibrer pour NPK, il y avait des analyses de sol... Ca ne pouvait pas marcher autrement, on vous explique que ça ne peut pas marcher autrement... alors que je pense qu'il y a peut-être une autre façon de travailler. Je mets 5 T de fumier parce que je sais que je ne suis pas dans l'excès et parce qu'il faut en mettre un peu, j'en aurais plus j'en mettrais plus, ça c'est sûr, mais il y a d'autres choses qui rentrent en ligne de compte qu'on n'étudie pas assez. Il faudrait avoir une autre formation sur le travail du sol. Maintenant il y a des analyses de sol qui analysent l'activité du sol et pas ce qui est disponible. Ce que l'analyse donne: il y a des parties qui ne sont pas disponibles parce qu'elles sont bloquées, c'est tout. On peut les débloquent par une culture... ce n'est pas forcément apporter ce qu'il manque, d'apporter ce qui est apparemment en carence qui va remettre tout dans l'ordre, ce n'est pas ça. C'est plutôt une culture qui peut des fois modifier certaines choses (18_lapey).</p> <p>OA C'est pour ça qu'avec la conversion il faut voir à long terme. Le conventionnel lui, je ne sais pas si il agit en rotations... je pense qu'il agit en rotations, il n'y a pas de soucis, mais il aura moins de contraintes parce lui chimiquement il va tout nettoyer les ravageurs</p>	<p>Auto Le mélange triticales avoine pois c'est un truc qui est très utilisé en bio. A l'époque c'était vraiment le mélange très utilisé. Le triticales ça permet d'assurer le rendement, l'avoine ça permet d'assurer la sécurité parce que c'est une céréale assez rustique, donc bon an mal an il y a toujours à récolter, et puis le pois c'est pour apporter les protéines. Avec ça on a un mélange assez équilibré pour le rationnement des animaux, entre la valeur énergétique et la valeur azotée, ça fait un aliment intéressant (28_pero).</p> <p>OA Avec les formations qu'on a faites... En bio, un des premiers objectifs à suivre c'est de se définir une rotation, même si des fois on peut modifier un peu en cours parce que ce n'est pas toujours facile à respecter à la lettre... De définir sa rotation ça permet d'éviter d'avoir des problèmes par la suite. Là, en faisant au maximum deux années de céréales à la suite, ça règle quasiment le problème de l'enherbement des céréales. Pour ne pas avoir à passer de herse étrille ou d'autres outils pour désherber les céréales, je suis parti sur cette rotation là (28_pero).</p> <p>OA Qu'est ce qu'il faut faire pour détruire du chiendent ? Qu'est ce qu'il faut faire pour détruire des chardons ? Moi j'ai repris des terrains avec des chardons. Mon père qui</p>

	<p>ou désherber ses terres... je ne sais pas si agronomiquement il réagit comme ça (32_lapey).</p> <p>OA Il y a aussi les rotations, ça j'y tiens énormément en bio, surtout pour la partie irriguée, parce que c'est là que ça fait vivre l'exploitation. C'est blé-maïs-soja, et à l'heure d'aujourd'hui on a un souci de sclérote sur les sojas donc on va allonger la rotation... je vais allonger la rotation... c'est une réflexion qu'on a remarqué avec mon père et Denis Valentin. Je pense même que d'ici quelques années, quand financièrement je serais un peu sortie du coupe-gorge... enfin des grosses annuités... je vais peut-être mener ma réflexion à plus long terme... sur les parcelles irriguées, je vais introduire des cultures qui gagnent économiquement un peu moins que du maïs, du soja... A l'heure d'aujourd'hui, j'ai le souci de mon sol parce que j'en ai besoin, mon sol c'est la base de mon exploitation, mais il y a aussi un aspect économique, je ne peux pas me vautrer parce que dans ce cas je ne serai plus paysan. (32_lapey).</p>	<p>n'était pas bio, au contraire il sulfatait, il fauchait les chardons qui sortaient. Après deux ans d'une culture, plus de chardons. Il y a certaines cultures qui sont défavorables à une autre culture ou pas (...). Pour moi le chiendent n'est pas un problème, je connais la culture qui le détruit. C'est un marchand de produits phyto qui me l'a appris. C'est cette culture des ancêtres, ce savoir qui a disparu avec l'apport de ces molécules, et c'est dommage (29_pero)</p>
Spécificités sur l'organisation des pratiques culturelles	<p>OA Après on arrive à voir chez les autres... Vous prenez la parcelle que j'ai dans les graviers, le gars à côté il est conventionnel, moi la parcelle je l'ai reprise en 2007, ça fait 4 ans qu'elle reçoit du fumier maintenant, vous allez voir l'orge et son blé... ce n'est pas pareil... les vers de terres qu'il y a chez lui et chez moi ce n'est pas pareil, chez lui il n'y en a pas. Quand sa souffle, ça se voit, son sol s'envole de partout alors que chez moi la structure ça redevient un peu quelque chose... après ça reste des terres à graviers, on ne fera jamais d'un âne un cheval de courses... mais voilà, moi la différence je la vois. En rendement, lui les années sèches il fait 40 qtx de blé, moi j'en fais 35 qtx... (32_lapey).</p> <p>OA Ce que je sais c'est que ce qu'on amène ça entretient notre sol, il tient mieux l'eau, il sèche moins, il y a plus de mottes, une structure plus grumeleuse pour des terres qui sont plus battantes, voilà... ça parle, quand on voit le sol et les vers de terre qu'il y a... moi j'ai vu des terres en conventionnel que j'avais reprise, il n'y avait rien dedans, rien dedans... et 4 ans après ça redémarre (...) et ça c'est</p>	<p>OA En bio il faut savoir qu'on ne tue pas. Celles qui sont gênantes, il faut leur dire de se cacher... Le rumex par exemple, il faut veiller à l'équilibre du sol. On a tendance à acidifier les sols avec le fumier, donc si on ne veut pas être embêté par les rumex, il faut mettre des amendements calciques... pas besoin d'en mettre des dizaines de T. Le rumex, ça ne va pas le tuer, la racine sera toujours là, mais pas active, il ne montera pas en graines (27_pero)</p> <p>Lim Pas d'objectifs, c'est la météo et la terre qui produisent. L'objectif c'est de faire le mieux possible en bio. On ne va pas rajouter 100 kg d'ammo pour gagner 5 qtx à la fin (...). Ce n'est pas la réflexion d'avant, ce n'est pas "il faut qu'on fasse 20 qtx de plus pour y arriver"... C'est possible de faire qtx de maïs ça coûterait trop cher en bio, on y passerait aussi bien plus de temps... en passant 5 fois en tracteur dans la parcelle, on va écraser la céréale. On va croire qu'on va gagner des qtx mais à la fin on va être dessus parce que le porte-monnaie va être vide, on ne sera pas plus riche (27_pero)</p> <p>OA Pour la conduite du pâturage tournant,</p>

	<p>long, pour revenir de l'agriculture intensive... Quand vous mettez de l'N chimique qui acidifie le sol et que vous retirez les pailles chaque année, que vous ne laissez rien au sol, parfait... (32_lapey).</p> <p>OA/OT Les conventionnels font un apport à la fin, nous on le fait là parce que la libération de l'N elle est très lente... on fait une déduction, le fumier est enterré à 25 cm, le blé son système racinaire est aujourd'hui à 9-10 cm, donc il ne va pas pomper, il ne va pas aller chercher cet azote là encore, par contre à la fin il y va, là il mangera... c'est des observations. Parler de ça avec des gens qui sont fermés à tout, il va dire "il n'est pas bien, qu'est ce qu'il nous raconte..." mais c'est des observations... après, en année sèche ou en année humide ça diffère... Nous on travaille avec notre sol, par rapport aux conventionnels nous on n'a pas notre semoir à engrais, on ne peut pas faire un coup de starter... moi c'est ce que je vois (32_lapey).</p> <p>OA Lui (un conventionnel) il a un peuplement de ray-grass qui est phénoménal, moi j'ai engagé un faux-semis, j'essaye de ne pas le louper, et bien du coup mes terres elles sont propres... j'ai un peu des grosses dicots mais elles seront insignifiantes, ça va être environ 5-6% de peuplement sur la parcelle... chez lui c'est sûr il n'y a plus rien, il a tout nettoyé... l'autre jour il m'a vu passer la herse étrille, et il me dit "cette herse-étrille ça fait quand même du bon boulot...". Après ils voient le travail qu'on fait. Après c'est vraiment du préventif le bio. Il faut observer ses sols, ses terres, et ne pas faire comme le conventionnel qui voit de l'herbe et qui désherbe... nous, non, tout ce qu'on ne voit pas il faut le tuer avant (32_lapey).</p> <p>OA Par contre, au niveau technique on a peut-être reculé les dates de semis de maïs et de soja (enfin du soja j'en faisais pas avant)... Je serais en conventionnel aujourd'hui, je sèmerais du maïs début avril. Là c'est plutôt les derniers jours d'avril, les premiers jours de mai. Ça nous laisse un peu plus de temps pour faire les faux-semis, ça laisse le temps au sol pour se réchauffer et de faire sortir les mauvaises herbes... et puis après on a un maïs</p>	<p>comme je n'ai que des pâturages, je raisonne ça de cette manière. Après la plupart des exploitations conventionnelles, quand je discute avec les voisins, eux ils donnent de l'ensilage maïs toute l'année, et le pâturage c'est un peu un complément. Souvent ils ont 2-3 grandes parcelles et pendant une semaine ils mettent les VL sur une parcelle, la semaine suivante sur l'autre etc... la rotation se fait comme ça. Même des fois ils vont avoir une parcelle où ils vont mettre les VL la journée et la nuit ils vont les mettre dans un pré qui est juste à côté de la stabulation (...). Il y a un voisin qui fait ça et sa parcelle de nuit, les VL tous les ans depuis je ne sais pas combien d'années, elles sont tout le temps sur cette parcelle, toutes les nuits, la prairie est complètement dégradée. Avec leur système, ils visent moins une production d'herbe de qualité pour assurer la production, parce qu'il y a l'ensilage de maïs qui est là (28_pero).</p> <p>OA/OTE Si tu veux différencier l'AC de l'AB, c'est que l'AC c'est une agriculture à assurance, et l'AB c'est une agriculture à gestion de risques. L'agriculteur conventionnel va acheter des semences traitées, va désherber, va sulfater, va mettre de l'engrais, va s'assurer contre la grêle... l'agriculteur conventionnel va s'assurer le rendement. L'agriculteur biologique se met en conditions, et après gère les risques, c'est complètement différent au niveau état d'esprit. Pour moi, culturellement ça correspond mieux à mon choix d'agriculteur (29_pero).</p> <p>OA/OTE Cette gestion des risques, on la fait déjà par le choix de ses semences, par la période de semis, par la façon de cultiver... si c'est une parcelle qui est plus sale, on fera plus de préparation avant le semis pour faire germer différemment les herbes, par exemple... ça fait partie de cette gestion, on se met en conditions favorables (29_pero).</p> <p>OA C'est la différence entre l'AC et l'AB. L'AC a le parapluie alors que le bio n'a pas le parapluie. Ça fait partie de notre métier de faire 20 qtx ou 60 qtx en blé... j'ai fait 80 qtx une fois en bio, c'était exceptionnel. Ça fait partie d'une gestion normale, du métier de paysan, se dire qu'une année on peut faire que</p>
--	--	--

	<p>qui part beaucoup plus vite... les semences ne sont pas traitées et j'ai peur qu'en semant assez tôt du maïs bio, on ait des taupins, des insectes... on n'a pas trop de taupins ici... On a un maïs qui est semé les premiers jours de mai, il va pousser très vite, il n'y aura pas trop de soucis de bestioles qui vont déranger... on va pouvoir mieux maîtriser l'herbe à ce moment là... (33_lapey).</p> <p>OT La houe c'est complémentaire avec la herse-étrille, un simple passage de houe... bon ça enlève de l'herbe sur blé mais si on peut passer la herse-étrille derrière c'est encore mieux. Là c'est pareil, tu ne te dis pas "je vais voir un coup"... L'autre jour je discutais avec des conventionnels, "maintenant on fait attention quand on passe le tracteur de pas trop gaspiller le carburant...", en bio il ne faut pas trop regarder ça sinon on se fait déborder par l'herbe (33_lapey).</p>	<p>20 qtx, tant pis, j'ai mal travaillé, quelque chose de normal... et puis une année c'est 60 qtx, donc tu mets un peu d'argent de côté pour les années qui seront moins bonnes. Après c'est aussi le fait d'avoir plusieurs cultures et de l'élevage qui permet de passer, mais des années on passe moins bien en revenu, c'est tout. Les agriculteurs se disent chef d'entreprise, moi je veux bien mais le chef d'entreprise accepte si un client part, il ne s'acharne pas si le client veut partir. Si on veut être chef d'entreprise on assume et on gère le risque, on ne se bat pas contre le risque et on ne demande pas aux pouvoirs publics de nous assurer contre le risque. C'est une démarche qui est complètement autre (29_pero).</p> <p>OA L'ensilage de maïs a remplacé l'herbe, donc les gens ne savent pas ce qu'ils font parce qu'ils donnent à l'auge toute l'année. Il faudrait que les gens sachent ce qu'ils donnent à l'auge, en MS, et ils ne le savent pas. Je l'ai fait, mais le problème c'est que si on donne à l'auge, les vaches produisent plus mais consomment moins d'herbe. Et si on consomme moins d'herbe ça pousse moins d'herbe... C'est une question de système. La cohérence du stock est différente de la cohérence de la pâture, et les systèmes ici (dans le coin) sont en cohérence de stocks de maïs. J'en fais maïs bon... (29_pero).</p>
--	---	--

Les principes d'optimisation agronomique de l'assolement et des pratiques culturales dominant nettement dans les éléments de discours associés à une spécificité des modalités d'organisation des systèmes de culture en AB (Tableau 30). En ce qui concerne l'organisation de l'assolement, les agriculteurs et éleveurs biologiques mentionnent souvent les liens entre rotations et maintien d'un potentiel productif sur le territoire d'exploitation. La structure de la rotation fait l'objet d'une attention particulière :

En bio, un des premiers objectifs à suivre c'est de se définir une rotation (...). De définir sa rotation ça permet d'éviter d'avoir des problèmes par la suite. Là, en faisant au maximum deux années de céréales à la suite, ça règle quasiment le problème de l'enherbement des céréales (28_pero).

Il y a aussi les rotations, ça j'y tiens énormément en bio, surtout pour la partie irriguée, parce que c'est là que ça fait vivre l'exploitation. C'est blé-maïs-soja, et à l'heure d'aujourd'hui on a un souci de sclérote sur les sojas donc on va allonger la rotation (...). Je vais peut-être mener ma réflexion à plus long terme... sur les parcelles irriguées, je vais introduire des cultures qui gagnent économiquement un peu moins que du maïs, du soja... A l'heure d'aujourd'hui, j'ai le

souci de mon sol parce que j'en ai besoin, mon sol c'est la base de mon exploitation (32_lapey).

Tableau 30. Recensement des éléments clés de discours technique associés à la spécificité des pratiques en AB dans les entretiens réalisés auprès des agriculteurs biologiques. Ces éléments de discours mentionnent explicitement des différences d'organisation des systèmes de culture entre exploitations conventionnelles et biologiques.

	Terrain de Lapeyrouse-Mornay (9 éléments de discours cités)	Terrain de Péronnas (10 éléments de discours cités)
Eléments clés de discours sur l'organisation de l'assolement	-Optimisation agronomique de l'assolement : 3 éléments	-Optimisation agronomique de l'assolement : 2 éléments -Autonomisation du système d'élevage : 1 élément
Eléments clés de discours sur l'organisation des pratiques culturales	-Optimisation agronomique des pratiques culturales : 4 éléments -Maximisation de la production : 1 élément -Discours mixte optimisation agronomique / maximisation de la production : 1 élément	-Optimisation agronomique des pratiques culturales : 4 éléments -Discours mixte optimisation agronomique / optimisation technico-économique : 2 éléments -Limitation des intrants : 1 élément

L'allongement ou la définition stricte des rotations sont associés ici à des enjeux de gestion des adventices et des maladies sur le long terme. Le choix des cultures intègre lui aussi cet impératif : plusieurs agriculteurs mentionnent ainsi l'intérêt de cultures spécifiques pour le maintien d'un potentiel agronomique sur le territoire d'exploitation. Certaines cultures permettraient ainsi de « débloquer » des éléments stockés dans le sol ou de « détruire » des adventices présentes sur des parcelles.

Les éléments de spécificité mentionnés sur les pratiques culturales renvoient également à un enjeu de préservation ou d'amélioration du potentiel des terres sur le long terme. La mobilisation du principe d'optimisation agronomique par les agriculteurs biologiques se traduit par l'apparition fréquente du « sol » dans le discours de l'agriculteur (« équilibre du sol », mention des « vers de terre »). Les pratiques préventives sont mentionnées comme étant fondamentales en AB, en particulier en ce qui concerne la gestion des adventices. Elles se traduisent notamment par des pratiques qui visent à réduire le stock de graines présent sur les parcelles. Si d'autres principes d'action apparaissent ponctuellement dans les éléments de discours des agriculteurs biologiques, il semblerait bien que **la spécificité des systèmes de culture en AB réside dans une gestion sur le long terme du potentiel des terres.**

Annexe 21. Description des facteurs à l'origine de la transition vers l'AB par les agriculteurs biologiques

Tableau 31. Motivations, facteurs déclencheurs et éléments de trajectoires mentionnés par les agriculteurs biologiques des deux terrains lors de la description de la transition vers l'AB.

	Items mentionnés dans la description des transitions vers l'AB	18 lapey	31 lapey	33 lapey	26 pero	27 pero	29 pero
Motivations	Recherche d'indépendance : sortir du système conventionnel, limiter les coûts de production	X			X	X	
	Un penchant ancien pour le mode de production biologique	X			X		X
	Amélioration des marges économiques : prix soutenus en AB / réduction des achats		X	X	X		X
	Changer la valorisation des productions (projet de transformation, circuits courts)	X				X	
	Challenge technique : conserver des rendements corrects sans intrants de synthèse,		X	X	X		X
	Arrêter d'utiliser des produits néfastes pour la santé (du consommateur, de l'agriculteur)		X	X	X		
	Limiter la consommation des énergies fossiles, considérations éthiques (durabilité)						X
Déclencheurs	Primes à la conversion intéressantes	X					
	Des problèmes de durabilité des systèmes conventionnels (sols, adventices...)		X	X			
	Prise de conscience brusque de la dangerosité des produits utilisés			X		X	
	Remise en cause de l'efficacité des intrants sur cultures					X	
Trajectoires	Conversion complète de l'EA	X			X	X	X
	Conversion progressive de l'EA (conversion mixte)		X	X			
	Conversion peu préparée, sans apprentissage antérieur	X				X	
	Prise d'information antérieure à la conversion (formations, visites d'EA, résultats de recherches)		X	X	X		X
	Contrat d'agriculture durable (CAD) pour engager le changement de pratiques sur l'exploitation				X		
	L'agriculteur attend d'être prêt techniquement pour se convertir				X		X
	L'agriculteur attend des garanties liées à la valorisation des produits pour se convertir						X

Annexe 22. Facteurs de production et postures techniques sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay

On compare les postures techniques à plusieurs variables associées aux systèmes de production, aux structures d'exploitation et aux profils des exploitants. Les variables les plus pertinentes pour les différents types sont présentées dans le Tableau 32.

Tableau 32. Variables illustratives pour les différents types sur le terrain de Lapeyrouse-Mornay. Les variables pertinentes diffèrent d'un type à l'autre.

Types de postures techniques	Systèmes de production et structures d'exploitation	Profils des agriculteurs
Groupe A – Maïsiculteurs 5 agris.	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de cultures spécialisées - Systèmes de production diversifiés : élevage bovin ou arboriculture (4 EA) - Part importante de l'arboriculture ou de l'élevage dans le revenu (3 EA) - SAU très variables - Part importante du maïs dans la SAU* - Part importante des cultures irriguées dans la SAU* 	<ul style="list-style-type: none"> - Une seule coopérative d'approvisionnement* - Pas de discours situé sur l'AB*
Groupe B – Agriculteurs spécialisés 7 agris.	<ul style="list-style-type: none"> - Part forte des cultures spécialisées* - Systèmes de production diversifiés : élevage bovin, arboriculture et production-transformation du tabac (5 EA) - Très petites exploitations 	<ul style="list-style-type: none"> - Une seule coopérative d'approvisionnement* - Seulement 2 agriculteurs avec un discours situé sur l'AB
Groupe C – Agriculteurs raisonnés 4 agris.	<ul style="list-style-type: none"> - Des exploitations avec forte spécialisation en céréales (3 EA) - Faible variabilité de la SAU et de l'indice SAU/UTH : des valeurs moyennes 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploitants qui ont recours à des outils d'aide à la décision (notamment calcul de marges économiques) - Exploitants relativement âgés (> 50 ans) - Agriculteurs avec un discours situé sur l'AB*

* sont valides pour l'ensemble des exploitations du groupe (si variable qualitative) ou sont significativement différentes des valeurs observées sur les autres types (si variable quantitative).

Systèmes de production

Les systèmes de production ont un impact important sur les postures techniques (Tableau 33). La présence de cultures spécialisées (maïs semence et tabac) sur l'exploitation constitue l'un des premiers facteurs de différenciation des principes d'action. Les agriculteurs spécialisés présentent une homogénéité forte des systèmes de production. Six exploitations sur sept sont ainsi caractérisées par une part importante des cultures spécialisées dans la SAU (Tableau 33). Les cultures spécialisées sont associées au principe de maximisation de la production, plus précisément à des utilisations systématiques de certains pesticides. Ces pratiques d'assurance s'expliquent tout d'abord par l'aspect stratégique de ces cultures qui constituent souvent l'essentiel du revenu de l'agriculteur. Elles sont également liées au conseil technique assuré par les coopératives via des conseillers dédiés.

Ce conseil se matérialise par des fiches techniques et par une surveillance accrue des techniciens sur ces productions. Au final, l'autonomie décisionnelle des agriculteurs sur ces cultures semble limitée. Les marges de manœuvre pour une réduction des pressions fortes associées à ces cultures semblent fortement réduites.

Les résultats montrent l'existence d'un lien entre diversité des systèmes de production sur les exploitations et principes d'action (Tableau 33). Les exploitants qui privilégient une simplification forte des systèmes de culture (maïsiculteurs, 3 agriculteurs spécialisés) sont très souvent caractérisés par la présence d'une activité hors-céréales sur l'exploitation. Cette activité tient une place importante dans les revenus et dans le travail de l'agriculteur. C'est le cas de l'élevage de vaches allaitantes (1 agriculteur), de l'arboriculture (3 agriculteurs) ou encore de la production de tabac lorsque le triage des feuilles est réalisé sur l'exploitation (1 agriculteur). Ce degré d'optimisation moindre pourrait être associé à un temps disponible limité pour ajuster les pratiques mais aussi à des différences liées au « cœur de métier » de l'exploitant.

Tableau 33. Comparaison entre les postures techniques et les systèmes de production sur les exploitations du terrain de Lapeyrouse-Mornay. Le groupe B est constitué prioritairement de petites exploitations spécialisées dans la production de cultures de semence ou de tabac.

Types d'agriculteurs	Grandes EA spécialisées	Grandes EA diversifiées	EA en grandes cultures	Petites EA spécialisées	Petites EA non spécialisées
A – Maïsiculteurs	1 EA	2 EA			2 EA
B – Agriculteurs spécialisés	1 EA	1 EA		5 EA	
C – Agriculteurs raisonnés	1 EA		2 EA	1 EA	
Agriculteurs biologiques		3 EA	1 EA		

Les résultats confirment également l'existence d'un lien entre la spécialisation sur les grandes cultures et une optimisation plus forte des systèmes de culture. Parmi les quatre agriculteurs raisonnés, deux ne produisent ainsi que des céréales (Tableau 33). Néanmoins, certains exploitants caractérisés par une optimisation technico-économique des pratiques culturales ont développé une deuxième activité coûteuse en matière de temps de travail (production de tabac avec triage sur l'exploitation, atelier de veaux de boucherie en intégration). Si les résultats montrent un lien certain entre les systèmes de production et les principes d'action à l'origine de l'organisation des systèmes de culture, des profils particuliers émergent et remettent en cause ce lien.

Variables de structure des exploitations

La SAU est un descripteur structurel pertinent des groupes d'exploitation (Tableau 34). Les exploitations du groupe B sont caractérisées par des SAU très restreintes. Dans ces situations, la viabilité de l'exploitation est fortement dépendante des cultures spécialisées, ce qui explique la mobilisation des pratiques d'assurance mentionnées plus haut. A l'opposé, certains maïsiculteurs

mentionnent une simplification des systèmes de culture en lien avec une SAU très étendue. Les exploitations du groupe C sont quant à elles caractérisées par des SAU moyennes et peu variables d'une exploitation à l'autre.

Tableau 34. Moyennes des variables illustratives par types de postures techniques pour le terrain de Lapeyrouse-Mornay. Le groupe B est caractérisé par une spécificité forte des structures d'exploitation, avec des SAU très réduites et une proportion très forte des cultures spécialisées dans l'assolement.

Types de postures techniques	SAU (ha)	Cultures spécialisées (% SAU en cultures)	Maïs (% SAU en cultures)	Cultures irriguées (% SAU en cultures)	Cultures printemps (% SAU en cultures)	Age de l'exploitant principal
Groupe A – Maïsiculteurs (n=5)	83	7	70*	71*	71	48
Groupe B – Agriculteurs spécialisés (n=7)	48	38*	44	52	60	46
Groupe C – Agriculteurs raisonnés (n=4)	89	5	28*	30*	48	54
Moyenne sur EA conv. (n=16)	69	21	48	53	60	49
Agriculteurs biologiques (n=4)	108	0	32	47	54	52

* correspondent à des différences significatives des valeurs prises par la variable pour les exploitations du groupe.

La part de la SAU en surface irrigable constitue un descripteur structurel pertinent pour les maïsiculteurs (Tableau 34). La part des cultures irriguées dans la SAU passe ainsi de 71% pour les maïsiculteurs à moins de 30% pour les agriculteurs raisonnés. La présence de l'irrigation est associée par certains agriculteurs à une optimisation économique de l'assolement, la monoculture de maïs grain permettant de rentabiliser au mieux les charges fixes de structure liées au réseau d'irrigation. L'optimisation économique de l'assolement sur les parcelles irrigables n'est néanmoins pas systématique : certains exploitants, dont plusieurs agriculteurs raisonnés, préfèrent limiter les surfaces en maïs sur les périmètres irrigables pour réduire le travail associé à l'irrigation et/ou pour instaurer une rotation minimale sur ces parcelles.

Un agriculteur raisonné mentionne enfin son choix stratégique de limiter volontairement les périmètres irrigués sur certains ilots de l'exploitation. Sur ces ilots, l'agriculteur assume les diminutions des rendements induites par l'absence d'irrigation car il pense que l'irrigation ne lui permettrait pas d'augmenter sur le long terme ses marges à l'ha. On peut relier ce choix stratégique au principe de limitation des intrants qui oriente l'organisation des pratiques culturales sur cette exploitation.

Profils des exploitants et projets d'exploitation

L'âge moyen des chefs d'exploitation ne présente pas de variations significatives entre groupes. Néanmoins, les agriculteurs raisonnés apparaissent un peu plus âgés. On remarque également que l'âge est ponctuellement mentionné comme élément de justification des pratiques. Notre échantillon intègre deux exploitants avec des âges supérieurs à 60 ans. Ces deux exploitants associent leur âge à une simplification de l'assolement (« J'ai réduit au maximum, je ne fais plus que du blé et du maïs ») ou des pratiques culturales (« On fait plus par routine »). Néanmoins, les postures techniques des deux agriculteurs diffèrent fortement. Ces deux exploitants sont d'ailleurs situés dans des groupes distincts (groupe A et groupe C). Ces différences peuvent être partiellement induites par des différences de projets sur l'exploitation.

Lorsque l'on s'intéresse aux agriculteurs les plus jeunes de l'échantillon (quatre chefs d'exploitation et un nouvel associé de moins de 40 ans), on remarque que le principe d'optimisation technico-économique domine. L'installation ou la reprise d'une exploitation par un jeune agriculteur semble induire des objectifs de rentabilité économique à court terme. Il est intéressant de noter que plusieurs de ces agriculteurs se sont dotés d'outils spécifiques permettant une analyse fine des marges économiques. On remarque également que la majorité des agriculteurs raisonnés utilisent ce type d'outils. La démarche d'analyse systématique des marges en lien avec le raisonnement des pratiques est peu mentionnée lors des autres entretiens.

Pour finir, on teste la façon dont les agriculteurs entrent en interaction avec l'amont (approvisionnement et conseil) et l'aval (collecte et transformation) de la filière. Ce critère est très peu discriminant sur ce terrain : sauf exceptions, les exploitants dépendent entièrement des coopératives pour l'approvisionnement et la collecte des productions céréalières. Le conseil technique est assuré presque exclusivement par le technico-commercial de la coopérative. Rares sont les agriculteurs à exprimer une distance par rapport au conseil reçu. Seul l'exploitant 13_lapey (groupe des agriculteurs raisonnés) présente des marques réelles d'indépendance par rapport aux coopératives. Plusieurs conseillers techniques sont mentionnés. De plus, une partie des productions est valorisée directement par l'agriculteur grâce à des installations de transformation spécifique (séchoirs à maïs). Cette attitude d'indépendance par rapport à la filière est associée à une optimisation agronomique de l'assolement et à une limitation des intrants sur cultures.

Annexe 23. Facteurs de production et postures techniques sur le terrain de Péronnas

Le Tableau 35 récapitule l'ensemble des liens identifiés entre la diversité des postures techniques et la variabilité des facteurs de production sur les exploitations de l'échantillon.

Tableau 35. Variables illustratives pour les différents types sur le terrain de Péronnas. Les variables pertinentes diffèrent d'un type à l'autre.

Types de postures techniques	Systèmes de production et structures d'EA	Profils des éleveurs
Groupe A – Eleveurs céréaliers	<ul style="list-style-type: none"> - Taux de chargement technique important* - Part limitée des prairies et de la SFP / SAU* - Part importante du maïs ensilage / SFP - Productivité laitière haute - Part importante des cultures de vente / SAU* - Grandes exploitations - Effectifs importants 	<ul style="list-style-type: none"> - Relations de confiance avec technico-commercial - Evolution récente du nombre d'associés sur l'EA, des EA dynamiques - Aucune mention de l'AB*
Groupe B – Eleveurs traditionnels	<ul style="list-style-type: none"> - Atelier laitier sans valorisation de la viande 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploitant principal relativement âgé (> 50 ans)* - Exploitants qui n'envisagent pas la conversion à l'AB
Groupe C – Eleveurs extensifs	<ul style="list-style-type: none"> - Céréales autoconsommées 	<ul style="list-style-type: none"> - Relations distantes avec technico-commerciaux
Groupe D – Eleveurs intégrés	<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation viande des co-produits de l'élevage - Grandes exploitations - Effectifs importants 	/
Groupe E – Eleveurs autonomes	<ul style="list-style-type: none"> - Céréales autoconsommées* - Part importante de la SFP et des prairies / SAU* - Valorisation viande des co-produits de l'élevage* - Petites exploitations (< 70 ha)* - Stabilité de la SAU sur le long terme 	<ul style="list-style-type: none"> - Défiance vis-à-vis des technico-commerciaux, pas de conseiller sur l'EA* - Des freins personnels à la conversion mentionnés*

* sont valides pour l'ensemble des exploitations du groupe (si variable qualitative) ou sont significativement différentes des valeurs observées sur les autres types (si variable quantitative).

Systèmes de production

On teste ici l'impact des systèmes de production sur la diversité des postures techniques (Tableau 36). La part des cultures de vente dans l'assolement joue fortement sur les principes d'action associés à la conduite des systèmes de culture. On remarque ainsi que les deux premiers niveaux de discrétisation de l'ACM correspondent à des différences relatives à l'utilisation des céréales produites sur l'exploitation. Les trois exploitations en polyculture-élevage (plus de 30% de cultures de vente dans l'assolement) sont caractérisées par des pratiques proches, basées notamment sur une optimisation technico-économique des itinéraires techniques sur cultures. A l'opposé, les éleveurs

autonomes sont parmi les rares éleveurs à ne pas intégrer de surfaces pour la vente de céréales dans l'assolement. Toutes les céréales produites sont ainsi utilisées pour l'alimentation du bétail. L'absence de culture de vente dans l'assolement est ici associée au principe de limitation des intrants sur culture et donc à l'acceptation d'une variabilité des rendements. Ce critère n'est plus discriminant pour différencier les postures techniques pour les éleveurs traditionnels, extensifs et intégrés (Tableau 37).

Tableau 36. Comparaison entre les postures techniques et les systèmes de production sur les exploitations du terrain de Péronnas. Le groupe A est constitué prioritairement d'exploitations en polyculture-élevage.

Types de postures techniques	Exploitations en polyculture-élevage	Exploitations laitières spécialisées	Exploitations laitières diversifiées
Groupe A - Eleveurs céréaliers	3 EA	1 EA	
Groupe B - Eleveurs traditionnels		3 EA	1 EA
Groupe C - Eleveurs extensifs		1 EA	2 EA
Groupe D - Eleveurs intégrés		1 EA	4 EA
Groupe E – Eleveurs autonomes			2 EA
Eleveurs biologiques			4 EA

L'intégration d'un atelier de valorisation viande des co-produits de l'élevage laitier permet de mieux discriminer les groupes d'éleveurs traditionnels, extensifs et intégrés (Tableau 36). On remarque que les éleveurs des groupes C, D et E valorisent pour la majorité les co-produits. Au contraire, les exploitations du groupe B sont fortement spécialisées sur la production de lait. La valorisation en viande des co-produits de l'élevage laitier est liée à des degrés forts d'optimisation agronomique de l'assolement (éleveurs intégrés et autonomes). L'engraissement des génisses rend possible la valorisation de prairies éloignées du siège d'exploitation, ce qui permet de maintenir une rotation mixte prairie-cultures sur ces ilots.

Intensité des systèmes d'élevage

On teste ici le lien entre l'intensité générale des systèmes d'élevage et les types de postures techniques. Les taux de chargement technique et les parts de maïs ensilage dans la SFP sur les exploitations du groupe A présentent des valeurs significativement hautes par rapport aux valeurs moyennes identifiées sur les autres groupes (Tableau 37). On remarque également que les seuls éleveurs ayant une productivité laitière supérieure à 8000 l sont des éleveurs céréaliers. Ces résultats mettent en évidence un lien entre des modalités d'optimisation de la conduite des cultures et des marqueurs d'intensification de la production laitière sur l'exploitation pour les éleveurs céréaliers.

Cette relation n'est que partiellement validée par l'analyse des systèmes d'élevage propres aux éleveurs extensifs et aux éleveurs autonomes, caractérisés par une limitation forte des intrants sur cultures. La part moyenne de la prairie dans la SAU augmente significativement pour les exploitations du groupe E mais pas pour les exploitations du groupe C, où cohabitent des systèmes d'élevage très extensifs et des systèmes beaucoup plus intensifs⁸. On n'identifie aucune différence significative entre les valeurs moyennes observées pour les groupes d'éleveurs intégrés, traditionnels et extensifs.

Variables de structure des exploitations

Des contraintes liées à la structure de l'exploitation (main d'œuvre disponible, taille et morcellement du parcellaire) sont parfois mentionnées par les éleveurs pour justifier leurs pratiques d'organisation du territoire d'exploitation. Le morcellement du territoire d'exploitation et/ou la faible disponibilité de la d'œuvre induiraient notamment une simplification de l'assolement, caractérisée par une concentration des surfaces en prairie à proximité des bâtiments d'élevage et par l'apparition de rotations culturales sur les parcelles les plus éloignées.

Ce lien n'est pas entièrement confirmé par l'analyse des structures d'exploitation par types d'éleveurs : les trois groupes concernés par une simplification de l'assolement (groupes d'éleveurs céréaliers, traditionnels et extensifs) ne sont pas caractérisés par une différence significative pour les indicateurs de structure du parcellaire et de main d'œuvre (Tableau 37). La SAU moyenne est comparable entre les exploitations du groupe D et celles du groupe A mais aboutit à des modalités d'organisation du territoire d'exploitation diamétralement opposées. Les rotations mixtes prairie-cultures sont mobilisées sur des exploitations caractérisées par un parcellaire morcelé (Figure 13). Au contraire, certains exploitants disposant d'un parcellaire petit et très regroupé optent pour une disjonction territoriale entre prairies permanentes et parcelles en cultures. Les liens complexes entre postures techniques et morcellement du territoire d'exploitation sont approfondis dans l'encadré 1.

⁸ L'éleveur 06_pero se distingue par une intensification forte de l'atelier laitier : le taux de chargement technique, la productivité laitière et la part de maïs ensilage dans l'assolement sont supérieurs à la moyenne des indicateurs des éleveurs du groupe A. Ce niveau d'intensification tranche avec les pratiques culturales, caractérisées par un faible recours aux intrants de synthèse.

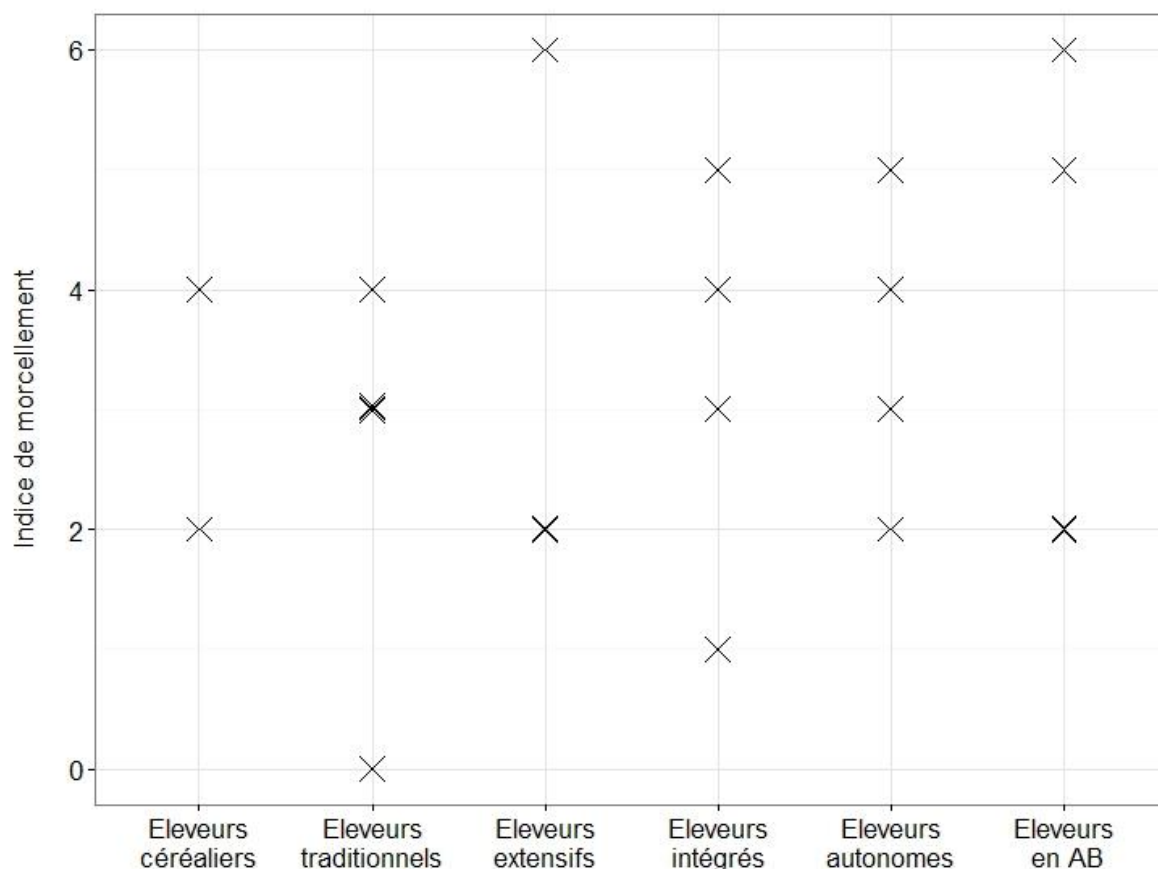


Figure 13. Lien entre le morcellement des territoires d'exploitation⁹ et les postures techniques. Malgré le fait que la structure du territoire d'exploitation soit souvent mentionnée comme une contrainte majeure dans l'organisation de l'assolement, on observe une grande variabilité du morcellement chez des exploitants avec des modalités d'organisation de l'assolement proches. Le morcellement semble constituer une contrainte relative.

⁹ L'indice de morcellement du territoire d'exploitation s'exprime sous la forme d'une note, comprise entre 0 (les terres de l'exploitation sont situées à proximité directe des bâtiments d'exploitation) et 8 (le territoire d'exploitation est fortement morcelé, avec une part importante des terres éloignées des bâtiments d'exploitation). Les composantes de l'indice sont les suivantes : pourcentage des terres situées à moins de 500 m des bâtiments, pourcentage des terres situées à plus de 2 km, présence d'obstacles au déplacement des troupeaux sur les terres contigües à l'exploitation. Les seuils de distance sont tirés de Brunschwig *et al.* (2006). L'indice est calculé à partir des données spatialisées du SIG.

Encadré 1. Des liens complexes entre facteurs de production et postures techniques : l'exemple du morcellement du territoire d'exploitation sur les exploitations laitières (Péronnas)

Les contraintes associées au morcellement du territoire d'exploitation sont souvent mentionnées comme étant déterminantes dans les modalités d'organisation de l'assolement. Le morcellement du territoire réduit les surfaces disponibles à proximité directe des bâtiments d'exploitation. Dans ces conditions, certains agriculteurs maintiennent des prairies permanentes sur les parcelles les plus proches afin de disposer de surfaces en herbes suffisantes pour les vaches laitières. Les parcelles éloignées sont allouées aux cultures afin de limiter les déplacements du troupeau. Au contraire, en disposant de surfaces importantes à proximité directe des bâtiments d'élevage, l'éleveur peut se permettre de mettre en place des rotations mixtes prairie-cultures.

L'hypothèse d'un lien de causalité direct entre morcellement du territoire d'exploitation et modalités d'organisation de l'assolement ne résiste pourtant pas à l'analyse. Grâce à un indice de morcellement calculé pour chaque exploitation (Figure 13), on compare la structure du territoire d'exploitation avec les types de rotations mobilisés. On identifie ainsi des degrés de morcellement importants chez des éleveurs intégrés, autonomes et biologiques ayant optés pour un recours exhaustif à des rotations mixtes prairie-cultures. A l'inverse, certains éleveurs céréaliers, traditionnels et extensifs avec un parcellaire petit et regroupé privilégient une disjonction entre prairies permanentes et parcelles en cultures. Ici, la contrainte spatiale liée aux déplacements n'est que relative car vécue de manière différente par les éleveurs (Brunschwig *et al.*, 2006).

Les structures d'exploitation sont à la fois une contrainte relative et une résultante des postures techniques (Gibon, 1999). En effet, certains éleveurs autonomes et biologiques choisissent volontairement de limiter l'expansion du territoire d'exploitation pour conserver un territoire regroupé et accessible au pâturage. A l'inverse, les éleveurs céréaliers ont tous menés une démarche d'agrandissement de la structure en intégrant des parcelles éloignées dans le parcellaire. Ces parcelles sont allouées aux rotations culturales et peuvent faire l'objet de surplus importants des balances azotées. On identifie ici une cohérence entre les postures techniques et les décisions stratégiques sur l'exploitation.

Profils des exploitants

Les variables associées à l'âge ou au niveau d'études des éleveurs sont peu discriminantes. La faible variabilité de l'âge des exploitants rencontrés -l'âge moyen est de 48 ans, avec un écart-type de 7 ans- ne nous permet pas de tester pleinement l'impact de ce critère sur les principes d'action. On remarque néanmoins que l'âge des éleveurs traditionnels (groupe B) dépasse systématiquement les 50 ans et que l'âge moyen de ces éleveurs est supérieur aux âges moyens observés sur les autres groupes (Tableau 37). Ici, l'âge semble associé à des routines de production et à une simplification des systèmes de culture.

Des différences fortes apparaissent entre les éleveurs céréaliers et les éleveurs autonomes sur la nature de leurs relations avec les technico-commerciaux des coopératives. Les premiers mentionnent une relation de confiance. La conduite des cultures fait ainsi l'objet d'un dialogue régulier et approfondi avec le technicien. Cette relation de confiance coïncide avec une optimisation technico-économique des pratiques culturales. A l'opposé, les éleveurs autonomes expriment une défiance forte à l'égard du système d'approvisionnement, en dénonçant notamment la collusion entre les activités de conseil et la vente des intrants de synthèse. Ces éleveurs sont caractérisés par une indépendance décisionnelle forte et revendiquée puisque les technico-commerciaux ne viennent pas sur l'exploitation. Cette indépendance coïncide avec une limitation des intrants sur cultures. De la même façon, on constate que deux éleveurs extensifs expriment une certaine distance par rapport

aux conseils des technico-commerciaux. Les éleveurs traditionnels et intégrés sont caractérisés par une variabilité forte de la proximité au conseil.

Références

Brunschwig, G., Josien, E., Bernhard, C., 2006. Contraintes géographiques et modes d'utilisation des parcelles en élevage bovin laitier et allaitant. *Fourrages* 185, 83-95.

Gibon, A., 1999. Etudier la diversité des exploitations agricoles pour appréhender les transformations locales de l'utilisation de l'espace: l'exemple d'une vallée du versant Nord des Pyrénées centrales. *Options Méditerranéennes Série B*, 197-215.

Tableau 37. Moyennes des variables illustratives quantitatives par types de postures techniques. Des différences structurelles fortes sont identifiées entre les groupes A et E. Au contraire, les exploitations des groupes B, C et D présentent des structures semblables.

Types de postures techniques	Nbre d'EA	SAU (ha)	Prairie / SAU (%)	SFP / SAU (%)	UGB	UGB / ha de SAU	UGB / ha de SFP	Prod. par VL (l)	Maïs ensilage sur SFP (%)	Vente sur SAU (ha)	Indice de morcellement	Âge de l'exploit. principal
Type A – Eleveurs autonomes	2	60	78	92*	54	0,88	0,98	4762*	8	0*	3	48
Type B – Eleveurs intégrés	5	107	60	73	98	0,93	1,28	7228	18	12	2,6	47
Type C – Eleveurs extensifs	3	94	64	78	76	0,89	1,19	7574	18	9	3	40
Type D – Eleveurs traditionnels	4	81	58	74	79	0,96	1,29	7416	23	14	3,3	53
Type E – Eleveurs céréaliers	4	124	32*	46*	101	0,83	1,84	7856	32	40*	3,5	48
Moyenne sur EA conv.	18	99	59	71	84	0,90	1,36	7200	21	17	3,1	47
Eleveurs biologiques	6	86	74	81	79	0,91	1,14	5710	10	0	3,75	48

* correspondent à des différences significatives des valeurs prises par la variable pour les exploitations du groupe.

Résumé

Face à la pollution généralisée des masses d'eau souterraines par les nitrates et les pesticides, l'agriculture biologique (AB) est présentée comme un outil pertinent pour la reconquête de la qualité des eaux sur les aires d'alimentation de captage (AAC). Ce travail vise à mieux définir **l'opportunité d'un développement de l'AB sur des zones à enjeu eau**. L'objectif de la thèse est d'évaluer conjointement la faisabilité des conversions sur les exploitations de l'AAC et l'efficacité de ces conversions par rapport aux enjeux de reconquête de la qualité de l'eau.

Etudier l'opportunité d'un développement de l'AB à l'échelle territoriale suppose d'instruire la diversité des exploitations et des profils d'agriculteurs sur la zone à enjeu eau. Pour être en mesure de tester l'opportunité des conversions, **une méthode typologique permettant d'analyser conjointement la variabilité actuelle des pressions sur les zones à enjeu eau et la propension des agriculteurs conventionnels à la conversion** est nécessaire.

Pour produire cette typologie, nous avons développé une méthode innovante d'analyse compréhensive des pratiques, centrée sur les **principes d'action** à l'origine des systèmes de culture. Les principes d'action correspondent à des méta-raisonnements à l'origine de l'organisation concrète des pratiques agricoles sur le territoire d'exploitation. Par l'analyse conjointe du discours des agriculteurs et de la variabilité des règles de décision, nous avons élaboré des typologies basées sur les **postures techniques** des agriculteurs pour i) identifier des principes d'action associés aux pratiques à risque et ii) dégager des proximités éventuelles entre agriculteurs biologiques et agriculteurs conventionnels. La méthode a été testée sur deux territoires à enjeu eau en Rhône-Alpes, sur lesquels des entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès d'exploitants conventionnels et biologiques.

Cinq principes d'action génériques à l'origine de l'organisation de l'assolement et cinq principes d'action génériques à l'origine des pratiques culturales ont été dégagés. A partir des différents principes d'action, des typologies des postures techniques ont été produites sur les deux terrains.

Les pressions à l'origine de la lixiviation des nitrates et des pesticides ont été évaluées et spatialisées via le recours à des **indicateurs agro-environnementaux**. Nous avons démontré que la variabilité forte des indicateurs et leur distribution spatiale sur les AAC étaient liées à la diversité des postures techniques entre agriculteurs.

Nous avons comparé les principes d'action mobilisés par les agriculteurs conventionnels et les agriculteurs biologiques « références » présents sur les zones à enjeu eau. Par l'étude des spécificités des postures techniques en AB, **trois critères de propension à la conversion** ont été identifiés. Plusieurs degrés de propension à la conversion ont été dégagés parmi les agriculteurs conventionnels des deux territoires.

L'analyse croisée des degrés de propension à la conversion et des différentiels de pressions entre systèmes conventionnels et biologiques nous a permis d'évaluer l'opportunité d'un développement de l'AB sur les deux territoires. Nos résultats ont mis en évidence des niveaux de pression limités quant à la lixiviation des nitrates sur les systèmes biologiques : un développement exhaustif de l'AB à l'échelle des deux AAC entraînerait potentiellement une réduction forte de la lixiviation des nitrates. Néanmoins, l'opportunité d'un tel développement doit être relativisée. Les agriculteurs présentant une propension réelle ou forte à la conversion sont minoritaires sur les AAC. Ensuite, le différentiel des pressions entre systèmes conventionnels et systèmes biologiques diminue à mesure que la propension à la conversion augmente. Pour envisager une diminution forte des pressions sur les zones à enjeu eau, la conversion devrait concerner des exploitants pour lesquels cette conversion est difficilement envisageable à moyen terme.