



ISARA-Lyon

23, rue Jean Baldassini

69364 LYON CEDEX 07



ESA

55, rue Rabelais

49007 Angers

Identification des leviers d'insertion de légumineuses dans les exploitations agricoles pour accompagner le changement

**Trajectoires de changement de pratiques dans des exploitations
agricoles polyculture-élevage bovin en Pays de la Loire**

Mémoire de Fin d'Etudes

44^{ème} promotion (2011-2016)

31/08/2016

Nom de l'Enseignant Responsable :

Mme Marion Casagrande

VIDAL Andréa

Elève Ingénieur ISARA –Lyon

Nom du Directeur de Mémoire :

Mme Marie Mawois

Ce document ayant été réalisé par des Elèves-Ingénieurs de l'ISARA-Lyon dans le cadre d'une convention avec l'ESA d'Angers, toute mention, communication ou diffusion devra faire état de l'origine ISARA-Lyon

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PARTIE A : ETAT DE L'ART ET POSITION DU PROBLEME	3
1. CONTEXTE DE L'ETUDE : LES LEGUMINEUSES EN PAYS DE LA LOIRE	3
1.1 Présentation générale du territoire d'étude	3
1.2 Freins et leviers à l'insertion de légumineuses dans les exploitations agricoles	4
1.2.1 Freins et leviers à la diversification des cultures	4
1.2.2 Freins et leviers à l'insertion des légumineuses dans les EA du territoire...	5
1.3 Premiers questionnements	8
2. ETAT DE L'ART DES CONCEPTS POUR ANALYSER LE CHANGEMENT SUR LE TEMPS LONG A L'ECHELLE INDIVIDUELLE	8
2.1 Cadre d'analyse du changement dans les exploitations agricoles	9
2.1.1 Environnement sociotechnique dans lequel évolue l'EA	9
2.1.2 Le modèle d'action pour comprendre la cohérence des pratiques et les marges de manœuvre des agriculteurs	10
2.2 Cadre théorique des dynamiques de changement technique sur le temps long dans les EA	12
2.2.1 Le concept de transition	12
2.2.2 Le concept plus large de trajectoire d'évolution	13
2.3 Les outils pour caractériser le changement	14
2.3.1 La nature du changement	14
2.3.2 Les moteurs du changement	15
2.3.2 Les processus de changement	16
3. PROBLEMATISATION DE L'ETUDE	16
3.1 La problématique	16
3.2 Les cadres conceptuels retenus	17
3.3. Les hypothèses de travail	18
PARTIE B: MATERIEL ET METHODE	19
1. CHOIX DES EXPLOITATIONS AGRICOLES ENQUETEES	20
2. METHODOLOGIE D'ENQUETES	21
3. METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS	23
3.1 Fonctionnement actuel de l'exploitation	23
3.2 Historique de l'exploitation	23
PARTIE C : RESULTATS DE L'ETUDE	26
1. FONCTIONNEMENT ACTUEL DES EA ET PLACE DES LEGUMINEUSES : 4 STRATEGIES D'INSERTION DES LEGUMINEUSES	26
1.1 Profil A : Les EA en transition biologique (O8 ; N6 ; S1)	27
1.2 Profil B : Les EA conventionnelles, dont l'objectif est l'amélioration de la qualité de leur sol (O7 ; S3)	30

1.3 Profil C : Les EA, en recherche de diversification de leur assolement (N5 ; E5 ; S2 ; S5 ; O5)	31
1.4 Profil D : Les EA en recherche d'une amélioration de l'état du troupeau (S8 ; S7 ; E4)	32
2. ANALYSE HISTORIQUE DES EA : TRAJECTOIRES D'EVOLUTION DE L'INSERTION DES LEGUMINEUSES DANS LES EA ET INTENSITE DU CHANGEMENT	35
2.1. Phases de cohérence et trajectoires d'évolution des EA, en lien avec les légumineuses	35
2.2 Détail des moteurs et processus de changements associés aux évolutions des soles de chaque légumineuse	39
2.2.1 Les légumineuses fourragères	42
2.2.2 Les protéagineux	44
2.3 Mise en commun des trajectoires : identification des voies d'accompagnement vers une plus grande insertion de légumineuses	50
PARTIE D : DISCUSSION	56
PARTIE E : CONCLUSION	60
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	61

Remerciements

Je remercie tout d'abord ma maître de stage, Marie Mawois, pour m'avoir accordé sa confiance et accompagné dans la conduite de ce projet. Bien qu'ayant un emploi du temps chargé, j'ai très apprécié son appui technique face à des concepts, outils et méthodes parfois difficiles à s'approprier. Marie Mawois a été aussi là pour m'aider à prendre du recul nécessaire et pour remettre en perspective mon travail.

Je tiens également à remercier mon enseignant suiveur, Marion Casagrande, pour sa collaboration. Ce fut une expérience très enrichissante pour un premier projet de recherche, et très humaine au travers des échanges avec les agriculteurs. Je les remercie donc pour leur disponibilité et leur chaleureux accueil à une période relativement délicate.

Merci également à Eva Revoyron avec qui j'ai construit beaucoup de réflexions et sur qui, j'ai pu appuyer mon travail.

Je remercie enfin toute l'équipe du laboratoire LEVA et quelques de mes proches, pour leur bonne humeur et leur soutien au quotidien.

Table des abréviations

EA : Exploitation Agricole

SAU : Surface Agricole Utile

UTH : Unité de Travail Humain

Ha : Hectare

SCOP : Surface cultivée en Céréales à pailles, Oléagineux (tournesol, colza) et Protéagineux

SFP : Surface Fourragère Principale, correspondant à la part de la SAU destinée à la production de fourrage pour l'alimentation animale

TB : Trèfle Blanc

TV : Trèfle Violet

RGI : Ray-Grass Italien

RGA : Ray-Grass Anglais

BL : Bovin Lait

VL : Vache Laitière

BV : Bovin Viande

TCS : Techniques Culturelles Simplifiées

AB : Agriculture Biologique

UFL : Unité Fourragère Lait

UEL : Unité Encombrement Lait

EH : Ensilage Herbe

EM : Ensilage Mais

MG : Mais Grain

ZC : Zone Cultivable

DR : Délai Retour

EP : Effet Précédent

Tmin : Taille de sole minimale pour répondre aux besoins du troupeau, correspondant à la taille de sole nécessaire pour un rendement minimal

Tmax : Taille de sole maximale, se calculant à partir de ZC/DR

Introduction

La diversification des cultures via l'insertion de légumineuses est souvent présentée comme un levier d'action pour accroître la durabilité des systèmes de production agricole (Altieri, 1999 ; Médiène et al., 2011 ; Kremen et al., 2012 ; Meynard et al., 2013).

En effet, l'insertion de légumineuses dans les systèmes de culture devrait permettre d'apporter des éléments de réponse à plusieurs composantes du changement global impactant la production (Munier-Jolain et Carrouée, 2003 ; Nemecek et al., 2008 ; Schneider et al., 2010 ; Jensen et Hauggaard – Nielsen, 2003 ; Carroué et al., 2012) :

- les ressources : les légumineuses permettent de réduire l'utilisation d'énergie fossile, et d'eau en comparaison de cultures d'été. De plus, la diversification des cultures permet de limiter la pression des ravageurs et maladies des cultures dominantes et ainsi de réduire l'usage de produits phytosanitaires (Cavaillès, 2010 ; Colbach et al., 1994 ; Deytieux et al., 2012 ; Meynard et al., 2013 ; Munier-Jolin et Carrouée, 2003 ; Nemecek et al., 2008).
- le changement climatique : du fait du processus de fixation symbiotique des légumineuses, leur réintroduction permet de diminuer le recours aux intrants azotés issus de synthèse chimique contribuant à l'émission de gaz à effet de serre (N₂O et CO₂). La diminution de la dépendance aux importations de soja participe également à diminuer les émissions de gaz carboniques liées aux transports (Carrouée et al., 2012 ; Aires et Cavaillès, 2009 ; Rochette et Janzen, 2005 ; Duc et al., 2010).
- la biodiversité : réduction des bioagresseurs des cultures dominantes, accroissement de la biodiversité sauvage et fonctionnelle.
- les enjeux technico-économiques : les légumineuses sont aujourd'hui défavorisées par le contexte économique, mais elles pourraient contribuer à une stabilisation des performances des systèmes agricoles face à des aléas économiques.
- les enjeux nutritionnels : les légumineuses constituent une source de protéines importante et à moindre impact environnemental que les protéines animales.

Or, si la diversité des espèces et de leurs modes d'insertion dans les systèmes de culture offre une gamme variée de productions et permet de s'adapter aux conditions pédoclimatiques locales, la spécialisation des territoires s'accroît avec une simplification forte des systèmes (Bernard et al., 2010 ; Mignolet et al., 2012 ; Bowman et Zilberman, 2013 ; Magrini et al., 2016). En effet, la diversification des systèmes se heurte à de nombreux freins (techniques, organisationnels, socio-économiques) qui s'exercent à différents niveaux d'organisation (exploitation agricole, filière, territoire) (Parrish et Foxon, 2006 ; Charrier et al., 2013 ; Magrini et al., 2014 ; Merrien et al., 2013 ; Meynard et al., 2013 ; Magrini et al., 2016).

C'est dans ce contexte qu'a été construit le projet **LEGITIMES**¹ dont l'objectif est **d'étudier et de construire les conditions d'une plus grande insertion des légumineuses dans les territoires et d'en évaluer les effets attendus** (ANR, 2012). Il s'inscrit dans une démarche de recherche-action participative associant instituts de recherche, instituts techniques et coopératives agricoles, et est mené dans 3 territoires contrastés que sont les régions de Pays de la Loire, Bourgogne et Midi-Pyrénées.

Ce projet se découpe en 3 tâches complémentaires et interconnectées :

- analyse historique des raisons de la disparition des légumineuses et identification des voies de déverrouillage du système sociotechnique actuel, à l'échelle des exploitations agricoles et des filières (tâche 1).

¹ Projet financé par l'ANR dans le cadre du programme AgroBioSphere. Il a été mis en place en janvier 2014 pour une période de 4 ans.

- acquisition et synthèse de connaissances sur les performances et les services écosystémiques attendus des légumineuses au sein des systèmes de culture des territoires d'étude (tâche 2).
- la conception et l'évaluation ex ante de scénarios territoriaux de systèmes de culture intégrant différentes légumineuses cultivées pour différents débouchés et dans différents modes d'insertion, et à l'identification des bénéfices attendus pour le territoire par rapport aux systèmes de culture candidats et passés (tâche 3).

Le présent travail s'inscrit dans la tâche 1 du projet et a pour objectif **d'étudier les conditions d'insertion des légumineuses dans les exploitations agricoles afin d'identifier les freins à l'insertion de ces cultures et les leviers envisageables**. Ce travail a été mené dans le **territoire Pays de la Loire**, un travail équivalent étant mené en parallèle en Bourgogne. Ce mémoire présentera, dans un premier temps, une synthèse bibliographique. Elle est composée du contexte de l'étude, d'un état de l'art des concepts mobilisés dans les travaux qui visent à analyser le changement sur le temps long à l'échelle individuelle ainsi que d'une problématisation de l'étude. Une deuxième partie abordera la méthodologie utilisée pour la conduite de ce projet. Ensuite, l'analyse des résultats sera développée, poursuivie par une partie discussion dans laquelle nous validerons les hypothèses de notre stage.

Partie A : Etat de l'art et position du problème

1. Contexte de l'étude : les légumineuses en Pays de la Loire

1.1 Présentation générale du territoire d'étude

La région Pays de la Loire est **très agricole** puisqu'elle couvre 2,209 millions d'hectares de SAU soit 7,6% de la SAU nationale (2011). Elle se positionne comme **3^{ème} région agricole de France en termes de surface**. Selon Agreste, les Pays de la Loire couvrent en 2010, 123 615 ha de cultures en oléoprotéagineux et légumes secs, soit 6 % de la superficie nationale. Elle se positionne ainsi au **8^{ème} rang national en termes de superficie**. En 2012, la production régionale de protéagineux couvre 12 376 ha, soit 6% de la moyenne nationale, et se compose de **68% de pois, 26% de féverole et 5% de lupin doux** (Figure 1 et Tableau 1), ce dernier représentant **un quart de la SAU nationale**. Bien que les rendements en protéagineux soient en augmentation depuis 20 ans, ils restent inférieurs à la moyenne nationale. (Mauline, 2014)

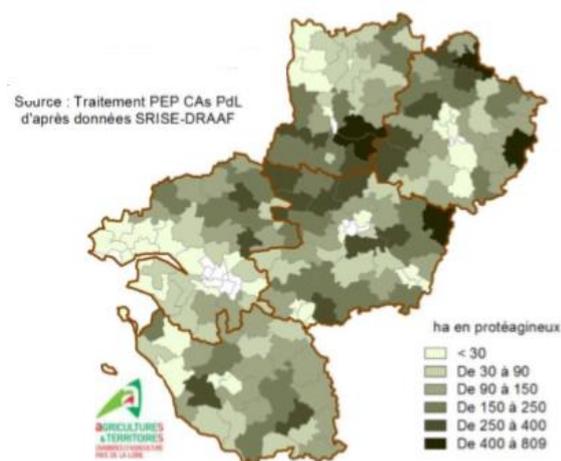


Figure 1: Répartition des protéagineux par canton en Pays de Loire en 2010 (Source : SRISE-DRAAF ; d'après Mauline, 2014)

Tableau 1: Schématisation des productions agricoles dans la zone pilote (Mauline, 2014)

Surfaces (ha)						Pays de la Loire	France métro.	% PdL/valeurs nationales
Rendement (q/ha)	44	49	53	72	85			
Total protéagineux	2 114	3 097	2 011	3 349	1 805	12 376	196 993	6,3
Dont pois protéagineux	1 212	1 979	1 389	2 723	1 166	8 469	134 100	6,3
	38	36	40	37	39	38	41	92
Féveroles et fèves	518	975	555	608	604	3 260	60 340	5,4
	29	29	32	29	32	30	45	66
Lupin doux	384	143	67	18	35	647	2553	25
	21	19	21	20	21	21	24	87,5

La zone d'étude à laquelle nous nous intéressons se situe plus particulièrement autour de Châteaubriant (Figure 2), dans le département de la Loire-Atlantique, caractérisé par une superficie de 240 281 ha. Le département Loire Atlantique possède un sol majoritairement limoneux, et quelques sols de marais. La majorité des exploitations sont moyennes à grandes (ie. 33% possèdent un PBS compris entre 100 000 et 250 000 euros par an). Il s'agit d'une zone principalement orientée vers **la polyculture élevage en bovin viande et lait** (Figures 2 et 3), comptabilisant plus de 90% des EA du territoire.

L'élevage majoritaire est bovin lait avec une présence non négligeable de bovins viande. Cette zone se caractérise par une **forte dynamique d'insertion des légumineuses** à la fois :

- Fourragère via la culture de Luzerne retrouvée essentiellement dans les EA laitières mais aussi favorisée par un projet d'usine de déshydratation sur le territoire.
- Mais également des protéagineux destinés (i) à l'alimentation animale à travers le pois permis par des infrastructures adaptées en termes de tri et stockage (réception de mélanges types céréales-légumineuses) et (ii) humaine permis par l'existence d'un débouché lupin sans gluten porté par la coopérative Terrena.

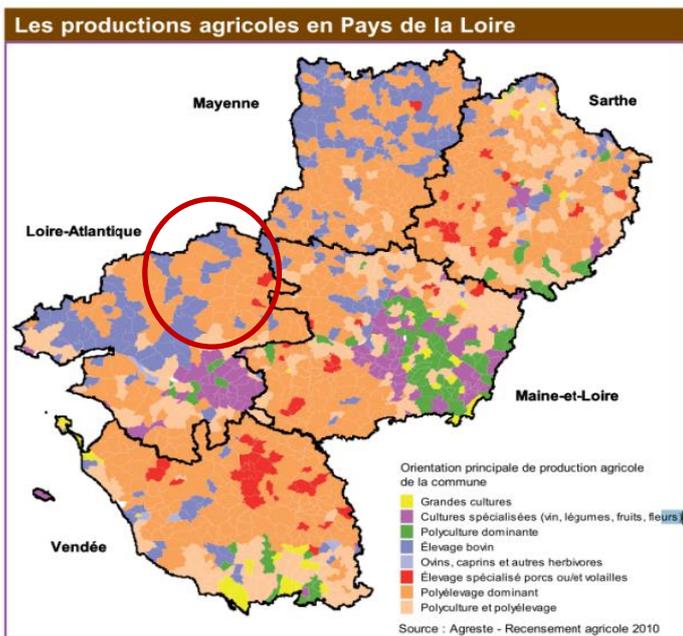


Figure 2: Répartition par département des productions agricoles des Pays de la Loire (Source : Agreste, 2010 ; d'après Mauline, 2014)

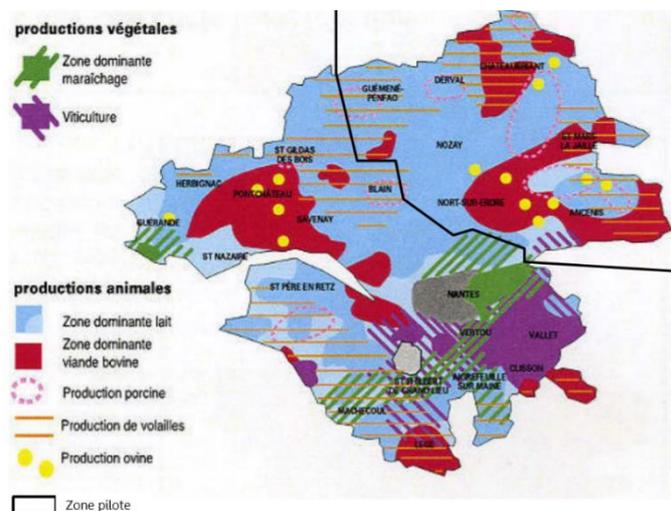


Figure 3: Schématisation des productions agricoles dans la zone pilote (Source : Chambre d'agriculture du Pays de la Loire, 2010 ; d'après Mauline, 2014)

1.2 Freins et leviers à l'insertion de légumineuses dans les exploitations agricoles

1.2.1 Freins et leviers à la diversification des cultures

De nombreuses études ont été menées sur les freins et leviers à la diversification des systèmes sur différentes cultures non dominantes (pas seulement des légumineuses). Ces études montrent que la diversification des systèmes se heurte à de nombreux freins (techniques, organisationnels, socio-économiques) qui s'exercent à différents niveaux d'organisation (exploitation agricole, filière, territoire) (Parrish et Foxon, 2006 ; Charrier et al., 2013; Magrini et al 2014; Merrien et al., 2013; Meynard et al., 2013; Magrini et al., 2016 ;...).

Au niveau des exploitations agricoles, ces freins concernent :

- **L'inexistence ou la faible diffusion de connaissances et références locales** concernant la conduite des cultures, leurs intérêts agronomiques et économiques.
- **Des dynamiques d'apprentissage des agriculteurs peu prises en compte** dans les dispositifs d'appui alors que de nombreux travaux soulignent le fort impact d'échecs dans l'abandon d'innovation et l'importance des échanges et dynamiques collectives dans l'adoption de nouvelles pratiques.
- **Les contraintes techniques et organisationnelles** auxquelles peuvent conduire ces innovations liées à la compatibilité des propositions avec les ressources (main d'œuvre, surfaces, matériel,...) de l'exploitation.
- **L'incertitude sur l'avenir** ne favorise pas non plus l'introduction de cultures de diversification
- Mais également des **contraintes d'ordre socio-économiques** du fait des représentations que les agriculteurs ont de leur métier, de leur rapport à l'innovation, ...

Ces freins peuvent être renforcés au niveau des territoires et des filières par : **un manque de coordination entre acteurs de la filière et de la R&D**, des **problèmes d'organisation logistique et de débouchés** du côté des organismes stockeurs qui peuvent

conforter la logique de spécialisation des bassins de production, **une faible disponibilité des intrants adaptés aux espèces mineures**, une dépendance au chemin ou « **path dependency** » (les nouveautés les plus faciles à intégrer sont celles qui ne sont pas en rupture). Plus généralement, on peut considérer que c'est toute l'organisation sociotechnique qui favorise les espèces majeures et la spécialisation territoriale (Meynard et al., 2013, Vanloqueren et Baret, 2009; Bonneuil et Thomas, 2009). Des pistes de « déverrouillage » existent cependant, à travers la notion de « **niches d'innovation** » en mobilisant des approches centrées sur la **théorie du « verrouillage technologique » (« lock-in ») et sur la théorie des transitions sociotechniques** (Geels et Schot, 2007). D'autres travaux mobilisant ces théories mettent en évidence que pour qu'une innovation, telle que la diversification des cultures, puisse s'inscrire durablement dans un territoire, il est nécessaire d'agir simultanément sur l'ensemble du système agri-alimentaire (Meynard et al., 2013 ; Lamprinopoulou et al., 2014).

Ces travaux fournissent un cadre intéressant pour comprendre les changements à l'échelle d'un système agri-alimentaire, d'un territoire ou d'une filière. Ils ne permettent cependant pas de **comprendre le processus d'émergence des innovations** au sein des exploitations agricoles.

1.2.2 Freins et leviers à l'insertion des légumineuses dans les EA du territoire...

Un travail préalable à notre étude a été mené en 2014 visant à comprendre les déterminants sociologiques, économiques et techniques des pratiques des agriculteurs afin d'identifier les freins et leviers à l'insertion des légumineuses dans les EA (Bretin et al., 2015). Ce travail s'appuie sur des enquêtes menées auprès de 35 exploitations en **polyculture élevage** cultivant ou ayant cultivé des légumineuses. Les résultats issus de ce travail rejoignent les résultats précédemment évoqués mais montrent que **ces freins et leviers ne s'expriment pas et n'ont pas le même poids selon les cultures** (Mawois et al., 2015).

a) Cas de la luzerne : (Figure 1 de l'Annexe 1)

La Luzerne en Pays de Loire, est essentiellement cultivée dans des EA en élevage laitier. Deux critères sont apparus déterminants pour introduire de la luzerne dans les EA :

- La gestion du troupeau laitier : La luzerne est citée comme un fourrage de qualité notamment du fait de son apport en protéines et, selon les agriculteurs, aurait un impact positif sur la santé du troupeau (permet de limiter l'acidose, favorise la rumination, ratios oméga3/oméga6 intéressant en démarche BBC).

- L'effet précédent à la fois du fait de son effet sur la structure du sol mais aussi sur l'apport en azote pour la culture suivante.

Ces deux critères étant souvent liés à des aspects économiques : moins d'achat de correcteur azoté pour l'alimentation animale et une économie en fertilisation azotée.

Les relations avec les autres agriculteurs semblent également influencer le choix d'implanter de la luzerne dans les EA (1/3 des agriculteurs ont cité les voisins comme ayant influencé leur choix d'insérer de la luzerne).

Par contre, les surfaces disponibles dans les exploitations limitent fortement les possibilités d'insertion de la luzerne du fait de sa place relative par rapport au maïs et aux céréales à pailles visant à assurer les besoins du troupeau. Ce à quoi s'ajoute une durée de cycle longue réduisant encore le champ des possibilités en termes de surfaces consacrées à la luzerne. Mais à relativiser, selon certains agriculteurs, par une forte productivité à l'hectare « *4 coupes, bonne production : environ 10 t de MS/ ha contre 7 t pour les autres prairies* » (N10).

En ce qui concerne la conduite de la culture, la récolte apparaît souvent comme contraignante pour les agriculteurs. À la fois pour des questions d'organisation du travail : culture

chronophage avec des chantiers de récolte souvent en concurrence avec d'autres activités comme la traite. Mais également du fait d'incertitudes liées au stade de récolte, aux conditions météorologiques et aux difficultés de conservation. En effet, ils font face à des difficultés de gestion de la récolte, et plus particulièrement au niveau de la conservation du fourrage (Ex : moisissures dans enrubannage) et de la maîtrise technique du séchage du foin (météo), liée à la problématique de perte de feuilles.

Un autre frein technique souvent évoqué est la gestion des adventices : la luzerne étant souvent citée comme une culture salissante, dont les adventices sont difficiles à maîtriser.

Face à ces contraintes deux leviers ressortent :

- La production et diffusion de références techniques locales notamment sur la gestion de l'enherbement et les stades de récoltes.
- Les débouchés : le projet d'usine de déshydratation dans la zone d'enquête suscitait beaucoup d'intérêt pour les agriculteurs pour pallier aux difficultés de conservation et d'organisation de la récolte. Cependant, il fut avorté en 2015, ce qui peut s'expliquer par l'augmentation des coûts nets de l'activité suite à la suppression de l'aide à la déshydratation (Meynard et al., 2013). Cela s'est traduit par un regain d'intérêt pour la luzerne utilisée directement (pâturage, fauche) dans les élevages.

b) Cas du lupin : (Figures 2 et 3 de l'Annexe 1)

Le Lupin cultivé en Pays de Loire est une culture ayant été insérée récemment, d'où un certain manque de recul exprimé par pas mal d'agriculteurs.

Le déterminant économique représente un élément majeur de l'insertion du lupin dans les systèmes de culture. L'essor du lupin dans ces EA s'explique en premier lieu par la présence d'un débouché sur le territoire. Mais au-delà du débouché, ce sont surtout la sécurisation des ventes grâce aux contrats et le prix de vente élevé et stable (relativement au prix du blé) qui apparaissent comme déterminants dans le choix d'implantation du lupin. On rejoint ici l'étude menée par Meynard et al. (2013) qui montre que l'absence de débouchés de proximité représente le principal frein à l'insertion des cultures de diversification dans le système de culture, résultant d'une spécialisation du territoire, en lien avec la structuration des filières agroindustrielles.

D'un point de vue agronomique, les agriculteurs cultivant du lupin considèrent cette culture comme étant une bonne tête d'assolement pour diversifier la succession culturale : l'effet précédent est souvent cité, mais là encore ce sont surtout des critères économiques qui sont mis en avant à travers la réduction de la fertilisation azotée et dans une moindre mesure la réduction des coûts de mécanisation. De plus, selon les agriculteurs, cette culture permet une certaine souplesse dans l'organisation du travail du fait de cycles décalés par rapport aux autres cultures et donc une meilleure répartition du travail.

La principale contrainte technique est liée au désherbage difficile à maîtriser en culture pure du fait des écarts entre les rangs et du manque de matières actives disponibles. C'est d'ailleurs la principale raison d'abandon de la culture.

Dans cette région à dominante polyculture élevage, les surfaces disponibles freinent fortement l'insertion de légumineuses destinées à la vente. Les surfaces hors surfaces fourragères étant prioritairement utilisées pour sécuriser les besoins en paille.

L'incertitude quant à la variabilité des rendements est une crainte exprimée par un bon nombre d'agriculteurs du fait d'un manque de recul et pourrait être un facteur d'abandon de la culture en cas de cumul d'années à faible rendement (relativement au prix de vente...)

L'association avec des céréales est clairement apparue comme un levier intéressant pour le développement du lupin dans le territoire notamment pour pallier aux problèmes de salissement : plusieurs agriculteurs enquêtés ont abandonné le lupin en pur pour le cultiver en association avec du triticale, permis par des infrastructures de collecte et de tri adaptées. En plus de garantir une meilleure couverture du sol pour limiter le développement des adventices, les agriculteurs considèrent pouvoir limiter la prise de risque économique, la deuxième culture étant capable de combler les pertes de la première si une variabilité pédoclimatique survient.

Elle permet également de lever en partie le frein lié aux surfaces disponibles via la valorisation potentielle des pailles de céréales, voire du lupin bien que cela ne soit pas une pratique courante. Cependant, les difficultés liées au semis apparaissent comme une contrainte forte, souvent associée à l'absence de matériel spécifique.

c) Cas des autres légumineuses et généralités (Figures 1 à 5 de l'Annexe 1)

En ce qui concerne les autres légumineuses à graines, la question des débouchés reste prépondérante avec à la fois l'existence d'un marché mais également la question des prix rémunérateurs par rapport aux cultures dominantes.

D'une manière générale, les surfaces disponibles dans l'exploitation agricole représentent un critère essentiel quant au choix de l'insertion de légumineuses dans les systèmes de polyculture élevage. En effet, l'allocation des surfaces est privilégiée aux cultures prioritaires pour satisfaire les besoins du troupeau, les marges de manœuvre de l'agriculteur étant d'autant plus réduites si la SAU est faible. Ainsi, plus le rapport SFP/SAU est élevé moins on retrouvera de légumineuses destinées à la vente. Pour les EA dont le rapport est supérieur à 70%, seules des légumineuses fourragères destinées à l'alimentation du troupeau sont cultivées. Les associations telles que le lupin-triticales, ont la particularité d'amoindrir ce critère, en assurant la production de paille.

De plus, le caractère pluriannuelle d'une culture, notamment la luzerne, peut s'avérer être un frein majeur, immobilisant une parcelle. Les agriculteurs peuvent rencontrer des difficultés à l'insérer dans la succession culturale due à un délai retour long (7 ans pour le pois), souvent préconisé pour limiter les risques sanitaires.

De plus, les normes et réglementations concernant le plan d'épandage semblent peu favoriser l'introduction de légumineuses. En effet, les restrictions de fertilisation sur ces cultures impliquent des craintes vis-à-vis d'une saturation du plan d'épandage, issu de leur élevage.

Dans un contexte de forte variabilité des prix et d'incertitudes climatiques et sanitaires croissantes, les producteurs sont incités à adopter un raisonnement à court terme, en privilégiant les cultures dont le prix est élevé sur le marché. En effet, l'intérêt de la diversification de l'assolement survient davantage quand les prix des cultures dominantes sont bas, que quand les prix des cultures de diversification sont en hausse. Bien que la diversification de l'assolement soit considérée comme un moyen de limiter les prises de risques face à la volatilité des prix, Meynard et al. (2013) nous montrent que les agriculteurs développent de plus en plus des stratégies fondées sur l'adaptation au marché, nécessitant une forte flexibilité des systèmes de culture, via le choix de production « réactif » aux contextes de prix ou de climat. Cette logique peut pénaliser des cultures pérennes ou pluriannuelles comme la luzerne. Cependant, elle peut faciliter l'adoption de cultures de diversification, faciles à intégrer dans les rotations et peu exigeantes en ressources naturelles. La contractualisation peut quant à elle réduire l'incertitude, représentant une sécurité pour l'agriculteur, et favoriser une logique pluriannuelle.

De plus, selon Meynard et al. (2013), les protéagineux sont confrontés à une concurrence très sévère face au couple tourteau de soja- blé, correspondant à une réponse efficace aux exigences de la conduite intensive d'un troupeau. Bien que le lupin puisse potentiellement concurrencer le tourteau de soja grâce à sa haute teneur en protéines (40%), son utilisation par les Fabricants d'Aliments du Bétail (FAB) est limitée en raison des faibles volumes produits et des verrous technologiques qui existent autour de cette culture (Exemple de croyance peu fondée : faible digestibilité par les monogastriques). Comme nous le montre l'étude 2014, des éleveurs peuvent être amenés à valoriser un protéagineux en alimentation animale en vue de se rapprocher de l'autonomie protéique et de réduire leur dépendance au cours du marché du soja. Cependant, étant donné que le coût de l'extrusion est élevé, ils le broient directement sur l'exploitation, au détriment d'une optimisation de la valeur protéique du produit fini.

En ce qui concerne les aspects agronomiques :

- Une perception des risques liés à l'enherbement, aux maladies et ravageurs est variable d'une culture à l'autre en lien avec la question des références disponibles et l'accès aux matières actives

- Des difficultés techniques rencontrées sur des opérations différentes
- Un effet précédent reconnu par les agriculteurs sur toutes les légumineuses, mais pouvant être valorisé différemment

Enfin, l'environnement sociotechnique de l'agriculteur, notamment l'influence des voisins ainsi que l'image de la culture sur le territoire, est un facteur influençant le choix de la légumineuse adoptée.

1.3 Premiers questionnements

Ainsi, l'étude menée en 2014 est un premier travail exploratoire de notre mission sur ce territoire. Cette étude fournit des informations importantes sur les freins et leviers à l'insertion de légumineuses dans notre territoire. Cependant, elle ne renseigne pas sur la façon dont les leviers ont été mobilisés par les agriculteurs et sur les **processus de changements** mis en œuvre dans les exploitations agricoles pour insérer des légumineuses. Or, au sein des EA de polyculture élevage, l'insertion de légumineuses implique des interdépendances fortes entre pratiques culturales et pratiques d'élevages et nécessite souvent un changement systémique profond de l'exploitation agricole dans son ensemble qui ne se fait pas en un jour mais implique une évolution progressive du système.

Dans la suite de cette étude, nous souhaitons approfondir ce travail par une **analyse des trajectoires de changement** dans les EA. En effet, de nombreux travaux mettent en avant la nécessité de comprendre les trajectoires des EA, leurs déterminants et leurs interactions avec leur environnement socio-technique pour évaluer l'impact des pratiques et **chercher à les infléchir** (Lamine et Bellon, 2009; Coquil, 2012; Petit, 2013, Mawois et al., 2014). De plus, il pourrait être intéressant d'approfondir cette question du changement dans des exploitations ayant inséré des légumineuses. En effet, de nombreux experts s'accordent sur le fait qu'analyser des situations éloignées des optima connus permet d'apporter des leviers mobilisables dans les EA et d'envisager des scénarios de développement de ces systèmes (Jackson 2002 ; Tichit et al., 2010 ; Weiner et al., 2010).

2. Etat de l'art des concepts pour analyser le changement sur le temps long à l'échelle individuelle

L'état de l'art ci-dessous présente les **concepts couramment utilisés** dans ce type de travaux. On souhaite se doter de cadres d'analyse pour comprendre les processus de changement ayant permis l'insertion de légumineuses dans les exploitations agricoles. Pour cela, nous nous intéresserons au cadre d'analyse général du changement dans les exploitations agricoles. Ainsi, il s'agira d'identifier les facteurs du changement, qui renvoie à comprendre le contexte socioéconomique à l'échelle du territoire ou de la filière dans lequel évolue l'exploitation agricole via les concepts de transitions sociotechniques et de mécanismes de verrouillage. De plus, nous chercherons à identifier les modalités, soit comprendre comment s'articule le changement dans les exploitations via le concept de modèle d'action. Dans une seconde partie, nous aborderons les concepts utilisés pour étudier la dynamique de changement technique sur le temps long d'une exploitation agricole, soit le concept de transition et celui de trajectoire d'évolution. Ces travaux ont été en effet initiés par des chercheurs en agronomie ou sociologie. Dans une troisième partie, nous identifierons les outils permettant de caractériser le changement, notamment la nature, les moteurs et processus du changement.

2.1 Cadre d'analyse du changement dans les exploitations agricoles

2.1.1 Environnement sociotechnique dans lequel évolue l'EA

- **Le concept de verrouillage technologique**

Le **concept de verrouillage technologique** (« lock in ») renvoie à la présence au sein du système sociotechnique dominant d'un **standard technologique** qui inhibe ou freine le développement et la diffusion d'innovations alternatives. Le terme « technologie » est employé au sens large pour évoquer un produit, une norme ou un paradigme. Ce standard représente une référence autour de laquelle s'articulent des logiques d'actions et des formes d'organisations des acteurs, entraînant un phénomène de verrouillage du système.

Selon Meynard et al (2013), le verrouillage d'un système conduit à un **tri d'innovations** : les innovations compatibles avec le système sociotechnique de référence, soit à l'agriculture conventionnelle, présentent une valeur d'adoption par les acteurs bien plus forte qu'une technologie alternative. En effet, bien que cette dernière soit jugée plus efficace pour répondre aux exigences environnementales actuelles, elle parvient peu à se développer puisqu'elle remet en cause la référence autour de laquelle coexiste une **forte coordination des acteurs**. En d'autres termes, les innovations les plus faciles à intégrer sont celles qui ne sont pas en rupture avec le système dominant. L'évolution d'un système est donc conditionnée par son historique : on parle de dépendance au chemin (« path-dependency »). Selon Fares et al. (2012), David (1985) aborde le verrouillage technologique comme une résultante de **mécanismes d'auto renforcement** autour d'un standard technologique. Ce sont des mécanismes économiques qui renforcent le choix initial d'une technologie (Meynard et al., 2013). Par exemple, plus la technologie est répandue (nombre d'utilisateurs), plus les efforts de recherche et l'approfondissement des connaissances dans ce domaine sont importants, et plus les technologies complémentaires (Ex : les innovations incrémentales issues du machinisme agricole) se développent renforçant ainsi la position dominante de la technologie standard. Parallèlement à ce phénomène, la structure organisationnelle de la filière devient de plus en plus performante, avec une coordination efficace entre les acteurs économiques de chaque maillon de la filière, verrouillant ainsi le système. Selon une réaction en chaîne, ceci génère une forte spécialisation des compétences et des connaissances des acteurs autour de la référence² ainsi qu'un manque avéré de connaissances dans des technologies alternatives, dont l'effet contribue à augmenter la valeur d'adoption de la technologie standard.

- **Le concept de transitions sociotechniques et les voies de déverrouillage**

Tout d'abord, un **système sociotechnique** est défini comme une « configuration relativement stable associant des institutions, des techniques et des artefacts, ainsi que des règles, des pratiques et des réseaux d'acteurs, ces configurations déterminant l'utilisation et le développement des technologies » (Rip et Kemp, 1998). Dans le champ agricole, Lamine et al. (2010) désignent le système agri-alimentaire comme étant un système sociotechnique qui regroupe les filières de production, de transformation, mais aussi de sélection variétale, la recherche, le conseil technique, les instances de régulation et les politiques publiques. La **théorie des transitions sociotechniques**, élaborée par Geels et Schot (2007), est un cadre conceptuel sur lequel repose l'étude des transitions d'un modèle sociétal pour tendre vers plus

² Selon Meynard et al. (2013), les travaux de Cowan et Gunby (1996) et ceux de Vanlocqueren et Baret (2009) ont montré que la recherche scientifique agricole s'est principalement concentrée autour de l'agrochimie et de l'ingénierie génétique. Ceci a conduit les agriculteurs et les conseillers agricoles à adopter des choix en faveur de l'agriculture conventionnelle, qui a demeuré le principal enseignement agricole pendant de nombreuses années.

de durabilité. Selon Rotmans et al. (2001), il correspond donc à un processus graduel de changement qui transforme de façon radicale le caractère structurel d'un domaine sociétal (Petit, 2013), et fut adapté au système agri alimentaire par Lamine et al. (2010). Cette théorie repose sur l'étude des interactions entre 3 niveaux (Annexe 2) (Geels et Schot, 2007) :

- **A l'échelle macro, le paysage sociotechnique** est constitué par les institutions, les normes sociales, politiques et culturelles dans lesquelles évolue le système sociotechnique existant.
- **A l'échelle méso, le régime sociotechnique** est défini par « les relations entre les acteurs, les institutions et les infrastructures, qui gouvernent les choix technologiques » (Meynard et al., 2013) et « des routines institutionnelles utilisées par les acteurs » (Fares et al., 2012). Ainsi, le régime sociotechnique dominant repose sur un ensemble de règles et de procédures de régulation, issues des interactions entre les acteurs et le paysage sociotechnique.

Selon les théories économiques, le phénomène d'autorenforcement a conduit progressivement le système sociotechnique à une situation de verrouillage autour d'un paradigme technologique qui, dans le domaine agricole, repose sur un usage intensif des intrants et sur la maximisation de production de culture de rente. Ainsi, les agriculteurs peuvent être découragés à adopter des technologies alternatives, se démarquant du standard productif. Cependant, l'agriculture biologique a pu se développer en tant que niche d'innovation sur le marché, et prétend ainsi à se constituer en tant que régime sociotechnique (Petit, 2013) (Annexe 2). En effet, au sein d'un régime sociotechnique, même verrouillé, peuvent apparaître des niches d'innovation, créant ainsi un espace partiellement isolé du fonctionnement normal du régime (Meynard et al., 2013). Ces dernières ne sont donc pas soumises au processus de sélection des marchés par le standard technologique dominant. En fonctionnant avec des normes et des règles institutionnelles spécifiques, Geels et Schot (2007) les définirent comme étant des « chambres d'incubation de contre sélection par rapport au marché grand public », soit des lieux favorables au processus d'apprentissage et à la construction de réseaux en capacité de supporter des innovations. Pour constituer des ressources lors d'un déverrouillage, ces niches doivent se structurer entre acteurs afin de dépasser les effets d'autorenforcement du régime sociotechnique standard (« up scaling »). Ces niches d'innovation sont donc propices au déverrouillage du système dominant par le biais d'une transition reposant sur un mécanisme de diffusion progressive de l'innovation radicale au sein du régime sociotechnique.

Ces deux théories présentent un cadre pour comprendre les changements à l'échelle du **système agrialimentaire, d'un territoire ou d'une filière**. Elles postulent que des niches d'innovation peuvent se constituer, même dans un système verrouillé. Elles sont utiles pour comprendre l'émergence d'une innovation au sein d'une niche sociale mais ne permettent pas d'analyser le changement à l'échelle individuelle de l'exploitation agricole.

2.1.2 Le modèle d'action pour comprendre la cohérence des pratiques et les marges de manœuvre des agriculteurs

Toute introduction de changement technique dans une exploitation agricole peut entraîner d'autres changements plus profonds qu'il est nécessaire d'appréhender. Ainsi, nous nous intéresserons au modèle d'action pour comprendre la cohérence des pratiques de l'agriculteur ainsi que ses marges de manœuvre à une période donnée de la vie de l'exploitation. L'exploitation est considérée comme un « lieu de différents niveaux de décisions emboîtés mettant en jeu différents pas de temps et degrés d'irréversibilité » (Aubry, 2007). En effet, Capillon (1993) distingue 3 niveaux qui structurent la prise de décision de l'agriculteur selon différents pas de temps (Aubry et Michel-Dounias, 2006):

- Les **décisions d'orientation stratégique** de l'exploitation, s'inscrivent sur le long terme et visent à répondre aux objectifs principalement économiques et sociaux de l'agriculteur et de sa famille.
- Les **décisions d'organisation des processus productifs** sont décrites sur le moyen terme, à une échelle annuelle ou pluriannuelle (choix des cultures, de l'assolement,...).
- Les **décisions de mise en œuvre des processus productifs**, sont des choix de court terme (opérations culturales, activités de commercialisation).

Bien qu'en interaction, ils sont relativement hiérarchisés : l'agriculteur ne remet pas en cause les décisions stratégiques quand il conduit au jour le jour ses cultures, il agit dans le cadre de ses décisions prises en amont.

Le modèle d'action de l'agriculteur vise à comprendre et à modéliser les décisions techniques des agriculteurs (Duru et al., 1988 ; Sebillotte et Soler, 1990 ; Papy et al., 1994). Il se fonde sur **la notion de planification**. En effet, différents travaux menés dans ce domaine, comme ceux de Cerf et Soler (1996), ont montré que les agriculteurs, placés face à un problème, cherchent à se rapprocher d'une procédure d'analyse et de choix connus. Le modèle d'action montre que les pratiques de l'agriculteur à un instant t sont cohérentes avec ses objectifs et les contraintes qu'il perçoit de son système d'exploitation, et donc il est défini par:

- un ou de plusieurs **objectifs généraux**,
- **un programme prévisionnel** avec des états-objectifs intermédiaires
- **un corps de règles** qui définit, pour chacune des étapes du programme, la nature des décisions à prendre pour parvenir au déroulement souhaité des opérations et la nature des solutions de rechange à mettre en œuvre (Cerf et Sebillotte, 1988 ; Sebillotte et Soler, 1990).

Un cadre formel de représentation de la constitution des systèmes de culture dans les exploitations a été élaboré à partir du concept de modèle d'action. **Un système de culture**, qui est « l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique » (Sebillotte, 1990), repose sur les successions de culture et sur les itinéraires techniques. Il renvoie donc **aux décisions de successions et assolement** (Maxime et al., 1995 ; Maxime et al., 1997), et aux décisions pour la **conduite technique d'une sole** (Papy et al., 1988 ; Attonaty et al., 1993) . La notion de **marge de manœuvre** des agriculteurs renvoie à la « capacité de mise en œuvre de modification de pratiques compatibles avec la **disponibilité à un moment donné des facteurs de production** » (Mawois et al., 2012). Elle peut être évaluée à partir des règles d'utilisation (modèle d'action) que se fixent les agriculteurs, et aux différents niveaux de gestion de l'exploitation, que sont la parcelle, le système de culture et l'exploitation agricole.

Cependant, ce cadre d'analyse s'intéresse aux décisions tactiques et non aux décisions stratégiques. Ces dernières sont considérées comme fixes, impliquant des ressources productives constantes. Or, on peut avoir au cours du temps des modifications des décisions stratégiques qui vont permettre d'intégrer des changements qui n'étaient pas compatibles avec les ressources disponibles à un temps t. En effet, comme expliqué par Cerf et Sebillotte (1988), cités par Chantre (2011) : «tant que le corps de règles envisagé permet de faire face aux évènements qui surviennent, l'agriculteur ne modifie ni ce corps de règles ni ses objectifs. En revanche, si les évènements qui surviennent sont tels qu'à la suite des bilans réalisés à certaines étapes du programme, ni les règles de déroulement « normal », ni les solutions de rechange prévues ne lui paraissent permettre d'atteindre ses objectifs, alors il cherche de nouvelles règles, voire réduit ses exigences et modifie ses objectifs. Ainsi, pour mener une étude sur les processus de changement dans les exploitations agricoles, il est également nécessaire de **s'intéresser aux dynamiques de changement dans l'exploitation**.

2.2 Cadre théorique des dynamiques de changement technique sur le temps long dans les EA

Deux approches sont utilisées en sciences agronomique et sociale pour représenter le changement sur le temps long, celui de transition et celui de trajectoire d'évolution.

2.2.1 Le concept de transition

La transition d'un système agricole est perçue comme **une transformation globale de ce système** vers une dimension plus durable dont les **états de début et de fin** sont bien identifiés (agriculture biologique, de conservation, etc.). En effet, elle est définie par un « ensemble de changements profonds et multidimensionnels dans la vie de l'exploitation qui modifient non seulement les pratiques techniques, les référentiels, mais aussi le rapport à la nature, à l'alimentation et aux consommateurs. » (Lamine et Bellon, 2009) et initie donc « de nouvelles relations à différents objets [...] » (Lamine et Bellon, 2009).

Lamine et Bellon (2009) ont montré que les études agronomiques sur la transition vers l'agriculture biologique sont **analytiques**, centrées autour de comparaisons d'effets de la conversion sur différents critères de performances techniques, environnementales, et économiques. Ces comparaisons entre deux états distincts reposent sur un écart temporel restreint, au détriment d'une compréhension des processus du changement sur le long terme. Ainsi, ce que l'on retient souvent d'une transition sont les états concernés et leurs qualificatifs (brusques, progressive). De plus, les études en sciences sociales se sont focalisées sur les motivations des agriculteurs à s'orienter vers l'agriculture biologique, sans pour autant comprendre comment se conduit la conversion. Ainsi, les approches classiques de la transition en sciences agronomiques et sociales n'étendent par leur champ d'analyse à l'aspect multidimensionnel des changements tels que l'organisation du travail, le processus d'apprentissage, le rapport au métier et l'appartenance à des réseaux.

En réaction au caractère réducteur de ces travaux, Bellon et Lamine (2009) ont montré l'intérêt d'étudier **les trajectoires à l'échelle individuelle** pour mieux comprendre et appréhender le caractère interdisciplinaire du processus de transition. L'étude des changements porte alors à la fois sur les pratiques modifiées, sur les processus d'apprentissage (Chantre, 2011) et sur les dynamiques sociales et de réseaux associées. La notion de **trajectoire de transition** (« Transitional Pathway » Wilson, 2008) est une représentation simplifiée des changements au sein d'un système agricole reposant sur une succession d'états stables, aux caractéristiques identifiées (Petit, 2013). De plus, cette représentation intègre également différentes dimensions du changement étant donné que l'exploitation agricole est décrite à chaque étape de manière systémique. Enfin, cette représentation s'inscrit sur le « **temps long** », qui permet à Wilson (2008) de repérer « les corridors de décision » constitués par les effets de dépendance au chemin, de verrouillage, ou de « mémoire » du système, conditionnant les choix envisageables pour le future (Chantre, 2011).

Ainsi, les trajectoires de transition ont permis de mieux comprendre le chemin qu'a parcouru une exploitation agricole pour passer d'un état à un autre, l'état final étant défini. Cependant, les changements au sein des exploitations agricoles ne sont pas uniquement perçus, par tous, comme des transitions volontaires d'un état stable à un autre, selon une fin identifiée. En effet, inspirés de la théorie de la « **Panarchie** » développée par Holling (2001), des auteurs comme Darnhofer et al. (2010) et Dedieu (2008) les considèrent comme des **mécanismes adaptatifs**, issus de l'interaction complexe entre l'exploitation agricole et son environnement. Ces cycles adaptatifs questionnent les propriétés de **résilience et de flexibilité** des exploitations. Dans le cadre d'étude d'exploitations d'élevage, Moulin et al. (2008) ont développé cette approche,

mettant en relation les trajectoires d'exploitation, les processus de changement et les évolutions du contexte socio-économique et environnemental (Chantre, 2011).

2.2.2 Le concept plus large de trajectoire d'évolution

Des chercheurs ont intégré la notion de trajectoire d'évolution au cœur de l'analyse de l'évolution des systèmes sur le « long terme ». En effet, inspirés des approches systémiques des organisations, les premiers travaux abordent les **trajectoires types d'exploitations d'une région**, en vue de les classer en fonction d'objectifs, de performances ou de stratégies d'utilisation des ressources. En effet, selon Dore et al. (2006), on retrouve les travaux de Capillon (1993), de Landais (1998), de Perrot et al. (1995). Certains économistes s'intéressent à l'histoire d'une exploitation agricole, reposant sur la **théorie du cycle de vie**, tel que Brossier et al. (1997) (Lamine et Bellon, 2009). Ils distinguent 4 phases en fonction du niveau de capitalisation, que sont l'installation, la transition, la croissance – stabilité, le déclin ou la reprise (exemple bassin cotonnier camerounais, Aubry et Michel-Dounias, 2006). D'autres travaux ont succédé (Vaucelle et Le Bail, 2004 ; Darnhofer et al., 2010, Dedieu et al., 2010), par le biais desquels Lamine et Bellon (2009) nous montrent l'intérêt croissant à l'analyse des trajectoires d'évolution des exploitations, notamment leur capacité d'adaptation face à un contexte de forte instabilité. Dans les dernières décennies, beaucoup d'évènements ont remis en question des trajectoires empruntées, notamment des crises sanitaires, les réformes de la PAC, les variations des prix du marché. L'analyse des changements peut permettre d'identifier les conditions de réussite.

L'adaptation des systèmes agricoles est rattachée à deux concepts. Le premier concerne celui de la **résilience**, inscrit dans une approche systémique et défini par Milestad et Darnhofer (2003) comme « la capacité à faire face à des changements internes et externes, dus à des causes prévisibles (aléas) ou singulières, la capacité à apprendre et à s'adapter aux aléas, la capacité à se réorganiser en cas de chocs. » (Chantre, 2011). Dedieu et Ingrand (2010) citent l'écologue Gunderson (2000) pour montrer que le niveau de résilience d'un système peut être amélioré via les marges de manœuvre des agriculteurs, la création de conditions d'émergence d'innovations ou encore par l'accroissement du caractère adaptatif (Chantre, 2011). Le second concept est la **flexibilité**, issu de l'économie et des sciences de gestion. Chia et Marchesnay (2008) le définissent par « son aptitude à s'accommoder aux circonstances, à absorber des changements, sa capacité à préserver et à créer des options, à apprendre », un concept qui s'intéresse donc aux comportements adaptatifs des organisations (Petit, 2013). Il fut appliqué aux exploitations agricoles, notamment dans les systèmes d'élevage, étudié par Dedieu (2008) ou Moulin et al., (2008) (Chantre, 2011).

Ces travaux abordant les concepts de flexibilité et de résilience mettent en exergue la notion de **phase de cohérence dans la vie de l'exploitation**. Une trajectoire d'évolution, soit l'histoire d'une exploitation agricole, correspond à une **succession de phases**, dont chacune d'entre elles est caractérisée par une cohérence dans l'organisation et la conduite des activités. Plus récemment a émergé la notion de **phase de cohérence agronomique**, définie comme une période durant laquelle « les pratiques agronomiques et les **règles de décisions de déclenchement de ces pratiques sont stabilisées.** » (Chantre, 2011). La démarche consiste alors, pour chaque passage d'une phase de cohérence à une autre, d'identifier les **objets de changements** opérés et les **invariants** (éléments non changeants) ainsi que son **intensité**. Ainsi, s'est distingué deux types de processus de changement, exposés par Madelrieux et al. (Petit, 2013): des **changements continus**, induisant des ajustements sans modification de cohérence du système, et des **changements exceptionnels** qui modifient la stratégie de l'exploitation. Cette approche permet donc de recenser les changements au cours de la vie d'une exploitation (changements objectifs, moyens de production, contexte socio-économique). Plus précisément, elle permet d'une part, d'analyser de manière synchronique

l'évolution du système famille-exploitation, se référant à la théorie de cycle de vie de Brossier et al. (1997) et d'autre part, d'identifier des **événements marquants** qui ont affecté simultanément toutes les exploitations et d'analyser de manière diachronique leur comportement qui en résulte (Chantre, 2011 ; Petit ,2013).

Pour conclure sur ces deux concepts, la trajectoire de transition ne nous semble pas être un cadre d'analyse suffisant pour étudier l'introduction d'une légumineuse dans un système de culture. En effet, l'insertion de légumineuses dans une exploitation peut correspondre à **différentes stratégies** (transition vers l'agriculture biologique, vers l'autonomie fourragère, diversification des cultures...), ne s'inscrivant pas nécessairement dans une transition selon un **état défini et cadré**. Nous retiendrons la **trajectoire d'évolution** qui appréhende le changement dans un cadre plus souple. Elle prend également en compte le changement lié au caractère adaptatif de l'exploitation agricole face son environnement. Ainsi, en utilisant le cadre d'analyse de la trajectoire d'évolution, nous pourrions appréhender le changement à l'échelle individuelle, par le biais **d'une décomposition en phases successives de l'histoire de l'exploitation agricole avec l'identification d'évènements clés**. La thèse de Chantre (2011) représente aujourd'hui un travail aboutit dans ce domaine.

2.3 Les outils pour caractériser le changement

Dans le cadre d'analyse de la trajectoire d'évolution d'une exploitation agricole, le changement correspond au passage d'une phase de cohérence agronomique à une autre. Ainsi, il pourra être caractérisé selon 3 axes principaux : **la nature, le processus et les moteurs**.

2.3.1 La nature du changement

La nature du changement renvoie aux notions d'**objet** et d'**intensité**. La caractérisation des situations de départ et finale est nécessaire pour parvenir à identifier les objets du changement et son intensité. Le modèle d'action nous permet d'identifier le **type de décision affecté par le changement**, soit les décisions d'orientation stratégique, les décisions d'organisation et de mise en œuvre. Ainsi, cela renvoie **au niveau de décisions** concerné par le changement : les pratiques et règles de décisions, les stratégies et objectifs ou encore le rapport au métier ainsi que ses valeurs. A noter qu'un changement intervenant à un niveau supérieur va générer des changements sur des objets sous-jacents. De même, le changement peut intervenir à **différents unités de gestion spatiales** que sont l'exploitation agricole, le système de culture ou la parcelle. A contrario, certains éléments ne sont pas affectés par le changement, dont l'état reste identique à l'initial. En effet, Madelrieux et al. (2002) les nomment **les invariants** (Chantre, 2011), auquel nous pourrions nous intéresser, en parallèle aux objets du changement. Ainsi, dans le cadre d'une analyse de transition vers l'AB, la thèse de Petit (2013) se concentre sur deux objets du changement, que sont les changements techniques et de commercialisation. Ceci se justifie par l'existence de fortes interactions entre l'évolution des pratiques techniques et l'évolution des modes de commercialisation pour des transitions vers l'AB.

L'intensité du changement fait référence d'une part à la **vitesse du changement** (démarche progressive ou rapide) et d'autre part aux **écarts de pratiques**, évalués par les antécédents de nature technique (pratiques agricoles antérieures) et sociale (implication dans des réseaux sociaux) dans les trajectoires des producteurs. Tout d'abord, Lamine et Bellon

(2009) nous disent que dans le cas d'une transition vers l'AB, la vitesse du changement dépend fortement des **moteurs** qui ont déclenché ce changement. En effet, le changement sera soudain et rapide dès lors qu'il sera déclenché par un évènement clé (maladie liée à l'utilisation de produits phytosanitaires), il sera progressif dans le cas d'une volonté d'amélioration de performance économique. Concernant les écarts de pratiques, Petit (2013) nous montre que la transition en AB implique un « **saut technique** » vers un autre mode de production, traduisant une **notion de rupture** plus ou moins radicale avec le système antérieur. Ce saut permet donc d'évaluer l'écart entre les pratiques dans les situations de départ et d'arrivée, sous entendant la **notion de risque**. En effet, plus l'écart est important, notamment le passage d'une agriculture « conventionnelle » à une agriculture « biologique », plus l'intensité du changement est fort, et le saut sera difficile et risqué. Ce type de transition illustre un **changement exceptionnel ou de rupture** dans la vie de l'exploitation agricole. Cependant, il existe des changements à plus faible intensité, il s'agit de **changement continu**. Correspondant à un phénomène d'adaptation, il met en évidence la **flexibilité de l'exploitation** agricole à faire face à des modifications du contexte en vue de maintenir son système (Darnhofer et al., 2010). Le caractère exceptionnel ou continu du changement sous-entend que le **processus** du changement n'est pas linéaire.

Pour caractériser le changement entre deux phases de cohérence agronomique, il s'agira dans un premier temps d'identifier la nature du changement (ie. objet et intensité). Il correspond à un changement de pratiques en lien avec les légumineuses (culture, surfaces, débouché ou techniques culturales). Nous chercherons à identifier les éléments du système qui ont été maintenus constants. De plus, le changement en lien avec la légumineuse peut s'exprimer selon différents niveaux d'intensité, correspondant à un changement progressif et continu ou plutôt à un changement exceptionnel.

2.3.2 Les moteurs du changement

L'identification des **moteurs de changement** est une méthode préalable pour définir les leviers d'action mobilisables en vue de favoriser l'insertion des légumineuses dans les exploitations agricoles. Les moteurs du changement sont les facteurs qui vont déclencher l'investissement des agriculteurs en faveur du changement. Ils peuvent en effet intervenir à différentes échelles :

- **A l'échelle de l'exploitation agricole**, ces moteurs peuvent être issus d'**évolution de l'orientation stratégique**, tels qu'un changement des valeurs ou de la représentation du métier d'agriculteur ou encore des objectifs et de stratégies de conduite de l'exploitation agricole. En effet, Xavier Coquil (2014) évoque la notion de **changement de paradigme technique**, illustrant le cas du passage à l'agriculture biologique.
- **A l'échelle du territoire**, Meynard et al. (2013) considèrent la **structuration des marchés et des filières** comme principal facteur d'impulsion du changement. De plus, les **réseaux sociaux** dans lesquels sont intégrées les exploitations agricoles insufflent des **dynamiques de changements collectives**, notamment via l'apprentissage par l'expérience.
- **A l'échelle des institutions publiques**, le **contexte règlementaire**, notamment la **PAC**, joue un rôle moteur vers le changement.

De plus, ces facteurs peuvent se combiner entre eux, facilitant ainsi le déclenchement du changement technique (exemple : volonté de diversifier son assolement via l'introduction d'une culture de légumineuse, parallèlement à l'émergence d'un nouveau débouché sur le territoire). Bien qu'impulsé par un moteur, la réalisation du changement dépend fortement des marges de manœuvre de l'agriculteur.

Nous chercherons donc à identifier les **moteurs** qui déclenchent le changement de pratiques en lien avec les légumineuses, correspondant à de potentiels leviers. Ils peuvent s'inscrire à différentes échelles : leviers techniques, leviers organisationnels, leviers règlementaires, etc. L'analyse des moteurs du changement requiert une bonne compréhension du fonctionnement de l'exploitation agricole ainsi que du contexte socioéconomique dans lequel elle évolue. Pour identifier les pratiques clés à l'insertion de légumineuses (ie. moteurs et nature du changement), nous mènerons une analyse comparative des trajectoires d'évolutions individuelles.

2.3.2 Les processus de changement

Les **processus de changement** de la conversion en AB a été analysé principalement par la sociologie, notamment l'analyse des motivations des agriculteurs via des approches typologiques (Bellon et Lamine, 2009). A l'inverse, les études agronomiques se consacrent souvent à des comparaisons d'effets de la conversion sur différents critères de performance (avant/après conversion) au détriment du processus du changement. Or, celui-ci doit être étudié par l'agronomie afin de comprendre le passage d'une phase de cohérence agronomique à une autre. Il doit être représenté de manière à retracer sur le « temps long » le changement selon une **dynamique interactive, systémique et multidimensionnelle** (quel changement principal ? quels changements sous-jacents et à quelles échelles ? Dimension sociale, technique du déroulement du changement ?), et ainsi doit mettre en évidence les articulations entre freins rencontrés, leviers d'action mobilisés et effets induits sur le système.

En vue de répondre à cet objectif, l'approche utilisée dans des travaux récents concerne la **chronologie des changements de pratiques**. Emilia Chantre (2011) identifie la **chronologie des changements de pratiques techniques** pour reconstituer la trajectoire d'évolution d'une exploitation. En effet, pour chaque agriculteur, elle a étudié la succession dans le temps des grands types de pratiques liées à la réduction des engrais azotés et des pesticides, changement technique qu'elle a mis en relation avec des faits marquants pour l'agriculteur. Elle s'investit au-delà, au travers des **processus et dynamiques d'apprentissage** et le lien qui les associe au changement technique sur le temps long³. En effet, Lamine et Bellon (2009) nous disent que les processus d'évolution ne concernent pas que les pratiques techniques et résultats économiques, mais prennent en considération l'organisation du travail, les apprentissages, l'appartenance à des réseaux sociaux, la construction d'un rapport au métier.

Nous nous baserons sur la chronologie de changement de pratiques en lien avec les légumineuses au vue de (i) retracer l'ensemble des changements en lien avec les légumineuses (ii) comprendre comment s'est déroulé le changement : entre deux phases agronomiques, nous pourrions appréhender le processus selon **une phase d'expérimentation et une phase d'évaluation du changement d'une pratique** (objet du changement) selon les **critères spécifiques** (indicateurs et objectifs) de l'agriculteur, déterminant leur adoption ou non. Il s'agit en effet du processus qui intervient souvent durant la période d'essai, avant que le système se stabilise pour y intégrer le changement. Ainsi, nous nous intéresserons à cette boucle expérimentation/ évaluation ainsi que les processus de décisions mis en œuvre pour comprendre finement comment s'est déroulé le changement sur l'objet spécifique, de son déclenchement (moteurs) à son adoption ou non dans le système.

3.1 La problématique

Au vu des différents éléments présentés précédemment, Cette étude visera donc à **analyser les trajectoires de changement de pratiques d'insertion de légumineuses dans les exploitations, afin d'identifier des voies de déverrouillage pour accompagner leur réinsertion dans les exploitations agricoles**. L'objectif est d'**explorer la diversité des situations de changement dans les EA pour identifier des scénarios d'évolution possibles et des voies d'accompagnement en fonction des exploitations**.

³ Comment le processus de changement technique crée-t-il de l'apprentissage ? Quelles ressources les agriculteurs mobilisent-ils et quel rôle joue t'elles dans les processus de changement ?

Les questions que l'on se pose sont les suivantes :

- Quelles ont été les **reconfigurations d'ordres techniques et stratégiques** mises en œuvre (ou envisagées) dans les exploitations en lien avec l'introduction d'une légumineuse ?
- Quelles ont été les **contraintes rencontrées et les leviers** (organisationnels, techniques, économiques) mobilisés au cours des différentes étapes? Quelles interactions avec leur **environnement sociotechnique** ?
- Quelles voies d'accompagnement envisager pour permettre une **réinsertion de la culture des légumineuses** à l'échelle de l'exploitation agricole ?

3.2 Les cadres conceptuels retenus

Pour analyser le changement dans les exploitations agricoles, nous retiendrons les concepts suivants :

- **La trajectoire d'évolution de l'exploitation** constitue un cadre intéressant pour représenter l'évolution de l'insertion de légumineuses dans les exploitations. Elle est constituée d'une succession de phases de cohérence agronomique, entre lesquelles s'articulent des phases de changement.
- **Le modèle d'action** (modèle de conduite d'une sole et du modèle de rotation et d'assolement) permet de rendre compte de la cohérence des pratiques et des choix des agriculteurs au sein des phases de cohérence et d'identifier les niveaux de décisions impactés par le changement.
- **Les changements** seront caractérisés par (i) **leur nature** (ie. les objets concernés et l'intensité du changement); (ii) **leurs moteurs** (ie. les raisons du changement pouvant être de différentes natures) (iii) **le processus de changement** qui permet de comprendre le déroulement du changement depuis son déclenchement jusqu'à son adoption, pour se stabiliser dans une phase de cohérence. Il rend ainsi compte des objectifs, des règles de décisions et des critères d'évaluation de l'agriculteur au cours de la phase d'expérimentation.

La figure 4 illustre l'articulation entre les différents concepts intervenant à des échelles spécifiques, que nous mobiliserons dans le cadre de notre étude. La figure 5 est une représentation du changement entre deux phases de cohérence agronomique dans la vie d'une exploitation agricole, et permet ainsi d'illustrer la façon dont s'articulent les différents concepts en présence d'un changement.

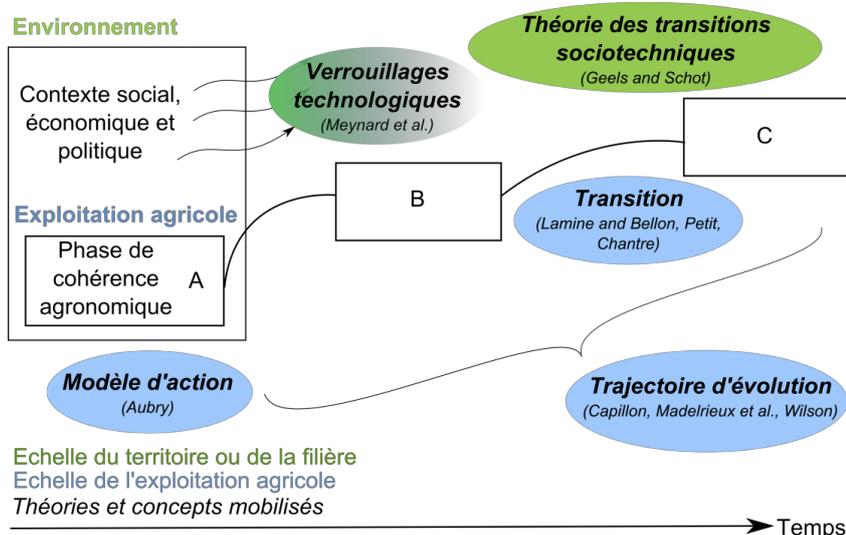


Figure 4: Les concepts utiles pour étudier le changement technique sur le long terme, à l'échelle individuelle (Revoyron, 2016)

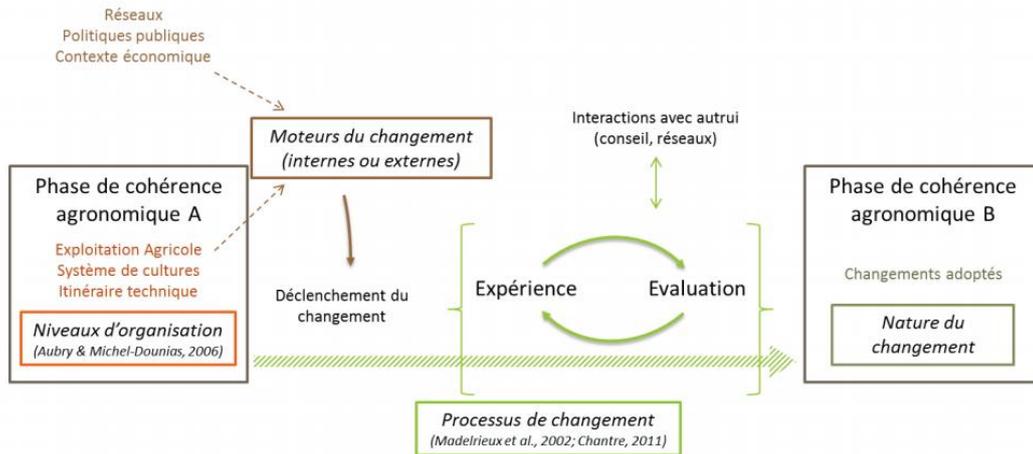


Figure 5: Représentation du changement à l'échelle de l'exploitation agricole (Revoiron, 2016)

3.3. Les hypothèses de travail

H1 : Il existe une diversité de trajectoires d'évolution des exploitations agricoles, qui contribue à expliquer la diversité actuelle des pratiques d'insertion des légumineuses dans les exploitations.

H2 : L'analyse des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles permet d'identifier les facteurs de déverrouillage pour l'insertion de légumineuses dans les exploitations agricoles.

H3 : Les freins et leviers à l'insertion des légumineuses relèvent de différents niveaux de décisions dans l'exploitation agricole (i) des itinéraires techniques mis en œuvre à l'échelle de la parcelle (ii) des assolements et successions de cultures à l'échelle de la sole, et (iii) des facteurs de production disponibles à l'échelle de l'exploitation agricole.

H4 : L'étude d'exploitations agricoles cultivant ou ayant cultivé des légumineuses permettra d'identifier des leviers d'action pour augmenter l'insertion des légumineuses dans d'autres exploitations agricoles du territoire.

Partie B: Matériel et méthode

Cette étude a été menée dans la région Pays de Loire, plus précisément autour de **Châteaubriant** (Cf. Partie A.1.1). L'étude s'intéresse principalement à la **luzerne**, la légumineuse la plus cultivée sur le territoire, ainsi qu'au **lupin**, à la **féverole** et au **pois** ou au méteil. La démarche générale adoptée pour conduire cette étude est présentée dans la figure 6, et s'appuie sur les enquêtes menées dans un échantillon d'exploitations agricoles.

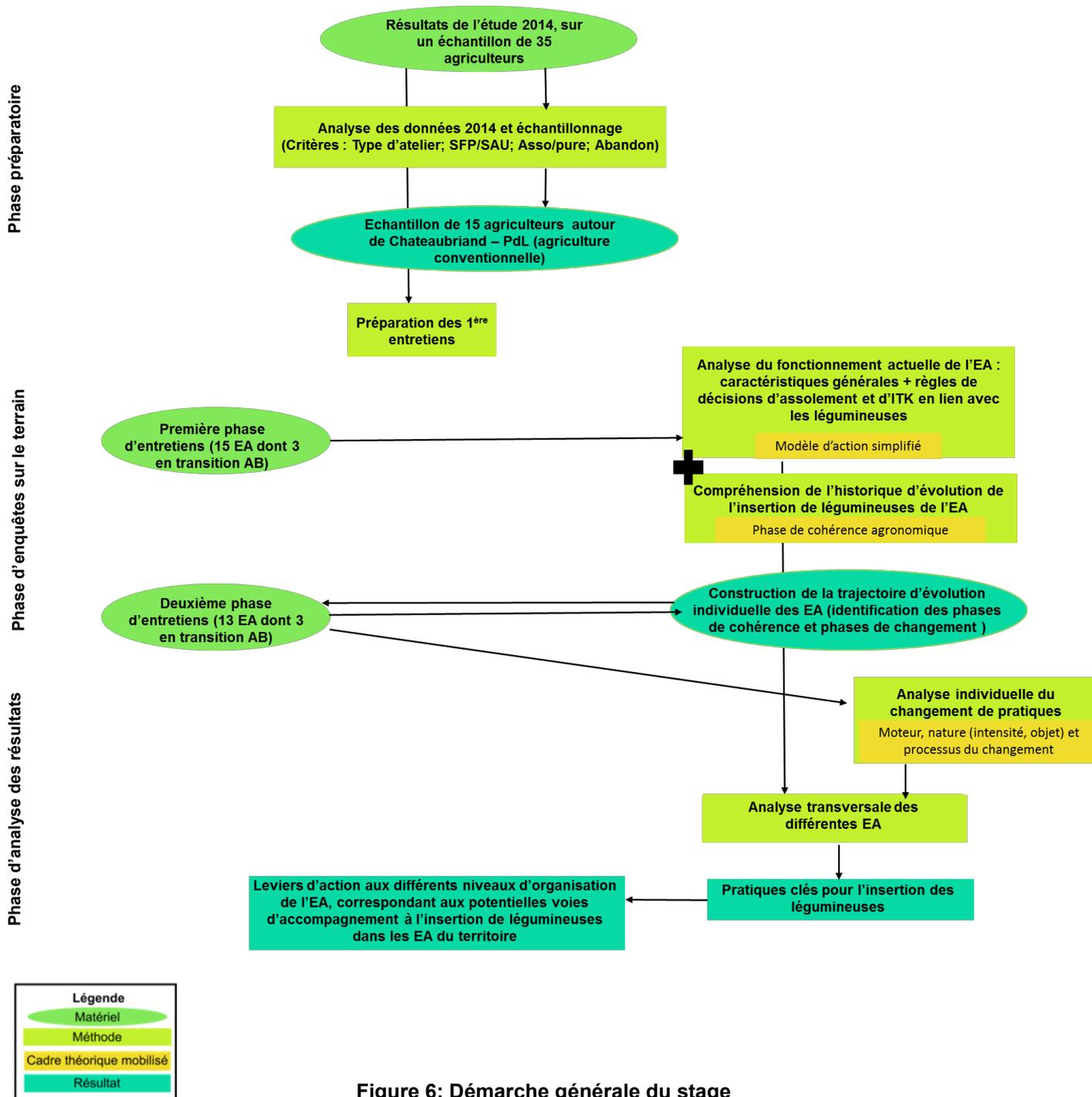


Figure 6: Démarche générale du stage

1. Choix des exploitations agricoles enquêtées

15 exploitations agricoles ont été sélectionnées parmi les 35 exploitations enquêtées autour de Châteaubriant dans le cadre de l'étude menée en 2014. Cet échantillon a été construit à partir des données disponibles de l'étude 2014 (résultats de l'analyse et caractéristiques des exploitations). L'objectif est de représenter la **diversité des situations rencontrées en termes de pratiques d'insertion de légumineuses**.

Ainsi, deux principaux critères ont été retenus :

- **Le type d'atelier animal** rencontré qui conditionne fortement le type de légumineuses cultivées, ainsi que le mode de valorisation. 90% des EA présentes sur le territoire étant des exploitations de polyculture élevage bovin, notre travail se focalise sur ce type d'EA. Par ailleurs, les pratiques d'insertion de légumineuses ne sont pas les mêmes (notamment choix des légumineuses cultivées) suivant s'il s'agit d'atelier bovin lait, viande ou mixte. Ainsi, nous choisissons de représenter, en moindre mesure l'atelier bovin viande et volailles (avec ou sans atelier bovin lait dominant).

- **Le rapport SFP/SAU** qui oriente fortement le choix des légumineuses cultivées : plus le rapport SFP/SAU est élevé moins les agriculteurs cultiveront de légumineuses destinées à la vente (Figure 7 de l'Annexe 3), celles-ci étant limitées par le foncier, les surfaces SCOP vont être utilisées prioritairement pour sécuriser les besoins en paille. Ainsi, les exploitations produisant des légumineuses destinées à l'autoconsommation (luzerne principalement) ont un ratio supérieur à 70%. A contrario, ce ratio est inférieur à 50% chez les exploitations ne produisant des légumineuses que pour la vente, notamment les protéagineux. Entre 50% et 70%, les exploitations valorisent leurs légumineuses en autoconsommation et vente.

Ainsi, **4 grandes tendances** (Figure 7) ont été mises en évidence dans l'étude 2014 : nous retiendrons des EA représentant chacune de ces tendances dans notre échantillon. De plus, certaines EA s'éloignent de ces tendances (« Exceptions »): celles-ci ont également été retenues dans l'échantillon pour comprendre comment les éleveurs sont parvenus à faire autrement que ceux qui s'inscrivent dans la moyenne.

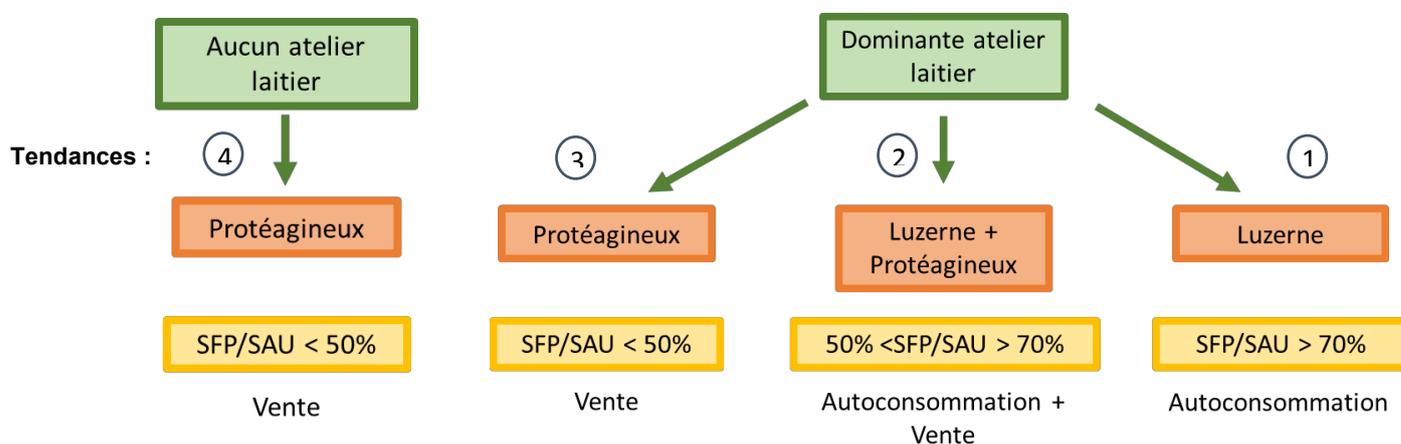


Figure 7: Résultats de l'étude 2014, avec l'identification de 4 tendances à partir des critères suivants : atelier animal, type de légumineuse cultivée, pourcentage de SFP/SAU, et mode de valorisation de la culture

Deux autres critères nous ont permis d'affiner la construction de notre échantillon :

- **Le mode d'insertion de cultures de légumineuses** (en pure ou en association) : pour une même légumineuse, les pratiques d'insertion sont variables et peuvent révéler de différentes stratégies.
- **Le nombre de légumineuses abandonnées au cours de la vie de l'exploitation** : Il permet de mettre en regard un maximum de situations de réussite et d'échec, l'abandon étant révélateur des freins rencontrés.

Au final, 15 exploitations ont été retenues, correspondant à notre échantillon théorique (Figure 8 de l'Annexe 3):

- 8 en polyculture élevage bovin lait
- 3 conduisant un atelier bovin viande en parallèle à celui du lait
- 3 conduisant une production annexe à l'atelier bovin lait, principalement les volailles
- 1 exploitation avicole

La prise de rendez-vous par téléphone auprès des agriculteurs préalablement sélectionnés pour le 1^{er} entretien, ainsi que la relance pour la passation du 2^{ème} entretien a fait évoluer la composition de l'échantillon théorique.

- L'exploitation spécialisée dans la production de volailles a refusé de participer à notre étude : l'étude s'est donc focalisée sur des exploitations en polyculture élevage bovine (bovin lait ou mixte, avec ou sans atelier volailles). D'autres refus ont nécessité de choisir de nouveaux agriculteurs, présentant, dans le meilleur des cas, des caractéristiques proches pouvant répondre à nos critères d'échantillonnage.
- 2 agriculteurs (O1 et E3) n'ont pas répondu pour participer à la deuxième phase d'enquêtes.

En conclusion, d'un échantillon théorique, on passe à un échantillon final de 13 agriculteurs, présenté en tableau 2: 3 agriculteurs en polyculture élevage bovin mixte (1 par tendance) et 10 en polyculture élevage bovin lait avec ou sans production annexe (2 pour la tendance 1, 3 pour la tendance 2 et 0 pour la tendance 3 et 5 « exceptions »). Les tendances ont donc pu être plus ou moins bien représentées en fonction des objectifs initiaux. **Notre étude se portera donc sur l'échantillon de 13 agriculteurs** (Tableau 2).

2. Méthodologie d'enquêtes

Chez chacun des 13 agriculteurs, deux **enquêtes semi-directives** ont été menées. En amont, une analyse des exploitations agricoles constituant notre échantillon a été réalisée à partir des données d'enquêtes issues de l'étude menée en 2014 permettant de recueillir des données sur le fonctionnement actuel de l'exploitation agricole et les pratiques d'insertion des légumineuses. Les enquêtes se sont ensuite déroulées en **deux passages principaux** faisant l'objet chacun d'un questionnaire différent (Annexes 4 et 5).

Le premier entretien vise à **construire les trajectoires individuelles** des exploitations agricoles. Pour cela, le guide d'enquête (Annexe 4) s'articule autour de deux parties :

- **Le fonctionnement actuel de l'EA** : caractéristiques de la situation actuelle de l'exploitation agricole ainsi que la compréhension des **règles de décisions** focalisées sur les légumineuses pour la constitution de l'**assolement /successions de culture** et la **conduite technique**.
- **L'historique d'évolution de l'exploitation**, et notamment l'articulation des faits marquants relatifs aux légumineuses, au long de sa vie.

Le second entretien vise à **analyser finement le processus de changement** pour l'insertion de légumineuses dans l'EA. Pour cela, l'entretien est mené en deux temps (Annexe 5) :

- Un premier temps visant à valider et compléter la représentation de la trajectoire d'évolution de l'exploitation issue du premier entretien.
- Puis un second temps visant à analyser finement **les changements de pratiques** en lien avec les légumineuses en identifiant les **objets** (nature et intensité), les **moteurs**, ainsi que le **processus de changement**.

Tableau 2: Echantillon final de l'étude

Type d'atelier	Catégorie	Codes EA	Effectif	SFP/SAU	Débouché	Association /en Pur	Abandon
Atelier laitier et viande	Tendance 1	E5	BL (130) + BV (35)	58%	Autoconsommation	Pure (Luzerne)	0
	Tendance 2	O8	BL (55) + BV(8)	75%	autoconsommation + vente	2 associations (protéagineux) + 1 pure (luzerne)	Pois et lupin pur
	Tendance 3	O5	BL(65) + BV(65)	55%	Vente	1 pure (lupin) en essai	0
Atelier laitier (avec ou sans autres)	Tendance 1	E4	BL(75) + 33 000 Volailles	> 70 %	autoconsommation	1 association de luzerne	luzerne pure
		N6	BL (130)	> 70 %	autoconsommation	1 pure (luzerne) + 1 méteil	0
	Tendance 2	N5	BL(80)	Entre 50 et 70%	autoconsommation + vente	3 pures (luzerne, pois et lupin) dont 1 essai	Lupin en association
		S2	BL(120)	50%	autoconsommation + vente	2 pures (Luzerne et féverole)	0
		S5	BL(70)	Entre 50 et 70%	autoconsommation + vente	2 pures (Lupin + luzerne)	Pois
	Exceptions	S3	BL (80)	Entre 50 et 70%	autoconsommation	4 pures (protéagineux + luzerne) dont lupin et pois depuis 30 ans	0
		S1	BL (45) + autres	>70%	Vente	1 association (lupin)	Luzerne et Féverole
		O7	BL(70)	18%	Autoconsommation + vente	2 pures (Féverole et luzerne porte graines) + 2 associations dont 1essai (lupin)	Lupin pur
		S7	BL (42)	53%	autoconsommation	Asso luzerne	Luzerne en pure
		S8	BL (100) + Volailles (16000)	Entre 50 et 70%	Autoconsommation	Association (Luzerne + fétuque) en essai	Pois (15/20 ans) et Lupin (10/12 ans), luzerne pure

Tous les entretiens ont été enregistrés et réécoutés pour pouvoir être retranscrits. Concernant le premier entretien, la retranscription de la situation actuelle de l'exploitation pris la forme d'une synthèse, suivie de tableaux pour renseigner de façon synthétique les données collectées (Annexe 6). D'autre part, l'historique de l'exploitation fut valorisé par une chronologie de l'ensemble des changements (structure de l'exploitation, assolements et pratiques en lien avec les légumineuses). Cette dernière fut à la fois informatisée sous Excel (Figure 9 de l'Annexe 6) mais également présentée sous format papier (Figure 10 de l'Annexe 6) pour pouvoir bénéficier d'un support plus interactif lors du second entretien. La retranscription du second entretien représente la trajectoire d'évolution de l'exploitation et renseigne en détail les processus de changement associés (Annexe 7).

3. Méthodologie d'analyse des résultats

3.1 Fonctionnement actuel de l'exploitation

Pour comprendre le fonctionnement actuel de l'exploitation agricole (Annexes 8 et 9), les **caractéristiques de l'exploitation** en termes de **ressources productives** (foncier, main d'œuvre, équipement), **d'environnement socio-technique et des productions** (animales et végétales) ont été décrites (Duru et al., 1988). Puis, pour comprendre les moteurs de l'agriculteur en termes d'insertion de légumineuses, différents éléments ont été précisés afin d'identifier comment l'agriculteur constitue ses systèmes de culture à base de légumineuses: **les assolements** (positionnement spatial des cultures), **les successions de cultures** à base de légumineuses, leur place dans l'exploitation agricole, ainsi que leur **conduite technique** (Cerf et Sebillotte, 1988 ; Aubry et Michel-Dounias, 2006). De plus, le **système d'élevage** ayant une influence sur les choix de l'agriculteur quant à l'espèce de légumineuse cultivée, nous avons cherché à d'obtenir les éléments principaux qui vont déterminer les règles de conduite du troupeau : gestion de la reproduction, constitution des lots pour l'alimentation et besoins annuels du troupeau. L'identification des besoins annuels pour chaque culture dont les légumineuses a permis de définir la taille minimale de la sole nécessaire pour chacune des cultures et donc de comprendre certains choix de l'agriculteur quant aux systèmes de culture à base de légumineuses, en lien avec ses objectifs.

3.2 Historique de l'exploitation

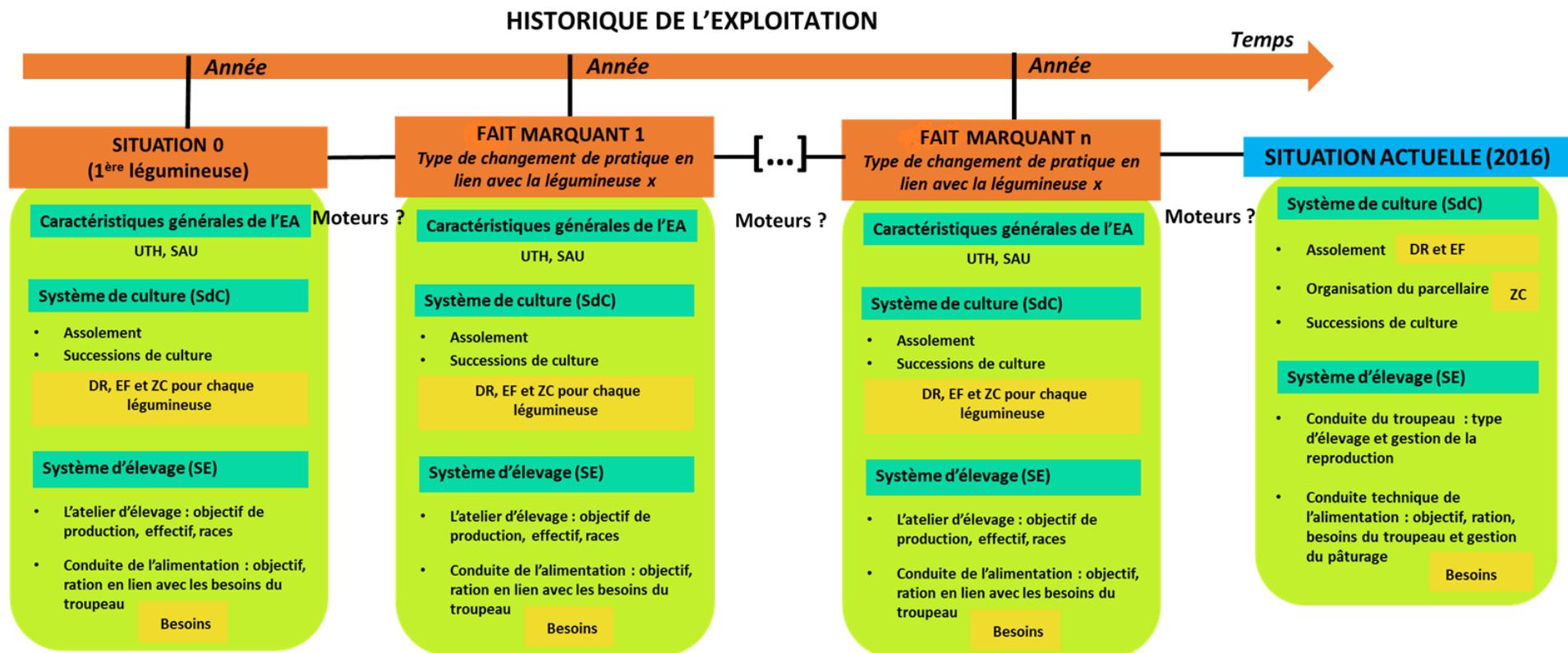
On a cherché à comprendre l'évolution du niveau d'insertion des légumineuses dans l'exploitation au cours du temps (culture, surface, rotations) ainsi que la façon dont cette évolution s'insère dans l'évolution globale de l'exploitation agricole.

Dans un premier temps, il s'agissait de se mettre d'accord sur le point 0 du début de l'histoire, soit le moment de l'insertion des légumineuses identifié par l'agriculteur. Le choix de l'année comme point de départ est propre à la situation de l'agriculteur, il peut correspondre à (i) l'installation de l'agriculteur (ii) au système des parents. Dans un second temps, à partir de cette situation, nous avons identifié dans l'ordre chronologique, tous **les changements de pratiques en lien avec les légumineuses** (surface, type de légumineuses, débouchés, ITK) ainsi que **les changements d'ordre structurels** (SAU, main d'œuvre, taille du troupeau) jusqu'à la situation actuelle de 2016. Pour chaque changement, nous avons identifié i) les raisons (événement marquant) (ii) les caractéristiques générales de l'exploitation (UTH, SAU) (iii) le système de culture (assolement, successions de culture ; conduite technique) (iv) le système d'élevage (cheptel, productivité/VL, alimentation). La figure 8 ci-dessous présente notre méthodologie générale conduite pour collecter les données de cette première phase.

d'entretiens, en lien avec les objectifs initiaux. **Cette chronologie** (Annexe 10) met donc en évidence **les évolutions du système famille-exploitation et les mécanismes d'adaptation à l'environnement de l'exploitation** (politique, économique, socio-technique).

Cette chronologie (Annexe 10) nous a servi à construire des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles (Annexe 11), soit d'identifier (i) des phases de cohérence où les règles de décisions agronomiques relatives aux légumineuses sont stables (ii) des phases de changements, déclenchées par des événements marquants. En effet, les phases de cohérence reposent sur **la logique d'assolement et de successions de cultures** pour rendre compte de la stratégie des agriculteurs. De plus, **des changements d'assolements et d'itinéraires techniques** peuvent intervenir soit au sein d'une phase de cohérence soit lors d'un changement de cohérence, se traduisant le plus souvent par des changements à différentes échelles. De même, les **changements structurels** de l'exploitation (main d'œuvre, SAU) sont des éléments du contexte interne qui peuvent changer la cohérence du système, et dans ce cas-là, constituer un moteur d'insertion de légumineuse.

Enfin, une analyse comparative des trajectoires d'évolution individuelles des exploitations agricoles nous a permis d'identifier les moteurs qui déclenchent le passage d'une phase de cohérence agronomique à une autre : **ces moteurs s'inscrivent aux échelles interne et externe de l'exploitation**. Finalement, des **pratiques clés** ont été identifiées à la suite d'une analyse des processus de changements (Annexe11): elles sont propres à chaque légumineuse et relèvent de différentes échelles.



DR= Délai Retour ; EF= Effet Précédent ; ZC = Zone Cultivable ; SE= Système d'Elevage ; SdC = Système de Culture ; UTH = Unité de Travail Humain ; SAU= Surface Agricole Utile

Figure 8: Schématisation de la méthodologie du guide d'entretien de la première phase d'enquête, avec les données à collecter.

Partie C : Résultats de l'étude

Les résultats développés ci-dessous seront présentés selon l'articulation suivante : le fonctionnement actuel des exploitations, puis leur historique. Dans un premier temps, nous avons classé les EA selon 4 stratégies d'insertion des légumineuses, identifiées à l'issue de l'analyse du fonctionnement actuel des exploitations. Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une analyse comparative des trajectoires d'évolution individuelles des EA d'un même profil. Cette approche nous a permis d'identifier les moteurs déclenchant le passage d'une phase de cohérence à une autre : ils relèvent du contexte interne ou externe à l'exploitation (modification du contexte politique ou économique, modification de la structure de l'exploitation ou moyens de production, problèmes rencontrés au niveau des systèmes de cultures, etc). Enfin, étant donné que certains changements ne remettent pas en cause la logique d'assolement au sein d'une phase de cohérence, notre analyse porta sur le détail des moteurs (introduction, maintien/abandon) et processus de changements associés aux évolutions de soles de chaque légumineuse étudiée. Dans une troisième partie, nous avons cherché à identifier les voies d'accompagnement vers une plus grande insertion de légumineuses : Comment une exploitation agricole peut-elle tendre vers un niveau d'insertion de légumineuses supérieur (phase de cohérence) ?

1. Fonctionnement actuel des EA et place des légumineuses : 4 stratégies d'insertion des légumineuses

Les 13 exploitations agricoles étudiées conduisent un système de polyculture élevage bovin lait (avec ou sans autre atelier animale). La conduite du troupeau oriente donc fortement les choix en termes d'assolement mis en œuvre dans l'exploitation agricole, et donc l'insertion des légumineuses.

Le maïs, les céréales à pailles et les prairies sont les cultures qui occupent la plus grande surface de ces systèmes pour répondre aux besoins du troupeau. En effet, la surface cultivée en céréales est également liée aux besoins en paille du troupeau, le grain étant le plus souvent revendu à l'extérieur. Ainsi, la principale culture de vente valorisée dans ce type de système est le blé. La part de SFP et SCOP varie fortement selon le type d'atelier d'élevage conduit par les exploitations agricoles (type, effectif, conduite extensive/intensive) et en fonction de la SAU. Pour faire face à la crise économique, notamment la baisse du prix du blé, les agriculteurs cherchent à augmenter la part des cultures de vente dans l'assolement ainsi qu'à diversifier leur culture de vente via des cultures à meilleure valorisation économique ou à faible coût de production. Cependant, certaines exploitations ont plus de marge de manœuvre pour diversifier leur assolement avec des cultures d'oléagineux ou protéagineux du fait des ressources en terres disponibles (S2 ; E5) et du type d'atelier d'élevage (S7).

Concernant la conduite de l'atelier laitier, la tendance est à l'augmentation de la production laitière pour faire face à la crise du lait actuelle : réduire les coûts de production tout en augmentant le revenu. Pour cela, deux stratégies sont adoptées : (i) suite à l'arrêt des quotas laitiers en 2015, ils cherchent à augmenter leurs droits à produire (taux d'augmentation attribué par la laiterie), qu'ils assurent via une intensification de la production laitière (augmentation de l'objectif de production par vache laitière), pouvant être associé ou non à une réduction de l'effectif (ii) ou encore par le biais de l'agrandissement des exploitations agricoles et donc de la taille du cheptel, permis le plus souvent par l'installation d'un nouvel associé. De plus, les agriculteurs parviennent à intensifier la production laitière par le biais de deux stratégies : (i) l'acquisition d'une meilleure technicité dans l'élaboration de la ration, notamment dans le choix de la qualité du fourrage ou choix des cultures (ii) ou encore le recours à des technologies (mélangeuse, robot) pour augmenter l'efficacité de la ration et répondre au plus près des besoins individuels du troupeau laitier, permettant dans les deux cas d'optimiser les charges en alimentation.

L'analyse du fonctionnement actuel des exploitations agricoles (Annexes 8 et 9 ; Tableau 3) a permis d'identifier **4 profils d'EA sur la base des objectifs des agriculteurs en lien avec le niveau d'insertion des légumineuses**. Ce dernier correspond au pourcentage de légumineuses dans le système, les espèces de légumineuses cultivées et le nombre, les modes de valorisation et le niveau d'intégration des légumineuses dans les rotations.

- Le premier (**profil A**) correspond à des EA qui orientent leur système vers une conduite biologique : aucune différence n'est observée avec les systèmes conventionnels en termes de conduite technique du troupeau à ce stade de la conversion (1^{er} et 3^{ème} année), notamment l'objectif de production par vache laitière.
- Le second (**profil B**) regroupe des EA étant dans une dynamique de diversification de l'assolement pour améliorer la fertilité du sol et de recherche d'une autonomie globale de leur système (alimentaire ; intrants) pour s'affranchir de la dépendance vis-à-vis de l'extérieur.
- Le troisième (**profil C**) correspond à des EA visant une amélioration de la performance du blé par la diversification de leur sole céréalière avec un protéagineux, leur permettant d'optimiser leur système, via l'amélioration des productions végétales ou la réduction des intrants azotés à l'échelle de la rotation.
- Le quatrième (**profil D**) concerne des EA ayant fait le choix d'intégrer de la luzerne dans leur assolement, pour améliorer l'état sanitaire du troupeau.

Pour chaque profil, les successions de culture seront présentées de la façon suivante :

a/b = culture b suit culture a

a/(b)/c = culture b facultative

axb/c = association a et b suivi de c

1.1 Profil A : Les EA en transition biologique (O8 ; N6 ; S1)

Trois EA s'inscrivent dans une dynamique de transition en AB :

- O8 est en troisième année de conversion biologique, déclenchée suite à un problème de santé lié à l'utilisation de produits phytosanitaires.

- N6 et S1 ont choisi en 2016 d'orienter leur système vers une conduite biologique pour faire face à la crise du lait.

Ces EA sont de surface variable (90 à 200ha) avec une part de légumineuses allant de 43% à 87% de la SAU et un rapport SFP/SAU allant de 47% à 79%. Cet écart est fortement lié au stade de conversion. En effet, la conversion vers un système biologique se fait progressivement et s'appuie sur une augmentation de la part des légumineuses dans l'assolement avec un objectif d'autonomie protéique ainsi qu'une augmentation de la part de surfaces dédiées à la production de fourrage. L'objectif étant de maximiser le rendement du lait à l'herbe via une augmentation de la part d'EH en défaveur d'EM dans la ration et l'allongement de la durée du pâturage, Ainsi, O8, en 3^{ème} année de conversion se caractérise par une proportion de légumineuses (82,3%) ainsi qu'une surface fourragère (79%) plus élevées que les deux EA en 1^{ère} année de conversion (SFP/SAU : 47% N6 et 66,7% S1 ; %L : 47% N6 et 43% S1). A terme, ces 2 agriculteurs visent une surface en légumineuses de 80% de la SAU et une augmentation du rapport SFP/SAU. Ces 3 EA cultivent des légumineuses graines (destinées à la vente ou à l'autoconsommation), avec ou sans légumineuses fourragères.

En ce qui concerne la luzerne : O8 et N6 cultivent respectivement 7 et 10% de leur surface en luzerne fourragère pour l'alimentation animale à la fois pour son apport protéique et selon eux, pour son effet positif sur l'état sanitaire du troupeau (réduction des risques d'acidose ou problèmes métaboliques). S1 a abandonné la luzerne qui, selon lui, est une culture chronophage (notamment, les travaux de récolte) et qui peut être substituée par des prairies multi-espèces intégrant des légumineuses « *je n'en ai pas besoin en conduite biologique, je vais baisser ma quantité de maïs dans la ration à 1/3 et augmenter la proportion d'herbe à 2/3, avec un complément en foin de fétuque,*

le taux de cellulose global sera donc plus élevé, entraînant le développement de la flore cellulosique et donc de faibles risques d'acidoses ! »

Pour les autres légumineuses, le choix des espèces ainsi que leur mode de valorisation sont très liés au stade de conversion. O8 cultive 16 % (19 ha) de Pois x triticales, destiné exclusivement à l'autoconsommation pour se rapprocher de l'autonomie protéique. Le choix de la conduite en association vise à limiter le développement des adventices, avec une possibilité de valoriser le triticales en concentré. N6 et S1 cultivent des légumineuses à graines destinées à la vente sur 10% de leur surface : l'une conduite en association (Lupin x Céréales pour S1) pour limiter les problèmes d'enherbement connus sur le lupin (absence de produits homologués en rattrapage contre dicotylédones) et l'autre en pure (Pois semence pour N6). Cependant, pour ces deux EA, le choix des espèces est temporaire. En effet, la transition biologique suppose de faire consommer par le troupeau l'ensemble des stocks produits en système conventionnel avant la troisième année (début de la conduite biologique du troupeau). Ces agriculteurs ont donc fait le choix de cultiver des légumineuses destinées à la vente (Lupin, pois semence) pour amortir financièrement la période de transition. Ainsi, N6 valorise la surface initialement destinée au méteil, par une culture de vente à bon débouché (pois semence conduit en conventionnel) pour se constituer une trésorerie. Par la suite, ces deux agriculteurs souhaitent intégrer des protéagineux pour répondre aux objectifs d'autonomie protéique en agriculture biologique. Ils envisagent de cultiver deux espèces de légumineuses en association avec des céréales (S1 : 5 ha féverole x triticales et 5 ha de lupin x triticales ; N6 : Féverole x triticales et Pois x triticales) pour répartir les risques liés à l'absence de maîtrise d'une conduite biologique et assurer une certaine sécurité. Les protéagineux seront autoconsommés au terme de la conversion et les agriculteurs souhaitent avoir recours à une transformation spécifique (extrusion ou toastage) pour valoriser au maximum le potentiel protéique du produit, au vue de se rapprocher de l'autonomie protéique.

Dans ces EA en transition, l'assolement s'organise autour de 3 grands-types de successions ;

- (1) Des successions longues intégrant des prairies
 - i) Prairies pâturées (RGA+TB ; 5 ans)/Maïs/Pois x triticales (O8) ou Prairies pâturées (RGA+TB ; 5 ans)/Maïs/(Blé) (N6 et S1) à proximité des bâtiments d'élevage. N6 et S1 vont progressivement remplacer le blé par une association céréales x légumineuses.
 - ii) Prairie de fauche (RGH+TV ; 2/3 ans)/ maïs/pois x triticales/maïs/pois x triticales (O8) ou Prairie de fauche (2/3 ans)/maïs/blé (N6 et S1) sur les parcelles éloignées
- (2) Des rotations plus courtes à base de Maïs et blé (à l'origine Maïs/Blé/Dérobé RGI) dans laquelle les agriculteurs ont intégré une légumineuse en tête de rotation : Protéagineux/Blé/Maïs/Blé
- (3) La Luzerne est cultivée préférentiellement sur des terres saines, drainées et à bon pH pour maximiser son rendement. Elle est cultivée sur 5 ans, suivie exclusivement d'un blé (N6) ou d'une céréale associée à un protéagineux.

En effet, au terme de leur conversion, N6 et S1 souhaitent s'orienter vers des successions qui reposeront exclusivement sur le renouvellement des prairies et intégrant des céréales en association avec un protéagineux : Prairie/Maïs/Triticales x Féverole ou Triticales x Pois ; Prairie/Maïs/Blé x Lupin

Tableau 3: Caractéristiques du fonctionnement actuel des EA

EA	Caractéristiques générales				Légumineuses						Production animale	
	Type d'agriculture	SAU (ha)	UTH	%SFP/SAU	%L	%LG / protéagineux	Espèces et débouché	%LF	Espèces et débouché	%P(T)	Atelier d'élevage	Production de lait (L) / vache
N6	Trans. AB (1A)	200	4	47	47	10	Pois semence Vente	7,5	Luzerne et méteil Autoc	29,5	130 BL ; BV	8000
O8	Trans. AB (3A)	113	2	83,2	82,7	16,8	Pois x triticales Autoc	9,3	Luzerne - Autoc	56,6	55 BL ; 8 BV	9800
S1	Trans. AB (1A)	90	2	58,9	43,3	10	Lupin x graminées Vente	0		33	47 BL ; 4400 à 5200 V	9500
O7	C - TCS/SD	215	2	17,7	29	17,6	Féverole - autoc Luzerne porte graine Petit pois semence Vente	0		11,6	70 BL (45 en prod)	1100
S3	C - TCS/SD	163	3		48,2	10,7	Féverole - autoc	9,8	Luzerne x trèfle méteil Autoc	27,6	80 BL ; 1100 V	9000
S2	C- TCS	290	4,5		35,2	10,7	Féverole - Vente	1,7	Luzerne - Autoc	22,8	120 BL	10500
O5	C	153	2	59,5	52,6	0	Fin 2016 : pois - vente	0		52,6	68 BL ; 70 BV	9000
S5	C	120	3	54,6	35	10	Lupin - Vente	3,8	Luzerne - Autoc	21,7	70 BL	10280
N5	C	150	2	62	34,7	4,7	Lupin -Vente	4	Luzerne - Autoc	26	90 BL	9200
S8	C	151	4	69,5	38,9	0		3,9	Luzerne x (fêtuque ou lotier) Autoc	35	110 BL ; 60 BV ; V	8500
S7	C	168	3	56,5	38,7	0		3	Luzerne x trèfle - Autoc	35,7	47 BL	9600
E4	C - TCS/SD	105	2	89,4	49,5	0		10,5	Luzerne x trèfle méteil Autoc	39	70 BL ; 264 000 V	10 200
E5	C	285	5	59	27,7	0		3,2	Luzerne - Autoc	24,6	130 BL ; 30 à 40 BV	9000

C= Agriculture conventionnelle ; SD= Semis directe ; BL = Bovins lait ; BV= Bovins viande ; V= Volailles ; P(T) = prairie avec du trèfle ; L= Légumineuses ; LF= légumineuse fourragère ; LG = légumineuse à graines ; Autoc = culture d'autoconsommation

1.2 Profil B : Les EA conventionnelles, dont l'objectif est l'amélioration de la qualité de leur sol (O7 ; S3)

Les deux EA de ce groupe présentent des caractéristiques très différentes en termes de ressources productives et objectifs de production. Cependant, O7 et S3 cherchent à se rapprocher au plus près de l'autonomie (fourragère et protéique) via la diversification de leur système en introduisant différentes légumineuses. Leur assolement se compose respectivement de 29% et 48% de légumineuses avec une diversité d'espèces (minimum 3-4 espèces).

En ce qui concerne les protéagineux, ces EA ont des stratégies bien différenciées. Ils cultivent entre 11% et 17% de protéagineux, valorisés exclusivement en autoconsommation par S3 (Féverole pour alimentation animale) contrairement à O7 qui, d'une part, diversifie ses débouchés de vente (Luzerne porte graine à semencier, petits pois semences à Terrena) et d'autre part, destine la féverole pour le bon fonctionnement de son EA (production de semence pour ses couverts végétaux et pour alimentation animale). Bien que ces deux EA intègrent de la féverole dans la ration, ils se différencient par leur niveau d'autonomie protéique, qui se justifie notamment par des stratégies de conduite du troupeau différentes : O7 consomme un niveau élevé de correcteur azoté issu du commerce pour maintenir son troupeau à un niveau de productivité élevé (11000L/VL) ; S3 assure une productivité de 9000 L/VL et souhaite intégrer dans la ration un maximum d'aliment directement produit sur l'exploitation afin de valoriser son lait en vente directe.

Concernant les légumineuses fourragères, seul S3 cultive 10% de luzerne et de méteil afin de se rapprocher de l'autonomie protéique et de constituer une ration plus équilibrée (Méteil remplace une partie du maïs, car « *trop énergétique* »). O7 valorise deux coupes en fourrage de sa luzerne porte graine « *la luzerne est mal valorisée dans la ration des vaches laitières, qui est déjà bien trop riche : mon EH tendre et jeune est aussi voire meilleur que la luzerne en terme de valeur nutritive. Je la donne donc à mes génisses* ».

Par ailleurs, ces EA se caractérisent par une volonté forte d'améliorer la qualité de leur sol en vue d'optimiser la marge nette des productions végétales: ils cherchent à ce que l'ensemble de leurs terres puissent bénéficier des services agronomiques rendus par les légumineuses (restructuration et apport azoté) et y voient un moyen de tendre vers une conduite technique simplifiée du système (TCS et semis directe) tout en maîtrisant les bioagresseurs. Ainsi, ils systématisent les cultures intermédiaires à base de légumineuses et développent les cultures associées : la féverole en plante compagne au colza ou implantée en semis directe dans la moutarde (O7) ou semis directe du blé sous couvert permanent de luzerne (S3). Pour l'avenir, ces deux EA ont pour objectif d'orienter l'ensemble de leur système en semis directe en faveur d'une économie d'intrants. Ils reconnaissent au jour d'aujourd'hui l'intérêt agronomique de la culture de féverole, comme supérieur à ceux des autres protéagineux: sa résistance aux conditions pédoclimatiques, propice à valoriser les terres de moins bonne qualité et à planter en semis directe. Ainsi, S3 couvre aujourd'hui son objectif d'allocation de surface en protéagineux (20/25 ha) exclusivement par la féverole (contre 3 espèces en 2015 : lupin, féverole et pois) tandis qu'O7 souhaite augmenter sa surface en féverole de 6% en 2017, gagnée suite à l'arrêt du petits pois (« *il n'est pas adapté au semis directe, il a besoin d'un travail du sol préliminaire à son implantation !* »). Pour conclure, ces deux EA s'accordent à dire qu'il s'agit d'une plante « *polyvalente et simple à conduire* ».

Dans ces EA, les successions intégrant les légumineuses sont de deux types :

- (1) Des successions longues intégrant des prairies (S3) : Prairie (5ans)/Maïs/Protéagineux (féverole d'hiver)/céréale sur l'ensemble de ces parcelles afin de tendre vers une simplification de son système (une rotation pour l'ensemble de ces blocs) et

d'améliorer la fertilité de son sol par une rotation lente. Quant à la luzerne, elle est maintenue 5 à 6 ans et suivie d'un blé afin de valoriser l'effet précédent de la légumineuse sur une culture de vente. Il lui alloue des parcelles de bonne qualité pour pouvoir sécuriser son rendement en blé et maïs, qu'il conduit sous couvert permanent de luzerne.

- (2) Des rotations plus courtes à base de blé et de maïs mais diversifiées par d'autres cultures de printemps ou protéagineux (O7): Maïs ou Tournesol/ blé/ colza ou orge ou petit pois ou féverole ou luzerne, et dans l'objectif d'une conduite en semis direct, MG/féverole/Céréale en plus. Il place un maïs après la légumineuse afin de réduire la proportion de sol nu dans son système et raisonne ses bénéfices agronomiques sur l'ensemble de la rotation dans le temps long.

1.3 Profil C : Les EA, en recherche de diversification de leur assolement (N5 ; E5 ; S2 ; S5 ; O5)

Ce groupe se caractérise par un intérêt économique fort pour la diversification de leur système, en vue de sécuriser leurs rendements en céréales ainsi que de réduire leur coût de production à l'échelle de la rotation. Pour ce type d'objectif, 4 d'entre eux cultivent préférentiellement des protéagineux (N5 ; S2 ; S5 ; O5) et un agriculteur cultive de la luzerne (E5). De plus, ils cultivent pour la majorité une légumineuse fourragère dans un objectif d'« améliorer l'état sanitaire des vaches » et/ou de réduire les charges en protéines importées.

Concernant les légumineuses à graines, N5, S2 et S5 en cultivent sur une surface inférieure à 10% de leur SAU. Elles sont destinées à la vente. Bien qu'O5 n'en cultive pas actuellement, nous l'avons intégré dans ce groupe puisqu'il recherche une nouvelle tête d'assolement suite à l'échec du lupin, pour couper le cycle du brôme sur sa sole céréalière (fin 2016 : perspective d'introduire du pois sur 6% de sa surface). Pour ces agriculteurs, l'insertion d'une légumineuse en tête d'assolement leur permet de (i) Couper les cycles des bioagresseurs du blé, (ii) Supprimer la fertilisation azotée sur la légumineuse (iii) Bénéficier de son effet précédent sur le blé, valorisé de différentes manières :

- Absence de réduction de la fertilisation azotée, impliquant une augmentation du stock azoté dans le sol et donc une maximisation du rendement du blé (17qx supplémentaires) : S5
- Réduction de la fertilisation azotée sur le suivant : N5 (sans augmentation du rendement du blé) ; S2 (suppression d'un passage d'intrants azotés, -30 à 40 unités, avec une augmentation du rendement du blé évaluée à 10/13 quintaux/ha supplémentaires)
- Prise en compte du service de restructuration du sol de la légumineuse dans la conduite technique du système : S2, avec le passage en TCS

Au-delà de son intérêt dans la diversification du système, le choix de l'espèce de légumineuse reflète un intérêt économique fort, dépendant directement :

- (i) du débouché (bonne valorisation économique du lupin : N5, S5) ou d'intérêts annexes au débouché (accès à un mélange en alimentation animale, pour lequel la vente de la féverole est déduit du prix d'achat de ce mélange : S2)
- (ii) des objectifs de l'agriculteur en terme de réduction des coûts de production : simplification de la conduite technique du système, associée à une réduction de la charge de travail et du coût de production, notamment le coût de mécanisation et de lutte chimique (N5 ; S5 ; S2)
- (iii) des contraintes internes de l'exploitation. Par exemple, O5 recherche une légumineuse qui puisse valoriser ces terres drainées, où le colza est exclu.

De plus, en fonction de l'espèce de légumineuse et de la posture de l'agriculteur face à la prise de risque économique, ils mettent en avant diverses stratégies d'allocation des parcelles selon leur potentiel agronomique: N5 l'implante sur des terres à faible potentiel cultural pour, en cas de mauvais rendements, éviter toute déception susceptible d'entraîner l'abandon de la culture tandis que S5 le valorisent sur des terres, qui fonctionnent bien, pour garantir de bons rendements.

Concernant les légumineuses fourragères, S5, N5, S2 et E5 cultivent entre 2 et 4% de luzerne fourragère depuis 2010, pour l'alimentation du troupeau. O5 aimerait en cultiver, mais selon lui, ces terres ne sont pas suffisamment « *séchantes* » pour répondre aux exigences de cette culture. Parmi ces 4 agriculteurs, 3 d'entre eux reconnaissent ses propriétés nutritives, leur permettant d'améliorer l'état de santé des vaches. Ces derniers la valorisent sur des terres non drainées, de moyenne qualité (« *pour éviter de boucher les drains* »). Bien qu'initialement introduite pour l'alimentation des vaches laitières, E5 reconnaît aujourd'hui maintenir cette culture pour ses propriétés agronomiques plus que pour son intérêt en alimentation animale : « *elle a un effet précédent exceptionnel, ce qui me permet de faire des économies !* ». Il alloue à la luzerne des parcelles à haut potentiel agronomique (terres drainées, saines, profondes, à bon ph) « *sur une parcelle qui crache* » et l'inclut en tête de succession d'un grand bloc de culture. En effet, E5 ne cultive aucun protéagineux mais considère sa luzerne sur les mêmes critères d'adoption que les agriculteurs N5, S5, O5, S2 vis-à-vis de leur protéagineux: son intérêt économique fort pour la diversification de sa sole céréalière (sécuriser ses rendements et réduire ses coûts de production).

Dans ces EA, nous distinguons 5 grands types de succession :

- (1) Des successions longues intégrant des prairies : Pâtures (TB) 5 ans/Mais et Prairies de fauche (3 ans)/Mais/Blé
- (2) Des successions longues intégrant des légumineuses en tête d'assolement : Féverole/Blé/Colza/(Tournesol)/Blé/Mais/Blé (S2) ; Luzerne/Blé/Orge/Colza/Blé/Orge (E5)
- (3) Des rotations plus courtes à base de Maïs et blé : (Dérobés)/Mais/Blé
- (4) Des rotations intermédiaires avec un protéagineux ou un oléagineux en tête d'assolement : Protéagineux (lupin) /Blé/Mais/Blé (N5 ; S5) ; Colza/Blé/Orge (O5)
- (5) La luzerne est exclusivement suivie d'un blé : Luzerne (5ans) /Blé (N5 ; S5 ; S2)

Ces exploitations présentent un niveau de diversification de leur assolement différent, expliqué par la taille de l'exploitation et par le ratio SFP/SAU. Avec une SAU élevée (290 ha) et un ratio SFP/SAU bas (ie. SFP/SAU < 35%), E5 et S2 présentent une plus grande marge de manœuvre pour diversifier leur système avec des cultures de vente, tout en étant autonome en fourrage (blé, maïs, prairies) pour répondre aux besoins du troupeau.

1.4 Profil D : Les EA en recherche d'une amélioration de l'état du troupeau (S8 ; S7 ; E4)

Les EA du groupe D cultivent seulement des légumineuses fourragères dans leur système de production. En effet, ils cultivent de la luzerne fourragère entre 3% et 9 % de la surface, pour ses propriétés en alimentation animale et plus particulièrement en santé animale. Ce même objectif est commun à l'ensemble des agriculteurs cultivant de la luzerne (groupe B et C), lui allouant souvent la surface nécessaire pour répondre aux besoins du troupeau. Bien qu'ils utilisent la luzerne pour maintenir le troupeau en bon état, les trois agriculteurs de ce groupe présentent des stratégies types, que l'on retrouve chez d'autres individus, et pouvant être cumulées :

- (i) Apport de fibre via la production de foin de luzerne pour rééquilibrer une ration à base de maïs, et réduire les risques d'acidoses ou problèmes métaboliques du

troupeau, souvent caractéristiques d'une conduite intensive du troupeau (O8) : la production de foin de luzerne représente souvent un idéal mais les conditions climatiques de la région hors période estivale (peu séchantes) rendent la production de foin très difficile, liée à la problématique de conservation (perte de feuille au séchage). Ainsi, les agriculteurs sont amenés à tester différents mode de conservation, avant d'adopter ceux ou celui qui répond au plus près de leurs attentes (critères d'évaluation).

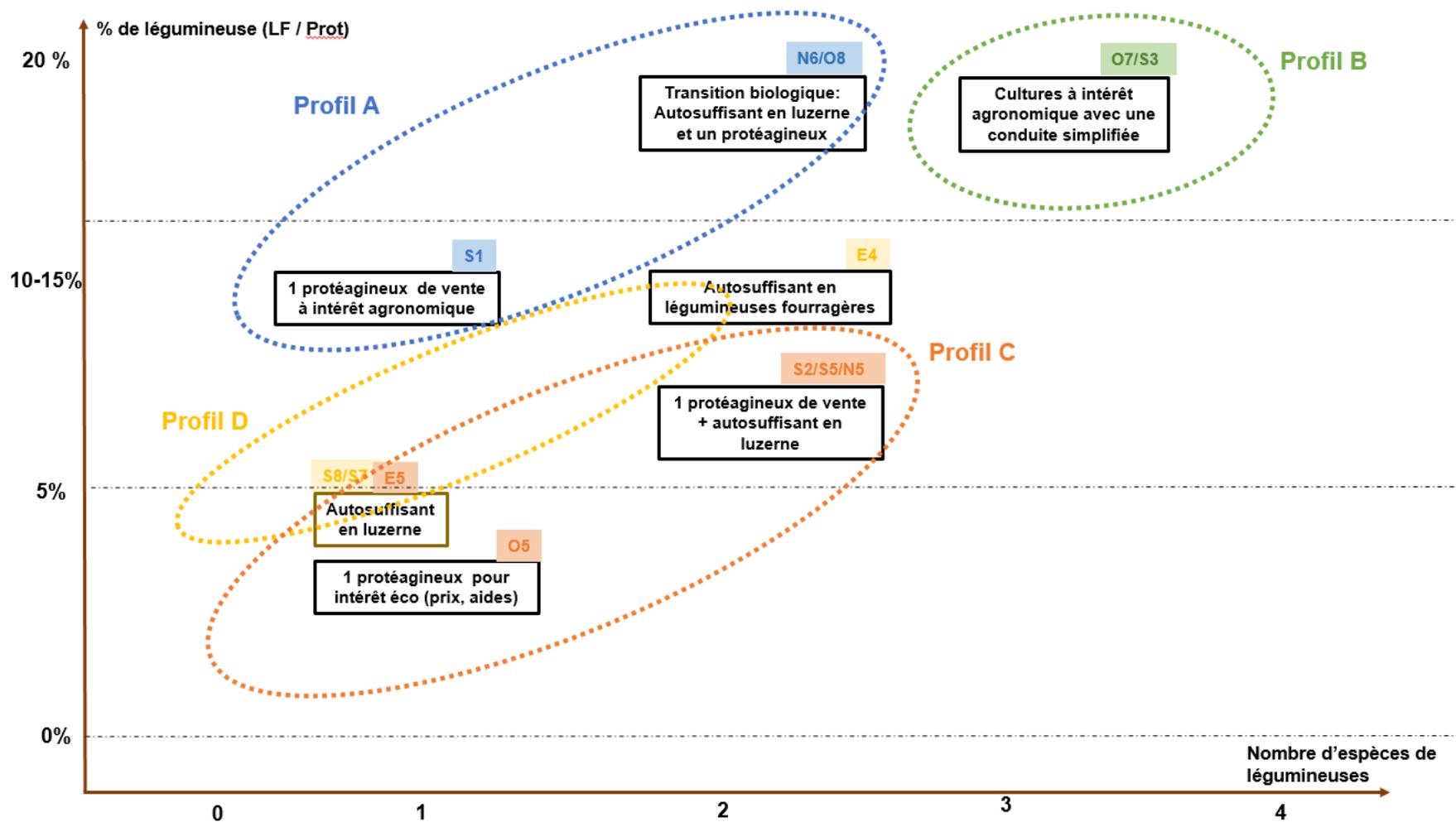
- (ii) Réduction du correcteur azoté dans la ration tout en améliorant la productivité par vache et la qualité du lait (S7) : A noter que la réduction du correcteur azoté est souvent peu significative, et donc présentée comme un critère secondaire. En effet, beaucoup d'agriculteurs considèrent la luzerne comme un complément de la ration, la quantité d'apport reflète donc le niveau de réduction du correcteur azoté (Idem pour la productivité laitière). Cependant, dans certaines stratégies comme pour S7, la réduction des protéines importées est un argument clé (jusqu'à 30%).
- (iii) Optimisation de la surface de l'EA (réduction de la surface autoconsommée pour augmenter celle des cultures de vente) en introduisant des cultures à haute productivité/ha et à haute valeur nutritive (E4) : Cet argument est avancé dans des systèmes où les marges de manoeuvre sont faibles (SAU limitée et forte proportion des cultures autoconsommées). En plus de la luzerne, il cultive du méteil (sous couvert permanent de luzerne et en pur) sur 14% de sa surface, considéré également comme « plus productif que des simples prairies, j'ai 14t de MS/ha au lieu de 6t ! ». De plus, il remplace l'ensilage d'herbe par l'ensilage de méteil dans la ration, au vue d'augmenter la productivité laitière (meilleure UFL et réduction UEL) et atteindre un niveau de 10200 L/VL.

Elle n'est pas intégrée dans une succession culturale type, mais est placée entre deux céréales, principalement le blé en culture suivante pour valoriser son effet précédent sur une culture de vente.

En conclusion, la figure 9 présente de manière simplifiée la place de la légumineuse dans le système de production des EA, selon le nombre d'espèces cultivées (axe horizontal) et la part de la surface allouée aux légumineuses fourragères et protéagineux (axe vertical). Ainsi, certains profils se démarquent bien :

- **Profil A** : Les EA sont en transition vers un système biologique et présentent autour de **20% de légumineuses (1 protéagineux et luzerne)**. Le stade de conversion des systèmes (1^{ère} et 3^{ème} année) rend les pratiques relatives aux légumineuses encore très différentes.
- **Profil B** : Les EA cultivent **20% de protéagineux et/ou de légumineuses fourragères**. La féverole possède une place stratégique dans l'assolement : en améliorant la fertilité du sol, elle représente un levier pour tendre vers un système conduit en semis direct. Cependant, ces EA se différencient sur leur niveau d'autonomie alimentaire (mode de valorisation), fortement lié à des objectifs de productivité laitière distincts.
- **Profil C** : Les EA cultivent **10 à 15% de légumineuses**, dont une **luzerne** pour se rapprocher de l'autonomie protéique et un **protéagineux** pour diversifier sa sole céréalière.
- **Profil D** : Les EA cultivent **5% de luzerne fourragère** pour « *maintenir le troupeau en bon état de santé* ».

De plus, **pour certaines EA d'un même profil en situation actuelle ie. Même objectifs stratégiques à l'égard de la légumineuse, on retrouve un pourcentage et un type de légumineuse différents** : E5 et O5 avec le reste des EA du profil C ; E4 avec le reste des EA du profil D ; S1 avec le reste des EA du Profil A ; O7 et S3 du profil B. Ainsi, ceci contribue à expliquer **la diversité actuelle des pratiques d'insertion de légumineuses dans les exploitations**.



Légende :



Place de la légumineuse dans le fonctionnement actuel de l'EA (fonction du pourcentage et nombre d'espèces cultivées)



Type de profil d'insertion de légumineuses:

- Bleu : Profil A
- Vert : Profil B
- Orange : Profil D

S1

EA concernée

Figure 9: Place de la légumineuse dans les EA pour chaque profil, fonction du pourcentage et du nombre d'espèces cultivées

2. Analyse historique des EA : Trajectoires d'évolution de l'insertion des légumineuses dans les EA et intensité du changement

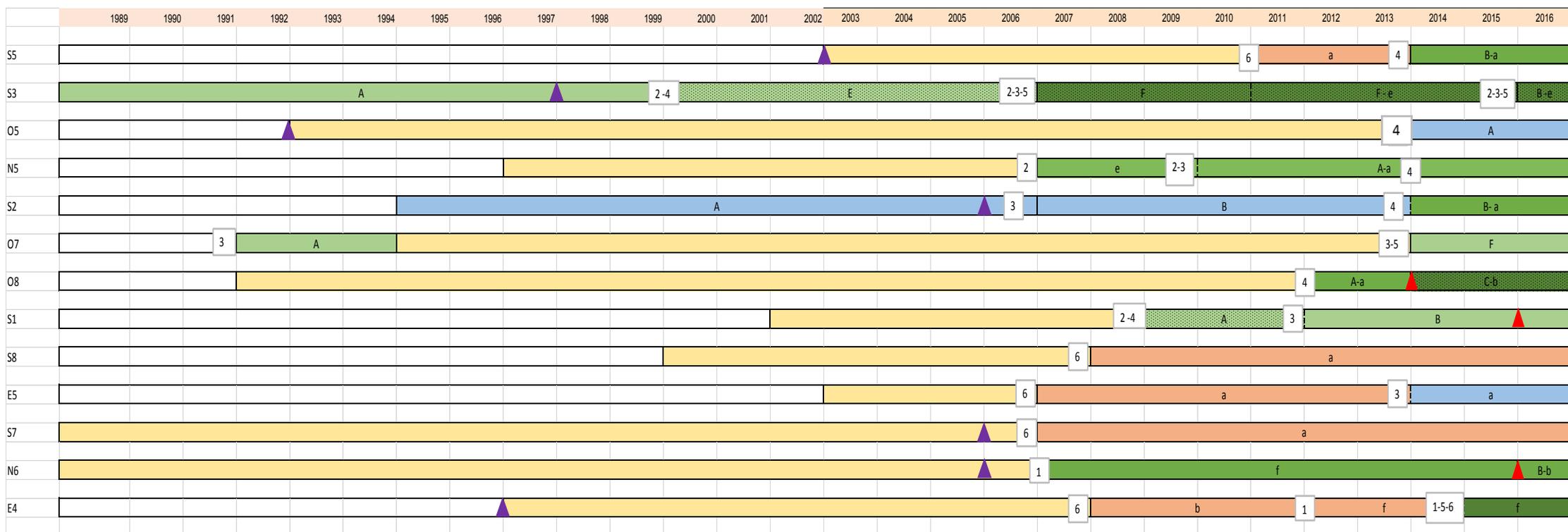
2.1. Phases de cohérence et trajectoires d'évolution des EA, en lien avec les légumineuses

Nous cherchons à définir **des phases de cohérence au cours de la vie des EA, qui reposent sur les logiques d'assolement et les successions de culture en lien avec les légumineuses**. Chacune de ces phases de cohérence correspond à un **degré d'intégration des légumineuses fourragères ou protéagineux dans le système de culture**, que nous jugerons sur (i) **le nombre de légumineuses (1 ou >1)** (ii) **le pourcentage de surface pour chaque type de légumineuse** (iii) **sa place dans la succession**. Pour cette dernière, le tableau 4 met en évidence un gradient d'intégration de la légumineuse dans la succession la plus couramment pratiquée chez les systèmes de polyculture élevage sur le territoire : rotation à base de maïs et blé, et dans certains cas, intégrant des cultures de diversification. Ainsi, la situation initiale se caractérise le plus souvent par une rotation de type « Classique », et peut évoluer vers d'autres successions du tableau 4, suite à une substitution entre une espèce dominante avec une espèce de légumineuse. Chaque phase de cohérence sera caractérisée par un **objectif global**.

Tableau 4: Gradient d'intégration de la légumineuse dans les successions culturelles

	« Classique »	« Luzerne »	« Substitution 1 »	« Substitution 2 »	« Substitution 2' »	« Reconception »
Description système de culture	Rotation avec Maïs Blé + introduction de cultures de diversification	Luzerne suivi d'un Blé	Légumineuse intégrée en tête d'assolement dans rotation à base de culture d'hiver	Légumineuse intégrée en tête d'assolement dans rotation correspondant à une alternance de culture de printemps et culture d'hiver	Idem que « substitution 2 » avec culture de luzerne	Légumineuse intégrée dans une rotation intégrant le renouvellement des prairies Luzerne suivi d'un blé
Succession type	(Dérobés)/Maïs/Blé Colza/Blé/Orge	Luzerne/Blé	Prot/(Maïs)/Orge/(Colza)/Blé	Prot /Blé/Maïs/(Blé)	Luzerne/Blé Prot/Blé/Maïs/(Blé)	Prairies/Maïs/Prot/(Blé) Luzerne/Blé
Exemples	Maïs ou colza/triticales (O5)		Luzerne/Blé/Orge /Colza/Blé/Orge (E5)	Prot/Maïs/Blé (S1 : MAE ; O7) ou Méteil/Maïs/Blé (N6) Méteil/Blé/Maïs/Blé (N5) Prot/[culture de printemps/Blé] *n, souvent lié à surface SCOP plus élevée (S2)		Prairies/Maïs/Méteil/Blé (E4)

Nous représentons donc la trajectoire d'évolution de chaque EA dans la figure 10 correspondant à une succession de phases de cohérence, définies chacune par le nombre d'espèces et le pourcentage de légumineuses fourragères (« a » à « f ») ou protéagineux (« A » à « F »), ainsi que le type de successions selon le tableau 4, et les grands objectifs marquant le début d'une phase de cohérence. A partir de la figure 10, nous allons comparer la succession de phases de cohérence pour chaque EA d'un même profil.



Légende :

	Rotation avec Mais Blé + introduction de cultures de
	Luzerne suivie d'un Blé
	Légumineuse intégrée en tête d'assolement dans rotation à base de culture d'hiver
	Légumineuse intégrée en tête d'assolement dans rotation correspondant à une alternance de culture de printemps et culture d'hiver
	Idem que précédent + Luzerne/Blé
	Légumineuse intégrée dans une rotation intégrant le renouvellement des prairies + Luzerne suivi d'un blé
	Délimitation de phase de cohérence en lien avec légumineuse
	Changement mais conservation des objectifs de la phase de cohérence

LG	4 à 6%	10%	>> 10%
1 espèce	A	B	C
2 ou > 2 espèces	D	E	F

LF	1,5 à 4%	7-11%	>> 11%
1 espèce	a	b	c
2 espèces	d	e	f

-
-
-

Début Transition biologique
Installation
Autoconsommation protéagineux

- X Objectifs en lien avec le passage d'une phase de cohérence à une autre :
- 1 Optimisation de la surface
 - 2 Autonomie protéique
 - 3 Diversification de l'assolement - intérêt agronomique dominant (coupure cycle ravageurs sur blé ; améliorer propriétés agronomiques du sol)
 - 4 Diversification de l'assolement - intérêt économique dominant (économie en intrants azotés; augmentation des rendements; réduction produits chimiques)
 - 5 Etalement charges de travail
 - 6 Améliorer état du troupeau

Figure 10: Trajectoire d'évolution des EA, en lien avec les légumineuses

➤ **Concernant les EA du profil A, en transition biologique (S1 ; N6 ; O8) :**

Ils ont intégré leur première légumineuse fourragère ou protéagineuse entre 2007 et 2012. Dès son installation et durant 9 ans, N6 fut dans une phase de cohérence orientée vers la production de légumineuses fourragères (type f), dans un objectif d'optimisation de la surface de son EA via le recours à des cultures à plus haute productivité/ha et à meilleure valeur nutritive. Cet objectif apparaît également chez E4, une EA du profil D (ie. amélioration de l'état du troupeau), se caractérisant par un même pourcentage de légumineuses fourragères dans son système. Parallèlement, S1 et O8 débutent tous deux avec un protéagineux (type A) pour un objectif commun de diversification de leur système (économie d'intrants). Ces 3 EA présentent des similitudes et différences pour la période précédant la transition :

- O8 et N6 évoluent dans une même phase de cohérence agronomique, tandis que S1 renforce la place de la légumineuse dans son système (Phase A puis phase B).
- Ils intègrent tous le protéagineux dans une rotation de type 2 (Cas du méteil pour N6). N6 et O8 se distinguent de S1 par la conduite d'une luzerne, suivie d'un blé (« Substitution 2' »).

Etant actuellement à un stade plus évolué dans la conversion de son système, O8 est rentré dans une phase de cohérence propre à un système biologique, se traduisant par le développement de la surface de luzerne et de protéagineux dans son système (Phase C-b), et le passage vers une succession intégrant les prairies (« Reconception »). Pour N6, on observe un processus de substitution d'une espèce de légumineuse fourragère par un protéagineux (Passage de phase f à phase B-b) sans forcément modifier la surface globale allouée à la légumineuse : il remplace le méteil par du pois destinée à la vente pour consommer son stock de méteil (conduit en conventionnel) avant de s'orienter vers la conduite biologique de son troupeau.

➤ **Concernant les EA du profil B, dont l'objectif est d'améliorer la qualité de leur sol (S3 ; O7) :**

Ils ont tous les deux intégré leur premier protéagineux dans les années 1990, se caractérisant par une phase de cohérence de type A et une rotation « Substitution 2 ». Le moteur d'introduction concerne les aides. Ils passent également par une phase de cohérence de type F, révélant un niveau d'intégration élevé des protéagineux dans l'assolement. En effet, l'objectif commun est la diversification de l'assolement et l'étalement des charges de travail, principalement en réponse aux contraintes internes : O7 introduit 4 légumineuses en 2014 pour réduire sa charge de travail suite au départ de son associé ; S3 introduit de la féverole pour limiter la compétition entre le maïs et autres protéagineux sur les terres irriguées.

Cependant, ils se distinguent par :

- Le type de légumineuses introduites au cours de la vie de l'exploitation (S3 : protéagineux et légumineuses fourragères ; O7 : protéagineux), mettant en évidence des objectifs spécifiques (S3 : objectif d'autonomie protéique ; O7 : un objectif de diversification de l'assolement)
- Le degré de complexification de la succession dans laquelle sont intégrés les protéagineux, en phase de cohérence F.
- Et plus généralement, deux critères mettant en évidence une vitesse d'évolution différente (i) la durée de la trajectoire d'évolution en lien avec les légumineuses (S3 : 27 ans ; O7 : 6 ans) (ii) le nombre de phases de cohérence et leur succession dans le temps (S3 : 4 de façon continue ; O7 : 2 par intermittence).

En effet, dès l'installation de S3, les protéagineux occupent une place très importante dans le système pour se rapprocher de l'autonomie protéique (type E). Par la suite, il augmente progressivement le niveau de diversification de son système en allouant une surface plus importante aux protéagineux (type F) et en intégrant des légumineuses fourragères (type F-e). En effet, en plus d'un objectif d'autonomie protéique fort, S3 recherche à améliorer la qualité de ses sols. Il s'agit de l'objectif commun aux deux exploitations. Bien qu'O7 et S3 se

caractérisent par une même phase de cohérence dans les années 1990, O7 n'a pas maintenu le protéagineux dans son système : en 2014, il intégra de façon plus radicale un niveau de protéagineux de type F, sans passer par la phase de cohérence de type E, comme S3. En effet, cette différence de vitesse d'évolution s'explique par la nature des moteurs mettant en relief des stratégies distinctes. Ils interviennent à deux échelles :

- externe à l'EA (O7) : O7 adapte son système à son environnement socio-économique (1990 : aides aux protéagineux ; 2014 : s'aligner sur la nouvelle PAC en temps de crise économique)
- interne à l'EA (S3 ; O7) : la reconfiguration du système d'O7 avec l'arrêt de l'atelier porc, libère de la surface de culture de vente ; une philosophie d'autonomie, propre à l'agriculteur (S3). En effet, on constate que S3 entame en 2016 une nouvelle phase de cohérence agronomique, sans pour autant modifier ces objectifs. Cette évolution s'est traduite par une réduction du pourcentage de surface allouée aux protéagineux et du nombre de légumineuses dans l'assolement, selon un processus de substitution entre protéagineux (type B-e). Il souhaite tendre vers un système en semis directe en faveur d'une amélioration de la qualité de son sol : la place la féverole et des légumineuses fourragères sont au cœur de sa stratégie.

➤ **Concernant les EA du profil C, ayant pour objectif la diversification de leur système (S5 ; N5 ; O5 ; S2 ; E5) :**

Les trajectoires sont très contrastées pour un objectif commun, intervenant de façon non synchrone au cours de la vie de l'exploitation. En effet, ces EA se distinguent par (i) une trajectoire exclusivement à base d'un type de légumineuse, correspondant au niveau d'insertion le plus bas (O5 : protéagineux ; E5 : légumineuses fourragères) (ii) une trajectoire comportant en majorité deux phases de cohérence (à partir de l'installation de l'agriculteur), chacune d'entre elles étant caractérisées par l'ajout d'un type de légumineuses (S2 : Protéagineux puis ajout de luzerne ; S5 et N5 : luzerne et/ou méteil puis ajout de protéagineux).

Nous constatons que la majorité des EA (E5 ; S5 ; N5) ont un premier objectif d'évolution différent à celui de la diversification du système par une légumineuse (N5 : recherche l'autonomie protéique avec le méteil ; S5 et E5 : amélioration de l'état du troupeau avec luzerne). Cependant, pour toutes les EA, l'objectif de diversification (coupure des cycles des bioagresseurs ou réduction des coûts) se traduit par l'ajout d'un protéagineux (S5 ; N5 ; O5) ou une augmentation du niveau d'intégration de la légumineuse dans le système (S2 : augmentation de la surface ; E5 : intégration dans succession d'un grand bloc de culture). De plus, cet objectif prend naissance à différentes échelles :

- En externe de l'EA : comme O7, l'évolution de S5, N5 et S2 correspond à une adaptation du système à la nouvelle PAC ou à la crise économique, dès 2014.
- En interne de l'EA : une évolution plus progressive, liée à une reconfiguration du système (N5 : arrêt atelier porc) ou à des objectifs forts maintenus sur le long terme (S2).

A noter que l'on observe un processus de substitution entre une légumineuse fourragère autoconsommée et un protéagineux destiné à la vente (Passage de e à A-a), déclenché par l'arrêt de l'atelier taurillon chez N5.

➤ **Concernant les EA du profil D, recherchant à maintenir leur troupeau en bon état de santé par le biais d'un fourrage de qualité (S8 ; S7 ; E4) :**

La trajectoire d'évolution de ces EA se caractérise par des phases de cohérence agronomique qui reposent exclusivement sur la production de légumineuses fourragères. Néanmoins, ces EA présentent un niveau d'évolution différent, mis en évidence par :

- le nombre de phases de cohérence agronomique : S8 et S7 se maintiennent dans une phase de cohérence agronomique de type a (rotation type « luzerne »), correspondant au niveau d'insertion de légumineuse le plus bas dans un système ; E4 évolue de la phase b à f, intégrant son méteil dans une succession plus longue à base de prairies (Rotation « Reconception »)
- et donc des objectifs différents : bien que l'introduction de la première légumineuse fut initiée par un objectif commun pour ses 3 EA (6 : Amélioration de l'état du troupeau), E4 recherche ensuite à optimiser sa surface (adaptation aux contraintes internes de l'exploitation : SCOP limitée) en valorisant des cultures à plus haute productivité par hectare et à meilleure valeur nutritive, ainsi qu'en conduisant la culture de méteil sous couvert de luzerne. On montre chez E4 un objectif d'améliorer la qualité de son sol, mettant en évidence des contraintes de parcellaire.

En conclusion, **pour les EA d'un même profil de fonctionnement actuel, on observe des trajectoires très contrastées. Les moteurs de changements de phases de cohérence en lien avec les légumineuses relèvent des échelles interne et externe à l'exploitation agricole.** Or, un changement peut être déclenché à l'issus d'une combinaison de moteurs de différentes échelles.

A l'échelle interne, ces changements de cohérence sont principalement associés à des modifications de la structure de l'exploitation : chez toutes les EA, l'acquisition de terres ou encore l'arrêt d'un atelier d'élevage facilitent l'introduction d'une légumineuse dans le système de production, avec pour objectif la diversification de la sole céréalière. Une réduction de la main d'œuvre a incité O7 à intégrer des légumineuses pour gérer la charge de travail à l'échelle de l'exploitation. De plus, le passage d'une phase de cohérence à une autre peut correspondre à une évolution de l'orientation stratégique, propre à l'agriculteur. Cette évolution est soit liée à l'installation des agriculteurs concernés (S2 : économie d'intrants ; S3 : autonomie protéique pour pouvoir valoriser son lait en vente directe) ou liée à un évènement marquant interne à l'EA (S1 : optimiser la surface lors de la reprise du système de ses parents et l'installation de son frère ; O8 : orientation vers AB suite à des problèmes de santé ; S8 : améliorer l'état de son troupeau suite à des problèmes métaboliques).

A l'échelle externe, les moteurs d'impulsion du changement en faveur de la légumineuse sont issus de l'environnement socio-économique et réglementaire de l'exploitation. Par exemple, en 2014, toutes les surfaces en protéagineux ont progressé, en réaction à la crise (économie d'intrants).

2.2 Détail des moteurs et processus de changements associés aux évolutions des soles de chaque légumineuse

La variation du nombre d'espèce ou de la surface de légumineuses cultivées, nombreuses au cours de l'histoire des exploitations étudiées, ont parfois eu lieu sans que la stratégie de l'exploitation vis-à-vis des légumineuses soit modifiée. Par exemple, le processus de substitution d'une légumineuse par une autre ne remet pas en cause la logique d'assolement et de successions de cultures de l'exploitation, et intervient donc dans la majorité des cas au sein même d'une phase de cohérence. Or, ce type de changement en lien avec le choix de l'espèce, peut constituer un progrès dans l'insertion ou le maintien de légumineuse dans le système. Nous chercherons donc à mieux comprendre **les moteurs d'introduction, de maintien ou d'évolution dans l'assolement mis en jeu pour chaque espèce de légumineuse** (luzerne ; féverole/pois/lupin). Ceci suppose de s'intéresser à la dynamique d'évolution de chaque type de légumineuses (Figures 11 et 12) et aux processus de changements associés (Annexe 11).

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
					Prairie			Prairie		Prairie				
E5					2 ha (2%)			7,5 ha (3,7%)			9 ha (4,4%)			
					Augm. SAU				Prairie					
S8					4 ha (2,7%)				6 ha (4%)					6,5 ha
					Blé				Blé					
S7					2ha (1,2%)				4,29 ha (2,6%)				4,88 ha (2,9%)	
					Prairie					Prairie				
N5					3ha (2-3,5%)					6 ha (4%)				
					Blé	7 ha (8%)								
	Prairie								Prairie					
S2	2 ha (1,9%)									5 ha (1,7-1,9%)				
									Blé					
S5									3 ha (2,5%)			4,5 ha (3,75%)		
						Prairie								
E4						8 ha (8,5%)				8,5 ha	9 ha (8,5%)			
										3 ha		5,5 ha	14 ha (8,5% + 4,8%)	
													Augm. SAU	
									Prairie					
S3									5 ha (3%)				16 ha (9,8%)	
							Mais + Augm. SAU		5 ha (3%)				11 ha	
									Prairie				Prairie	
O8										3 ha (2,7%)			8,76 ha (7,8%)	
						Prairie			Prairie					
N6						8,5 ha (5,3%)		12 ha (7,5%)		15 ha (7,5-9%)				
					Prairie	15 ha (9,4%)			10 ha (6,3%)		10-15 ha (6-9%)			
										Blé				
S1										2,25 ha (2,5%)				

Légende :	
	Luzerne pure
	Luzerne associée au trèfle
	Méteil pur
	Méteil implanté sous couvert de luzerne
Cultures pour lesquelles l'introduction de LG s'est fait au détriment de leur surface	
	Autoconsommation

Figure 11: Evolution de la part des légumineuses fourragères dans les EA

(Espèces cultivées / Surface en ha et en % SAU)

Tableau 5: Période d'insertion de légumineuses dans l'assolement des EA

LF	Jamais	Depuis 2007	Depuis 2011
LG			
Jamais		S7; E5; E4	
Depuis 1990 -1995			S3; S2
Depuis 2008	S1		
Depuis 2011/2012		N5	O8
Depuis 2014	O7		S5
Depuis 2016		N6	
Intermittents	O5	S8	

2.2.1 Les légumineuses fourragères

➤ La luzerne

Une culture destinée à l'alimentation animale avant tout : Toutes les EA cultivent de la luzerne pour l'alimentation du troupeau laitier afin de « maintenir le troupeau en bon état, grâce à ses propriétés nutritives. ». En effet, beaucoup d'agriculteurs citent « *l'amélioration de l'état sanitaire des vaches* » « *l'apport de fibre pour réduire les risques d'acidose ou les problèmes métaboliques observés sur mon troupeau* » (S8) comme principal moteur à l'introduction. Les moteurs secondaires sont issus (i) d'une volonté d'être autosuffisant en luzerne pour réduire les charges en alimentation (prix élevé de luzerne « Romulus ») (ii) d'une volonté de réduire le correcteur azoté, dans un contexte où le soja est cher (iii) d'une adaptation aux contraintes internes (SCOP limitée), se traduisant par le choix de culture à haute productivité pour réduire la surface de culture d'autoconsommation (E4 ; N6). En effet, ces moteurs intervenant à l'échelle de l'exploitation peuvent se combiner de manière synchrone avec un moteur issu du contexte socio-économique : l'émergence d'un projet de construction d'usine de déshydratation (S5 ; N5 ; S8 ; S7). Son introduction dans le système relève donc de moteurs stratégiques, très dépendants du système d'élevage, et souvent influencés par les expériences des voisins.

Des changements faibles et progressifs dans l'assolement (Figure 11): 10 agriculteurs cultivent actuellement de la luzerne fourragère contre 1 seul ayant abandonné (S1). Elle est introduite dans les systèmes en 2007 et en 2011 (Tableau 5), entre 1% (S7) et 10% (E4) de la SAU. Dans la majorité des cas, la surface allouée à la luzerne en période d'essai agronomique est faible (entre 1, 2% et 3%) en lien avec des appréhensions concernant son mode de conservation. Seuls N6 et E4 allouent une surface plus élevée, entre 5 et 8,5%, dans un objectif d'optimiser leur surface. La validation de ses essais se poursuit par une augmentation (S3 ; N5 ; E4 ; S5 ; S7 ; S8 ; S2 ; E5) ou plusieurs augmentations (N6 ; O8) de surface: (i) pour la réajuster aux besoins du troupeau, afin d'incorporer de la luzerne dans la ration d'un autre lot (N5 ; S7 ; S8) ou afin d'assurer une certaine sécurité face à l'instabilité des conditions climatiques (N6 ; S8 ; S5) (ii) en lien avec une évolution de l'orientation stratégique de l'exploitation (O8 ; S3). Excepté pour E5 : il augmente sa surface après avoir été convaincu de l'effet précédent de la luzerne. Dans la majorité des cas, elle fait intervenir des changements progressifs dans l'assolement : entre 1 et 2 augmentations de surface, pour une intensité d'évolution comprise entre 0% (E4) et 2,2% (N6). Seuls S3 et O8 augmentent de manière plus radicale la surface de la luzerne (+ 6% pour O8 ; +11% pour S3). Mis à part S1 (abandon), la luzerne ne connut aucune régression de surface, et pourtant, est sujette à des contraintes techniques.

Des freins techniques pour la conduite de la culture : Les moteurs limitant le développement de la luzerne sont principalement des éléments liés à la gestion de la récolte. En effet, tous les agriculteurs avaient pour objectif initial de valoriser 100% des coupes de luzerne en foin pour améliorer la rumination des vaches laitières (apport de fibres). Cependant, les conditions climatiques de la région rendent la production de foin très difficile en 1^{ère} et 4^{ème} coupes : selon S8, « *le film que j'ai tourné avec Arvalis sur ma parcelle d'expérimentation en luzerne pure a montré que la production de foin nécessite 8 jours consécutifs de beau temps, ce qui est impossible ici !* ». Ainsi, les agriculteurs testent et adoptent d'autres modes de conservation en substitution, tels que l'ensilage ou l'enrubannage, qui soulèvent d'autres problématiques, et suivant les agriculteurs, répondent peu aux critères de qualité attendus. De plus, ils dénoncent des difficultés techniques à la production de foin en lien avec la problématique de perte de feuilles au séchage, engendrant une dégradation de la qualité du produit fini. Ainsi, une usine de déshydratation de la luzerne dans le secteur de leur exploitation leur permettrait d'obtenir un produit d'aussi bonne qualité que le foin de luzerne tout en valorisant au maximum son potentiel protéique ainsi que de faciliter la récolte avec sa prise en charge par l'entreprise. Il en existe dans le territoire, mais sont souvent trop éloignées du siège d'exploitation des agriculteurs pour qu'ils puissent en bénéficier (prise en charge de 20 à 40 km). Seul N5 a recours aux services d'une usine de déshydratation présente dans son secteur. Or, un projet de construction d'usine de déshydratation émergea en 2009 autour de Châteaubriant. Il fut le moteur d'introduction de luzerne dans le système de production en vue de pouvoir participer à ce projet et de répondre aux appréhensions en terme de qualité de conservation. Cependant, ce projet fut abandonné lié à l'arrêt des aides à la déshydratation, se traduisant par une forte déception.

De même, le caractère chronophage de la récolte représente une contrainte pour tous les agriculteurs, mais justifie un abandon de la culture que pour une seule EA (S1). Ceci fut même un moteur positif pour N6 : il augmente la surface en luzerne de manière à répondre aux besoins en foin des vaches laitière avec une seule coupe estivale pour faciliter la récolte et s'assurer une marge de sécurité si les conditions climatiques sont mauvaises sur le reste du cycle.

De plus, le manque de productivité de la luzerne, liée à une mauvaise maîtrise des adventices ou à son cycle, ne remet pas en cause la place de la luzerne dans un système. Les EA conduisent des réajustements techniques ou stratégiques pour pallier à ce frein : la conduite en association (S8 ; S7 ; O8), la redéfinition de la zone cultivable (qualité des parcelles : E5), l'apport de fertilisation en phosphore et potasse, ou un réajustement au niveau du désherbage chimique (S2). En effet, connue historiquement pour être peu adaptée à la région ou pour être une culture exigeante, une mauvaise année de récolte ne justifie pas l'abandon de cette culture.

Des pratiques clés à l'échelle de la parcelle jusqu'à leur environnement sociotechnique : Concernant la problématique de production de foin, les producteurs de luzerne s'accordent à dire que l'existence dans leur secteur d'une usine de déshydratation serait un argument en faveur de l'augmentation de la surface de luzerne dans le système de production. En effet, N5 a augmenté sa surface en luzerne de 2% suite à l'émergence d'une opportunité de déshydratation à proximité de son EA. De plus, certains agriculteurs estiment avoir besoin d'un matériel de récolte spécifique, impliquant un investissement de la part d'une organisation au sein du bassin versant (CUMA ou ETA). En effet, selon S8, l'investissement dans un andainneur à soleil (E5) permettrait de limiter les difficultés techniques pour le séchage du foin de luzerne, mais représente un coût élevé.

La conduite en association est citée comme une pratique clé pour maîtriser les adventices et maintenir la productivité de la luzerne tout au long de son cycle. Cependant, selon le choix de l'espèce en association, la proportion de chaque espèce au champ (et donc dans le mélange) est plus ou moins difficile à maîtriser : l'association avec le trèfle est simple à gérer (S7 ; O8) tandis que les essais avec la fétuque ou le lotier ne sont pas très concluants pour S8. De plus,

certaines EA cultivent du méteil sous couvert de luzerne afin de limiter le développement d'adventices d'automne jusqu'en sortie d'hiver, favorisant ainsi la reprise de croissance de la luzerne : Pour E4, il s'agit d'un moyen de s'affranchir des difficultés liées à l'application délicate du léguram ; Pour S3, cela représente un moyen de réduire ses charges en mécanisation et en intrants chimiques.

Beaucoup d'agriculteurs s'accordent à dire que l'implantation de la culture conditionne la réussite du développement de la luzerne tout au long de son cycle et donc limite les problèmes de salissement. Pour N6, cela se traduit par (i) un travail du sol préliminaire pour obtenir un sol fin (ii) un semis tôt pour favoriser son développement avant l'hiver (iii) le passage d'un rouleau pour favoriser le contact sol-graine. On constate une gamme très variée d'intensité de travail du sol en amont de l'implantation: certains misent exclusivement sur le désherbage mécanique (labour et/ou faux semis) tandis que d'autres vont en plus, chercher à bien préparer le lit de semence.

Le choix de la parcelle représente également un critère de réussite : le rendement est maximisé en terre saine (parcelle drainée) et avec un ph neutre. Or, selon l'importance que l'agriculteur lui accorde, il lui alloue des parcelles répondant plus ou moins à ses exigences.

Enfin, certains objectifs stratégiques sont favorables à une augmentation de la surface de la luzerne dans l'assolement : (i) la transition biologique (O8 : +6%) (ii) le passage en semis direct (S3 : +11%, la luzerne est utilisée comme couvert permanent aux cultures principales).

Une faible intervention d'autrui : La luzerne bénéficie d'une image positive par les exploitations de polyculture élevage, en lien avec ses propriétés très intéressantes en alimentation animale. Cependant, les direx concernant les difficultés liées à la production de foin de luzerne dans la région ou à ses exigences en termes de qualité de sol peuvent inhiber (O5) ou représenter un facteur stimulant à l'introduction de la luzerne (N5 : « *challenge* »). Certains agriculteurs, comme E4, a évalué la performance de la luzerne sur des parcelles voisines avant d'en introduire une dans son système. La majorité des agriculteurs n'ont pas recours à une aide technique forte pour la conduite de la luzerne, ils se fient davantage aux conseils du voisinage (même type de sol). Seul S8 est très impliqué dans la conduite d'essais, concernant la gestion de la récolte (Arvalis) ou la maîtrise des adventices par le biais de son association avec une autre espèce (Terrena).

2.2.2 Les protéagineux

Ayant plusieurs espèces en protéagineux, nous traiterons d'abord de ce qui relève du commun, avant d'approfondir les moteurs de chaque protéagineux. Les assolements en protéagineux évoluent davantage (Figure 12), avec des surfaces qui varient entre 4 et 17%. En effet, les agriculteurs ont une plus grande marge de manœuvre dans la conduite d'une culture annuelle.

Selon le tableau 5, on constate des EA qui introduisent un protéagineux dès les années 1990 pour diversifier leur assolement et bénéficier d'aides (S2 ; S3 ; O7), et la maintiennent sur une surface stable pendant une longue durée (S3 : 9 ans ; S2 : 10 ans). Ces 2 EA en cultivent de manière ininterrompue depuis plus de 10 ans, avec un même nombre d'espèces de légumineuse sur le temps long.

Pour les autres EA, on constate la présence renouvelée de ces espèces dans les assolements depuis 2008-2011, avec de nombreux changements plus ou moins progressifs (O7 : + 4 protéagineux en 2014 ; S1 : maintien du Lupin depuis 5 ans). Beaucoup d'entre eux abandonnent une espèce de légumineuses au bout de 1 à 3 ans suite à des freins techniques rencontrés (S1 ; S8 ; O7 ; O8) ou lié à une volonté d'améliorer la rentabilité économique de

l'EA (S5 ; N5 ; S1). Dans la majorité des cas, le protéagineux abandonné est remplacé par une autre espèce, de façon ininterrompue (S1 ; O7 ; O8 ; N5).

D'une manière générale, les évolutions d'assolement vers l'insertion de protéagineux dans le système depuis 2011 correspondent à une adaptation à l'environnement socio-économique des EA. Et plus particulièrement en 2014 où toutes les surfaces en protéagineux ont progressé, principalement associé à l'introduction du lupin dans l'assolement. En effet, les agriculteurs adoptent de plus en plus des stratégies fondées sur l'adaptation au marché, nécessitant une forte flexibilité du système de culture, avec des choix de production réactifs au contexte de prix. La réduction du cours du blé a incité les agriculteurs à diversifier leur sole céréalière et introduire une culture à meilleure valorisation économique pour augmenter leur revenu : cela se traduit par une réduction de la surface en blé (N5 ; O8). Etant également confrontés à une réduction de la marge nette du blé suivant un blé, l'introduction d'une légumineuse en tête d'assolement fut aussi considérée comme un moyen efficace d'allonger la rotation et de couper les cycles des bioagresseurs. De plus, dans un contexte de crise, le protéagineux répond à un objectif d'optimisation du système par la réduction des coûts de production : une culture économe en intrants à l'échelle de la rotation et une simplification de la conduite technique. En effet, quelques agriculteurs (S5 ; O8 ; S3) ont abandonné le colza ou tournesol pour un protéagineux, lié à la forte pression des ravageurs (économie d'intrants) : pour un même objectif de diversification, ce type de substitution peut correspondre à un levier en faveur de l'introduction d'une légumineuse dans le système. Par exemple, S5 est passé de 0% de légumineuse à 10%.

Le cadre réglementaire pour lequel les exploitations agricoles sont soumises peut favoriser les innovations en lien avec les légumineuses : la prime aux protéagineux ou encore le verdissement de la PAC (2014), semblent être un bon argument pour diversifier son assolement (O7 ; O5 ; S5 ; S8 ; N5).

Bien que ces cultures soient majoritairement valorisées sur des débouchés de vente de Terrena, quelques agriculteurs ont cherché à se rapprocher de l'autonomie protéique pour s'affranchir d'une trop grande dépendance au cours du soja (fluctuation des prix). C'est le cas de 5 EA (O7 ; S8 ; S3 ; S5 ; S1 ; O8 ; N5) dont 2 ont abandonné au bout d'un an (S5 ; S8) ou de 3 ans (S1). Seul S3 valorise son/ses protéagineux en alimentation animale depuis 16 ans. En réaction à la faible valorisation protéique du produit en brute par broyage sur l'exploitation et donc à une diminution peu significative des coûts du correcteur azoté, les agriculteurs cherchent à obtenir un produit de qualité en valorisant au maximum son potentiel nutritif, par des process de transformation particuliers (Extrusion). Cependant, ces pratiques restent encore peu accessibles par les agriculteurs, pour des raisons de rentabilité économique (coût élevé) et de contraintes logistiques mais pourraient constituer un facteur d'impulsion du changement « *si on pouvait valoriser le potentiel du produit via un process dont le cout est abordable, on serait tous les agriculteurs à autoconsommer notre protéagineux pour réduire les quantités de soja, mais sans ça, c'est beaucoup plus rentable de le valoriser à la vente !* » (S1).

Ainsi, les moteurs d'introduction et d'évolution des protéagineux dans l'assolement interviennent sur différentes échelles : (i) à l'échelle de la parcelle (freins techniques), certaines cultures étant connues pour être moins bien maîtrisées par les agriculteurs (ii) à l'échelle de l'exploitation, comme l'orientation des objectifs stratégiques ou la disponibilité des facteurs de production (Cf. Partie C- 2.1) (iii) à l'échelle de l'environnement socioéconomique, comme la crise économique qui incite les agriculteurs à s'aligner sur la nouvelle PAC et à faire des économies d'intrants (iii) à l'échelle du système socio-technique, la place des voisins et du conseil technique par Terrena (démarchage, suivi technique) joue un rôle fort. De plus, on rencontre 3 types de processus de changements dont les agriculteurs ont recours :

- La substitution d'une légumineuse destinée à l'alimentation du troupeau par un protéagineux valorisé à la vente, d'une campagne agricole à une autre : la culture substituée peut être (i) une légumineuse fourragère en lien avec une reconfiguration du système (N5 : arrêt atelier taurillon ; N6 : gestion de la transition biologique) (ii) un

protéagineux, dont l'autoconsommation se conclut par une perte de rentabilité économique.

- La substitution d'un ou plusieurs protéagineux par un autre, suite à une période durant laquelle l'agriculteur conduit ses deux cultures en parallèle (O8 ; N5 ; S3 ; S2 ; O7) : Cette substitution a lieu (i) suite à une chute de rendements (O7 ; O8 : freins techniques) (ii) suite à l'évaluation d'une meilleure performance (propre aux critères d'évaluation de l'agriculteur) d'une espèce par rapport à une autre (N5 ; S2 ; O8 ; S3 ; O7)
- Un changement du mode d'insertion d'une culture, pour s'affranchir de freins techniques (O8 ; O7)

➤ Le lupin

Une culture de vente avant tout : Les agriculteurs valorisent le lupin principalement à la vente pour son débouché très rémunérateur et sa contractualisation autour d'un prix garanti, proposés par Terrena. Il s'agit du principal moteur à l'insertion du lupin dans l'assolement. D'autres agriculteurs l'ont introduit pour sa forte valeur protéique, afin de réduire les coûts de protéines importées en alimentation animale (S3 ; S8). Enfin, en lien avec un objectif de diversification d'assolement et de réduction des coûts à l'échelle de la rotation, 2 EA intègrent le lupin pour remplacer le colza (S5) ou le pois (N5) en 2014, deux cultures connues pour leur forte sensibilité aux ravageurs.

Des changements contrastés dans l'assolement, avec un fort taux d'abandon de la culture : 8 agriculteurs ont cultivé du lupin au cours de leur trajectoire d'évolution, de façon continue (S3 ; S1 ; O8 ; S8 ; N5 ; S5 ; O5) ou par intermittence (O7). Il apparaît dans les assolements selon 3 dates clés, en 1990 (S3 ; O7), en 2012 (S1 ; O8) et en 2014 (N5 ; O5 ; S5), entre 3 et 10% de la SAU. La durée de maintien de la culture dans l'assolement varie entre 1 an (O5 ; O7) et 19 ans (S3). Des changements plus progressifs de surface sont observés chez des EA qui (i) conduisent des essais techniques (S1) (ii) obtiennent des rendements satisfaisants en première année d'essais (S5 ; O8) (iii) l'incorpore dans la ration de leur troupeau (S3). Une chute de rendements de cette culture, renforcée par un manque de suivi technique par Terrena (ie. faible fréquence des visites techniques dans le cadre du suivi de la culture ; aucune explication concernant la chute du rendement), conduit dans la majorité des cas à son abandon (O5 ; O8 ; O7 ; S3), ou sinon à une réduction de la surface (S1). Pour S3, l'arrêt de la culture est également lié à son objectif de tendre vers un système conduit en semis directe, réduisant le choix d'espèces aux cultures les plus adaptées (lupin : besoin d'un sol meuble pour la réussite de l'implantation). Sur 8 agriculteurs ayant cultivé du Lupin dans notre échantillon, 5 l'ont abandonné.

Des freins techniques à l'échelle de la parcelle, révélant une culture faiblement investie par la recherche : La difficulté de maîtrise des adventices liée à la sensibilité du lupin à la concurrence des adventices et aux interrang représente le principal frein à la conduite technique de cette culture. Bien que le traitement en post semis pré levée soit efficace, les risques de salissement en sortie d'hiver sont élevés en lien avec l'absence de produits homologués contre les dicotylédones (chardons, gayet) en rattrapage ainsi que le caractère peu agressif du lupin du à son développement végétatif lent (O8 ; O7). Ces risques sont amplifiés par le changement climatique, en présence d'hivers humides et longs (O7 ; O8 : année 2014). Ce frein fut rencontré par l'ensemble des agriculteurs ayant cultivé du lupin, et fut l'objet d'arrêt (S8 ; O5) ou de réajustements techniques suite à une reprise de la culture (O7, S1, O8 : conduite en association). En effet, en réaction à ce problème, qui s'est traduit par le recul des surfaces en lupin à l'échelle du territoire, Terrena développa la filière du lupépi en 2013, représentant le premier débouché de vente pour une association issue d'un système conventionnel. Ainsi, 2 EA (O7 ; O8) s'orientèrent vers une conduite en association du lupin en lien avec cette opportunité, mais se succéda par un abandon au vue des résultats peu concluants : une chute de rendement « *les techniciens n'ont eu aucune explication, ils nous*

démarchent pour leur association, mais ne savent même pas maîtriser sa conduite technique, notamment la dose de semis. » (O8).

Ainsi, les agriculteurs s'accordent à dire que le manque de maîtrise technique des facteurs de variations du rendement est lié au faible investissement de la recherche dans cette culture. De plus, le manque de suivi par Terrena dans la conduite d'une culture en première année de production ainsi que l'arrêt des aides furent des facteurs mentionnés (O7 ; O8) comme un facteur d'abandon : *« l'absence d'aides n'incite pas les agriculteurs à conduire des expérimentations sur cette culture, ils n'ont plus la marge de sécurité pour innover et Terrena n'a pas n'ont plus les outils pour ! » (O7).*

Des pratiques clés pour la réussite : 3 EA cultivent actuellement du lupin et obtiennent en moyenne des rendements réguliers. Parmi eux, 2 suivent les préconisations du technicien de Terrena depuis 2014 (S5 ; N5) tandis que S1 a conduit ses propres expérimentations afin de s'assurer de la validité de la technique « semis en ligne + binage » avant de l'adopter dans son système. Les principaux réajustements techniques sont effectués en faveur d'une meilleure maîtrise des bioagresseurs et concernent: le désherbage chimique, la conduite en association, le désherbage mécanique, le choix des variétés, et le choix de parcelle.

Etant donné qu'aucun produit n'est homologué pour maîtriser les dicotylédones dans le cadre d'un rattrapage en sortie d'hiver, ils accordent beaucoup d'importance au désherbage chimique en post semis pour assurer le développement du lupin, qui est long à se mettre en place. En effet, O5 et S1 nous disent qu'il est primordial d'appliquer le désherbant chimique en condition d'humidité afin de favoriser sa pénétration et d'assurer une bonne résilience du produit pour bénéficier d'une durée d'action plus élevée. S5, S1 et N5 insistent sur le désherbage mécanique avant implantation du lupin pour gagner en efficacité, telle que la conduite de faux semis pour déstocker les graines ou encore le labour. En effet, S1 réalise un déchaumage, un labour, deux faux semis avec cultivateur ou Herse rotative, selon le niveau de salissement de sa parcelle. De plus, la conduite en association peut être un levier pour régulariser les rendements du lupin, à condition de maîtriser la proportion des espèces du mélange (S1 ; O7 ; O8). S1 a adopté une technique pour pouvoir limiter au maximum le développement des bioagresseurs (maladies/adventices) : semis en ligne avec un rang de lupin, entouré par 8 cm de triticales, et des interrangs de 56 cm pour pouvoir réaliser en désherbage mécanique en rattrapage (binage). De plus, les interrangs sont propices pour favoriser le séchage de la culture, et éviter les problèmes de maladies rencontrés par O7 et O8, avec la technique en plein champs (couverture maximale du sol). S3 est le seul agriculteur à avoir changé de variété, en faveur du lupin de printemps sur terres irriguées : il ne présente pas de sensibilité au gel, et son cycle est raccourci, réduisant les risques de salissement.

Enfin, selon deux agriculteurs (O5 et S1), la qualité du sol est un critère de réussite du lupin (60% de la réussite, selon S1). Cela se traduit par un choix de parcelles selon les caractéristiques suivantes : un sol présentant peu d'hydromorphie, faiblement pourvu en MO et avec une bonne structure et vie biologique. Le choix de variétés peut augmenter le niveau d'adaptabilité de la culture aux conditions pédoclimatiques de l'exploitation. En effet, selon S1, le choix des variétés de céréales et de lupin en association représente 40% de la réussite de l'association : il mise sur la variété Orus pour le lupin et Rubisco pour le blé.

D'une manière plus générale, les agriculteurs identifient : un besoin fort de production de connaissances techniques par la recherche *« c'est une culture encore très expérimentale, les sources de variations du rendement ne sont pas maîtrisées ni expliquées ! » (O7)*; un besoin d'un accompagnement pendant la période d'essais de la culture ; des aides pour assurer une marge nette minimale, en toute sécurité.

Un besoin d'accompagnement par Terrena pour une culture encore expérimentale, mais avec une intervention d'autrui très contrastée: Selon les agriculteurs, l'intervention du

technicien de Terrena a été plus moins forte dans l'accompagnement technique de la culture en phase d'essais. O7 et O8 jugent avoir « *manqué d'un suivi technique* » et relèvent « *l'incompétence des techniciens pour cette culture* ». Ainsi, l'abandon rapide du lupin fut très lié à des sentiments d'échec et de déception vis-à-vis de l'implication de Terrena pour la conduite d'une nouvelle culture, que la coopérative promet « *il n'y a pas eu de collaboration équitable* ». S5 et N5 sont globalement satisfaits de l'accompagnement dont ils ont bénéficié et continuent à maintenir le lupin dans leur système. D'autres agriculteurs valorisent davantage l'échange, comme S2 qui croise les informations issues de son voisin en AB et celles de son voisin en conventionnel, pour pouvoir être capable de faire un choix le plus adapté à ses attentes : le choix de la culture ainsi que la nature de ses expérimentations.

➤ La féverole

Une culture très polyvalente : La féverole peut être valorisée à la vente (S2) ou sert au bon fonctionnement de l'exploitation agricole (O7 : production de semences pour ses couverts végétaux ; S1, S3 et O7 : en alimentation animale). En effet, la féverole est peu destinée à la vente, en raison de son prix peu rémunérateur par rapport aux autres protéagineux. Les moteurs à son insertion dans les systèmes sont très diverses, ils résultent d'une adaptation (i) aux contraintes internes de l'EA (S3 : insertion d'une nouvelle espèce, peu gourmande en eau, pour augmenter la surface allouée aux protéagineux tout en limitant la concurrence avec le maïs) (ii) aux objectifs propres à l'agriculteur (O7 : autonomie en semences) (iii) au contexte socio-économique (S2 : débouché Valorex pour accéder à un mélange en alimentation animale, à base de féverole; S1 : autonomie protéique face à l'augmentation du prix du soja en 2009). Ces 4 EA s'accordent à dire que la féverole leur permet d'améliorer leur niveau d'autonomie.

Des changements dans l'assolement : 3 agriculteurs cultivent actuellement de la féverole (O7 ; S2 ; S3), contre 1 seul ayant abandonné au cours de sa trajectoire (S1). Elle est introduite dans les systèmes entre 2006 et 2012, entre 1% (O7) et 5/6% (S2 ; S3 ; S1). Le pourcentage de surface allouée à la féverole augmente progressivement sur 15 ans (S2 ; S3) ou se maintient (O7) jusqu'à la situation actuelle. Seul S3 augmente sa surface de façon plus radicale en dernière phase de cohérence agronomique (+ 5% en 2016). Ainsi, elle connaît principalement une évolution positive dans les trajectoires d'évolution des EA, une fois intégrée dans l'assolement : elle est substituée au détriment de (i) un oléagineux (S2) ou à d'autres protéagineux (S3 ; perspectives d'O7).

Des leviers à l'échelle de l'exploitation agricole : Les moteurs positifs sont essentiellement des objectifs stratégiques issus des caractéristiques de la culture. En effet, suite à son introduction dans le système, les agriculteurs reconnaissent rapidement ses propriétés agronomiques, très liées à sa forte résistance aux conditions limitantes. Ces moteurs concernent (i) une simplification de la conduite technique (S2 : substitution au pois, en faveur d'une économie d'intrants ; S3 : substitution au lupin et pois pour orienter son système en semis directe) (ii) son effet précédent, et plus particulièrement sa fonction de restructuration du sol pour une amélioration de la qualité du sol (O7 : produire de la semence de féverole pour systématiser les couverts végétaux et cultures associées à base de féverole, avec un passage en semis directe ; S2 : passage en semis directe) (iii) une zone cultivable étendue aux terres les plus défavorables (S2 ; S3 ; O7). En effet, ces 3 agriculteurs conduisent leur système avec des techniques de semis simplifié voire du semis directe : l'augmentation de la surface allouée à la féverole apparaît alors comme un processus leur permettant d'atteindre des objectifs stratégiques à l'échelle de leur EA. Comme S3, O7 a pour perspective de substituer ses autres protéagineux par la féverole, pour tendre in fine vers un système conduit en semis directe (« *la féverole est si résistante qu'on peut l'implanter facilement en semis directe sur des terres peu favorables, et elle a sa place dans ce type de système, puisqu'elle restructure le sol à notre place !* »). En lien avec cette stratégie, on identifie un moteur positif à l'échelle de l'environnement socio technique : l'association BASE qui promeut la place de la féverole dans

des systèmes orientés vers une agriculture de conservation. D'une manière générale, les agriculteurs ne rencontrent pas de freins qui pourraient justifier la mise en œuvre de réajustements techniques de la féverole à l'échelle de la parcelle (sauf S2 : ajout d'un fongicide contre botrytis). Seul S1 abandonna la féverole suite à une phase d'essais de 3 ans, du à son faible intérêt en alimentation animale : il n'atteint pas son objectif initial de réduction d'achat de correcteur azoté, l'autoconsommation se révélant donc peu rentable.

Une forte interaction avec l'association BASE : 2 EA disent avoir été influencées par le voisinage dans le choix de la culture (S1 et O7). Les EA ont peu recours à un suivi technique de la culture dans la phase précédant son introduction. En effet, il se base sur les préconisations du technicien Terrena en première année de production, puis conduisent des réajustements techniques issus d'échanges avec les voisins ou d'observation du comportement de la culture au champ. Ceci s'explique principalement par une conduite technique simple de la culture et sa résistance à des conditions plus difficiles. Comme vu précédemment, les agriculteurs qui s'intéressent à l'association BASE dans un objectif d'améliorer la qualité de leur sol tout en faisant une économie d'intrants, attribuent à la féverole une place significative dans le système de culture. En effet, ces EA bénéficient des expériences des agriculteurs de ce réseau (internet, groupes), un facteur d'impulsion des innovations autour de la féverole. Ces EA ont un goût pour l'innovation assez fort.

Des pratiques clés : Peu de pratiques clés ont été identifiées à l'échelle de la parcelle par les agriculteurs, elles concernent : un faible travail du sol pour rendre son développement plus progressif (adapté à semis directe) ; le choix de la variété pour une régularité des rendements (Fèverole d'hiver) ; la date du semis pour éviter le gel ; la bonne maîtrise du positionnement des traitements fongiques. De plus, la féverole est considérée par les agriculteurs comme un couvert végétal de qualité, pour ses effets de restructuration du sol et sa performance sur tous types de sol. On suppose que son utilisation en cultures intermédiaires dans un premier temps (O7 ; perspective d'E4) peut constituer un levier pour son développement dans le système, suite à l'observation des performances au champ de la culture. Concernant l'autoconsommation de la féverole, la pratique identifiée comme clé (S1) pour maintenir la féverole dans un objectif d'autonomie protéique est l'extrusion ou le toastage.

➤ Le pois

Culture reconnue pour son débouché de vente en alimentation animale, mais également valorisée en autoconsommation dans les EA : Le pois cultivé ou ayant été cultivé par les agriculteurs, est valorisé à la fois à la vente (O5 ; S2 ; N6 ; N5) comme en alimentation animale (S5 ; S3 ; O8 ; N5). Les moteurs à l'introduction de cette culture sont les suivants : (i) la mode des années 1990 (S2 ; S3), avec la prime aux protéagineux (ii) l'autonomie protéique pour les systèmes biologiques (O8 ; perspectives de S1 et N6) ou pour réduire les charges en alimentation (N5 ; S5). L'introduction du pois dans leur système leur permet à tous de diversifier leur assolement, et d'améliorer la marge nette des productions végétales à l'échelle de la rotation.

Une disparition progressive du pois dans les systèmes conventionnels actuels : 3 agriculteurs cultivent actuellement du pois (O8 ; N6) contre 5 ayant abandonné au cours de leur trajectoire (O5 ; S3 ; N5 ; S2 ; S5). Il est introduit dans les systèmes en 1990 (S2 ; S3) ou entre 2012-2014, sur une surface variant de 4,5% (S2 ; S3) à 11% (O8). On observe différentes dynamiques d'évolution : (i) abandon au bout d'un an (O5 ; S5) (ii) une surface stable pour des EA qui l'autoconsomme (S3 ; N5) ou pour celles ayant repris le système de leurs parents avec la culture déjà installée (S3 ; S2) (iii) une surface qui augmente avec le passage en agriculture biologique (O8). Ainsi, on ne constate aucune réduction de surface, supposant un arrêt radical de la culture. En effet, pour 3 EA (S3 ; S2 ; N5), le pois fut substitué

par un autre protéagineux entre 2010-2011, d'une campagne agricole sur l'autre : féverole (S3 ; S2) et lupin (N5).

Une culture abandonnée pour répondre aux objectifs économiques de l'agriculteur : les moteurs négatifs sont des éléments issus des échelles de la parcelle et du contexte socioéconomique, qui combinés ensemble, ne répondent plus aux objectifs stratégiques de l'agriculteur. En effet, la forte pression des ravageurs est reconnue comme le principal frein technique, lié à la nécessité (i) d'une haute surveillance (ii) de la consommation forte d'intrants (charges de main d'œuvre, protection contre bioagresseurs). Or, en période de crise économique, les agriculteurs recherchent à réduire leur coût de production, et n'hésitent pas à la remplacer par une autre espèce dans le cas d'une perte de rentabilité économique. Enfin, en lien avec la problématique générale d'autoconsommation de protéagineux sur l'EA, S5 abandonna le pois pour son faible intérêt en alimentation animale, la pratique se révélant peu rentable (faible niveau de réduction du correcteur azoté). Les moteurs positifs sont présents dans les systèmes en transition biologique, intégrant du pois fourrager pour se rapprocher de l'autonomie protéique. En effet, il s'agit d'une culture connue historiquement pour son intérêt en alimentation animale dans les systèmes de polyculture élevage.

Une faible intervention d'autrui : les agriculteurs ont peu recours à une aide technique (vs. Lupin) ou à des ressources informationnelles (vs. Féverole). En effet, il s'agit d'une culture historique et donc maîtrisée sur le territoire. Seul O8 se tourne vers un organisme spécialisé en Agriculture Biologique pour connaître les leviers techniques à la maîtrise des bioagresseurs.

Une pratique clé : Aucune pratique clé n'est actuellement identifiée. En effet, seules des aides aux pois amélioreraient sa rentabilité économique et son image auprès des agriculteurs, qui est entachée par l'accentuation de la variabilité des rendements ces dernières années et le fort recours aux intrants. Ainsi, les aides constitueraient un facteur d'impulsion de la reprise du pois dans les systèmes de culture du territoire « *la réduction de l'achat de correcteur azoté pour l'alimentation des taurillons ne me permettait pas de couvrir les coûts de production du pois, or si je l'ai maintenu dans mon système jusqu'à ce que le rendement chute, c'est grâce aux aides dont je bénéficiais !* ».

Concernant la luzerne, on observe que le processus de changement mis en œuvre par les EA est **faible et progressif**, principalement due au caractère pluriannuel de la culture et à un objectif de **surface adaptée aux besoins du cheptel**. **La phase d'essai est primordiale** dans les processus d'insertion de la luzerne, et conduit majoritairement à l'adoption de la culture malgré des difficultés techniques. Les réajustements techniques effectués concernent les principaux freins, déjà identifiés dans l'étude 2014. Concernant les protéagineux, les changements dans l'assolement sont plus nombreux, avec le cas de **substitution entre protéagineux** pour se rapprocher des critères d'évaluation propres à l'agriculteur. L'évolution des assolements en protéagineux correspond le plus souvent à la **résultante d'une combinaison de changements** : (i) une orientation stratégique (ii) un contexte économique difficile. Cette analyse a permis de mettre en évidence des **pratiques clés**, au niveau de la parcelle, du système de culture et du territoire, qui pourront être mobilisées en tant que leviers pour une meilleure insertion des légumineuses dans les exploitations agricoles.

2.3 Mise en commun des trajectoires : identification des voies d'accompagnement vers une plus grande insertion de légumineuses

Dans cette partie, nous chercherons à mettre en relation les phases de cohérence et trajectoires d'évolution des EA de chaque profil (Partie C- 2.1) avec les leviers identifiés à l'issus de l'analyse des processus de changements (Partie C-2.2). Ainsi, la figure 13 permet de représenter l'évolution des légumineuses dans les trajectoires des EA et d'appréhender la

dynamique de changement de phase de cohérence et/ou du profil: l'objectif est de comprendre avec quels moyens (nature du changement, moteur ou processus) une EA peut passer à un niveau d'insertion de légumineuses supérieur.

L'axe vertical de la figure 13 représente le pourcentage de légumineuses étudiées (fourragères et protéagineuses) tandis que l'axe horizontal correspond au nombre d'espèces de légumineuses présentes dans l'EA. Ainsi, le rectangle illustre une phase de cohérence agronomique, dont la place des légumineuses dans le système est définie suivant son positionnement par rapport aux axes. Les phases de cohérence numérotées sont toutes celles que nous avons trouvées chez les EA : il y en a donc communes aux EA et d'autres spécifiques. En situation initiale, on retrouve 77% des agriculteurs de l'échantillon dans la phase de cohérence « Pas de légumineuse ». Ainsi, les individus évoluent d'une phase à une autre dans le temps (flèche de la couleur du rectangle, avec individus concernés), jusqu'à leur situation actuelle (individus « sortant » surlignés avec la couleur de leur profil). Dans le cadre de changement de phase de cohérence, nous avons identifiés la nature et moteurs du changement, ainsi que les leviers mobilisés. A partir de cette figure, nous observons les éléments suivants :

- (i) **Pour les EA d'un même profil de situation actuelle, il existe une diversité de trajectoires d'évolution:** pour une même place des légumineuses en situation initiale, O7 et S3 passent respectivement par 1 et 3 phases de cohérence pour parvenir à une situation actuelle d'un même profil.
- (ii) **Deux EA de deux profils différents peuvent passer par une même phase de cohérence au cours de leur trajectoire:** N6 et E4, respectivement du profil A et D, sont tous deux issus de la phase de cohérence N°5, correspondant à une adaptation aux mêmes contraintes internes de l'EA (Augmentation productivité/ha sur une surface limitée en SCOP).
- (iii) Les **freins et les leviers** à l'insertion de légumineuses relèvent de différents niveaux de décisions dans l'exploitation agricole :
 - **Des itinéraires techniques** mis en œuvre à l'échelle de la parcelle : des freins techniques rencontrés dans la conduite d'une légumineuse sont souvent à l'origine des processus de substitution entre espèces de légumineuses (S1 : passage de N°2 à 4 ; O8 : Passage de N°6 à 12) ; A contrario, les leviers techniques sont des facteurs positifs d'insertion de légumineuses. Par exemple, l'adoption de la technique « semis en ligne + binage » permet à S1 de parvenir à mieux maîtriser les adventices, et s'est traduit par une augmentation de la surface allouée au lupin.
 - **Des assolements et successions de culture** à l'échelle de la sole : les objectifs stratégiques propres aux agriculteurs sont à l'origine d'un processus d'augmentation/réduction du pourcentage ainsi que du type et du nombre d'espèces de légumineuses dans le système. En effet, ce changement est souvent déclenché suite à la combinaison entre un objectif d'orientation stratégique avec un levier : on observe que le débouché du lupin est un levier organisationnel très mobilisé par les EA, mettant en évidence dans certains cas des processus de substitution entre pois ou colza, en faveur du lupin (O8 : Passage de N° 1 à 6 ; S5 : Passage de N°3 à 6). A contrario, l'absence d'usine de déshydratation sur le territoire représente un frein au développement de la luzerne dans les systèmes de production, comme pour E5 et S8 étant confrontés à des difficultés de production de foin (E5 et S8 : maintien en N°3). Enfin, le changement peut également être la résultante de la mise en œuvre d'un objectif stratégique et d'une adaptation aux contraintes internes à l'exploitation. Par exemple, S2 et S3 ont fait le choix d'intégrer de la féverole pour limiter la compétition du protéagineux avec les cultures principales, sur les terres irriguées (S3 : Passage de N°7 à 8 ; S2 : Passage de N°2 à 4).

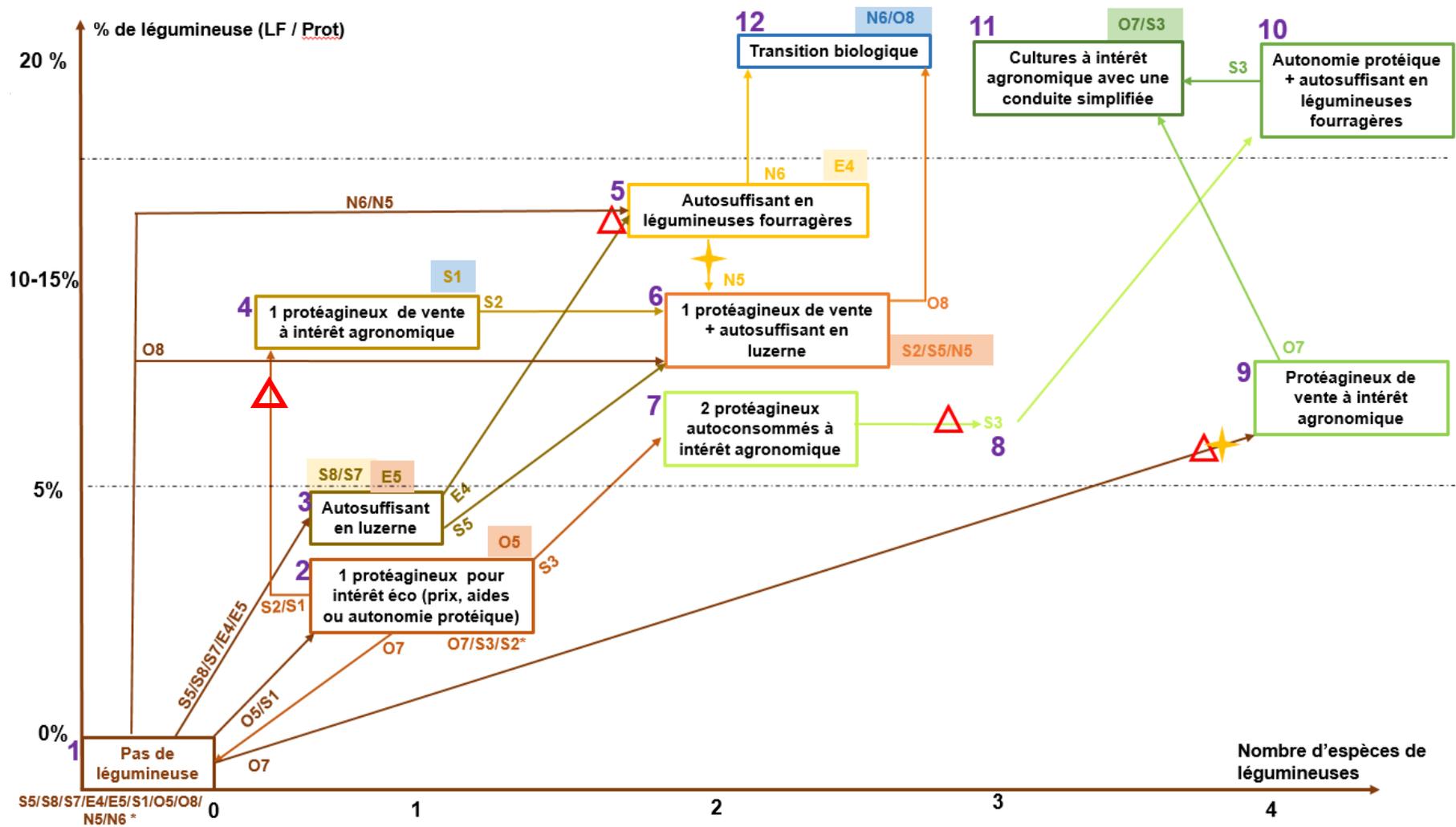


Figure 13: Dynamique de changement de phase de cohérence et leviers d'évolution de système de culture à base de légumineuses

Légende :

- 1 Phase de cohérence agronomique, relative aux légumineuses (associée à un N° d'identification)
- Changement de pratiques entre deux phase de cohérence :
 - Nature du changement
 - Moteurs du changement
 - Leviers identifiés

- ★ Arrêt atelier viande
- △ Contraintes internes: Main d'œuvre; compétition avec cultures principales sur parcellaire; SCOP limitée
- EA* EA en situation initiale
- EA EA en situation finale :
 - EA du Profil A
 - EA du Profil B
 - EA du Profil C
 - EA du Profil D

Symbole	Nature et Moteurs (introduction/ maintien) du changement et leviers mobilisés
S5/S8/S7/E4/E5 → Autosuffisant en luzerne	Valorisation de la luzerne en autoconsommation Amélioration de l'état du troupeau et/ou autonomie protéique Interaction avec environnement socio technique + Matériel de récolte + pratiques techniques clés (Fertilisation sur culture suivante + gestion des adventives)
O5/S1 → 1 Protéagineux pour intérêt éco (prix, aides ou autonomie protéique) S2/O7/S3*	Valorisation d'un protéagineux à la vente ou en autoconsommation Coupures des cycles bioagresseurs sur le blé + incitations financières (aides; prix) + sources protéines (prix du soja élevé) Aides
S2/S1 → 1 protéagineux de vente à intérêt agronomique	Augmentation de la surface allouée au protéagineux destiné à la vente Coupe cycle bioagresseurs sur blé + Réduction des charges (fertilisation/protection chimique) + incitation financière Amélioration structure du sol Débouchés de vente ; substitution Prot/Prot ; pratiques techniques clés (Fertilisation sur culture suivante + gestion des adventives et/ou maladies) ; interaction avec environnement sociotechnique
N6 → Autosuffisant en légumineuses fourragères E4	Valorisation du méteil et de la luzerne en autoconsommation Augmenter productivité/ha de cultures autoconsommées pour augmenter surface SCOP (SCOP limitée: sole en blé = Tmin en paille) Amélioration structure du sol (arrêt labour) Pratiques clés pour simplifier la conduite technique de la luzerne (gestion des adventives et/ou récolte)

N5 → Autosuffisant en légumineuses fourragères	Valorisation du méteil et de la luzerne en autoconsommation Autonomie protéique
S5 → 1 protéagineux de vente + autosuffisant en luzerne O8	Valorisation d'un protéagineux à la vente (avec ajout luzerne ou luzerne préexistante) Incitation financière (prix ; PAC) + réduction des charges (protection chimique et/ou fertilisation) Débouchés de vente ; substitution colza/prot
S2 → 1 protéagineux de vente + autosuffisant en luzerne	Introduction de la luzerne Réduction du correcteur azoté + Amélioration de l'état du troupeau Pratiques techniques clés (gestion des adventives)
N5 → 1 protéagineux de vente à intérêt agronomique + autosuffisant en luzerne	Substitution du méteil par protéagineux + orientation vers débouché de vente Incitation financière (prix) + Diminution du cheptel (arrêt activité taurillon) Substitution Prot/Prot ; Débouchés de vente ; Déshydratation de la luzerne
S3 → 2 protéagineux autoconsommés à intérêt agronomique	Introduction d'un nouveau protéagineux + orientation vers l'autoconsommation Autonomie protéique (vente directe du lait) + Réduction des charges (fertilisation/protection chimique) Substitution au colza et tournesol /Prot ; pratiques techniques clés (Fertilisation sur culture suivante)

O7 → Protéagineux de vente à intérêt agronomique	Valorisation de plusieurs protéagineux destinés à la vente Incitations financières (prix ; PAC) et économie de charges (crise) + modification structurel de l'EA (réduction cheptel + UTH) + amélioration qualité du sol (vie biologique) Bon débouchés
S3 → Autonomie protéique + autosuffisant en légumineuses fourragères	Introduction de légumineuses fourragères Autonomie protéique + Amélioration qualité du sol (fertilité ; structure)
S3 → Cultures à intérêt agronomique avec une conduite simplifiée O7	Valorisation légumineuses à conduite simplifiée (féverole) Amélioration qualité du sol en valorisant le service de restructuration des légumineuses, pour tendre vers système en semis directe Pratiques clés, connues en agriculture de conservation (implantation légumineuses en semis directe; utilisation légumineuses en plantes associées ou couverts permanents à d'autres cultures) ; interaction avec environnement sociotechnique
N6 → Transition biologique	Substitution méteil en autoconsommation par protéagineux destiné à la vente Conduite de transition biologique (1A) Débouchés de vente
O8 → Transition biologique	Augmentation de la surface du protéagineux et de luzerne, destinés à l'autoconsommation Conduite de transition biologique (3A) Substitution Prot/Prot ; Pratiques de conduite biologique

- **Des facteurs de production** disponibles à l'échelle de l'exploitation agricole : les reconfigurations structurelles des systèmes (arrêt atelier viande ; départ d'un associé ; apport de surface ; augmentation du troupeau ; conversion biologique) peuvent constituer des facteurs favorables ou non à l'insertion de légumineuses. Par exemple, le départ d'un associé a entraîné une charge de travail plus élevée, expliquant le choix de valoriser davantage de protéagineux en culture de vente pour O7 (Passage de N°1 à 9). Pour une même reconfiguration structurelle, en lien avec l'arrêt d'un atelier viande, O7 (Passage de N°1 à 9) et N5 (Passage de N°5 à 6) ne présente pas le même processus : l'un substitue sa surface de triticales par l'introduction de 4 légumineuses, tandis que l'autre conserve la même surface en protéagineux et augmente la surface de blé.

Ainsi, on observe (i) des phases de cohérence communes intervenant de façon non synchrone dans la trajectoire des exploitations agricoles, de différents profils (ii) des EA qui passent à une phase de cohérence caractérisée par un niveau d'insertion de légumineuses supérieur, tandis que d'autres évoluent peu. Ceci met en évidence des **objectifs stratégiques** propres aux agriculteurs, en termes de **choix d'organisation et d'orientation**, ou peut être lié à des **marges de manœuvre restreintes par les contraintes internes** de l'exploitation, ou encore **des moteurs issus de l'environnement socio-économique**. On suppose donc qu'une EA, à une phase de cohérence N°X de son parcours, dispose de différentes options pour évoluer vers la situation du niveau d'insertion de légumineuse supérieur. Selon son choix, elle actionne des **leviers de différentes natures** (stratégiques, organisationnels, techniques) et en contrepartie, elles rencontrent des freins associés. On donnera plusieurs exemples dans le tableau 6.

Tableau 6: Exemple d'options d'évolution qu'ont disposé des EA au cours de leur trajectoire

Individus	Exemples d'options d'évolution
S5 et E4	En situation N°3, ils avaient comme option d'évolution la phase N°5, en intégrant du méteil dans leur système de production ou la phase N°6 en introduisant un protéagineux. E4 s'orienta vers la première option face à une SCOP limitée (taille minimale de la sole de blé) tandis que S5 se tourna vers la deuxième option, pour le débouché du lupin, dans un objectif de diversification de la sole céréalière.
S1 et S2	Ils sont passés de la phase N°2 à 4 par le biais d'une substitution entre protéagineux en faveur d'une meilleure rentabilité économique (débouché de vente ou services annexes). Ils ont maintenus tout deux ce protéagineux dans leur système grâce à son intérêt agronomique et surtout à la maîtrise technique de sa conduite (S2 : positionnement du traitement contre Botrytis ; S1 : conduite en association + technique de semis en ligne + intervention au binage en rattrapage). Contrairement à S2, S1 ne s'est pas orienté vers la phase N°6, du au caractère chronophage de la récolte de luzerne et à l'absence d'usine de déshydratation sur le territoire.
S2 et S3	Se caractérisant par la même situation initiale N°2, ils se sont orientés vers des phases de cohérence différentes à leur installation, mettant en évidence deux objectifs stratégiques distincts : S3 passe en N°7 en substituant les oléagineux par le lupin pour se rapprocher de l'autonomie protéique et valoriser son lait en vente directe ; S2 s'est tourné vers N°4 en substituant la féverole au pois dans un objectif de diversification de sa sole céréalière et d'économie en intrants, en réaction à la crise.
O8	Il aurait pu rester, comme N5, S5 et S2, en phase de cohérence N°6, mais a évolué vers la phase N°12 déclenchée à l'issue d'un évènement marquant (problèmes de santé lié à l'utilisation de produits chimiques).

D'une manière plus générale, on remarque que les EA, susceptibles de tendre vers la phase N°5, sont celles ayant pour objectif d'optimiser la surface de leur exploitation ou en recherche d'autonomie protéique mais également celles qui ont été confrontées à des contraintes techniques : une partie du méteil est cultivé sous couvert permanent de luzerne, permettant à E4 de supprimer l'application d'un désherbant chimique difficile à maîtriser sur la luzerne (léguram) ; N6 augmenta la surface de luzerne pour faciliter la récolte du foin (1 coupe de foin/an = besoins du troupeau, au lieu de 2).

De plus, les EA conduisant leur système selon des techniques de semis simplifié (S2 en N°4 ; E4 et N6 en N°5) ou de semis directe (O7 ; S3 en N°11) sont celles valorisant des légumineuses fourragères (E4 ; N6 ; S3) ou celles cultivant de la féverole (S3 ; O7 ; S2), et sont en interaction avec l'association BASE. Ainsi, on suppose que des EA, ayant pour objectif de se tourner vers une simplification de leur système, seront susceptibles de développer la féverole (conduite technique simplifiée ; forte résistance aux conditions limitantes) et/ou des légumineuses fourragères (luzerne : utilisation en couvert permanent ; méteil : conduite simplifiée) comme levier stratégique. Avec ce type d'objectif, les EA pourraient développer au minima une légumineuse sur 10 à 15% de la SAU (N°4), et au maxima 3 espèces de légumineuses sur 20% de la surface (N°11), comme S3. En effet, ce dernier représente le système le plus évolué dans les techniques de semis direct de notre échantillon.

Chez 2 EA (S3 ; S2), la féverole constitue un levier, mobilisé pour réduire la compétition avec les cultures principales sur parcelles irriguées. En effet, étant une culture très résistante, elle peut être exclue des rotations sur parcelles irriguées, pour y privilégier le maïs (objectif : maximiser le rendement). De plus, elle est allouée sur des parcelles de moins bonne qualité, là où le blé présente de faible performance (S2). On suppose donc que les agriculteurs peuvent avoir recours à la féverole pour répondre à des contraintes de parcellaire.

Enfin, on remarque que les EA cherchant à diversifier leur sole céréalière et à faire des économies en intrants à l'échelle de la rotation (fertilisation), via l'effet précédent de la légumineuse, introduisent au moins une légumineuse sur 10 à 15% de leur SAU (N°5, 6,7). C'est souvent le cas d'un protéagineux.

Partie D : Discussion

➤ Validité des hypothèses et méthodologie de travail

Nous constatons que pour un même fonctionnement actuel d'EA et une même place des légumineuses dans le système, il existe des trajectoires d'évolution très contrastées, mettant en évidence une diversité de pratiques d'insertion des légumineuses dans les exploitations (Hypothèse 1). L'analyse des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles nous a permis d'identifier les freins et leviers à l'insertion des légumineuses (Hypothèse 2) qui relèvent de différents niveaux de décisions (i) des itinéraires techniques mis en œuvre à l'échelle de la parcelle, (ii) des assolements et successions de cultures à l'échelle de la sole, et (iii) des facteurs de production disponibles à l'échelle de l'exploitation agricole (Hypothèse 3). En effet, les leviers d'action mobilisés à chaque échelle peuvent représenter des facteurs de déverrouillage en faveur d'une meilleure insertion de légumineuses. Les hypothèses 1, 2 et 3 sont validées.

La méthodologie utilisée dans ce travail présente cependant des limites, révélant le besoin de conduire un travail complémentaire. Tout d'abord, notre étude se focalise à l'échelle de l'exploitation agricole, même si on s'intéresse aux interactions entre le sujet et son environnement socioéconomique. Les informations collectées correspondent aux dires des agriculteurs : des entretiens avec d'autres acteurs permettraient de mieux cerner le niveau de verrouillage du système sociotechnique du territoire (débouchés, conseil agricole, organisation au sein du bassin versant) pour ensuite évaluer des scénarios territoriaux d'insertion de légumineuses. D'autre part, selon Chantre (2011), Bourdieu (1986) et Demazière (2007) montrent que la reconstruction a posteriori des historiques et changements de pratiques faisant appel à la mémoire des agriculteurs représente une limite bien connue dans ce type de travaux « Si certains détails sont nécessairement omis, si certains échecs ou hésitations restent dans l'ombre, nous pouvons néanmoins avoir accès à des récits permettant de reconstruire les ressources que les agriculteurs se souvenaient avoir mobilisées pour réaliser un changement de pratiques particulier [...] » (Chantre, 2011). En effet, les agriculteurs ont été quelques fois approximatifs dans leurs indications (repères temporels, constitution de l'assolement et succession de cultures). Enfin, notre échantillon se caractérise par (i) un faible nombre d'exploitations (ii) des systèmes spécialisés en polyculture élevage. Ainsi, une étude pourrait être élargie à un plus grand nombre d'agriculteurs pour mieux cerner les contraintes et marges de manœuvre à l'insertion de légumineuses, mais pourrait également intégrer d'autres systèmes présents dans le territoire.

➤ L'application d'un levier technique nécessite un apprentissage

Les principaux freins identifiés à l'échelle de la parcelle correspondent à ceux identifiés par l'étude 2014 et celle de Meynard et al. (Annexe 1). A l'échelle de l'itinéraire technique, les leviers techniques mis en œuvre par les EA résultent d'interactions sociales de proximité (agriculteurs voisins ou conseillers locaux de terrain), d'autres ressources informationnelles plus classiques (Revue, internet) et s'accompagnent de formes d'expériences individuelles ou collectives, structurées au sein même de communautés. Meynard et al. (2013) présentent les réseaux sociaux dans lesquels sont intégrées les EA comme des éléments qui insufflent des dynamiques de changements collectives, via l'apprentissage par expérience. Selon Chantre (2011), les essais techniques sont très souvent « fruit d'une démarche personnelle pour faire face à des problèmes identifiés dans l'exploitation, en particulier quand il s'agit de problèmes liés aux états du milieu ou aux résultats obtenus sur la culture ». Ensuite, le processus de mises en œuvre de ces leviers techniques s'accompagne d'un processus d'apprentissage, qui varie en fonction des agriculteurs (Chantre, 2011). En effet, on constate dans notre échantillon (i) des agriculteurs ayant « un goût pour l'innovation », qui mêlent l'interaction avec autrui, le déroulement d'expérimentations et l'analyse réflexive « *j'ai besoin*

de conduire mes propres expérimentations pour confirmer ce que j'entends, et comprendre les processus pour pouvoir agir dessus » (S1) (ii) des agriculteurs sollicitant peu les ressources informationnelles de leur environnement socio technique (à maxima, les préconisations techniques pour la première année de production), se basent davantage sur leur expérience, cad des référentiels techniques vis-à-vis d'autres cultures (S7 ; S2). Comme dans l'étude de Chantre (2011), peu d'agriculteurs (N6 ; N5) évoquent la formation continue comme ressource mobilisée pour engager un changement de pratiques au niveau des modes de production développés. D'une manière générale, les agriculteurs combinant une multitude de styles d'apprentissages sont ceux ayant effectué le plus de changements de pratiques, et présentent le plus souvent une situation actuelle caractérisée par (i) un haut niveau d'insertion de légumineuses (S1, N6, O8 du profil A ; S3 du profil B) (ii) le maintien d'une légumineuse sur le temps longs (S1; S3). Cependant, même des agriculteurs avec un niveau d'insertion le plus bas s'informent et conduisent des expérimentations en collaboration avec autrui (S8 du Profil D). Au cours de ces processus d'apprentissage, les échecs ont une influence majeure sur les changements mis en œuvre (Meynard et al., 2013). Une forte chute de rendements ou des échecs successifs dans la phase d'apprentissage, ont conduit certains agriculteurs à abandonner une culture ou à limiter la prise de risque, dans un contexte économique difficile. De plus, l'échec d'une légumineuse implique aussi des mécanismes de substitution entre légumineuses, pour se rapprocher des attentes initiales (critères d'évaluation). A contrario, le succès d'un levier technique conduit l'agriculteur à stabiliser le changement dans son système et se traduit par une meilleure valorisation de la culture en elle-même (S1) : réduction de l'incertitude économique via l'amélioration des rendements et des bénéfices économiques à l'échelle de la rotation. D'une manière plus générale, les critères d'évaluation sur lesquels l'agriculteur détermine le succès ou l'échec d'une culture/pratique sont aussi propres aux EA (exemple : le seuil d'acceptabilité du niveau de salissement de la parcelle), en lien avec ses objectifs stratégiques et la place de la légumineuse dans le système de production.

➤ **L'évolution d'un système de culture vers un plus grand niveau d'insertion de légumineuses dépend fortement des objectifs stratégiques et ressources productives des exploitations**

Les leviers à l'échelle du système de culture et de l'exploitation agricole sont issus d'objectifs stratégiques : ils relèvent de choix d'organisation (logique d'assolement et successions de culture) et d'orientation (choix des productions et des modes de valorisation) des agriculteurs (Aubry et Michel-Dounias, 2006). Notre étude a démontré que (i) les phases de cohérence dans l'évolution des exploitations agricoles se définissent par les choix d'organisation et d'orientation (ii) les changements de cohérence sont principalement associées à des modifications de la structure de l'exploitation, en lien avec la disponibilité des facteurs de production à l'échelle de l'exploitation (installation d'un associé, évolutions du type d'élevage ou effectif du troupeau) ou sont associées à l'évolution des stratégies de l'agriculteur en terme de choix d'orientation (conversion vers agriculture biologique, choix d'autoconsommation, passage en TCS). En effet, dans le cas de systèmes en polyculture élevage, les assolements peuvent évoluer de manière progressive avec l'évolution du troupeau (changements continus) ou d'une façon plus radicale, à la suite d'une remise en question des pratiques du système antérieur (changement exceptionnel). Pour ce dernier cas, il correspond (i) à un changement de paradigme dans les systèmes en conversion vers une agriculture biologique (Coquil, 2014) (ii) à des choix liés à une diversification du système ou d'autonomie protéique dans les exploitations conventionnelles. Ces changements d'orientation peuvent intervenir à la suite d'un événement marquant, interne ou externe à l'EA : (i) l'installation de l'agriculteur, le plus souvent à la reprise du système des parents (ii) des mécanismes adaptatifs, issus de l'interaction complexe entre l'exploitation agricole et son environnement (Darnhofer et al., 2010 ; Dedieu, 2008). En effet, on remarque que l'intérêt agronomique des légumineuses fut davantage un moteur d'insertion de ces cultures dans les exploitations agricoles à partir de 2009 - 2011, au début de la crise économique (baisse du prix des céréales ; baisse du prix du lait) : l'effet précédent est raisonné à l'échelle du système de culture en faveur d'une économie d'intrants et/ou d'une amélioration de la performance des

productions végétales. Cela se traduit par la mise en place de succession de culture cohérente et l'adaptation de pratiques sur cultures suivantes (réduction de la fertilisation azotée). De plus, on constate que plus le niveau d'insertion des légumineuses est élevé plus les services de la légumineuse est pris en compte dans la conduite du système de culture : les exploitations du profil B considèrent l'effet positif de restructuration du sol, comme un moyen de tendre vers un système fonctionnel, conduit en semis directe. D'autres éléments issus du contexte socio-économique ont été moteurs à l'insertion de légumineuses : (i) des incitations financières (Verdissement de la PAC en 2014 ; aides aux protéagineux dans les années 1990) (ii) la hausse du prix du soja, conduisant les agriculteurs à se rapprocher de l'autonomie protéique (autoconsommation des légumineuses). Enfin, les facteurs de production présents dans l'exploitation agricole peuvent constituer des éléments d'impulsion du changement en faveur des légumineuses (assolement ou mode d'insertion), ou à contrario les inhiber : (i) Faible UTH/SAU (réduction des charges de travail et étalement des pics de travail grâce aux légumineuses) (ii) une faible SCOP (augmentation de la productivité/ha en cultivant des légumineuses fourragères pour libérer de la surface destinée aux cultures de vente ; conduite des cultures sous couverts permanents de légumineuses) (iii) contraintes de parcellaire et d'assolement (choix de la féverole pour limiter la compétition avec les cultures principales en terme d'organisation de parcellaire) (iiii) Absence de matériel adapté à la conduite technique de légumineuses, impliquant un investissement de la part des agriculteurs ou d'une organisation a sein du bassin versant. Selon les dires des agriculteurs, nous constatons que la féverole est en expansion sur le territoire, en lien avec sa résistance et sa zone cultivable étendue à des terres à faible potentiel agronomique.

➤ **Des freins à l'échelle du territoire semblent verrouiller le développement des légumineuses dans les systèmes de culture des exploitations**

A l'échelle du territoire, Meynard et al. (2013) considèrent la structuration des marchés et filières comme principal facteur d'impulsion du changement, représentant la voie principale de déverrouillage du système sociotechnique actuel en faveur des espèces mineures. Comme le montre notre étude avec la présence de Terrena, l'existence de débouchés stables et de services de logistiques (collecte/stockage/triage) est un levier majeur pour l'introduction des cultures de légumineuses de manière durable dans les exploitations (Magrini et al., 2016). La contractualisation du lupin, autour d'un prix garanti rémunérateur, représente un moyen d'assurer une marge de sécurité pour l'agriculteur, face à une augmentation de la variabilité des rendements liée aux conditions climatiques changeantes et dans un contexte d'instabilité économique. Le développement d'un nouveau débouché, comme la filière lupépi en 2013, confère une valeur ajoutée supplémentaire au lupin, initialement valorisé en pur (lupin x triticale) à destination de l'alimentation humaine : la valorisation à la vente d'un mélange issu d'un système conventionnel représente un moyen de relancer les surfaces de la culture sur le territoire via (i) le contrôle des adventices au champs, principal frein technique conduisant à l'abandon de la culture (ii) un mélange pouvant être valorisé autrement qu'en autoconsommation ou éviter les travaux de triage dans le cas de la vente. Connue pour être des innovations de niches propres aux exploitations biologiques, la conduite en association pourrait potentiellement se développer en agriculture conventionnelle par le biais de ce type de débouché (Geels et Schot, 2007). Ainsi, nous avons constaté que les choix des agriculteurs d'introduire une légumineuse reposent avant tout sur le débouché, et son incitation financière. Cependant, son maintien dans le système de culture dépend fortement de la gamme de références techniques utilisables par les agriculteurs pour prendre leurs décisions et s'affranchir de difficultés techniques. Or, différents éléments ont été évoqués comme un frein au développement des espèces mineures : (i) une gamme réduite de variété (ii) un manque de solutions en protection des cultures; (iii) un déficit de références techniques (causes d'accidents du rendement; effets précédents raisonné à l'échelle de la rotation). Ce faible investissement de la recherche limite les compétences des conseillers agricoles en termes d'accompagnement des agriculteurs dans la conduite technique d'une nouvelle culture, et semble illustrer le verrouillage technologique autour des espèces majeures, décrit par Meynard et al. (2013).

Dans le contexte actuel marqué par un objectif croissant de recherche d'autonomie protéique (fluctuation forte du cours du soja), les agriculteurs sont davantage incités à valoriser leur production en autoconsommation directement sur l'exploitation (broyage), une pratique qui semble aujourd'hui peu rentable en lien avec la faible valorisation de la qualité du produit. Or, les usines de transformation existent sur le territoire mais elles sont encore peu accessibles aux agriculteurs (prix ; localisation géographique ; praticité). Ainsi, des usines de déshydratation de la luzerne (échec du projet de construction 2008) ou des méthodes d'extrusion/toastage pour les protéagineux constitueraient un facteur de développement de la légumineuse dans le système de production, associé à un choix d'orientation en faveur de l'autoconsommation du produit. De plus, à travers notre étude, nous avons vu que les systèmes ayant parvenu à incorporer la légumineuse dans la ration du troupeau, au-delà de la phase d'essai, sont ceux ayant stabilisé la place de la légumineuse dans l'assolement sur le temps long (N5 ; S3 ; N6 ; E4). On suppose donc que l'autoconsommation de légumineuses dans les systèmes de polyculture élevage, déclenchée suite à l'émergence d'opportunités en termes de valorisation du produit brute sur le territoire, peut constituer un levier en faveur du maintien de ces cultures dans les systèmes de production.

➤ **Comment notre travail peut-il être mobilisé pour accompagner les agriculteurs vers une plus grande insertion de légumineuses ?**

Ainsi, l'existence de leviers intervenant à différentes échelles nous montre que le développement des légumineuses sur le territoire est possible, et représentent des voies de déverrouillage du système sociotechnique. Ce travail a mis en évidence (i) des trajectoires d'évolution contrastées (ii) des processus de changement en lien avec l'appropriation des innovations (cultures/pratiques), qui sont la résultante d'une combinaison de styles d'apprentissage et des critères d'évaluation propres à chacune des EA (iii) des spécificités liées aux objectifs stratégiques (choix d'organisation et d'orientation) et aux caractéristiques de l'exploitation agricole (contraintes internes en terme d'assolement, de parcellaire, de main d'œuvre, etc) (iiii) l'intérêt d'une approche systémique et multidimensionnelle, permettant de replacer les choix et règles de décisions d'un agriculteur dans son environnement. Ces éléments supposent donc la nécessité d'une remise en question de la forme la plus classique du conseil agricole actuel : bien que leur activité soit motivée par un changement de pratiques en faveur d'une diversification du système (Terrena), l'accompagnement des agriculteurs se restreint à des préconisations techniques et à un suivi de la parcelle pour évaluer exclusivement les performances de la culture concernée. En effet, notre étude montre l'intérêt d'un accompagnement plus individualisé, adapté aux contraintes, marges de manœuvre, rapport au changement décrit par les processus, afin de trouver des voies plus efficaces pour introduire de façon pérenne la légumineuse dans un système de production. En effet, l'accompagnement pourrait intégrer des formes de mise en récit pour favoriser le couplage entre l'expérience et la situation actuelle de chaque agriculteur (Chantre, 2011). C'est en travaillant sur la trajectoire d'évolution individuelle de différentes exploitations qu'un conseiller agricole pourrait évaluer si un levier (technique/stratégique), qui s'est déjà présenté chez d'autres exploitations, pourrait être adapté aux objectifs et au fonctionnement d'une situation actuelle d'une EA, dans le cadre d'un accompagnement. Ainsi, en annexe 12, nous présentons le cas de 2 trajectoires d'évolution contrastées afin d'illustrer comment notre travail pourrait être mobilisé dans une démarche d'accompagnement vers une plus grande insertion de légumineuses. Ainsi, l'étude d'exploitations agricoles cultivant ou ayant cultivé des légumineuses permettra d'identifier des leviers d'action pour pourvoir augmenter l'insertion des légumineuses dans d'autres exploitations agricoles du territoire. L'hypothèse 4 est donc validée.

Partie E : Conclusion

La part des légumineuses dans les exploitations agricoles est en déclin depuis plusieurs dizaine d'années. Ce phénomène est la résultante d'un verrouillage du secteur agro-alimentaire autour des espèces majeures, se traduisant par la simplification forte des systèmes et la spécialisation des territoires. Néanmoins, la diversification des cultures via l'insertion de légumineuses est considérée comme un levier d'action pour améliorer la durabilité des systèmes de production agricole, dans un contexte de changement global impactant la production. Les atouts des légumineuses conduisent à étudier les leviers mobilisables pour une meilleure insertion de ces cultures dans les systèmes de production. Ainsi, dans le cadre de la tâche 2 du projet Légitimes, nous nous sommes intéressés à treize exploitations de polyculture-élevage bovin lait, sur le territoire du Pays de Loire, la majorité étant conduites en conventionnelles. Cette étude repose sur l'analyse du fonctionnement actuel des exploitations, et s'appuie également sur les concepts de trajectoire d'évolution et processus de changements. Sur la base des objectifs stratégiques des agriculteurs, nous avons identifié 4 stratégies d'insertion de légumineuses dans les exploitations en situation actuelle, dont la place des légumineuses fut décrite par certains indicateurs quantitatifs (type de légumineuses, nombre d'espèces et pourcentage de légumineuses global). Or, les trajectoires d'évolution des exploitations agricoles d'un même profil de situation actuelle sont très contrastées : le niveau d'insertion de légumineuses en situation actuelle ne révèle pas une trajectoire d'évolution type (succession de phase de cohérence agronomique). Les moteurs de changement d'assolement et successions de cultures relèvent d'échelles internes et externes à l'exploitation agricole : les objectifs stratégiques intervenant au niveau de l'exploitation agricole et système de culture sont les principaux moteurs d'insertion, mais sont souvent issus de l'interaction complexe avec son environnement socio-économique et technique. L'analyse des processus de changements ont permis d'identifier les leviers pour dépasser le verrouillage des filières agricoles et favoriser une meilleure insertion des légumineuses dans les systèmes de culture. Ces leviers relèvent de l'échelle de l'itinéraire technique, du système de culture, de l'exploitation agricole. Leur application nécessite l'évolution des objectifs stratégiques des agriculteurs (choix d'organisation et d'orientation à l'échelle du système de culture ou de l'exploitation agricole) et un apprentissage des pratiques clés (à l'échelle de l'itinéraire technique). In fine, cette étude montre l'intérêt d'ajuster l'accompagnement des agriculteurs à l'échelle du territoire, notamment en faisant évoluer les méthodes du conseil agricole vers le couplage entre mise en récit de l'expérience et de la situation actuelle : ceci permettrait d'identifier des voies plus efficaces pour introduire de façon pérenne la légumineuse dans un système de production.

Face aux problématiques actuelles, mon projet apporte sa contribution aux innovations nécessaires à la préservation des équilibres environnementaux. L'étude a nécessité de prendre en compte le contexte de mutation économique du pays et réfléchir aux voies nouvelles possibles de productions durables. En effet, il appartient à l'ingénieur de construire une réponse globale, en intégrant les dimensions et impacts sociaux, économiques et environnementaux, et en raisonnant à différentes échelles. De plus, ce projet de recherche s'appuie sur une méthodologie intégrant une approche qualitative. La collecte de données, base de cette étude, a été effectuée à partir de deux séries d'entretiens auprès des agriculteurs. Cette collaboration avec les agriculteurs traduit une relation intersubjective de proximité. Ainsi, la « validité des données » dépend largement de (i) la qualité de la relation établie entre l'acteur enquêté et l'enquêteur (ii) la qualité de l'expression du sujet enquêté et de la qualité de questionnement de l'enquêteur. Il s'agit donc pour l'enquêteur de vérifier la pertinence des données en les replaçant dans l'étude multidimensionnelle et systémique de l'exploitation agricole. Le savoir se construit autour du dialogue et de la prise en compte des représentations propres au sujet. Ce type d'approche relèvent donc différents enjeux méthodologiques que sont (i) respecter l'authenticité des expressions pour les intégrer dans la construction de l'étude (ii) avoir une rigueur dans la production du savoir entre données qualitatives et quantitatives.

Références bibliographiques

- Aires, N., Cavailles, E., 2009. Les techniques de contrôle des flux polluants dès la source du ruissellement: retour d'expérience technico-économique en Ile-de-France. *Techniques Sciences et Méthodes* 132, 69.
- Altieri, M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment* 74, 19-31.
- ANR, 2012. *Projet Légitimes* 49.
- Attonaty, J., Chatelin, M., Mousset, J., 1993. A Decision Support System based on farmers knowledge to assess him in decision making about work organisation and long term evolution, International Seminar of CIGR models computer programs and expert systems for agricultural mechanization, Florenza, Italy.
- Aubry, C., 2007. La gestion technique des exploitations agricoles, composante de la théorie agronomique. Mémoire pour le diplôme d'Habilitation à la direction de recherche d'agronomie, sous le tutorat de Michel Duru, Institut national polytechnique de Toulouse, 101 f°, soutenu le 14 novembre 2007, devant un jury constitué de Marc Benoît (rapporteur), Jacques Éric Bergez (rapporteur), Patrick Caron (rapporteur), Catherine Disenhaut et Michel Duru. *Ruralia. Sciences sociales et mondes ruraux contemporains*.
- Aubry, C., Michel-Dounias, I., 2006. Systèmes de culture et décisions techniques dans l'exploitation agricole. L'agronomie aujourd'hui, DORE, T.(Coordinateur); Le Bail, M.(Coordinateur).
- Bernard, A.B., Redding, S.J., Schott, P.K., 2010. Multiple-product firms and product switching. *The American Economic Review* 100, 70-97.
- Bonneuil, C., Thomas, F., 2009. Gènes, pouvoirs et profits: recherche publique et régimes de production des savoirs de Mendel aux OGM. Éditions Quae.
- Bowman, M.S., Zilberman, D., 2013. Economic factors affecting diversified farming systems. *Ecology and Society* 18, 33.
- Bretin, L., Broggio, A., Courilleau, B., Farges, H., Laissus, L., Laurent, A., Penel, Y., Poulain, A., 2015. Rapport d'étude: analyse des freins et leviers à l'insertion des légumineuses en Pays de La Loire, Angers, 155.
- Carrouée, B., Schneider, A., Flénet, F., Jeuffroy, M.-H., Nemecek, T., 2012. Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza: impacts sur les performances économiques et environnementales. *Innovations agronomiques* 25, 125-142.
- Cavaillès, E., 2010. Avantages environnementaux et économiques d'une relance des légumineuses en France. Paris, Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du développement durable (SEEIDD) du Commissariat général au développement durable (CGDD), Un point sur.
- Cerf, M., Sebillotte, M., 1988. Le concept de modèle général et la prise de décision dans la conduite d'une culture.
- Cerf, M., SOLER, L., 1996. Approche cognitive de pratiques agricoles: intérêts et limites pour les agronomes. *Commentaires. Natures Sciences Sociétés* 4, 327-340.
- Chantre, E., 2011. Farmers' learning processes in implementing low-input field crop agriculture: Case study of Champagne Berrichonne (Indre, France) during the years 1985-2010. AgroParisTech, Paris.
- Charrier, F., Magrini, M.-B., Charlier, A., Le Bail, M., Messéan, A., Meynard, J.-M., 2013. Alimentation animale et organisation des filières: une comparaison pois protéagineux-lin oléagineux pour comprendre les facteurs freinant ou favorisant les cultures de diversification. *OCL* 20, D407.
- Colbach, N., Lucas, P., Cavelier, N., 1994. Influence des successions culturales sur les maladies du pied et des racines du blé d'hiver. *Agronomie* 14, 525-540.
- Coquil, X., Béguin, P., Dedieu, B., 2014. Systèmes de polyculture élevage laitiers évoluant vers l'AB Renforcement des interfaces cultures/élevage. « », *Économie rurale* [En ligne], 339-340 | janvier-mars 2014, mis en ligne le 20 janvier 2016, consulté le 25 juin 2015. URL : 339-340.

- Coquil, X., Beguin, P., Fiorelli, J.-L., Trommenschlager, J.-M., Dedieu, B., 2012. Apprendre l'autonomie dans les systèmes de polyculture élevage laitier. *Innovations agronomiques* 22, 85-99.
- Darnhofer, I., Bellon, S., Dedieu, B., Milestad, R., 2010. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 545-555.
- Dedieu, B., 2008. L'élevage en mouvement: flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Editions Quae.
- Dedieu, B., Ingrand, S., 2010. Incertitude et adaptation: cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. *INRA Productions animales* 23, 81-90.
- Deytieux, V., Nemecek, T., Knuchel, R.F., Gaillard, G., Munier-Jolain, N.M., 2012. Is integrated weed management efficient for reducing environmental impacts of cropping systems? A case study based on life cycle assessment. *European journal of agronomy* 36, 55-65.
- Dore, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., Roger-Estrade, J., 2006. *Agronomy today, L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae, collections synthèses, Versailles France, xii + 367 pp.
- Duru, M., Papy, F., Soler, L.-G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. *CR Acad. Agric. Fr* 74, 81-93.
- Fares, M., Magrinie, M.B., Triboulet, P., 2012. Transition agroécologique, innovation et effets de verrouillage : le rôle de la structure organisationnelle des filières. *Cahiers Agricultures* 21, 34-45.
- Geels, F.W., Schot, J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399-417.
- Jackson, W., 2002. Natural systems agriculture: a truly radical alternative. *Agriculture, ecosystems & environment* 88, 111-117.
- Jensen, E.S., Hauggaard-Nielsen, H., 2003. How can increased use of biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment? *Plant and Soil* 252, 177-186.
- Kremen, C., Miles, A., 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society* 17, 40.
- Lamine, C., Bellon, S., 2009. Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agronomy for sustainable development* 29, 97-112.
- Lamine, C., Meynard, J.-M., Bui, S., Messéan, A., 2010. Réductions d'intrants: des changements techniques, et après? Effets de verrouillage et voies d'évolution à l'échelle du système agro-alimentaire. *Innovations agronomiques* 8, 121-134.
- Lamprinopoulou, C., Renwick, A., Klerkx, L., Hermans, F., Roep, D., 2014. Application of an integrated systemic framework for analysing agricultural innovation systems and informing innovation policies: Comparing the Dutch and Scottish agrifood sectors. *Agricultural systems* 129, 40-54.
- Magrini, M.-B., Anton, M., Cholez, C., Corre-Hellou, G., Duc, G., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J.-M., Pelzer, E., Voisin, A.-S., Walrand, S., 2016. Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. *Ecological Economics* 126, 152-162.
- Magrini, M.-B., Voisin, A.-S., Anton, M., Cholez, C., Duc, G., HELLOU, G., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J.M., Pelzer, E., Walrand, S., 2014. La transition vers des systèmes agro-alimentaires durables: quelle place et qualification pour les légumineuses à graines?, *La Grande Transformation de l'Agriculture, 20 ans après: renouveler les approches institutionnalistes sur l'agriculture et l'alimentation*, 25 p.
- Mauline, M.a., 2014a. Caractéristiques agropédoclimatiques des Pays de la Loire. LEVA, Angers, 22.
- Mauline, M.b., 2014b. Zone pilote: découpage administratif. Cartographie Sigloire. LEVA, Angers, 2.
- Mawois, M., Le Bail, M., Navarrete, M., Aubry, C., 2012. Modelling spatial extension of vegetable land use in urban farms. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 911-924.
- Mawois, M., Aznar, O., Gérard, F., Trébuil, G., 2014. Évolution des raisonnements agronomiques et économiques pour accompagner le changement de système de production: cas de deux exploitations agricoles. *Revue AE&S*.
- Mawois, M., Mazaud, C., Hellou, G., 2015. Comment faciliter l'évolution des exploitations agricoles vers plus d'autonomie protéique à l'échelle d'un territoire (sous contraintes) ?

- Maxime, F., Mollet, J.-M., Papy, F., 1995. Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture. Cahiers Agricultures 4, 351-362.
- Maxime, F., Nicoletti, J.-P., Leroy, P., Papy, F., 1997. Donner de la souplesse au choix d'assolement par des rotations-cadres. Actes du colloques: aide à la décision et choix de stratégies dans les entreprises agricoles; 10-11 décembre 1996, 85-99.
- Médiène, S., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P., de Tourdonnet, S., Gosme, M., Bertrand, M., Roger-Estrade, J., Aubertot, J.-N., Rusch, A., Motisi, N., 2011. Agroecosystem management and biotic interactions: a review. *Agronomy for sustainable development* 31, 491-514.
- Merrien, A., Arjauré, G., Carof, M., Leterme, P., 2013. Freins et motivations à la diversification des cultures dans les exploitations agricoles: étude de cas en Vendée. OCL 20, D405.
- Meynard, J.M., Messean, A., Charlier, A., Charrier, F., Fares, M., Le Bail, M., Magrinie, M.B., Savini, I., 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures : étude au niveau des exploitations agricoles et des filières. OCL 20, 10pp.
- Mignolet, C., Schott, C., Benoit, M., Meynard, J.M., 2012. Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970: une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures. http://www.inra.fr/ciag/revue/volume_22_octobre_2012.
- Munier-Jolain, N., Carrouée, B., 2003. Quelle place pour le pois dans une agriculture respectueuse de l'environnement? Argumentaire agri-environnemental. Cahiers Agricultures 12, 111-120.
- Papy, F., Attonaty, J.-M., Laporte, C., Soler, L.-G., 1988. Work organization simulation as a basis for farm management advice (equipment and manpower, levels against climatic variability). *Agricultural systems* 27, 295-314.
- Papy, F., Dent, J., McGregor, M., 1994. Working knowledge concerning technical systems and decision support. *Rural and farming systems analysis: European perspectives.*, 222-235.
- Parrish, B.D., Foxon, T.J., 2006. Sustainability entrepreneurship and equitable transitions to a low-carbon economy. *Greener Management International*, 47.
- 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. AgroParisTech.
- Rip, A., Kemp, R., 1998. Technological change. Battelle Press.
- Rochette, P., Janzen, H.H., 2005. Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 73, 171-179.
- Schneider, A., Flénet, F., Dumans, P., Bonnin, E., De Chezelles, E., Jeuffroy, M.-H., Hayer, F., Nemecek, T., Carrouée, B., 2010. Diversifier les rotations céréalières notamment avec du pois et du colza – Données récentes d'expérimentations et d'études. OCL 17, 301-311.
- Sebillotte, M., 1990. Conclusion. Systeme de culture, un concept operatoire pour les agronomes.
- Sebillotte, M., Soler, L.-G., 1990. Les processus de decision des agriculteurs, Seminaire du Departement de Recherches sur les Systemes Agraires et le Developpement (SAD). Seminar of the Departement de Recherches sur les Systemes Agraires et le Developpement (SAD). Saint Maximin (France). 2-3 Mar 1989.
- Tichit, M., Bellon, S., Deconchat, M., Agreil, C., Aviron, S., Barbier, J., Bonneau, T., Deverre, C., Magda, D., Meuret, M., 2010. L'agroécologie en action. Assemblée Générale (2010). Cap Esterel: INRA (Département sciences pour l'action).
- Vanloqueren, G., Baret, P.V., 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research policy* 38, 971-983.
- Weiner, J., Andersen, S.B., Wille, W.K.M., Griepentrog, H.W., Olsen, J.M., 2010. Evolutionary Agroecology: the potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. *Evolutionary Applications* 3, 473-479.

Auteur : Andréa VIDAL	Année : 2016	Confidentiel : non
THEME : Recherche/Développement		
<p><u>Titre</u> : Identification des leviers d'insertion de légumineuses dans les exploitations agricoles pour accompagner le changement – Trajectoires de changement de pratiques dans des exploitations agricoles polyculture élevage bovin en Pays de la Loire.</p> <p><u>Title</u> : Identification of levers about legumes insertion in farming systems to support change – Trajectories of practices change in mixed crop-livestock farms cattle in the area of Pays de Loire.</p> <p><u>Mots-clés</u> : Système de polyculture élevage bovin; Légumineuses ; freins et leviers; accompagnement vers le changement</p> <p><u>Key words</u> : Mixed crop-livestock farm cattle ; legume crops ; brakes and levers; support of change</p> <p><u>Résumé</u> :</p> <p>La part des légumineuses dans les exploitations agricoles est en déclin depuis plusieurs dizaines d'années. Ce phénomène est la résultante d'un verrouillage du secteur agri-alimentaire autour des espèces majeures, se traduisant par la simplification forte des systèmes et la spécialisation des territoires. Néanmoins, la diversification des cultures via l'insertion de légumineuses est considérée comme un levier d'action pour améliorer la durabilité des systèmes de production agricole, dans un contexte de changement global impactant la production. Les atouts des légumineuses conduisent à étudier les leviers en faveur d'une meilleure insertion des légumineuses dans les systèmes de cultures. Ainsi, dans le cadre de la tâche 2 du projet Légitimes, nous nous sommes intéressés à treize exploitations de polyculture-élevage bovin lait, sur le territoire du Pays de Loire. Cette étude repose sur l'analyse du fonctionnement actuel des exploitations, et s'appuie également sur les concepts de trajectoire d'évolution et processus de changements. Elle a mis en perspective des leviers d'insertion de légumineuses, mobilisables à l'échelle de la parcelle, du système de culture ou de l'exploitation agricole. Finalement, cette étude montre l'intérêt d'ajuster l'accompagnement des agriculteurs à l'échelle du territoire, notamment en faisant évoluer les méthodes du conseil agricole vers le couplage entre mise en récit de l'expérience et de la situation actuelle : ceci permet d'identifier des voies plus efficaces pour introduire de façon pérenne la légumineuse dans un système de production.</p> <p><u>Summary</u> :</p> <p>The share of legume crops in farms systems of France has been declining for several dozen years. This phenomenon is the result of a technological lock-in of food systems around the major species, leading to the strong system simplification and specialization of territories. Nevertheless, crop diversification is considered as a lever to improve the sustainability of agricultural production systems in a context of global change. The benefits of legume crops call for research on levers for better integration of legumes in cropping systems. Thus, as part of Task 2 of "Légitimes" project, we studied thirteen mixed crop-livestock farms, located in agricultural region of Pays de Loire. This study is based on analysis of the current organization of these farming systems, and also relies on several concepts such as the evolutionary trajectory and process changes. This study put into perspective levers for legume insertion, which can be mobilized across the plot, cropping system, or farm. Ultimately, this study shows the importance of adjusting support for farmers across the area, including by changing the methods of agricultural advice to the coupling between experience and the current situation: this allows to identify more effective ways to introduce the legume in a production system.</p>		
<p>Nombre total de volumes : 1 Nombre total de pages du document principal : 63</p>		
<p><u>Demandeur</u> : Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers</p>		