

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Impacts de l'adoption de techniques
alternatives aux produits phytosanitaires
sur la durabilité des systèmes de cultures

Etude des pratiques du réseau de fermes
DEPHY de Charente-Maritime

Arnaud BOURBON
Option APVE
2015

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Impacts de l'adoption de techniques
alternatives aux produits phytosanitaires
sur la durabilité des systèmes de cultures

Etude des pratiques du réseau de fermes
DEPHY de Charente-Maritime

Arnaud BOURBON
Option Agronomie, Productions Végétales et Environnement
2015

Etude réalisée à la Chambre d'Agriculture de la Charente-Maritime

Maître de stage : Olivier GUERIN

Tuteur pédagogique : Nathalie VASSAL

Mémoire soutenu le 23 septembre 2015 à VetAgro Sup, campus Agronomique de Clermont

L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier MM. Didier GAUCHET, directeur de la Chambre d'Agriculture de la Charente-Maritime, et Francis HABERSTOCK, chef du service Productions et Ressources, pour m'avoir permis d'effectuer mon stage de fin d'étude dans leur structure.

Je remercie chaleureusement mon maître de stage Olivier GUERIN, Chargé d'études Agronomie et Conseiller en grandes cultures, pour avoir partagé avec moi ses connaissances et son expérience, et pour m'avoir accompagné dans ma réflexion et dans la rédaction de ce mémoire.

Mes pensées vont également aux autres Chargés d'études et Conseillers, pour m'avoir permis de participer aux différentes observations et opérations à réaliser sur les essais menés par la Chambre. Ces moments ont été très formateurs et conviviaux : Merci à Lise LUCZAK, Frédéric PATRIER et Clarisse ROBINEAU.

Merci également à Jean-Philippe BERNARD, Chargé de mission Innovation, pour ses conseils et le partage de son expérience.

Merci au personnel des différentes antennes pour leur accueil chaleureux.

Un grand merci également à ma tutrice pédagogique Nathalie VASSAL, pour ses nombreux conseils et son soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

Enfin, merci aux agriculteurs du réseau DEPHY de Charente-Maritime pour leur disponibilité et les explications qu'ils ont pu nous fournir.

Résumé

Les réseaux de fermes DEPHY sont des maillons essentiels pour l'application et la mise au point de systèmes de cultures (SdC) économes en intrants. Ces mises au point supposent que l'application de ces pratiques se fasse de manière durable.

Cette étude cherche donc à déterminer l'impact d'une diminution des IFT (Indicateur de Fréquence des Traitements) sur la durabilité de SdC mis en place par les exploitations du réseau DEPHY de Charente-Maritime, en étudiant les pratiques mises en œuvre par les agriculteurs. Elle se base à l'échelle du SdC afin de pouvoir prendre en compte les pratiques des itinéraires techniques de l'ensemble des espèces cultivées, ainsi que l'effet des successions de cultures sur les bioagresseurs.

La détermination d'un SdC représentatif de chaque exploitation a permis d'une part de mettre en évidence les pratiques globales mises en œuvre par chaque agriculteur, et d'autre part de calculer des indicateurs à l'échelle du SdC pour évaluer la durabilité de ces pratiques.

Les SdC ayant diminué leurs IFT sont de natures très différentes. Cependant des points communs apparaissent dans la gestion des bioagresseurs : la diminution ou l'arrêt de cultures à hauts niveaux d'intrants (colza, pois), l'augmentation des surfaces en cultures de printemps sarclées à faible niveaux d'intrants (maïs, tournesol), le binage de ces cultures et l'application de doses réduites.

Mots-clés : durabilité, systèmes de cultures, IFT, techniques alternatives, fermes DEPHY

The network of farms DEPHY essential links for the application and the development of thrifty cropping systems (CS) in inputs. These developments suppose that the application of these practices is made in a sustainable way.

This study tries to determine the impact of a decrease of TFI (Treatment Frequency Index) on the sustainability of the CS set up by the farms of the DEPHY network of Charente-Maritime (France), studying the practices set up by the farmers. It's based at the CS scale in order to be able to take into account the practices of all the cultivated species, as well as the effect of the crop succession on bioaggressors.

The determination of a representative CS of each farm allowed on the one hand to highlight the global practices operated by every farmer, and on the other hand to calculate indicators on the scale of the CS to estimate the sustainability of these practices.

The CS having decreased their TFI are of very different natures. However common points appear in the management of the bioaggressors: the decrease or the stop of high-levels of inputs crops (rape seed, pea), the increase of low-levels of inputs spring crops (corn, sunflower), the harrowing of these cultures and the application of reduced doses.

Key-words: sustainability, cropping systems, TFI, alternative techniques, DEPHY farms

Table des matières

Liste des abréviations

Glossaire

Liste des illustrations

Introduction	1
1. Eléments de contexte.....	2
1.1 Après le développement des produits phytosanitaires, des moyens mis en place pour réduire leur utilisation	2
1.1.1 Une autonomie alimentaire permise grâce aux produits phytosanitaires	2
1.1.2 Evolution des politiques publiques vis-à-vis de l'utilisation des pesticides	2
1.2 Un besoin d'innovations « vertes » dans les systèmes de cultures	5
1.2.1 Une innovation peut être de différente nature	5
1.2.2 Les innovations agronomiques à différentes échelles.....	6
1.2.3 (Re)découvrir des alternatives aux pesticides	7
1.2.4 La co-conception et l'évaluation des systèmes de cultures.....	10
1.3 Une tendance qui peine à s'inverser	11
1.3.1 La peur de pertes économiques.....	11
1.3.2 Les difficultés techniques et l'augmentation du temps de travail.....	11
1.3.3 Les freins psychosociologiques.....	12
2. Objectifs de l'étude	13
2.1 Le groupe DEPHY FERME de Charente-Maritime.....	13
2.2 Problèmes majoritairement rencontrés.....	13
2.3 Un besoin d'exemples de systèmes de cultures pour les agriculteurs	13
3. Matériels et Méthodes.....	15
3.1 La zone d'étude : des exploitations situées principalement au Nord et au centre de la Charente Maritime	15
3.1.1 Description des principaux sols de la zone d'étude.....	15
3.1.2 Le climat de Charente Maritime	17
3.2 Détermination de l'échelle de travail.....	17
3.3 Acquisition des données	18
3.3.1 Données générales déjà disponibles et peu évolutives	18
3.3.2 Données spécifiques à la campagne	18
3.3.3 Informations complémentaires.....	18
3.3.4 Objectiver la présence de bioagresseurs	18
3.4 Détermination des systèmes de cultures étudiés	19

3.5 Stratégies mises en œuvre comme alternative aux pesticides au sein des SdCP.....	20
3.6 Evaluation des performances de durabilité	20
3.6.1 <i>Les indicateurs utilisés.....</i>	20
3.6.2 <i>Mise en forme des indicateurs</i>	21
3.6.3 <i>Evaluation des systèmes de culture.....</i>	22
3.7 Synthèse : Quelles sont les pratiques alternatives les plus durables ?.....	22
4. Présentation des résultats et éléments d'analyse	23
4.1 Différentes typologies d'exploitations.....	23
4.1.1 <i>Les exploitations 2, 3, 5, 6 et 7 : des assolements diversifiés à base de céréales à paille</i>	23
4.1.2 <i>Les exploitations 8 et 9 : des systèmes très simplifiés à base de maïs.....</i>	23
4.1.3 <i>L'exploitation 1 : Un système à base de blé et de légumineuses</i>	24
4.1.4 <i>L'exploitation 4 : Un système très simplifié à base de blé.....</i>	24
4.2 Les stratégies alternatives de gestion des bioagresseurs	24
4.2.1 <i>Lutte contre l'enherbement</i>	24
4.2.2 <i>Lutte contre les maladies</i>	26
4.2.3 <i>Eléments d'analyse</i>	27
4.3 Evaluation multicritères des systèmes de culture développés	28
4.3.1 <i>Exploitation 1 : Un allongement de la succession, des aménagements paysagers et des légumineuses pour réduire la dépendance aux intrants</i>	29
4.3.2 <i>Exploitation 2 : Un système très dépendant des produits phytosanitaires</i>	30
4.3.3 <i>Exploitation 3 : Le développement des couverts à base d'avoine pour concurrencer le développement des graminées adventices</i>	30
4.3.4 <i>Exploitation 4 : Une forte efficacité économique et des performances phytosanitaires intéressantes</i>	31
4.3.5 <i>Exploitation 5 : L'introduction du maïs non irrigué et des couverts.....</i>	31
4.3.6 <i>Exploitation 6 : Une diversification de la rotation et un travail superficiel intense pour pallier les adventices.....</i>	32
4.3.7 <i>Exploitation 7 : Des couverts végétaux et un recours élevé au travail du sol superficiel</i>	32
4.3.8 <i>Exploitation 8 : Le recours aux pesticides pour simplifier le travail</i>	33
4.3.9 <i>Exploitation 9 : Le désherbage efficace du maïs pour une parcelle saine les années suivantes</i>	33
5. Analyse des résultats et synthèse	35
5.1 Quelles exploitations ont réduit leurs IFT et comment ont-elles fait ?.....	35
5.2 Pourquoi les autres exploitations ne sont pas parvenues aux mêmes résultats ?	35
5.3 Analyse des performances de durabilité.....	36
5.4 Comparaison des performances de durabilité	36
6. Discussions	37

6.1 Discussion des résultats	37
6.2 Discussion de la méthode	37
Conclusion.....	38
Liste des références	39
Annexes.....	44

Liste des abréviations

DEPHY : Démontrer, Expérimenter et Produire des références sur les systèmes économes en produits pHYtosanitaires

GES : Gaz à Effets de Serre

GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique

IFT : Indicateur de Fréquence des Traitements

ITK : Itinéraire Technique

NODU : NOMBRE de Doses Unité

RMT SdCi : Réseau Mixte Technologique sur les Systèmes de Cultures Innovants

SAU : Surface Agricole Utile

SdC : Système de Culture

SdCP : Système de Culture Principal

Table des illustrations

- FIGURE 1 : COMMUNAUTES D'ADVENTICES SELON LE TYPE DE COUVERT DANS LE GRAND OUEST DE LA FRANCE (MEISS ET AL. 2010)
- FIGURE 2 : TYPOLOGIE DES INDICATEURS D'UNE EVALUATION MULTICRITERES (BOCKSTALLER ET AL, 2008)
- FIGURE 3 : LES SOLS PRESENTS DANS LES EXPLOITATIONS DU RESEAU
- FIGURE 4 : DISTRIBUTION DES SOLS DE CHARENTE-MARITIME (D'APRES BERNARD, 2013)
- FIGURE 5 : CARTE DES MOYENNES ANNUELLES DE REFERENCE 1981/2010 DES PRECIPITATIONS EN CHARENTE-MARITIME
- FIGURE 6 : LOCALISATION DES EXPLOITATIONS ETUDIEES, D'APRES (AGRESTE, 2008)
- FIGURE 7 : DES EXPLOITATIONS DE TAILLE MOYENNE A GRANDE
- FIGURE 8 : DES SUCCESSIONS A BASE DE TOURNESOL, BLE, ORGE ET COLZA
- FIGURE 9 : DES SYSTEMES A BASE DE CULTURES DE PRINTEMPS
- FIGURE 10 : UN SYSTEME DE CULTURE A BASE DE CEREALES ET DE LEGUMINEUSES
- FIGURE 11 : UNE SUCCESSION SIMPLE A BASE DE BLE
- FIGURE 12 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E1
- FIGURE 13 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E2
- FIGURE 14 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E3
- FIGURE 15 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E4
- FIGURE 16 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E5
- FIGURE 17 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E6
- FIGURE 18 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E7
- FIGURE 19 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E8
- FIGURE 20 : INDICATEURS DE DURABILITE DE E9
- FIGURE 21 : INDICATEURS DE DURABILITE DES SYSTEMES PERMETTANT UNE DIMINUTION DES IFT

- TABLEAU 1 : RECAPITULATIF DES DONNEES DISPONIBLES
- TABLEAU 2 : INDICATEURS RETENUS POUR L'EVALUTAION DES SYSTEMES DE CULTURES
- TABLEAU 3 : STRATEGIES TESTEES PAR LES AGRICULTEURS
- TABLEAU 4 : NOMBRE DE PASSAGES PAR TYPE DE TRAVAIL DU SOL, PAR CULTURE ET PAR EXPLOITATION
- TABLEAU 5 : COUVERTS VEGETAUX MIS EN PLACE PAR LES AGRICULTEURS
- TABLEAU 6 : EVOLUTION DES IFT DE E1 ET IFT DE REFERENCE REGIONAL
- TABLEAU 7 : EVOLUTION DES IFT DE E2
- TABLEAU 8 : EVOLUTION DES IFT DE E3
- TABLEAU 9 : EVOLUTION DES IFT DE E4
- TABLEAU 10 : EVOLUTION DES IFT DE E5
- TABLEAU 11 : EVOLUTION DES IFT DE E6
- TABLEAU 12 : EVOLUTION DES IFT DE E7
- TABLEAU 13 : EVOLUTION DES IFT DE E8
- TABLEAU 14 : EVOLUTION DES IFT DE E9

Introduction

La Révolution Verte de l'après-guerre mondiale a permis aux pays du Nord d'atteindre des objectifs de sécurité alimentaire et sanitaire des aliments. La production agricole s'est intensifiée, ayant largement eu recours aux intrants de synthèse, et en particulier aux engrais et aux pesticides. Ceux-ci ont permis de sécuriser les rendements en éliminant ou en réduisant les impacts des bioagresseurs sur les cultures (compétition avec les adventices et attaques de champignons ou de ravageurs) et sur l'homme (mycotoxines).

Les impacts négatifs de ces engrais et matières actives sur les biotopes (pollutions aquatiques, aériennes, édaphiques) et les biocénoses (faune terrestre, faune aquatique, insectes pollinisateurs...) ne sont plus à démontrer. Un des premiers symptômes de ces nouvelles pratiques sur l'environnement, décelé à la fin des années 1980, a été l'augmentation des teneurs en nitrates des nappes phréatiques, donnant lieu en 1991 à une directive européenne visant à endiguer rapidement ce phénomène : la « Directive Nitrates ».

Les préoccupations se sont ensuite tournées vers la présence de matières actives phytosanitaires dans les eaux souterraines. Ces matières actives ont des conséquences néfastes directes sur l'environnement, et notamment sur la ressource en eau : les molécules les plus détectées dans les cours d'eau de France sont des herbicides ou des métabolites issus de leur décomposition. Les plus présentes sont le glyphosate, l'acide aminométhylphosphonique (métabolite issu de la dégradation du glyphosate) et l'atrazine-déséthyl, issue de la dégradation de l'atrazine bien que cette dernière ait été interdite en 2003. L'exemple de la pollution des sols (et de l'eau qui en ruisselle) martiniquais et guadeloupéens au chlordécone est encore plus inquiétant, sachant que cette molécule est interdite depuis 1993 (Aubertot *et al*, 2005; Boughriet, 2012). Compte tenu de leur impact sur la qualité des eaux et de leur importance en quantité utilisée, la réduction de l'usage des herbicides est l'une des principales priorités du plan Ecophyto. (Potier, 2014)

Dans ce cadre, les acteurs du monde agricole se mobilisent pour tester et expérimenter de nouveaux systèmes de cultures plus durables, c'est-à-dire qui puissent limiter leur impact sur l'environnement et la santé humaine en réduisant les utilisations de pesticides, tout en faisant preuve de performances agronomiques (maintien des rendements et gestion durable des bioagresseurs), économiques (maintien du revenu) et sociales (maintien de conditions de travail acceptables par l'agriculteur). De la recherche fondamentale aux agriculteurs, les réseaux de fermes DEPHY sont le dernier maillon de la chaîne de diffusion des connaissances. Constitués d'agriculteurs, ces réseaux forment le lien entre la Recherche & Développement en agronomie et l'application par les utilisateurs. Ils ont un rôle essentiel dans la mise au point et l'adaptation des techniques au contexte de chaque exploitation. Ils permettent aux autres agriculteurs de se projeter plus facilement dans l'adoption de techniques différentes, en voyant les réussites et les échecs de leurs collègues.

C'est dans ce cadre que se place cette étude, dont le but est de déterminer, à partir de l'étude des pratiques des agriculteurs du réseau DEPHY de Charente-Maritime, dans quelle mesure une réduction d'utilisation de produits phytosanitaires impacte la durabilité des exploitations ? Nous en déduisons quelles pratiques présentent le meilleur compromis entre économies de pesticides et maintien de la durabilité pour une exploitation du département en contexte pédoclimatique similaire.

Dans un premier temps les objectifs nationaux en matière de réduction des pesticides seront présentés, ainsi qu'un état de l'art sur les méthodes de conception et d'évaluation des systèmes de cultures, les leviers mobilisables pour pallier l'utilisation de pesticides et les freins aux changements de pratiques. Après avoir redéfini les objectifs de l'étude, nous décrirons la méthode utilisée pour évaluer la durabilité des pratiques des agriculteurs du réseau. Enfin les résultats seront présentés et discutés.

1. Eléments de contexte

1.1 Après le développement des produits phytosanitaires, des moyens mis en place pour réduire leur utilisation

1.1.1 Une autonomie alimentaire permise grâce aux produits phytosanitaires

1.1.1.1 L'après-guerre : début l'intensification de l'agriculture

Au sortir de la seconde guerre mondiale, la France est touchée par des périodes de pénuries alimentaires. Les campagnes sont désertées : la production agricole française est alors 15% inférieure à celle d'avant-guerre et ne permet pas de nourrir convenablement l'ensemble de la population (FAO, 2000). Il est alors indispensable d'augmenter la productivité de l'agriculture. Celle-ci a donc évolué dans un premier temps par la mécanisation du travail agricole, avec l'arrivée des premiers tracteurs, semoirs et moissonneuses. Simultanément, des aménagements fonciers visant à faciliter l'exploitation des terres ont été réalisés : entre 1950 et 1954, près de 2 millions d'hectares sont remembrés, 350 000 ha sont assainis et 110 000 ha sont irrigués (Philipponneau, 1954).

1.1.1.2 Le développement des premiers pesticides

La recherche scientifique acquiert des connaissances sur le fonctionnement des plantes : elle permet dans un premier temps de cerner les besoins en éléments minéraux d'une culture, rendant possible une fertilisation de mieux en mieux maîtrisée ; puis par la suite de développer un certain nombre de molécules qui vont aider les agriculteurs à maîtriser les bioagresseurs. Ainsi, le développement de la fertilisation minérale, des herbicides, des insecticides, puis à partir de 1970, des fongicides, a profondément modifié les systèmes de culture en les rendant plus productifs (depuis 1950 : +0,9 q/ha/an en blé et +1,3 q/ha/an en maïs ; GNIS, 2014 et Semences de France, 2015) et en les simplifiant (diminution du nombre d'espèces dans les successions culturales ; Bel, 2013), ayant pour conséquence de les affaiblir car « *cette logique conduit à privilégier les pratiques en fonction d'un objectif de production, même si elles augmentent le risque phytosanitaire, puis à "traiter les symptômes" lorsqu'ils se manifestent* » (Aubertot et al, 2005).

1.1.1.3 Une augmentation fulgurante de la production

Les produits phytosanitaires ont alors pleinement joué leur rôle en permettant à la France de passer du statut d'importateur à celui d'exportateur en moins de 20 ans : depuis la seconde guerre mondiale, l'augmentation des rendements dans les pays développés a été permise à 78% par l'intensification de la production, dont environ la moitié grâce à l'utilisation de produits phytosanitaires (dont la consommation a doublé tous les 10 ans entre 1945 et 1985, selon Gatignol et Etienne, 2010). On attribue le reste à l'expansion des terres arables (15%), et à l'accroissement de l'intensité culturale¹ (7%) (Harrison, 2002).

Mais ces pratiques ne sont pas sans conséquences, notamment sur l'environnement (pollutions) et la santé des utilisateurs et du consommateur. Les politiques publiques tentent donc d'inverser la tendance, en soutenant les méthodes moins gourmandes en produits phytosanitaires de synthèse.

1.1.2 Evolution des politiques publiques vis-à-vis de l'utilisation des pesticides

1.1.2.1 Une mobilisation lente à mettre en place

A l'échelle internationale, la préservation de l'environnement fait partie depuis longtemps des débats publics, notamment depuis l'instauration des « Sommets de la Terre », organisés tous les 10 ans depuis 1972. Ces Sommets ont pour but de définir les moyens de stimuler le développement durable au niveau mondial. Le Sommet de Rio en 1992 est le premier à faire émerger des programmes

¹ *Intensité culturale* : rapport entre la surface récoltée et la surface totale mobilisée dans le processus productif, jachère comprise (= fréquence des récoltes sur une même parcelle)

d'actions sur le concept du Développement Durable, avec entre autres l'adoption du programme Action 21 qui propose, parmi de nombreux autres domaines, plusieurs pistes de travail pour une agriculture plus durable : application d'engrais et de pesticides limitée, rationnelle et planifiée² ; développement de la lutte intégrée³ ; remplacement des pesticides les plus toxiques, rémanents et/ou bioaccumulatifs⁴ ; *etc.* (Agora 21, 1992)

En France, en 2006, le Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides (PIRRP) a pour objectif de réduire de 50% d'ici 2009 les quantités vendues de substances actives les plus dangereuses (Ministères de l'Agriculture et de l'Écologie, 2006). Toujours en 2006, le Pacte Ecologique élaboré par la Fondation Nicolas Hulot et le Comité de Veille Ecologique, a également contribué à l'engagement du gouvernement Français dans la mise en place d'actions pour la protection de l'environnement. Le Grenelle Environnement en 2007 viendra proposer des actions concernant le développement de l'agriculture biologique, la mise en place du plan Ecophyto 2018, le développement d'une certification « Haute Valeur Environnementale » des exploitations et le diagnostic de leurs performances énergétiques.

1.1.2.2 Le plan Ecophyto 2018

Le plan Ecophyto a pour volonté de permettre de réduire drastiquement l'utilisation de produits phytosanitaires en productions végétales. Les actions mises en place au sein du plan Ecophyto, pour accompagner ces changements de pratiques, prévoient entre autres « *la mise en place d'un réseau d'acquisition de références, de démonstration et d'expérimentation sur les systèmes de culture économes en produits phytosanitaires* » (Ministère de l'Agriculture, 2013).

1.1.2.2.1 Plusieurs déclinaisons du plan

Le plan Ecophyto cherche à toucher tous les utilisateurs de produits phytosanitaires, de l'ensemble de la profession agricole au jardinier amateur, afin de réduire à la fois les quantités appliquées et les risques encourus par les utilisateurs lors des applications. Il est pour cela décliné en 9 axes, complémentaires les uns des autres. Ils cherchent à développer des systèmes de cultures économes en intrants et des innovations sur les systèmes de productions, proposer des formations et des outils de communication relatives à la sécurité des utilisateurs, à destination des professionnels et du grand public, mettre en place des réseaux de biovigilance (notamment le Bulletin de Santé du Végétal), ou encore organiser le suivi de l'efficacité des différentes actions grâce à l'établissement de différents indicateurs.

1.1.2.2.2 Objectifs et moyens mis en œuvre en 2008

L'objectif global au début du projet était de réduire, en France, l'usage des produits phytosanitaires de 50%. Différents moyens étaient envisagés pour atteindre cet objectif (INRA, 2010).

La protection raisonnée : Il s'agit d'un raisonnement accru des interventions, basé sur une mobilisation large des outils d'aide à la décision existants et d'observations au champ, qui permettrait de réduire le recours aux pesticides de 3% (pour le pois) à 40% (pour le maïs grain).

La protection et la production intégrée : Sur les bases de la protection raisonnée, il s'agit de la mise en œuvre de méthodes prophylactiques et alternatives, impliquant des modifications plus ou moins profondes des caractéristiques du peuplement (date et densité de semis, choix variétal... : **protection intégrée**) et de la rotation (**production intégrée**) permettant de réduire les risques de développement des bioagresseurs et de diminuer leurs conséquences sur la production et la qualité des produits.

² Action 21, Chapitre 18, paragraphe 40.b.5

³ Action 21, Chapitre 19, paragraphe 45

⁴ Action 21, Chapitre 19, paragraphe 54

L'agriculture biologique : Mise en œuvre du cahier des charges de l'Agriculture Biologique (suppression de tout traitement avec des pesticides de synthèse). L'objectif était d'atteindre 6% de la SAU en agriculture biologique en 2012 et 20% en 2020.

Une combinaison de ces différentes pratiques était envisagée pour diminuer de 50% la consommation nationale de produits phytosanitaires : atteindre 20% de la SAU en agriculture biologique en 2020 (palier intermédiaire de 6% en 2012), et inciter les exploitations les plus utilisatrices de pesticides à diminuer leur consommation à une valeur de référence.

Deux indicateurs sont utilisés pour le suivi de la consommation de pesticides : l'IFT (Indicateur de Fréquence des Traitements) et le NODU (NOMBRE de Doses Unités).

- L'IFT est un indicateur permettant un suivi de l'application des produits phytosanitaires dans le domaine agricole en calculant, pour tous les produits appliqués sur une parcelle, le rapport de la dose appliquée par hectare sur la dose homologuée.
 - Avantage : Il permet d'avoir une vision technique de l'évolution des pratiques phytosanitaires par culture, par exploitation, par région, etc.
 - Inconvénients : Les données (recensement des pratiques de chaque agriculteur) sont longues à collecter, donc plus difficile à suivre dans le temps. Sa valeur peut être artificiellement réduite avec l'arrivée de nouvelles substances actives efficaces à plus faible dose, ou par l'homologation de spécialités commerciales dont la dose homologuée demandée peut être très supérieure aux doses d'usages efficaces.

- Le NODU (NOMBRE de Doses Unités) : Cet indicateur permet le suivi de la vente de produits phytosanitaires par grande catégorie d'utilisation (usages agricoles classiques, usages non agricoles, produits de biocontrôle : faune auxiliaires, micro-organismes pathogène des bioagresseurs, médiateurs chimiques tels que les phéromones, substances naturelles) à l'échelle nationale.
 - Avantage : Il est facile à calculer et à suivre, car il « s'affranchit des substitutions de substances actives par de nouvelles substances efficaces à plus faible dose puisque, pour chaque substance, la quantité appliquée est rapportée à une dose unité (DU) qui lui est propre » (Ministère de l'Agriculture, 2015).
 - Inconvénient : ne permet pas de détailler par type de produit et par culture, ce qui le rend inapproprié à l'échelle du conseil agricole.

Ainsi, dans chaque région, un IFT régional de référence a été déterminé. Celui-ci est fixé au 70^{ème} percentile de la distribution des IFT de l'ensemble des exploitations d'une région. L'objectif pour les exploitations les plus consommatrices de pesticides (les 30 percentiles supérieurs de la distribution de chaque région) était d'atteindre cet IFT régional.

Fin 2012, la part de l'agriculture biologique représentait 3,8% de la SAU totale (contre un objectif de 6%), avec de fortes disparités territoriales (Blanc, 2013). Fin 2014, les consommations de produits phytosanitaires n'avaient pas diminué, et étaient même à la hausse.

1.1.2.2.3 L'évaluation intermédiaire de 2014 et la redéfinition de nouveaux objectifs

En Décembre 2014 est paru le rapport d'évaluation et de révision du plan Ecophyto, menée par le député Dominique Potier. Ce dernier a fait état de l'échec du plan jusqu'alors, en annonçant une augmentation de 5% de la consommation de pesticides depuis le lancement du plan.

Au vu de ce retard, la réduction de 50 % de la consommation de pesticides est reportée de 2018 à 2025, avec un palier intermédiaire de 25% en 2020.

1.1.2.3 La mise en place des réseaux DEPHY

Un reproche souvent formulé par les agriculteurs à l'égard des données issues de la recherche est le manque d'applicabilité à grande échelle, les essais étant souvent conduits dans des conditions bien différentes de celles des agriculteurs (interventions plus précises, fenêtres de travail plus importantes, organisation du travail différente, *etc.*). L'expérimentation à grande échelle, réalisée chez des agriculteurs et par des agriculteurs a plus de poids et est plus crédible aux yeux de leurs homologues.

Dans ce cadre, les réseaux DEPHY (**D**émontrer, **E**xpérimenter et **P**roduire des références sur les systèmes économes en produits pHYtosanitaires) ont été créés. Leur but est de d'identifier et de lever les freins à la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, et de mobiliser l'ensemble des leviers pour atteindre cet objectif. Ces réseaux fédèrent les parties prenantes du monde agricole (agriculteurs, conseillers, chercheurs), quel que soit leur organisme de rattachement, leur filière de production ou leur territoire. « *Le réseau DEPHY s'organise autour de plusieurs dispositifs complémentaires, pour l'expérimentation [dispositif EXPE, constitué de 194 sites expérimentaux] et la démonstration [dispositif FERME, constitué de 1900 exploitations] de systèmes économes en produits phytosanitaires, ainsi que pour la construction d'un système de partage d'information et de capitalisation des connaissances* » (Ministère de l'Agriculture, 2013). L'ensemble couvre 6 filières de production, réparties sur l'ensemble du territoire national.

La sélection des fermes DEPHY lors de la mise en place du réseau a volontairement abouti à une grande diversité de systèmes de culture et de niveau d'usage de pesticides entre les fermes à l'entrée dans le réseau :

- Certaines fermes sont déjà, à l'entrée dans le réseau, très faiblement consommatrices de pesticides, ce qui permet d'envisager des actions de démonstration et de communication à court terme;
- D'autres fermes présentent des niveaux initiaux d'usage de pesticides conformes à la moyenne, voire supérieurs, mais s'engagent volontairement dans un projet de réduction de la dépendance aux pesticides, et c'est la trajectoire des systèmes sur plusieurs années de mise en œuvre de ce projet qui doit permettre de démontrer que des changements de pratiques sont possibles.

Chaque réseau départemental est animé par un Ingénieur Réseau (IR) d'un organisme de conseil (chambres d'agriculture, CIVAM, coopérative, négoce) qui accompagne la mise en place de changements de pratiques. Cette démarche de co-conception et d'évaluation des systèmes de culture est décrite en partie 1.2.4.

1.2 Un besoin d'innovations « vertes » dans les systèmes de cultures

A l'heure actuelle, il est difficile pour la plupart des agriculteurs de limiter l'utilisation de ces produits sans mettre en péril la santé économique de l'entreprise, notamment car les techniques alternatives sont mal connues, et demandent souvent la recherche et la mise au point d'innovations au sein des systèmes de production. En grandes cultures, les innovations s'appliquent principalement à l'échelle du système de culture de l'exploitation.

1.2.1 Une innovation peut être de différente nature

La troisième édition du Manuel d'Oslo (OECD et Eurostat, 2005), qui rassemble les « *principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation* », distingue les innovations selon 4 catégories : les innovations de produit, de commercialisation, de procédé et d'organisation.

1.2.1.1 L'innovation de produit

Il s'agit de « *l'introduction d'un bien ou d'un service nouveau ou sensiblement amélioré* ». L'activité de production agricole peut difficilement mettre en place ce genre d'innovation, hormis peut-être à l'aide de la production de plantes génétiquement modifiées. Le nombre limité de cultures possibles et la mondialisation des échanges agricoles rendent difficile l'innovation de produit. A l'échelle locale, dans la cadre d'une vente directe ou d'un circuit court, l'introduction par un agriculteur d'une

considéré comme une innovation de produit. Elle sera alors étroitement liée à une innovation de commercialisation.

1.2.1.2 L'innovation de commercialisation

C'est « *la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de commercialisation impliquant des changements significatifs de la conception ou du conditionnement, du placement, de la promotion ou de la tarification d'un produit* ». Ce type d'innovation en agriculture se traduit souvent par la vente directe, la création de magasins de producteurs, l'organisation en filière, l'intégration, *etc.*, et n'affecte pas le système de culture. En revanche une innovation de commercialisation peut s'appuyer sur la promotion autour d'un procédé de production susceptible de toucher le consommateur (ex : l'agriculture biologique, les labels...), et donc s'appuyer sur une innovation de procédé.

1.2.1.3 L'innovation de procédé

Celle-ci est définie comme « *la mise en œuvre d'une méthode de production ou de distribution nouvelle ou sensiblement améliorée. Cette notion implique des changements significatifs dans les techniques, le matériel et/ou le logiciel* ». Elle s'applique beaucoup plus à la production agricole dont les pratiques et les outils utilisés évoluent en permanence. Ainsi, les initiatives des agriculteurs peuvent s'appliquer à de nombreux maillons du processus de production : travail du sol, utilisation de couverts végétaux, essais de désherbages mécaniques, décalages de dates de semis, semis à différentes densités, travail sur les successions culturales... Ces changements de pratiques nécessitent une adaptation de la part de l'agriculteur qui devra modifier sa manière de travailler, et mettre en place une innovation d'organisation.

1.2.1.4 L'innovation d'organisation

Cette dernière catégorie d'innovation est « *la mise en œuvre d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieurs de la firme* ». Elle aura pour but d'atteindre une certaine efficacité et de la facilité dans la réalisation des tâches, ainsi qu'un niveau suffisant de satisfaction au travail.

Il est à noter qu'un système est innovant par rapport à une situation initiale de référence. Le caractère innovant est alors attribué en fonction de sa réponse à un objectif à atteindre, défini au préalable dans un cahier des charges. Ainsi, en agriculture, un système de culture pourra faire appel à des techniques ou du matériel innovant, sans pour autant être innovant pour un objectif donné.

1.2.2 Les innovations agronomiques à différentes échelles

L'innovation peut naître dans les centres de recherche et d'expérimentation, mais aussi chez les agriculteurs (Goulet *et al.*, 2008; repris par Petit *et al.*, 2012). Si les moyens pour capitaliser les travaux issus de la recherche et de l'expérimentation sont bien développés (publications de revues, colloques, bases de données...), le rôle des agriculteurs dans la conception et/ou la mise au point d'innovations est pendant longtemps resté dans l'ombre. Ainsi, différent(e)s structures et réseaux d'envergure nationale ont été établi(e)s, comme le Réseau Mixte Technologiques sur les Systèmes de Cultures Innovants (RMT SdCi) à partir de 2007 au niveau national, et le réseau DEPHY FERME. Leur objectif est de produire des connaissances et des ressources à destination du conseil, de l'accompagnement et de la formation des agriculteurs (Petit *et al.*, 2012). Par l'animation de groupes de producteurs, ils permettent de déterminer des opérations culturales adaptées au pédoclimat local qui permettent de gérer les bioagresseurs avec moins de pesticides. L'accent est tout particulièrement mis sur la gestion de l'enherbement.

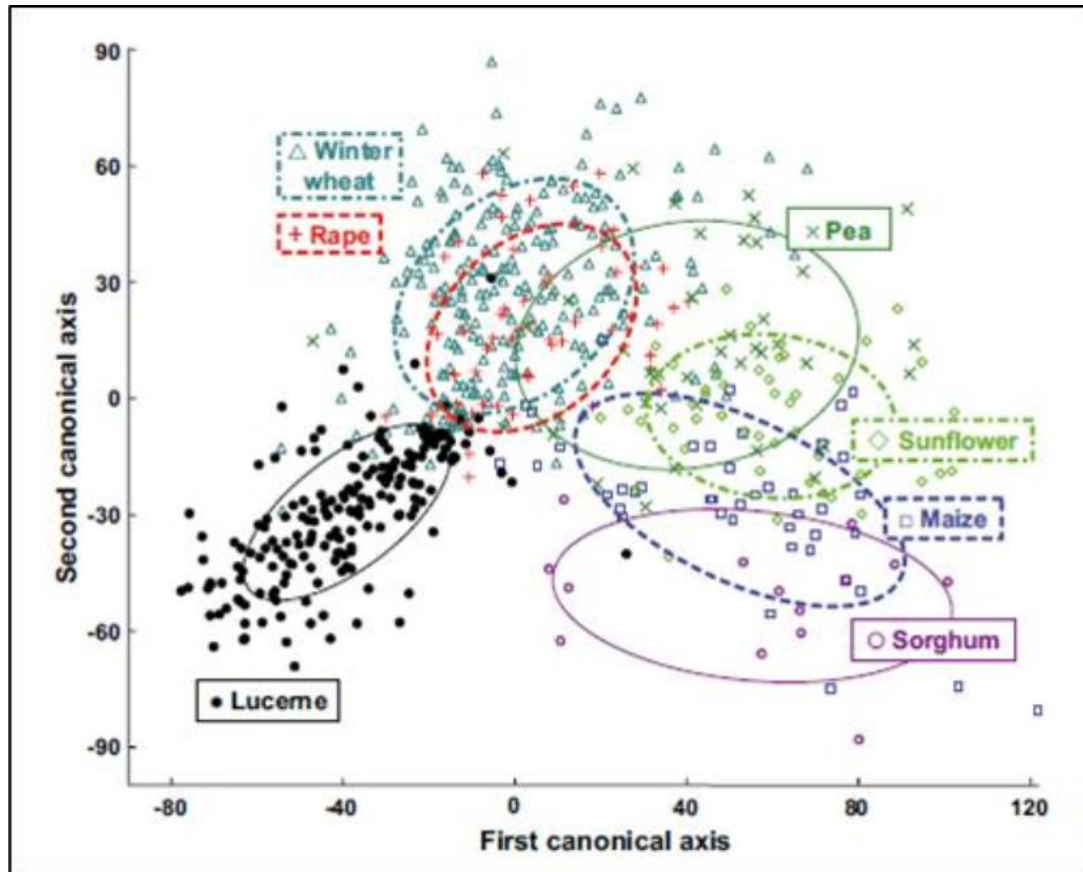


Figure 1 : Communautés d'adventices selon le type de couvert dans le grand Ouest de la France (MEISS et al. 2010)

1.2.3 (Re)découvrir des alternatives aux pesticides

1.2.3.1 Travailler sur les successions culturales

Une réflexion sur la succession culturale est indispensable pour concevoir au mieux un SdC économe en intrants, afin de limiter les risques en amont plutôt que les contrer en aval (Attoumani-Ronceux *et al.*, 2010).

1.2.3.1.1 Lutte contre les adventices

1.2.3.1.1.1 Allonger les rotations

L'allongement et la diversification des rotations sont des points clés pour la gestion de l'enherbement. Au sein d'une succession, planter successivement plusieurs espèces ayant des dates de semis différentes (automne, printemps, été, voire même en hiver pour les terres qui se ressèment vite) est un levier de contrôle des adventices, et permet d'éviter la spécialisation de la flore adventice d'une parcelle. Cette alternance agit principalement sur les adventices à période de levée préférentielle (d'automne ou de printemps) : l'introduction d'une culture de printemps dans une rotation colza/blé/orge d'hiver diminue très fortement la pression des graminées automnales (Bonin, 2014).

1.2.3.1.1.2 Introduire des cultures pluriannuelles

L'introduction de cultures pluriannuelles est également un levier très efficace pour cette gestion de l'enherbement. En effet, « une culture agit sur son milieu et se caractérise alors par un environnement spécifique auquel est associé un cortège de mauvaises herbes [c'est-à-dire une communauté spécifique d'adventices]. C'est le phénomène de pression de sélection » (Agro Perspectives, 2012). Une étude menée par Meiss *et al.* en 2010 (citée par Agro Perspectives, 2012) indique que la communauté spécifique d'adventices accompagnant la luzerne est très éloignée de celle des autres plantes annuelles cultivées (Figure 1). Cela signifie que, pendant toute la durée d'implantation d'une luzerne (et sa flore associée) dans une rotation, les adventices associées à la culture suivante subiront une pression de sélection trop forte pour pouvoir se développer. Le stock semencier va alors se dégrader, provoquant sur la culture suivante une pression moindre de la part des adventices qui lui sont associées. Il faut cependant noter que le ray-grass déroge à la règle, et se développe de manière importante dans les luzernières. Ainsi, l'autre intérêt des cultures pluriannuelles, souvent à destination de l'alimentation animale, est la réalisation de fauches régulières : les inflorescences sont alors exportées de la parcelle, ce qui contribue efficacement au déstockage des graines d'adventices.

1.2.3.1.1.3 Introduire des cultures de printemps sarclées

L'intégration de telles cultures (sorgho, maïs, tournesol, millet...) permet, en plus de rompre le cycle des adventices d'hiver, de favoriser le désherbage mécanique grâce au binage, et d'utiliser de nouveaux herbicides (spécifiques aux cultures de printemps), permettant d'élargir la gamme de matières actives utilisées, afin de limiter la sélection de plantes résistantes.

1.2.3.1.1.4 L'introduction de couverts végétaux

Qu'ils soient mono-espèce ou multi-espèces, le but de leur implantation est d'augmenter la fertilité des sols : stimulation de la vie du sol, augmentation du taux de matière organique et de la mise à disposition de nutriments, augmentation de la capacité de rétention, amélioration de la structure grâce aux actions racinaires, *etc.* C'est aussi un moyen d'introduire des espèces végétales supplémentaires pour augmenter la diversité des successions. De plus, en application du programme régional d'action de lutte contre les nitrates dans les eaux, les agriculteurs situés en zone vulnérable sont dans l'obligation de mettre en place des couverts d'interculture pièges à nitrates.

Les agriculteurs cherchent, grâce aux couverts végétaux, à obtenir deux résultats :

- Le premier consiste à planter des couverts étouffants, permettant de concurrencer directement le développement des adventices.

- Le second consiste à se servir des bienfaits des couverts sur l'amélioration de la fertilité du sol. La destruction de végétaux encore verts et riches en azote permet, d'une part, d'augmenter le pool d'azote facilement minéralisable, mais aussi de mettre de la matière organique fraîche à disposition des lombriciens (principalement anéciques), favorisant leur développement, de manière à conserver une structure aérée du sol. La création d'un mulch de surface permet de limiter l'évaporation de l'eau. A plus long terme, l'augmentation du taux de matière organique permet d'augmenter la capacité de rétention du sol.

1.2.3.1.2 Lutte contre les maladies

La rotation constitue également la principale mesure prophylactique contre les maladies. De manière similaire aux adventices avec leurs graines, une étape du cycle de la plupart des champignons à l'origine des maladies se fait sous la forme de spores (ascospores, sclérotites...), dont la durée de vie est limitée dans le temps. Ainsi plus le temps de non-retour d'une culture sur une parcelle est long, moins les maladies ont d'hôtes dans le temps pour se développer, provoquant une diminution du stock de spores sur la parcelle. Il est également possible d'implanter des intercultures à caractère biofumigant, comme la moutarde ou le radis. Cette technique consiste à cultiver en interculture, puis broyer et enfouir à un stade donné certaines espèces végétales ayant la propriété, après leur destruction, de libérer des isothiocyanates et des thiocyanates, molécules toxiques aux propriétés fongicides (Michel *et al.*, 2007).

1.2.3.1.3 Lutte contre les ravageurs

Sur le même principe, l'alternance de cultures hôtes et non hôtes des ravageurs dans la rotation donne la possibilité de limiter la reproduction des nuisibles spécifiques. Les crucifères (*Brassicaceae*) permettent notamment de lutter contre les nématodes. La monoculture de maïs est très sensible aux attaques de la chrysomèle, dont seul l'allongement de la rotation permet de limiter de manière naturelle le développement et la propagation. (Attoumani-Ronceux *et al.*, 2010)

1.2.3.2 Adapter son travail du sol

Les interventions mécaniques sont utiles pour la gestion de la flore adventice. Les techniques de désherbage mécanique en pré-semis les plus utilisées sont l'enfouissement des graines en profondeur (labour) pour les espèces à TAD⁵ élevé ou les graminées vivaces ; et le déstockage superficiel en réalisant des faux semis (travail superficiel du sol, suivi d'un roulage pour rappuyer les graines d'adventices et augmenter le taux de germination), l'objectif étant de faire germer le plus possible de graines d'adventices pour les détruire ensuite par un passage d'outil (Prieur, 2010). L'efficacité n'est pas la même selon l'outil utilisé : une étude menée par Vulllioud *et al.* (2006) montre que moins le sol est travaillé, plus le stock semencier de la parcelle est grand. Ainsi, une parcelle labourée aura un stock semencier moindre qu'une parcelle simplement déchaumée. Il existe cependant de nombreux contre-exemples chez les agriculteurs, notamment car l'étude ne prend pas en compte l'effet de plusieurs travaux superficiels et/ou faux semis sur le stock semencier.

En végétation, des outils tels que la herse étrille, la bineuse ou la houe rotative peuvent être utilisés, mais la réussite de ce type de désherbage dépend de l'humidité du sol et, pour la herse étrille, du stade de l'adventice. Un sol trop humide sera mal travaillé par ces outils (qui doivent produire un effet de grattage du sol) et maintiendra les adventices dans des conditions favorables à leur développement. Un passage de herse étrille sera efficace pour détruire des adventices –jusqu'à 80% d'efficacité–, si celles-ci ont atteint un stade entre germination et cotylédons. En fin de culture, si les adventices encore présentes ont une hauteur supérieure à celle de la culture, il est possible de réaliser un écimage afin de couper les inflorescences des adventices avant que les graines n'arrivent à maturité (Prieur, 2010).

⁵ Taux Annuel de Décroissance : pourcentage de graines qui meurent après enfouissement dans le sol.
Exemple d'espèces à TAD élevé : bromes, vulpins, ray grass, morelle

Cette intervention est réalisée à l'aide d'une écimeuse, outil aujourd'hui spécifiquement présent dans les fermes en mode de production biologique.

Les outils mécaniques peuvent aussi être utiles à la gestion de certains ravageurs, notamment grâce à l'enfouissement ou au broyage des résidus en fin de campagne qui détruit les larves présentes dans les chaumes (cas de la pyrale en culture de maïs). Contrairement au labour, le travail du sol superficiel favorise la présence de limaces, notamment à cause d'une plus forte humidité du sol due aux résidus de culture (Vullioud *et al*, 2006). Cependant, les déchaumages réalisés en période sèche exposent les pontes au dessèchement, ce qui réduit les populations de limaces.

Le développement des maladies peut également être contenu, notamment en enfouissant des résidus porteurs d'inoculum, pouvant être le substrat de maladies saprotrophes⁶ comme les maladies fongiques, ou en créant un microclimat moins favorable à leur développement (Attoumani-Ronceux *et al*, 2010). Ainsi, un enfouissement profond des résidus par labour amoindrit par exemple la propagation de la fusariose, dont le développement est favorisé dans les premiers centimètres du sol, suffisamment aérés, bien que la durée de vie spores atteigne quatre ans. Le labour agit dans une moindre mesure sur la septoriose, dont une partie de l'inoculum provient souvent des parcelles alentours. De même, un déchaumage pour détruire les repousses de céréales potentiellement infectées peut jouer un rôle efficace, c'est notamment le cas avec la rouille brune qui se conserve en été sur les repousses (Caron, 1993). Cependant, à l'heure actuelle, le choix de variétés résistantes aux maladies est le principal levier mobilisé.

1.2.3.3 Choisir des variétés adaptées

La sélection et la création variétale sont des moyens de lutte préventive contre les maladies. Ces leviers peuvent jouer sur l'atténuation en culture de la maladie (sélection de variétés peu sensibles à certaines maladies) ou sur l'évitement de la période de concordance entre présence du bioagresseur et stade de sensibilité de la plante (choix de variétés plus ou moins tardives ou précoces, combiné avec une adaptation des dates de semis). (Attoumani-Ronceux *et al*, 2010)

Les mélanges de variétés sont des leviers intéressants sur plusieurs aspects. Ils permettent (i) une sécurisation des rendements, en augmentant la biodiversité par rapport à une variété pure, permettant de réduire une partie des aléas liés au climat ou à la prépondérance de maladies certaines années; (ii) une réduction des applications de fongicides et (iii) des « *impacts positifs mais difficilement mesurables sur les mauvaises herbes et les ravageurs des cultures* ». (Maurice, 2011; Minette et Trotin, 2013)

Ces différents leviers sont certes bien connus, mais leur mise en œuvre et leur adaptation à une exploitation ayant ses propres particularités n'est pas toujours simple. L'imbrication de ces différentes techniques « unitaires » nécessite souvent une réflexion à plus grande échelle : système de culture voire exploitation. L'une des forces du réseau DEPHY est son incidence sur les évolutions des systèmes de cultures des exploitants engagés. Ces évolutions sont possibles *via* une démarche de co-conception de systèmes de culture, en collaboration avec l'animateur du groupe qui accompagne la mise en place de changements de pratiques. L'accompagnement prévoit également l'évaluation des systèmes de cultures initiaux et améliorés, permettant d'apprécier les impacts des changements opérés sur différents aspects de l'exploitation.

⁶ Saprotrophe : Qualifie un organisme qui se nourrit en absorbant les éléments nutritifs de cellules mortes

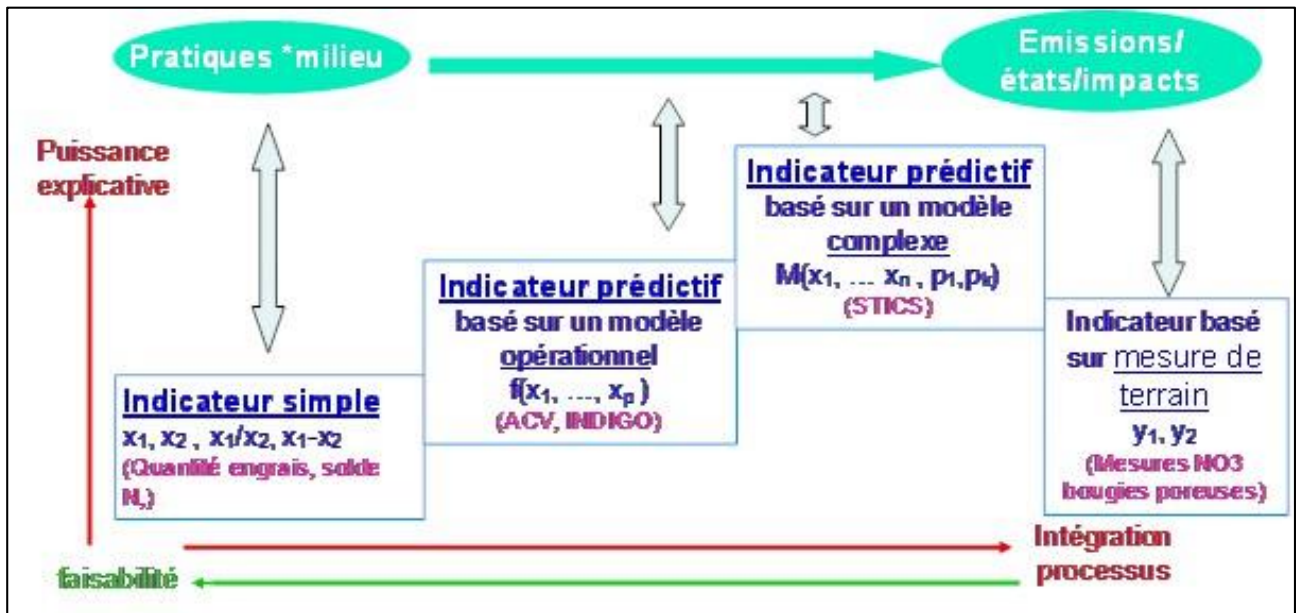


Figure 2 : Typologie des indicateurs d'une évaluation multicritères (Bockstaller et al, 2008)

1.2.4 La co-conception et l'évaluation des systèmes de cultures

1.2.4.1 Co-conception

On distingue 3 principales approches de conception de système de culture : concevoir à partir d'un diagnostic agronomique, concevoir à partir de modèles et concevoir à dire d'experts. Une trame de fond en quatre étapes se retrouve dans chaque approche : (i) la fixation d'objectifs de conception, (ii) la génération des systèmes en réponse, (iii) l'évaluation des systèmes imaginés et (iv) le test et la diffusion du système innovant. Cependant, quelle que soit la méthode utilisée, le fait est que les concepteurs impliquent de plus en plus l'ensemble des acteurs concernés, et notamment pour « éviter le schéma « top down » du transfert des innovations : les chercheurs innovent, les agriculteurs appliquent ». (Loyce et Wery, 2006; cités par UVED, 2013).

Dans le cadre du plan Ecophyto, des groupes de recherche comme le RMT SdCi, s'intéressant principalement aux grandes cultures, ou le GIS PIClég (Groupement d'Intérêt Scientifique pour la Production Intégrée en Cultures légumières), ont produit des guides pratiques pour la conception et l'évaluation de systèmes de cultures économes en intrants de synthèse. Leur but est d'aider les utilisateurs (conseillers) à mettre en œuvre des démarches de co-conception de systèmes de cultures.

Dans un premier temps, il s'agit de réaliser un diagnostic agronomique, environnemental et socio-économique de l'exploitation. Le but est d'identifier les objectifs de l'agriculteur, les atouts et les contraintes de l'exploitation, les systèmes de culture et choisir celui que l'on souhaite améliorer : celui-ci est décrit et évalué.

La deuxième étape consiste à présenter de nouvelles perspectives à l'exploitant, en définissant les modifications qui pourront être apportées au système initial, en tenant compte des objectifs et des contraintes de l'agriculteur. D'une manière générale, ces réflexions portent sur la succession culturale et sur les itinéraires techniques (ITK) : selon l'état des lieux des pressions des bioagresseurs et des objectifs de l'agriculteur, des propositions de successions culturales et de techniques alternatives combinant le maximum de leviers mobilisables peuvent être faites.

Le nouveau système proposé doit ensuite être évalué afin de vérifier que les changements proposés participent bien à la réduction de l'usage des produits phytosanitaires, et d'en mesurer les conséquences sur les autres composantes de durabilité du système : cela permet de positionner le système amélioré par rapport au système initial, en analysant l'évolution des indicateurs.

Les modalités de réalisations des modifications proposées doivent être discutées. Cette discussion doit permettre de faire ressortir les freins et les blocages à la mise en place du système de culture proposé.

Enfin, des évaluations régulières *a posteriori* sont intéressantes pour réajuster régulièrement les pratiques et s'inscrire dans une démarche d'amélioration continue.

1.2.4.2 Evaluation

Les méthodes d'évaluation sont diverses et se différencient par leur échelle d'approche et les dimensions de la durabilité prises en compte. Elles se basent sur le calcul et l'analyse d'indicateurs, qui peuvent être de différente nature selon leur mode d'obtention, et dont la puissance explicative peut être plus ou moins grande. La puissance explicative des indicateurs est souvent corrélée à l'intégration des différents processus, c'est-à-dire que plus les indicateurs prennent en compte la complexité du système qu'ils décrivent, mieux il l'expliquent. En revanche, si les indicateurs d'une méthode expliquent des choses complexes, la mise en œuvre de la méthode est difficile et complexe. Ainsi, les indicateurs simples sont les plus faciles à mettre en place et à suivre, mais ils intègrent peu les complexités des processus et sont donc peu explicatifs (Figure 2). (Bockstaller *et al*, 2008)

Base de données utilisant comme support le logiciel Access®, le modèle Systerre® créé par Arvalis calcule des indicateurs de durabilité à partir de la saisie des caractéristiques des exploitations, des

pratiques des exploitants (itinéraires techniques) et du matériel utilisé. Cet outil calcule de nombreux indicateurs de durabilité. Il s'agit d'une méthode utilisant principalement des indicateurs simples. Son intérêt réside également dans son mode de fonctionnement participatif : chaque utilisateur, en saisissant les pratiques des exploitations étudiées, vient alimenter une base de données nationale visant à collecter une multitude d'informations sur les pratiques des agriculteurs, répartis sur le territoire national.

1.3 Une tendance qui peine à s'inverser

En décembre 2014, le Ministère de l'Agriculture publiait donc les résultats annuels de suivi du plan Ecophyto, indiquant qu'au niveau national les ventes de produits phytosanitaires avaient augmenté de 5% entre 2009 et 2013 (suivi du NODU).

Cette partie s'intéresse aux freins pouvant intervenir sur les changements de pratiques. La plupart des références renvoient aux freins à la conversion à l'agriculture biologique, qui par définition doit se passer de produits phytosanitaires. En effet les agriculteurs « conventionnels » utilisent les pesticides pour sécuriser les performances techniques de leur système. Une diminution de leur utilisation (raisonnement plus drastique des interventions, passage à un système intégré...) revient à moins sécuriser le système, ce qui peut engendrer des craintes chez les exploitants. Ces craintes sont, dans une moindre mesure, les mêmes que lors d'un passage à l'agriculture biologique, d'où l'intérêt de l'étude des références qui vont suivre.

1.3.1 La peur de pertes économiques

La perte de rendement est une raison essentielle du refus des agriculteurs de diminuer l'utilisation des pesticides. En effet, une corrélation positive entre rendement et nombre de traitement a été mise en évidence par Aubertot *et al* (2005) : une diminution d'intrants conduit à une baisse du rendement, et donc du produit d'exploitation. De plus, selon Garnier, (2009), la diminution des coûts de traitements n'est pas à la hauteur de l'augmentation des charges de mécanisation pour pouvoir faire baisser les charges à l'hectare : la durabilité économique des exploitations peut donc être impactée.

Il faut cependant noter que la plupart des agriculteurs raisonnent leurs marges à la culture, alors que l'approche à la rotation est plus appropriée pour les systèmes économes en intrants, mettant en œuvre des mécanismes difficiles à quantifier à l'échelle de la campagne (augmentation progressive de la biodiversité fonctionnelle, interactions positives entre la culture et son précédent comme la fourniture en azote après légumineuse, la biofumigation après crucifère...).

1.3.2 Les difficultés techniques et l'augmentation du temps de travail

L'impact sur le temps de travail est également redouté, bien que les études ne s'accordent pas toutes sur ce point. On peut lire d'un côté que « *le temps de travail moyen en grandes cultures biologiques est nettement supérieur qu'en conventionnel, pouvant aller du simple au double en conduite classique, et même au quadruple comparé à un semis direct* » (Haefliger, 2008), alors que dans une comparaison entre un système conventionnel et un système intégré avec désherbage mécanique total (comprenant donc des traitements fongicides et insecticides, certes non présents en agriculture biologique, mais relativement peu chronophages), le système intégré n'est que 1,25 fois plus chronophage que le système conventionnel (Savoie, 2009). Les essais réalisés par Arvalis sur le site de Boigneville montrent un ratio de 1,5 entre les deux systèmes (Viaux, 2012).

La plus grande crainte est souvent relative à la gestion de l'enherbement (Pôle conversion Bio Poitou-Charentes, 2012). Mais pour la gestion des adventices comme pour celle des autres bioagresseurs, les techniques alternatives sont difficiles à mettre en place, car il existe autant de techniques que d'environnements agricoles. Chaque exploitant doit mettre au point, pas à pas, des techniques et des méthodes adaptées à son propre agroécosystème. L'agriculteur est alors obligé, tôt ou tard, d'expérimenter des techniques pour la première fois, avec le risque que ces techniques ne fonctionnent pas comme prévu. Il est donc intéressant que des agriculteurs s'entendent pour que

chacun teste une nouvelle pratique sur une partie limitée de son exploitation, de manière à limiter les risques économiques et à accélérer l'acquisition de connaissances.

Enfin se pose la question des filières de certaines cultures dont la valorisation n'est possible qu'en collaboration avec une activité d'élevage, telles que les légumineuses fourragères, les méteils, ou les prairies. Le rôle des coopératives et des organismes collecteurs est important dans le développement de débouchés pour ces cultures à destination de l'élevage, mais des partenariats directs entre éleveurs et « céréaliers » sont à développer, malgré la diminution continue du nombre d'élevages en France.

Il convient donc d'accompagner les agriculteurs en identifiant des techniques culturelles locales permettant de diminuer l'IFT, tout en maintenant la durabilité économique et sociale des exploitations. L'identification de ces techniques peut se faire *via* une comparaison et une analyse des systèmes de culture innovants, basée sur plusieurs critères appréciables par des indicateurs.

1.3.3 Les freins psychosociologiques

Un frein psychosociologique est pour un individu la peur de faire ou de dire quelque chose qui soit en opposition avec les normes établies par l'entourage professionnel ou personnel de cet individu. La principale conséquence redoutée est une marginalisation, c'est-à-dire d'être mis au ban d'un groupe de personnes à qui, *a priori*, l'individu accorde une certaine importance, et dont la reconnaissance est importante (Sainte-Beuve, 2010).

La reconnaissance par les pairs en agriculture passe principalement par la preuve de performances techniques (« propreté » des champs, rendements...). Dans un pays où l'utilisation de produits phytosanitaires est très ancrée dans les pratiques, les discours relatifs à l'agriculture biologique sont globalement négatifs (Faugère, 2001; Pavie *et al*, 2002; cité par Sainte-Beuve, 2010). Cela signifie qu'il est globalement très difficile d'aller à l'encontre d'une dynamique locale sans être mal perçu.

La peur de l'inconnu et du changement peut rebuter certains agriculteurs dans leurs changements de pratiques, notamment la peur d'être isolé, d'être enfermé dans un dogmatisme "bio", de l'échec, ou encore de voir des portes se fermer pour l'accès au foncier (Quelin, 2010; Pôle conversion Bio Poitou-Charentes, 2012). Enfin, il ne faut pas oublier que beaucoup d'agriculteurs d'aujourd'hui ont appris leur métier il y a déjà quelques années, quand les esprits n'étaient pas encore conscients des impacts négatifs des produits phytosanitaires.

2. Objectifs de l'étude

2.1 Le groupe DEPHY FERME de Charente-Maritime

Depuis le début des années 2000, des agriculteurs de Charente-Maritime travaillent sur l'agriculture à bas intrants. Ils étaient organisés en 2 groupes distincts : le premier est à l'origine un groupe ne travaillant que sur l'ajustement de la fertilisation, qui a émis le souhait d'élargir leurs réflexions aux autres intrants afin de rechercher des solutions techniques plus performantes dans un contexte économique difficile (prix de vente bas et coûts des intrants élevés). Ce groupe informel d'une douzaine de participants était baptisé « Agricultures alternatives » et localisé autour de St Jean d'Angély. Le second groupe était situé autour d'Aigrefeuille et cherchait également à faire émerger de nouvelles techniques d'agriculture intégrée. Ces deux groupes ne sont plus en place à l'heure actuelle, mais les membres les plus motivés se sont portés volontaires pour former le groupe Ecophyto départemental. L'impulsion du groupe a été relancée par un accompagnement participatif de la part de la Chambre d'Agriculture, sous forme notamment de co-conception des systèmes de cultures des exploitants. Le groupe compte 9 membres, mais seuls 8 d'entre eux sont parvenus à être présents en 2015 aux différentes rencontres et à transmettre l'ensemble de leurs pratiques pour analyse.

2.2 Problèmes majoritairement rencontrés

Le principal problème rencontré par les agriculteurs du groupe, et du département de manière générale, concerne la pression en graminées adventices qui ne cesse de croître chaque année. Le Ray-grass et le Vulpin sont les plus présents, avec l'apparition de populations résistantes aux herbicides et une sélection des individus aptes à germer sur des périodes toujours plus étendues. Il est donc de plus en plus difficile de les éliminer en cultures d'hiver, et les cultures de printemps commencent également à en souffrir à cause de germinations de plus en plus tardives.

La culture du tournesol, implantée depuis longtemps dans la région, est de plus en plus difficile à réussir à cause d'une population de corbeaux grandissante. Ces derniers consomment les semences sitôt semées, obligeant quasi-systématiquement les agriculteurs à ressemer certaines zones de parcelles.

La culture du colza est elle aussi toujours plus difficile à conduire en raison d'une période souvent sèche dans les semaines suivant l'implantation, d'une pression en insectes difficilement maîtrisable et de la progression de l'Orobanche dans le département, dont les individus s'adaptent eux aussi très rapidement, parasitant peu à peu les variétés jusqu'alors résistantes.

Les terres de Groies de nature plutôt séchantes rendent difficile, sans systèmes d'irrigation, l'implantation de cultures sensibles aux stress hydriques comme le maïs.

Les cultures de tête de rotation sont donc moins nombreuses, ce qui limite la possibilité de recourir à l'allongement des rotations: on constate une simplification des assolements, dont la conséquence est un retour fréquent des céréales à paille dans les rotations. Ceci engendre des problèmes parasitaires (piétin échaudage) et une pression croissante de la flore graminée adventice.

2.3 Un besoin d'exemples de systèmes de cultures pour les agriculteurs

Les agriculteurs sont sensibles au développement des pratiques alternatives, mais cherchent avant tout à ne pas mettre en danger leur exploitation (Tercia consultants, 2014). Une évolution des systèmes de production actuels vers des techniques alternatives est une prise de risque pour l'exploitant pour différentes raisons :

- Il faut avoir la capacité à apprécier le risque en fonction de l'année climatique
- L'acceptation sociale du risque de se tromper peut faire peur
- Il n'y a pas de dispositif de couverture collective en cas d'échec : l'efficacité de ces techniques est moins avérée que celle des produits phytosanitaires, la diminution des charges de pulvérisation ne garantit pas de compenser l'augmentation des charges de mécanisation, et certaines techniques demandent

des investissements parfois conséquents (outils de travail du sol, de désherbage mécanique...) dont la rentabilité doit être assurée.

Les agriculteurs veulent limiter au maximum la prise de risque (en fonction de leur aversion au risque) et ont besoin de précisions concernant la mise en œuvre de ces techniques alternatives, ainsi que des preuves de leur efficacité technique (efficacité de gestion des bioagresseurs, de faisabilité, de temps de travail...) et économique (impacts sur les marges). Le but de cette étude est donc dans un premier temps d'identifier **dans quelle mesure l'adoption de pratiques alternatives pour la réduction des IFT impacte la durabilité des exploitations ?** Nous tenterons ainsi de **cerner les pratiques offrant le meilleur compromis entre diminution de l'IFT et durabilité pour une exploitation céréalière en terres de Groie.**

Le groupe de travail DEPHY FERME est une base intéressante de par l'échelle de travail. Ses membres ont co-conçu leurs différents systèmes de culture avec les conseillers de la CA17 pour tenter de réduire les applications de produits phytosanitaires. Nous commencerons dans un premier temps par analyser les caractéristiques et spécificités de ce groupe d'exploitations et les différents changements ayant été opérés en leur sein, dans le but de montrer des exemples de gestion non-chimique des bioagresseurs.

Nous évaluerons ensuite les performances techniques, économiques et environnementales des exploitations (ou groupes d'exploitations si des rapprochements sont possibles) à l'aide de plusieurs indicateurs. Ces indicateurs seront obtenus grâce à l'utilisation d'un modèle d'analyse multicritères développé par Arvalis : le modèle Systerre®. Nous mettrons en évidence des liens entre les différents indicateurs de performance de chaque exploitation (ou groupe d'exploitations).

Enfin nous tenterons de déterminer les pratiques qui semblent pouvoir être mises en œuvre pour diminuer les utilisations de pesticides, sans compromettre la durabilité des exploitations, en faisant des propositions de systèmes de cultures.

3. Matériels et Méthodes

L'étude se base sur les pratiques mises en œuvre par les agriculteurs du groupe polyculture élevage Ecophyto DEPHY FERME de Charente Maritime.

3.1 La zone d'étude : des exploitations situées principalement au Nord et au centre de la Charente Maritime

Le sol est un des éléments essentiels qui conditionnent les pratiques d'un agriculteur : les « bonnes pratiques » diffèrent d'une région à une autre et d'un type de sol à un autre. Les stratégies de gestion du travail du sol, de date d'implantation, de successions culturales, de fertilisation ou encore d'irrigation en dépendent, d'où l'intérêt de décrire les caractéristiques principales des différents sols de la zone étudiée.

3.1.1 Description des principaux sols de la zone d'étude

Les sols de Charente-Maritime ont été décrits par Hanot *et al* en 2001.

3.1.1.1 Les terres de Groies

Le mot « groie » est un dérivé de « groe » qui signifie littéralement « caillou, gravier ». Les Groies sont des terres calcaires argilo-limoneuses, de couleur brun à brun-rouge. Elles comportent en général des fragments de roche plus ou moins gros, ce qui peut présenter des difficultés de récolte pour les cultures rampantes comme le pois. D'une manière ce facteur est déterminant dans le choix de variétés peu sensibles à la verse. Le pH est compris entre 7 et 8 et les risques de chlorose sont importants (principalement déterminant pour le choix des porte-greffes en viticulture et arboriculture, et éventuellement pour le choix des variétés de pois). Les Groies se distinguent selon 2 critères principaux :

- La profondeur d'apparition de la roche mère : distinction entre Groie superficielle (18 à 20 cm), moyenne (20 à 25 cm) ou profonde (plus de 25 cm)
- La teneur en argile : distinction entre Groie lourde (plus de 35% d'argile) et légère

Les Groies superficielles ont une teneur en cailloux de 30 à 40% dans l'horizon labouré (35 à 60% dans les plus superficielles) et des RU de 40 à 60 mm. Les plus profondes ont des teneurs en cailloux inférieures à 30% et des RU de 100 à 120 mm.

Les Groies ayant moins de 35% d'argile ont des structures assez stables et sont relativement faciles à travailler avec des outils à disques ou à dents, qui sont souvent aussi efficaces qu'une charrue pour restructurer le sol avant une culture d'hiver. Les Groies les plus lourdes sont plus difficiles à travailler et un labour d'automne est souvent réalisé afin de casser les mottes sous l'action du gel. Ces terres peuvent connaître des problèmes d'hydromorphie. Le labour dans les zones superficielles est fortement déconseillé à cause d'une remontée certaine de nombreux cailloux.

Le réchauffement est plutôt rapide et confère, couplé à un climat océanique assez doux en hiver, une forte minéralisation de la matière organique pouvant libérer jusqu'à 100 unités d'azote sur la période automne-hiver.

En Groie moyenne (les plus répandues dans le département) les rendements espérés une année sur deux sont de 65-68 q/ha en blé, 21-23 q/ha en tournesol et 32-33 q/ha en colza.

3.1.1.2 Les Doucins ou Bornais

Les Doucins sont principalement composés de limons et sables très fins, ils sont couramment appelés « sols limoneux » ou « limons ». Ils ont des pH acides compris entre 4,5 et 6,8 qui rendent difficile voire impossible l'implantation de luzerne. On distingue plusieurs types de Doucins selon la texture de l'horizon de surface :

- Les Doucins limoneux : texture limoneuse (30 à 80% de limons, moins de 20% d'argile)

- Les Doucins sableux : texture sablo-limoneuse (plus de 50% de sable, moins de 15% d'argile)
- Les Doucins argileux : texture argilo-limoneuse (plus de 20% d'argile, moins de 10% de sable)
- Les « Groisailles » : texture limono-argilo-sableuse (17 à 45% d'argile)

La réserve utile de ces sols varie de 70 à 120 mm, la circulation de l'eau est souvent difficile à cause du relief souvent plat et de la teneur en argile élevée en profondeur qui apparaît sans zone de transition : ces terres connaissent souvent des problèmes d'hydromorphie. Les cultures d'hiver en souffrent le plus : les excès d'eau freinent l'exploration des racines, ce qui par la suite peut limiter la RU à 40-50 mm. Les cultures de printemps en revanche sont moins confrontées à ce problème.

La teneur élevée en limons de l'horizon de surface associée à une faible teneur en matière organique induit souvent des problèmes de battance. La profondeur de labour est à modérer pour éviter une trop forte dilution de la matière organique. La formation de terre fine doit être limitée lors de la préparation du lit de semences.

Le blé est mal adapté à ces types de terres. En sols sains, les rendements sont de 35q/ha pour le colza et 65 q/ha en orge de printemps. Le maïs non irrigué atteint entre 50 et 80 q/ha, en culture irriguée les 100 q/ha sont assurés et des rendements de 120 à 130 q/ha sont fréquents. Les tournesols produisent entre 25 et 30 q/ha.

3.1.1.3 Les Champagnes

Les Champagnes sont des terres argilo-calcaires de couleur grise à noire. Les argiles sont de type montmorillonite, dont la teneur varie de 20 à 50%. Il y a deux types de Champagnes en Charente-Maritime :

- Les Champagnes superficielles font 20 à 25 cm de profondeur et ont beaucoup de cailloux en surface
- Les Champagnes profondes font 30 à 50 cm de profondeur avec peu de pierres

La réserve utile varie de 80 à 150 mm. Le calcaire tendre et fissuré de la roche mère absorbe aussi de l'eau qui sera restituée sous forme de remontées capillaires. La circulation de l'eau est parfois difficile, pouvant causer des problèmes d'hydromorphie. La sensibilité au tassement est assez forte.

En semis de printemps, la forte teneur en argiles impose la réalisation d'un labour d'automne évoluant sous l'effet du gel pour émietter les mottes. Ces sols sont sensibles au tassement, mais la structure est plutôt stable grâce à la forte capacité de retrait-gonflement des montmorillonites. La récolte d'une culture de printemps dans de bonnes conditions est indispensable pour le bon déroulement des semis d'hiver suivants.

Les rendements sont similaires à ceux obtenus en Doucins, le blé atteint 70 à 80 q/ha.

3.1.1.4 Les terres de Vallée

Ce sont des terres calcaires dont les taux d'argile sont très variables (5 à 50%) avec des taux de matière organique élevés à très élevés (4 à 10%). Leur pH élevé compris entre 7,9 et 8,3 peut poser des problèmes d'assimilation d'oligo-éléments.

La réserve utile est très élevée, avec au minimum 100 mm et jusqu'à 200 mm. Localisées à proximité des cours d'eau, elles sont souvent inondées plusieurs mois par an (en hiver et au printemps) ce qui rend impossible l'implantation de cultures d'hiver.

Le labour est déconseillé sur les terres les moins argileuses pour éviter la remontée de tourbe en surface et maintenir la portance. En terre plus argileuse, le labour doit être réalisé plusieurs semaines avant la reprise. Globalement le semis direct est plutôt conseillé.

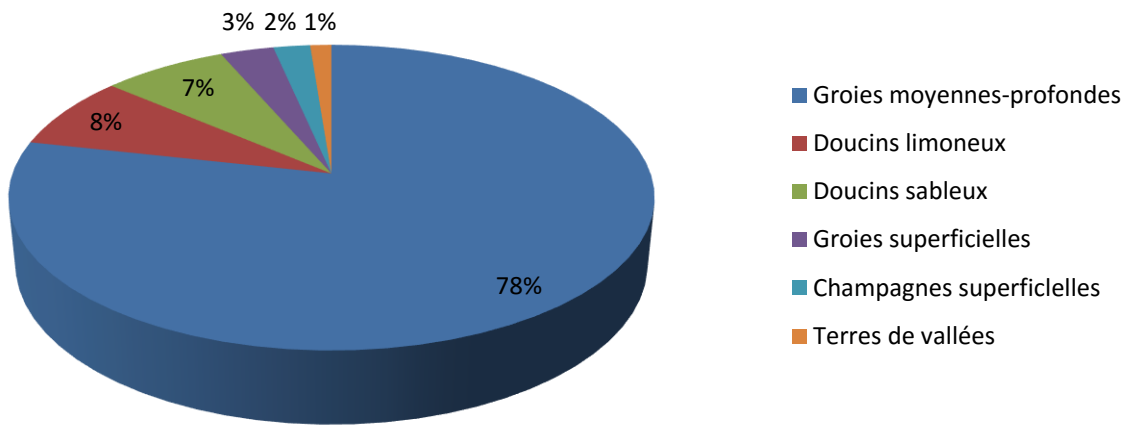


Figure 3 : Les sols présents dans les exploitations du réseau

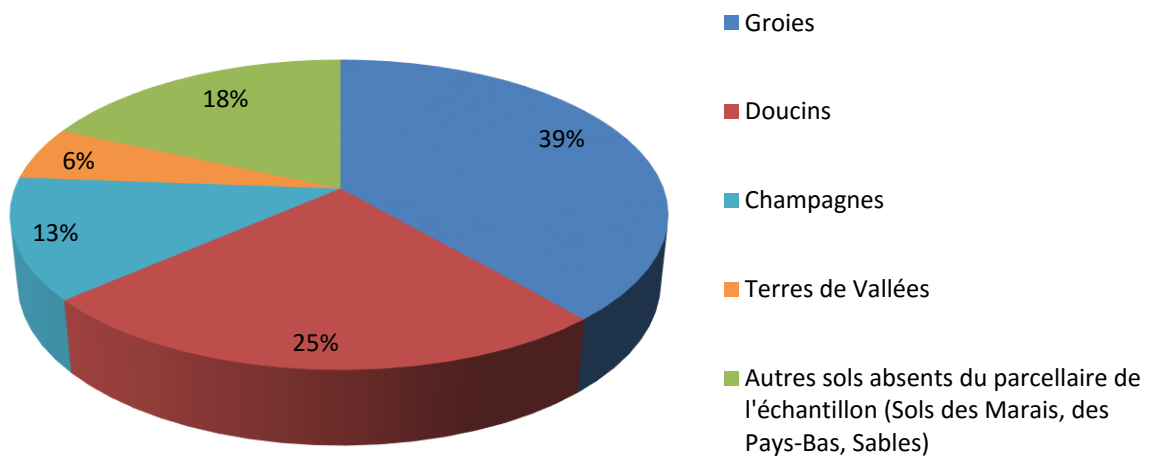


Figure 4 : Distribution des sols de Charente-Maritime (d'après Bernard, 2013)

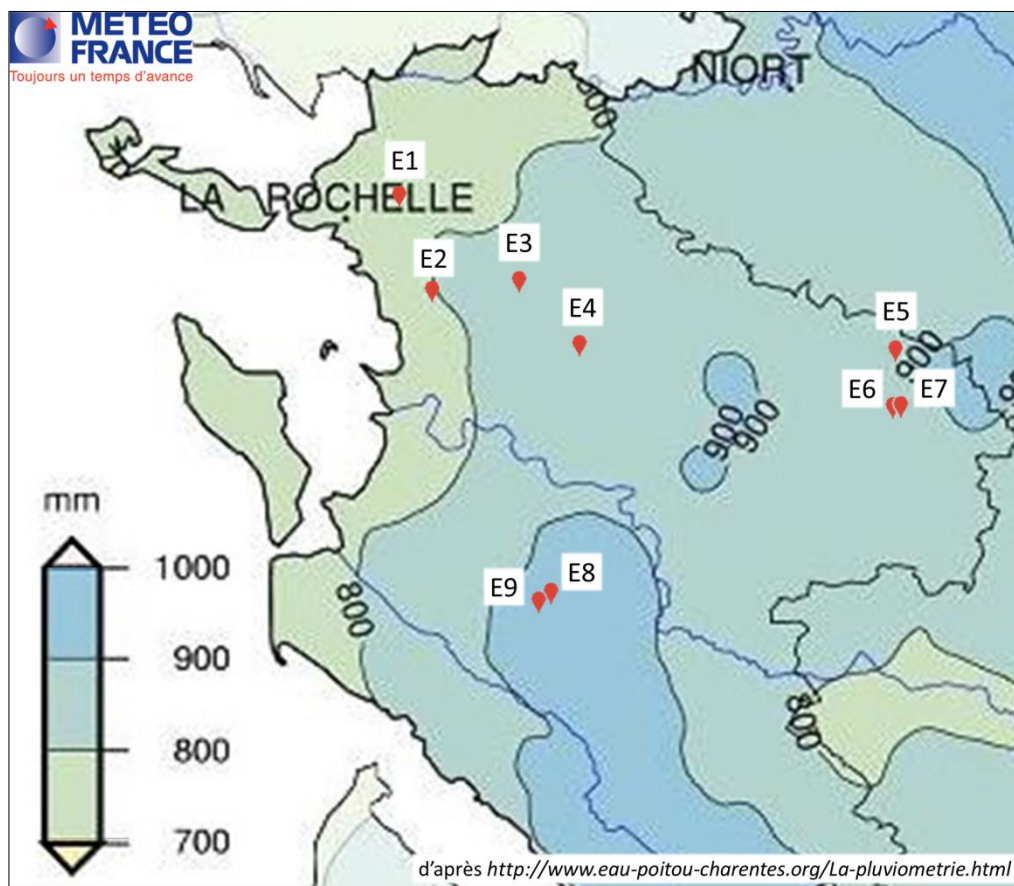


Figure 5 : Carte des moyennes annuelles de référence 1981/2010 des précipitations en Charente-Maritime

Le choix de variétés très précoces est conseillé afin d'éviter le risques de submersion avant la récolte. Les rendements en maïs vont de 70 à 100 q/ha, et de 25 à 35 q/ha en tournesol.

3.1.1.5 Les sols du groupe DEPHY

Sur les 1 435 ha des 9 exploitations étudiées, les terres de Groies moyennes et profondes représentent 1 126 ha soit 78% de l'assolement. Viennent ensuite les Doucins limoneux et sableux avec 15% de l'assolement, puis des terres moins représentées comme les Champagnes et les Terres de Vallées (Figure 3)

Sur cet aspect, l'échantillon est peu représentatif du département, mais il l'est de la zone céréalière où se pratique la culture de blé tendre d'hiver. Une typologie des sols de Charente-Maritime réalisée en 2013 par la Chambre d'Agriculture (Bernard, 2013) montre la distribution suivante des différents types de sols (Figure 4).

3.1.2 Le climat de Charente Maritime

La Charente-Maritime connaît un gradient de pluviométrie croissant du Nord-ouest au Sud-est : les zones proches du littoral sont plus sèches que dans l'intérieur des terres. L'amplitude de température est cependant plus faible près de l'océan, tandis que les zones plus à l'Ouest connaissent souvent des températures élevées en été. (Figure 5)

3.2 Détermination de l'échelle de travail

L'échelle de travail est délicate à fixer car elle peut être plus ou moins pertinente selon l'élément observé ou évalué. L'étude cherche à mettre en évidence les liens entre une évolution de l'indicateur IFT et l'évolution de la durabilité de l'agriculture réalisée par les exploitants du groupe. Mais à quelle échelle se place-t-on pour parler de durabilité ? Quelle est l'échelle la plus appropriée pour approcher tel ou tel aspect de la durabilité ?

La durabilité de l'agriculture sera observée sous différentes formes :

- Durabilité agronomique : Est-ce que le système mis en place permet de gérer les bioagresseurs de manière répétable d'une campagne sur l'autre avec la même efficacité, et d'atteindre les niveaux de rendements espérés (proche d'une durabilité « technique ») ? Cette durabilité est plus pertinente à observer à l'échelle du système de culture, car elle est conditionnée par les différentes pratiques mises en place tout au long de la succession culturale.
- Durabilité environnementale : Quelle est l'ampleur des externalités négatives produites par l'activité agricole sur l'environnement ? Il est également plutôt pertinent d'observer cet aspect à l'échelle du système de culture, pour les mêmes raisons que précédemment.
- Durabilité sociale : Est-ce que l'activité est supportable pour l'agriculteur ? Derrière cette notion se trouve essentiellement la charge de travail pour l'exploitant. Elle est directement liée aux itinéraires techniques. Elle peut être approchée à différentes échelles, mais c'est encore une fois celle du système de culture que nous retiendrons, par cohérence avec les autres aspects évoqués précédemment. Une approche à l'échelle de l'exploitation aurait peut-être été plus pertinente pour des systèmes en polyculture-élevage, où les organisations du travail de chaque atelier sont interdépendantes.
- Durabilité économique : Est-ce que l'activité agricole permet de subvenir aux besoins de l'agriculteur (revenu) et de l'exploitation (capacité d'investissement) ? Cette composante est souvent raisonnée à l'échelle de l'exploitation par les agriculteurs, qui recherchent des compromis entre des systèmes de cultures plus ou moins rémunérateurs. Si par exemple l'agriculteur ne détient qu'une parcelle irrigable, alors l'implantation d'une monoculture de maïs (forte valeur ajoutée avant la récolte 2014) sur cette parcelle peut permettre de compenser d'autres systèmes de culture moins rémunérateurs, mis en place sur d'autres parcelles qui ne sont pas irrigables. La monoculture de maïs pourra avoir une faible durabilité environnementale à l'échelle du système de culture, mais pourra être indispensable pour

assurer la durabilité économique de l'exploitation. Il serait donc pertinent de traiter la durabilité économique à l'échelle de l'exploitation. Cependant, pour plus de clarté et pour permettre une comparaison plus précise des systèmes de cultures, nous étudierons aussi cet aspect à l'échelle du système de culture.

3.3 Acquisition des données

3.3.1 Données générales déjà disponibles et peu évolutives

Pour les campagnes correspondant aux récoltes 2009, 2010 et 2011, les pratiques ont été simplement décrites dans un fichier Excel, mis à disposition par l'organisation nationale d'Ecophyto. L'outil étant peu élaboré, seul le calcul de l'indicateur IFT était réalisé. A partir de 2012, l'arrivée du logiciel Systerre® a permis de saisir de nombreuses informations : parc matériel, parcellaires (types de sols et surfaces par parcelle, lots de parcelles), interventions sur les parcelles...Ainsi que le calcul de nombreux indicateurs autres que l'IFT. C'est donc à compter de la campagne 2012 que l'on dispose de l'ensemble des indicateurs de durabilité. Les données ont été collectées suivant un questionnaire d'enquête établi par Arvalis (Annexe 1).

3.3.2 Données spécifiques à la campagne

Les données collectées pour chaque campagne proviennent des registres phytosanitaires⁷ et des cahiers d'épandages⁸ de chaque agriculteur. Il est donc important de préciser que les épandages de produits phytosanitaires et d'engrais sont connus de manière très précise à la parcelle, alors que les autres pratiques sont d'ordre plus général, car elles ne sont pas enregistrées précisément par les agriculteurs. Ces informations sont donc basées sur le souvenir qu'ont les agriculteurs de ces interventions, qui sont effectivement standardisées (exemple : après la récolte du colza l'agriculteur « A » fait 2 déchaumages, l'agriculteur « B » fait 3 faux semis, *etc.*), d'où la difficulté de comparer deux parcelles chez un même agriculteur. On peut cependant comparer deux stratégies différentes chez deux agriculteurs dont par exemple les rotations sont proches. Ainsi, les opérations de travail du sol sont globalement les mêmes entre la première et la dernière campagne.

Nous disposons des données complètes pour les campagnes 2012, 2013 et 2014, sauf pour l'exploitation 9 pour laquelle les données de 2014 n'ont pas pu être collectées. Nous sommes également en possession des IFT herbicides et hors herbicides de toutes les exploitations pour les campagnes 2009, 2010 et 2011.

3.3.3 Informations complémentaires

Des éléments complémentaires sur les types de sols et le climat ont été recherchés dans la bibliographie (Partie 3.1.1). Certaines précisions sur les conditions de travail et, le cas échéant, sur les évolutions des ITK, ont été apportées lors d'entretiens individuels semi-directifs avec les agriculteurs (Annexe 2).


3.3.4 Objectiver la présence de bioagresseurs

Des observations de fin de campagne ont été réalisées pour chacune des fermes en juin 2015 sur des parcelles représentatives de chaque culture. Ces observations se sont focalisées sur la présence, l'abondance et la nature des adventices. Les pressions en maladies et insectes ravageurs n'ont pas pu

⁷ Document obligatoire où chaque agriculteur doit enregistrer toute utilisation de produit phytopharmaceutique ou biocide. Les informations suivantes doivent obligatoirement y figurer : identification de la parcelle, la culture produite sur la parcelle traitée, le nom commercial complet du produit utilisé, les quantités et/ou doses de produits utilisées (en L/ha ou g/ha), la date de traitement, la date de remise en pâture après traitement (le cas échéant), mention de toute apparition d'organismes nuisibles ou maladies susceptibles d'affecter la sûreté des produits d'origine végétale et ayant une incidence sur la santé humaine et la date du premier constat, les résultats de toute analyse d'échantillons prélevés sur des végétaux ou d'autres échantillons qui revêtent une importance pour la santé humaine (analyses réalisées au cours des 12 derniers mois)

⁸ Il permet d'enregistrer les pratiques de fertilisation réellement réalisées sur chaque îlot cultural.

Tableau 1 : Récapitulatif des données disponibles

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
IFT	x	x	x	x	x	x	
Pratiques complètes				x	x	x	
Notes de satisfaction du désherbage							x


 L'état d'enherbement des parcelles découle des pratiques des campagnes précédentes

Tableau 2 : Indicateurs retenus pour l'évaluation des systèmes de cultures

Indicateurs techniques	Indicateurs économiques	Indicateurs agro-environnementaux
<ul style="list-style-type: none"> • Temps de travail • Consommation de carburant • Azote total • Note de satisfaction du désherbage 	<ul style="list-style-type: none"> • Charges en engrais • Charges en produits phytosanitaires • Charges de mécanisation • Marges directes hors aides • Efficacité économique des charges opérationnelles 	<ul style="list-style-type: none"> • IFT herbicides • IFT fongicides • IFT insecticides • Efficacité énergétique • Emissions totales de gaz à effets de serre

être estimées au vu de la date tardive d'observation (proche de la récolte pour les cultures d'hiver). Les références de la Chambre d'Agriculture montrent par ailleurs de faibles dégâts occasionnés par les maladies sur les céréales, en raison notamment des faibles précipitations de printemps. Les populations de ravageurs sont en général bien maîtrisées, avec une utilisation plus ou moins forte des produits insecticides.

Principale culture de rente, le blé tient une part majoritaire dans tous les systèmes de cultures étudiés : il est complètement assolé⁹ et son temps de retour sur une parcelle est faible (de 2 à 3 ans maximum). L'évolution de l'état d'enherbement d'une parcelle est plus facile à suivre en se concentrant sur l'évolution d'une flore adventice particulière, dans des conditions de cultures identiques. C'est pourquoi nous comparerons les impacts des systèmes de cultures sur l'enherbement des parcelles en nous focalisant sur les notes de satisfaction de désherbage réalisées dans les cultures de blé. Au vu de son faible temps de retour sur les parcelles, des observations régulières pourront être réalisées.

L'appréciation de la présence, l'abondance et la nature des adventices s'est faite visuellement (Annexe 3), par des déplacements aléatoires dans la parcelle. La densité de chaque espèce observée a été notée. Une note de synthèse a ensuite été attribuée à dire d'expert par un conseiller expérimenté, en fonction de la diversité d'adventices et leur densité dans la parcelle. Cette note dite « de satisfaction du désherbage » permet de comparer l'état d'enherbement, et donc la capacité de gestion des adventices entre exploitations. La note attribuée s'échelonne de 1 (désherbage insatisfaisant, parcelle très enherbée) à 9 (désherbage très satisfaisant, parcelle ne présentant aucune ou très peu d'adventices).

Ces observations n'ont été réalisées qu'en 2015 chez les exploitants 1 à 8, le neuvième n'ayant pas pu être joint. L'évolution des populations d'adventices n'est donc pas connue objectivement, mais on peut considérer que l'état d'enherbement actuel découle des pratiques des dernières campagnes (INRA, 2010).

Les données disponibles sont synthétisées dans le Tableau 1.

3.4 Détermination des systèmes de cultures étudiés

A partir de l'ensemble des pratiques d'un exploitant, nous déterminerons un système de culture représentatif de l'exploitation que nous nommerons « Système de Culture Principal » (SdCP). Une description préliminaire des pratiques nous a permis d'identifier au maximum 2, voire 3 systèmes de cultures par exploitation, dont l'un d'eux est toujours plus dominant (appliqué sur une plus grande part de la SAU). Ainsi, nous déterminerons le SdCP de chaque exploitation en faisant une synthèse des pratiques dominantes de l'agriculteur. Nous considérerons que l'évolution des IFT de l'exploitation et l'état d'enherbement actuel des parcelles découlent de ces pratiques.

Des exceptions seront faites pour les exploitations dont le système dominant est une monoculture : ces systèmes mobilisant des pratiques peu durables (pas de successions culturales pour rompre les cycles des bioagresseurs, exploitations des mêmes ressources, homogénéisation des paysages, impacts sur la biodiversité...), nous étudierons un autre SdC de l'exploitation, ce qui permet aussi d'avoir un groupe de SdC qui contiennent tous du blé et au moins une tête de rotation.

Les exploitations dont les SdCP et les objectifs d'évolutions sont très proches seront regroupées en typologies. Ces regroupements vont nous permettre de :

- cerner les grands types de systèmes présents au sein du groupe DEPHY
- alléger la présentation des différents systèmes et éviter des redondances

⁹ C'est-à-dire qu'il fait partie de toutes les successions de culture opérées sur l'ensemble du parcellaire.

3.5 Stratégies mises en œuvre comme alternative aux pesticides au sein des SdCP

Nous décrirons pour chaque SdCP comment les agriculteurs ont tenté individuellement de réduire les applications de produits phytosanitaires. Nous présenterons l'ensemble des techniques ayant été testées, en précisant lesquelles ont été adoptées.

3.6 Evaluation des performances de durabilité

Le logiciel Systerre® calcule un total de 160 indicateurs de différents types : techniques, économiques et agro-environnementaux (Annexe 4). Parmi les indicateurs techniques, certains peuvent être assimilés à des indicateurs sociaux comme notamment le temps de travail. Le mode de calcul de certains indicateurs est expliqué à la suite de l'Annexe 4. Les indicateurs retenus sont présentés dans le Tableau 2.

3.6.1 Les indicateurs utilisés

3.6.1.1 Les indicateurs techniques

L'évaluation du **temps de travail total**¹⁰ (h/ha) est retenue pour évaluer les contraintes directes du système de culture sur l'activité de l'agriculteur. Il correspond au temps de traction dans les parcelles. Il ne prend donc pas en compte les déplacements sur route ainsi que toutes les tâches administratives ou le temps d'observation des cultures. Les déclinaisons mensuelles ne présentent pas d'intérêt particulier, de même que la distinction « hors ETA¹¹ » puisque les saisies ne tiennent compte que des interventions propres à chaque exploitation.

L'apport de **fertilisation azotée totale** (kg N/ha) est conservé pour observer un éventuel lien avec l'IFT hors herbicide, au vu de certaines publications évoquant un lien entre la fertilisation azotée et la consommation de produits phytosanitaires. En effet l'azote en favorisant notamment une plus grande vigueur et développement du feuillage (Arvalis, 2014) augmenterait les attaques de certains bioagresseurs (Ministère de l'Agriculture, 2012), en rendant les plantes plus sensibles aux maladies et aux insectes (Morineau, 2010). Nous pourrions mettre la fertilisation azotée en relation avec les indicateurs économiques, comme levier de diminution des charges en engrais (et donc d'augmentation de la marge directe), mais aussi avec des indicateurs environnementaux comme l'efficacité énergétique et les émissions de GES.

La **consommation de carburant**¹² (L/ha) est un indicateur couramment utilisé par les agriculteurs pour évaluer la charge financière que représente ce poste, en s'affranchissant des fluctuations de prix. Elle peut aussi, de même que la fertilisation azotée, être mise en relation avec les indicateurs économiques et environnementaux.

La **note de satisfaction du désherbage** fera partie des indicateurs techniques.

3.6.1.2 Les indicateurs économiques

Les montants des **charges** (€/ha) retenus concernent **les engrais, les produits phytosanitaires et la mécanisation**. L'objectif est de repérer quel(s) poste(s) de dépenses impacte(nt) le plus sur la marge dégagée par le système de culture. Les charges en semences n'ont pas été retenues à cause du manque de fiabilité des saisies réalisées, notamment concernant l'origine des semences utilisées (semences certifiées ou de ferme).

¹⁰ Temps de travail = $\frac{\sum(\text{Surface traitée}/\text{Débit de chantier})}{\text{SAU}}$

¹¹ Entreprise de Travaux Agricoles : réalisation de travaux agricoles sous forme de prestation de service à un autre agriculteur

¹² Consommation réelle = $\frac{\text{Puissance} \times \text{Taux de charge réelle} \times 0,22}{\text{Débit de chantier}}$

La **marge directe hors aides et charges de semences**¹³ (€/ha) permet de prendre en compte les charges de mécanisation dans des systèmes où un certain nombre d'opérations mécaniques supplémentaires sont à prévoir pour pallier l'arrêt de certaines opérations chimiques (notamment le désherbage). L'**efficience économique des charges opérationnelles**¹⁴ permet d'indiquer la richesse dégagée par euro dépensé en intrant ou en mécanisation. Le logiciel ne calcule que l'efficience économique des intrants, qui ne tient pas compte des charges de mécanisation. Or celles-ci doivent être prises en compte dans notre étude pour mettre en évidence la performance économique des leviers non-chimiques. Cet indicateur sera donc calculé en plus.

Les prix d'achats des intrants et de vente des produits sont les mêmes pour toutes les exploitations, afin d'éviter des biais dans le calcul des indicateurs économiques. Les prix de vente des cultures correspondent aux prix moyens à La Pallice (Grand port maritime de La Rochelle). Les prix d'achat sont les prix proposés par Systerre®, qui correspond pour chaque produit au prix médian de la distribution des valeurs saisies par l'ensemble des utilisateurs. Tous ces prix sont disponibles en Annexe 5.

3.6.1.3 Les indicateurs agro-environnementaux

L'IFT est à la fois un indicateur agro-environnemental et un indicateur de performance technique. Nous retiendrons 3 composantes de l'IFT qui composent plus de 90% de l'IFT total sur les exploitations étudiées : **l'IFT herbicide, l'IFT fongicide et l'IFT insecticide**. Nous aurons ainsi une information sur les quantités de produits phytosanitaires épanchées par les agriculteurs. Nous nuancerons ces données en mobilisant également la **dynamique d'évolution des IFT** de chaque exploitation de 2009 à 2014. En effet, une exploitation dont la consommation de pesticides est supérieure aux autres, mais dont la dynamique d'évolution est à la baisse ne sera pas à dévaloriser, au contraire puisque l'objectif du plan Ecophyto est avant tout de faire diminuer les IFT.

L'indicateur **Efficience énergétique**¹⁵ n'est pas calculé directement par le logiciel, mais pourra l'être facilement à partir des deux indicateurs **Consommation** et **Production** d'énergie, qui sont eux calculés par Systerre®. Il été retenu pour montrer la capacité des systèmes à produire de l'énergie à partir de ce qu'elles consomment.

L'indicateur « **Emissions totales de gaz à effets de serre (kgéqCO₂/ha)** » a été retenu afin de comparer les émissions de gaz à effet de serre induites par les différents systèmes de culture

3.6.2 Mise en forme des indicateurs

Pour faciliter la comparaison des systèmes de cultures, les résultats des indicateurs seront présentés sous forme de graphes en radar. Ce type de graphe nécessite que l'ensemble des éléments représentés soient à la même unité. Nous ferons donc apparaître les valeurs des indicateurs sous forme de ratios : chaque valeur sera ramenée à la valeur moyenne du groupe.

Pour les indicateurs (i) Efficience énergétique, (ii) Marges directes hors aides et (iii) Efficience économique des charges opérationnelles, l'objectif sera d'atteindre des ratios supérieurs à 1 (valeurs supérieures à la moyenne du groupe). Pour l'ensemble des autres indicateurs, l'objectif sera d'atteindre des ratios inférieurs à 1.

3.6.3 Evaluation des systèmes de culture

Afin de déterminer quelle est l'efficacité de chaque système de culture dans la gestion alternative des bioagresseurs, et en particulier des adventices, nous mobiliserons :

¹³ Marge directe hors aides et ch. semences = Produit brut – (Ch. intrants – Ch. semences + Ch. de mécanisation)

¹⁴ Efficience économique des ch. opé =
$$\frac{\text{Produit Brut} - (\text{Charges en intrants} + \text{Charges de mécanisation})}{(\text{Charges en intrants} + \text{Charges de mécanisation})}$$

¹⁵ Efficience énergétique =
$$\frac{\text{Energie produite}}{\text{Energie consommée}}$$

- une présentation du graphe des indicateurs, en lien avec les combinaisons de leviers mobilisés,
- une présentation de l'évolution des IFT, permettant de cerner la tendance d'évolution de la consommation de produits phytosanitaires,
- une comparaison des IFT du SdCP et de l'exploitation avec les valeurs régionales de référence, permettant de positionner à la fois les performances du SdCP et de l'exploitation par rapport aux objectifs du plan Ecophyto.

Les IFT régionaux seront déterminés à l'aide de la « *Calculatrice IFT de référence personnalisés* » du réseau DEPHY (publiée en mai 2015) : cet outil recense la plupart des cultures et leur IFT de référence par région, permet de saisir des assolements et calcule les IFT de référence de ces assolements. Nous aurons donc une valeur de référence pour chaque système de culture. Il est important de noter que les IFT de références proposés tiennent compte des IFT des exploitations de grandes cultures ET de polyculture élevage, dont les cultures (et notamment le blé) entrent souvent dans des rotations mobilisant l'implantation de prairies fauchées. Celles-ci allongent fortement les successions, et permettent un déstockage très important des graines adventices, d'où des consommations de pesticides souvent plus faibles. Ces valeurs viennent donc tirer vers le bas l'IFT de référence.

3.7 Synthèse : Quelles sont les pratiques alternatives les plus durables ?

Après avoir rappelé quelles exploitations sont parvenues à réduire leurs IFT, nous comparerons leurs SdC et les leviers mobilisés. Nous tenterons alors de déterminer les conditions de réussite ayant été mobilisées. Nous reprendrons les évaluations réalisées dans la partie 3.6.3, afin de déterminer dans quelle mesure l'adoption de ces pratiques permettant une diminution des IFT impacte la durabilité des exploitations, et nous essaierons d'en déduire quelles pratiques sont les plus durables.



Figure 6 : Localisation des exploitations étudiées, d'après (Agreste, 2008)

SAU

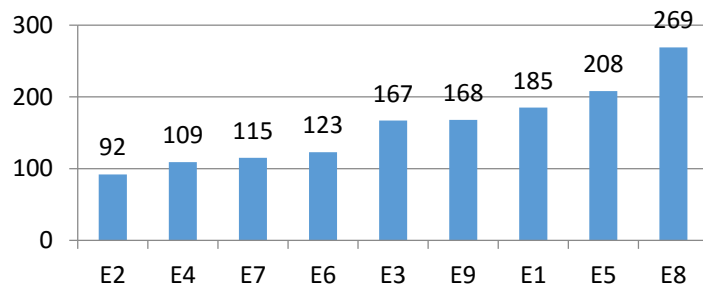


Figure 7 : Des exploitations de taille moyenne à grande

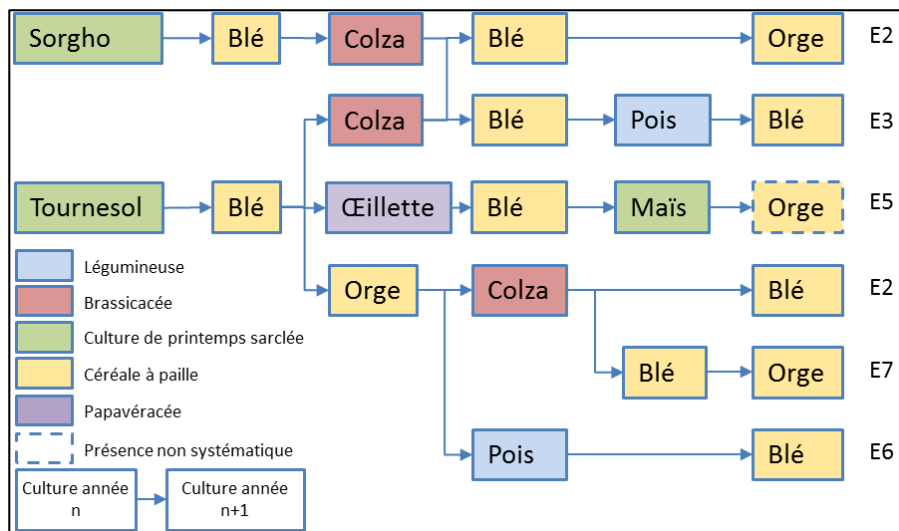


Figure 8 : Des successions à base de tournesol, blé, orge et colza

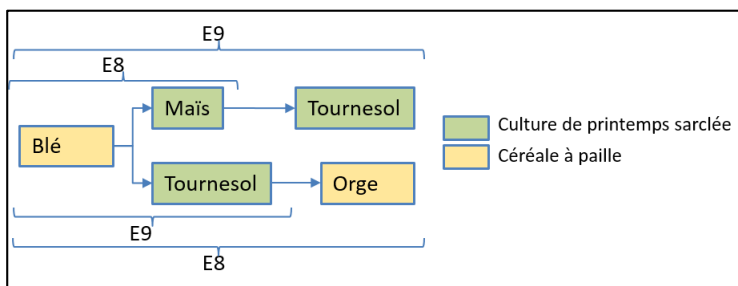


Figure 9 : Des systèmes à base de cultures de printemps

4. Présentation des résultats et éléments d'analyse

4.1 Différentes typologies d'exploitations

Les exploitations se situent pour 4 d'entre elles dans l'Aunis entre La Rochelle, Surgères et Rochefort (E1, E2, E3 et E4) ; 3 sont en Basse Saintonge à l'Est de Saint Jean d'Angély (E5, E6, E7), et 2 sont en Saintonge Romane à l'Ouest de Saintes (E8, E9). Six exploitations sur neuf ont exclusivement des terres de Groies (E1, E2, E3, E5, E6, E7). Deux exploitations ont à la fois des Groies et des Doucins limoneux (E4), (E9). La dernière (E8) est celle qui présente la plus grande diversité pédologique avec 4 types de sols différents : Groies, Doucins sableux, Champagnes superficielles et Terres de vallées (Figure 6).

Les exploitations présentent des SAU¹⁶ allant du simple au triple (Figure 7), la plus faible étant de 92 ha et la plus élevée de 269 ha. Trois d'entre elles ont entre 110 et 125 ha, 3 autres ont entre 165 et 185 ha et une dernière a 210 ha. La surface moyenne départementale des exploitations grandes cultures étant de 112 ha (Aimon, 2014), le groupe est plutôt représentatif des exploitations de grande taille.

On distingue 4 fonctionnements différents chez les exploitants.

4.1.1 Les exploitations 2, 3, 5, 6 et 7 : des assolements diversifiés à base de céréales à paille

Ce premier groupe est formé par des exploitations dont les systèmes sont très proches, même si leurs résultats en termes de maîtrise des IFT peuvent être diamétralement opposés. Les successions sont basées sur le blé tendre qui est la culture principale (35 à 45% de l'assolement) et le tournesol. Certaines exploitations produisent également du blé dur dans les terres les plus profondes (plus grande disponibilité en eau sur la fin de cycle qui garantit une meilleure régularité de rendement pour cette culture sensible au stress hydrique). D'une manière générale le temps de retour du blé sur une parcelle est de deux ans. L'orge est toujours présente dans les assolements. E6 ne cultive pas de colza, et E5 a arrêté d'en produire. Le pois n'est pas présent dans l'assolement de E5 et E7, et E2 implante du pois hors de son SdCP. E3 et E5 cultivent de l'œillette de façon « marginale » (culture de niche), mais pour E5, cette culture tend à prendre de l'importance. Deux systèmes majoritaires ont été mis en évidence chez E2. (Figure 8)

4.1.2 Les exploitations 8 et 9 : des systèmes très simplifiés à base de maïs

Les pratiques de la campagne 2014 n'ont pas pu être recueillies pour l'exploitation 9, seules les campagnes 2012 et 2013 sont donc considérées.

Ces deux exploitations sont proches géographiquement l'une de l'autre et sont les seules à se trouver dans des terres profondes à forte RU (Doucins, Champagnes, Terres de Vallée). Elles se différencient par une proportion importante de maïs qui représente 50% des assolements. Les autres cultures sont le blé et le tournesol, ainsi que l'orge pour E8. Le maïs est entièrement irrigué, et 70% de sa surface sont conduits en monoculture. Le reste du maïs est conduit soit (E8) en alternance avec du blé tendre ou dur (meilleure valorisation des terres irrigables que le blé tendre grâce à son prix de vente), ou (E9) dans une rotation de type maïs-tournesol-blé. Une dernière succession sans maïs est présente sur les terres non irrigables, à base de blé et de tournesol (ainsi que d'orge pour E9). Ce sont des systèmes à visée très productive, plutôt sécurisés du point de vue phytosanitaires (Figure 9). Dans la suite de l'analyse, nous n'étudierons pas les performances de la monoculture de maïs qui a des impacts négatifs sur les durabilités agronomique (pas de successions culturales pour rompre les cycles des bioagresseurs, exploitations des mêmes ressources...) et environnementale (homogénéisation des paysages, impacts sur la biodiversité...).

¹⁶ Surface Agricole Utile

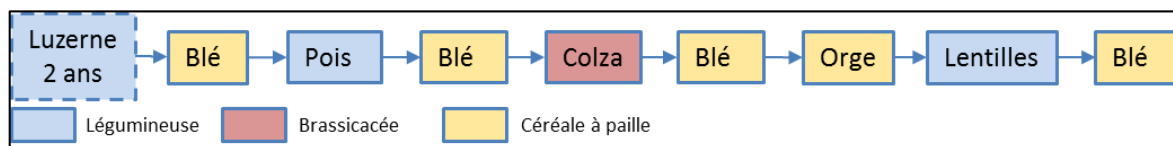


Figure 10 : Un système de culture à base de céréales et de légumineuses

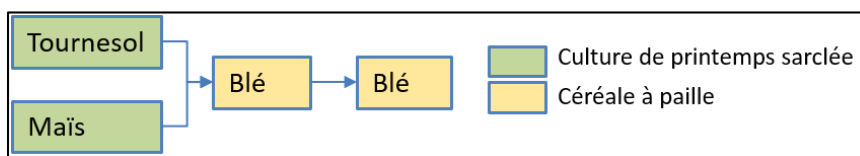


Figure 11 : Une succession simple à base de blé

Tableau 3 : Stratégies testées par les agriculteurs

		Systèmes diversifiés à base de céréales à paille					Systèmes simplifiés à base de maïs		Système très diversifié	Système simplifié à base de blé
		E2	E3	E5	E6	E7	E8	E9	E1	E4
Leviers de désherbage	Recours aux réductions de doses	adopté	adopté	adopté	adopté	adopté	adopté	adopté	adopté	adopté
	Intégration du sorgho grain	adopté	abandonné						abandonné	
	Intégration du maïs grain non irrigué	envisagé	envisagé	adopté		envisagé			abandonné	envisagé
	Utilisation de la herse étrille	abandonné				abandonné				
	Augmentation de l'intensité du travail du sol en interculture	adopté			adopté	adopté			adopté	adopté
	Colza associé					abandonné				
	Désherbage sur le rang au moment du semis pour colza et tournesol					abandonné				
	Intégration des couverts mono-espèce en interculture		adopté				adopté			
	Intégration des couverts multi-espèces en interculture	adopté	envisagé	adopté	adopté	adopté			abandonné	envisagé
Levier de lutte contre les maladies	Semis à faible densité			adopté	adopté	adopté				adopté
	Mélange de variétés de blé tendre			adopté		adopté				adopté

4.1.3 L'exploitation 1 : Un système à base de blé et de légumineuses

L'agriculteur est très sensible à la préservation de la nature et cherche à limiter au maximum l'impact de son exploitation sur l'environnement, d'où une conduite autant intégrée que possible. L'exploitation est d'ailleurs partiellement en conversion à l'agriculture biologique depuis 2013. L'agriculteur cherche dans un premier temps à se mettre au point techniquement sur une petite surface de 6 ha, dont la succession depuis 2013 est « Sarrasin - association Blé/Pois – Lin brun ». La culture de 5 ha de plantes aromatiques (cultures pérennes) est également conduite en agriculture biologique mais n'entre pas dans une succession. Au vu du peu de recul concernant cette conduite biologique, notamment sur la maîtrise des adventices, et de la technicité restant à améliorer encore dans cette conduite biologique, nous nous concentrerons sur un autre système de culture de l'exploitation (Figure 10). Le blé est présent sur un tiers de la surface. L'alternance de cultures d'hiver de de printemps est quasi-systématique. Il y a toujours présence d'une légumineuse dans la succession, la luzerne (porte-graine) implantée 3 ans est assolée. Les cultures sarclées de printemps sont diversifiées, même si le tournesol tend à disparaître à cause de la pression des corbeaux au moment de la levée de la culture. Le colza (production de semences) est également de moins en moins cultivé.

4.1.4 L'exploitation 4 : Un système très simplifié à base de blé

L'objectif pour l'exploitant est de maintenir un système suffisamment rémunérateur, simple à conduire, avec peu de charge de travail. L'assolement est composé aux deux tiers de blé, avec l'implantation systématique de seconds blés (Figure 11). Le reste est implanté en maïs (dans les terres les moins séchantes) et tournesol. Après plusieurs récoltes décevantes en colza, et des marges toujours plus difficiles à maintenir, cette culture sera remplacée par du pois protéagineux en 2015 dans les parcelles qui souffrent le moins d'excès d'eau.

4.2 Les stratégies alternatives de gestion des bioagresseurs

Les différentes techniques testées par les agriculteurs sont synthétisées dans le Tableau 3. Les termes « adopté » et « abandonné » sont relatifs à une technique que l'agriculteur a essayé de mettre en place. Une case vide signifie que l'agriculteur n'a pas essayé de mobiliser la technique. Les bordures épaisses délimitent les différentes typologies

D'une manière générale, l'ensemble des agriculteurs raisonnent leurs traitements phytosanitaires en ne faisant quasiment aucun traitement systématique, et ont recours systématiquement ou très régulièrement à l'application de doses réduites.

4.2.1 Lutte contre l'enherbement

4.2.1.1 Le travail du sol et le désherbage mécanique

Les chiffres indiquent le nombre de passages réalisés par l'agriculteur. Une case vide signifie qu'il n'y a aucun passage. Une case grisée signifie que la culture n'est pas présente sur l'exploitation. (Tableau 4).

4.2.1.1.1 Typologie 1 : des pratiques hétérogènes de travail du sol

On distingue **3 types de travaux du sol** au sein de la typologie. Les parcelles sont labourées 1 année sur 2 ou 1 année sur 3 selon les successions. Seul l'agriculteur **E7** se distingue par une conduite en non-labour complète. Ce dernier se distingue également par des déchaumages plus nombreux avec en moyenne 3 passages par culture. **E2 et E6** font également 2 à 3 fois passages de travail superficiel, et jusqu'à 4 fois avant une culture de printemps (tournesol ou sorgho). **E3 et E5** font des passages moins fréquents avec en moyenne 1 à 2 déchaumages. Les outils utilisés sont des vibroculteurs (travail superficiel de 3 à 5 cm pour affiner le lit de semences et faire des faux semis) et des déchaumeurs à dents (travail plus profond pour scalper les herbes déjà développées) ou à disques indépendants (chaque disque ou paire de disques est fixé sur un système articulé indépendant, qui assure un suivi de la surface du sol).

Tableau 4 : Nombre de passages par type de travail du sol, par culture et par exploitation

		Exploitations								
		E2	E3	E5	E6	E7	E8	E9	E1	E4
Labour	Blé						1			1
	Colza		1							
	Lentilles									
	Maïs	1		1	1		1	1		1
	Orge	1	1							
	Pois	1	1	1	1					
	Sorgho		1							
	Tournesol	1	1	1	1		1	1		1
Déchaumage	Blé	2 à 3	3	1 à 2	2 à 3	2 à 3	2	2		1
	Colza	2		1 à 2	2	2			5	
	Lentilles								2 à 3	
	Maïs	3		2	1		1	1	3	4
	Orge	2		1	2	3	2			
	Pois	2	1	2	2				2	
	Sorgho	4	1 à 2						2 à 3	
	Tournesol	2	2	2	4	3	1		3	3
Binage	Blé									
	Colza	1								
	Lentilles									
	Maïs	1		2				2	1	2
	Orge									
	Pois									
	Sorgho	1	1						3	
	Tournesol	1	2			1 à 2		2		2
		E2	E3	E5	E6	E7	E8	E9	E1	E4

L'utilisation d'une herse étrille a été expérimentée par l'exploitant E7 en 2008 et 2009. Emprunté à un voisin, l'outil était peu facilement accessible et n'a donc pas pu être utilisé aux bons stades. L'efficacité observée à l'époque était de l'ordre de 70% sur les dicotylédones, et de moins de 50% sur les graminées. L'agriculteur n'a pas renouvelé l'expérience et n'a pas souhaité investir dans ce type de matériel.

L'exploitant E2 a développé le binage ces dernières années : 18 ha en 2012 (colza uniquement), 30 ha en 2013 (colza, sorgho et tournesol), et 38 ha en 2014 (colza, sorgho, tournesol et maïs, bien que cette dernière culture ne soit pas adoptée). L'exploitant E3 ne bine pas ses colzas car la stratégie de désherbage pour la production de semences est uniquement chimique. L'exploitant E5 a commencé le binage avec l'introduction de maïs dans son système.

4.2.1.1.2 Typologie 2 : des systèmes labourés avec un travail superficiel moyennement intense

Le labour est quasi-systématique (sols très argileux sensibles au tassement). Le travail du sol superficiel est moins présent qu'au sein du premier groupe. Les pratiques sont assez similaires entre les deux agriculteurs, la principale différence étant le binage des cultures de printemps, réalisé uniquement par E9.

4.2.1.1.3 Typologie 3 : un système sans labour avec beaucoup de déchaumages

L'agriculteur implante ses cultures en semis direct depuis une quinzaine d'années. Les déchaumages sont intenses, avec l'utilisation d'un déchaumeur à disque et d'une herse à dents droites dite « magnum », qui réalise un travail très superficiel et aide à la décomposition des pailles. Les céréales à paille sont conduites sans aucun travail du sol.

4.2.1.1.4 Typologie 4 : un système labouré avec un déchaumage intense avant le tournesol

Chez E4, la gestion des adventices est basée sur un travail du sol soutenu pour limiter le recours aux herbicides : le labour est systématique, et le travail superficiel est intense, notamment avant les cultures de printemps avec 3 à 4 faux semis (déchaumage + roulage). Les cultures de printemps sont binées 2 fois.

4.2.1.2 L'intégration de cultures de printemps sarclées

Des cultures telles que le sorgho grain ou le maïs grain en culture sèche ont été testées par certains agriculteurs.

4.2.1.2.1 Typologie 1 : un développement du sorgho et du maïs

Parmi les cinq exploitations, deux d'entre elles ont essayé d'implanter du sorgho (E2 et E3) et trois ont essayé d'implanter du maïs en culture sèche (E2, E5 et E7). Le sorgho n'a été adopté que par E2, le maïs ne l'a été que par E5.

4.2.1.2.2 Typologie 2 : des systèmes à base de maïs

Les cultures sarclées composent déjà la majorité de l'assolement.

4.2.1.2.3 Typologie 3 : des tentatives peu concluantes

L'exploitant E1 a lui aussi essayé d'introduire depuis 2010 du sorgho grain et du maïs en culture sèche, dont les surfaces ont diminué chaque année. La satisfaction est moyenne concernant la gestion de l'enherbement : les programmes de désherbage sont estimés peu efficaces par l'agriculteur.

4.2.1.2.4 Typologie 4 : des cultures sarclée déjà en place

L'exploitant cultive déjà du tournesol en grande quantité et un peu de maïs.

Tableau 5 : Couverts végétaux mis en place par les agriculteurs

	Culture suivante	Couvert		
E2	Orge printemps	Phacélie		
	Sorgho	Vesce commune		
	Tournesol	Moutarde blanche		
E3	Pois printemps	Avoine		
	Tournesol	Avoine		
E4	Tournesol	Moutarde blanche		
E5	Maïs	Trèfle		Vesce commune
		Alexandrie	Avoine	
	Œillette	Trèfle		Vesce commune
		Alexandrie	Avoine	
	Tournesol	Trèfle		Vesce commune
		Alexandrie	Avoine	
E6	Pois printemps	Vesce commune	Avoine	
	Tournesol	Avoine	Vesce velue	
E7	Tournesol	Lentilles		
	Tournesol	Navette		
E8	Orge printemps	Avoine		

4.2.1.3 L'introduction de couverts d'interculture

Les couverts végétaux ont été adoptés par la plupart des agriculteurs. Leur implantation ne se fait pour l'instant qu'avant des cultures de printemps (Tableau 5).

4.2.1.3.1 Typologie 1 : l'adoption unanime

Les couverts végétaux (mono-espèce pour E3, pluri-espèces pour les autres) ont été adoptés de manière systématique par tous les agriculteurs avant les cultures de printemps.

4.2.1.3.2 Typologie 2 : un seul essai d'intégration de couvert mono-espèce

Seule la mise en place de couverts végétaux mono-espèce (avoine rude) a été testée par l'exploitant E8 depuis la campagne 2014. L'objectif est de lutter contre des populations de graminées par compétition avec le couvert. L'agriculteur semble prêt à remobiliser ce levier pour les campagnes à venir.

4.2.1.3.3 Typologie 3 : des essais non concluants

L'exploitant a toujours cherché à mettre en place des couverts multi-espèce, mais leur implantation n'a jamais été très satisfaisante.

4.2.1.3.4 Typologie 4 : des difficultés de mise en place

L'agriculteur a tenté d'introduire des couverts végétaux avant culture d'hiver, sans grande satisfaction à cause de ses terres très sensibles aux tassements. Seule une petite surface a été implantée dans les terres les plus caillouteuses. De plus leur impact sur la maîtrise des adventices lui paraît peu efficace faible. L'exploitant souhaite tout de même persévérer en implantant des couverts entre deux cultures de blé, pour améliorer la vie du sol et faciliter l'implantation du maïs sur les terres les plus superficielles.

4.2.1.4 Autres leviers

L'exploitant E7 a également essayé (i) l'implantation de colza associé à de la lentille, pour profiter à la fois de l'effet de compétition avec les adventices (culture très couvrante) et de la fourniture en azote (légumineuse) en 2011 et 2012 ; et (ii) le désherbage sur le rang au moment du semis du colza et du tournesol de 2006 à 2008. Ces pratiques n'ont pas été maintenues.

4.2.2 Lutte contre les maladies

La lutte contre les maladies a concerné principalement les cultures de blé, afin de limiter les applications de fongicides. Les leviers mobilisés sont le semis en mélange de variétés rustiques (peu sensibles aux maladies, rendement moyen) avec des variétés plus productives (mais aussi plus sensibles aux maladies), et des densités de semis revues à la baisse.

4.2.2.1 Le mélange de variétés

Le mélange de variétés a été mobilisé par E5 et E7 (Typologie 1) et E4 (Typologie 4) depuis la campagne 2014 :

- E5 cultive CapHorn (peu sensible à l'oïdium et la rouille brune, très peu sensible à la rouille jaune), Euclide (résistante à la rouille jaune et peu sensible à la septoriose), et PR22R58 (résistante aux rouilles jaune et brune)
- E7 cultive Euclide, Pakito, Rustic et Sweet, qui sont résistantes à la rouille jaune et peu sensibles à la septoriose
- E4 cultive CapHorn (peu sensible à l'oïdium et la rouille brune, très peu sensible à la rouille jaune), Rustic (très peu sensible à l'oïdium et la rouille brune, résistant à la rouille jaune) et Scénario (très peu sensible au piétin verse et à l'oïdium, peu sensible aux rouilles)

4.2.2.2 Le semis à faible densité

Les densités de semis ont été diminuées chez les exploitants E5, E6 et E7 (Typologie 1) qui sèment entre 90 et 100 kg de grain par hectare, soit entre 150 et 200 grains/m² selon les PMG des variétés utilisés. L'exploitant E4 (Typologie 4) sème à 110 kg de grain par hectare, soit 180 à 220 grains/m²

en fonction des variétés. Ces doses sont plus faibles que celles préconisées en terres argilo-calcaires superficielles, qui vont de 240 à 300 grains/m² (Bouttet, 2010).

4.2.3 Eléments d'analyse

4.2.3.1 Les cultures sarclées

Le sorgho grain :

L'introduction de cette culture a pour but, en plus de remplacer une partie du tournesol dont l'implantation est régulièrement perturbée par les corbeaux, de proposer une culture de printemps peu sensible à la sécheresse (i) dont les programmes de désherbages sont différents de ceux du tournesol (permet de varier les matières actives contre les adventices de printemps), et (ii) qui puisse être binée sur une plus large période que le tournesol (plante moins recouvrante).

- E3 n'a pas adopté cette culture car les programmes de désherbage n'étaient pas aussi efficaces qu'espérés. De plus, le matériel de désherbage mécanique adapté au tournesol (bineuse pour un inter-rang de 70 à 80 cm) ne pouvait être utilisée dans une culture de sorgho (inter-rang de 50 à 60 cm pour des variétés précoces à mi-précoce ; GNIS, 2015).
- Bien qu'étant confronté aux mêmes problèmes, E2 a persévéré. Malgré des programmes de désherbages en deçà de ses attentes, l'agriculteur est suffisamment satisfait pour adopter cette culture à plus long terme, qui apporte de la diversité dans les cultures et qui élargit la gamme d'herbicides utilisés, même si l'IFT herbicide est finalement plus élevé qu'en tournesol (2,0 contre 1,3). Le binage a pu être réalisé avec le même matériel grâce à un écartement de semis identique au tournesol (65 cm chez cet exploitant). Cette culture vient se positionner en tête de rotation en remplacement ou en alternance avec le tournesol.

Le maïs grain en culture sèche :

L'intégration du maïs grain en culture sèche présenterait plusieurs avantages : (i) c'est une culture très bien maîtrisée par l'ensemble des conseillers agricoles, ce qui peut être rassurant pour l'agriculteur, et (ii) comme pour le sorgho, les programmes de désherbages sont différents de ceux du tournesol et le binage est possible sur une plus grande période.

- La première année de mise en place en 2011 a obtenu de bons rendements (90 q/ha). En 2012 et 2013 les résultats ont été moins bons (43 et 48 q/ha), à cause d'une compétition marquée des adventices (mauvaise maîtrise du désherbage¹⁷). Cette culture s'est cependant maintenue chez E5 et occupe environ 10% de la SAU actuellement. La satisfaction de l'agriculteur pour la campagne 2014 est entière : après un été exceptionnellement humide en 2014, les rendements ont atteint 110 q/ha. De surcroît, le désherbage a été réalisé avec succès grâce à l'utilisation de matières actives supplémentaires¹⁸, ceci tout en conservant des IFT du même ordre de grandeur (1,96 en 2013 ; 1,98 en 2014). Le désherbage mécanique est resté identique aux années précédentes (2 déchaumages, 1 labour et 2 binages). La maîtrise de l'enherbement a été telle que la culture de blé suivante (campagne 2015) n'a nécessité aucune application de désherbant chimique : on mesure là l'effet de l'introduction d'une culture de printemps dans une rotation.
- Le maïs en culture sèche a été testé par l'agriculteur de l'exploitation E7 en 2014. Malgré des niveaux de rendements très bons (110 q/ha) et une réduction notable de la pression en graminées dans la parcelle, le risque de sécheresse au moment de la floraison a été considéré comme trop important par l'exploitant, conscient du caractère exceptionnellement humide de l'année 2014, pour persévérer dans cette culture. Le prix de vente trop bas a également joué en sa défaveur (110 €/t en 2014).

¹⁷ Deux familles de molécules utilisées : dérivés d'acide benzoïque, sulfonilurées

¹⁸ Cinq familles de molécules utilisées : dérivés d'acide benzoïque, sulfonilurées, sulfonil-amino-carbonyl-triazolinone, isoxazoles, chloroacétamides

- Sur l'exploitation E2, le maïs a aussi été implanté en 2014 avec des rendements exceptionnels de 100 q/ha. Le principal frein à l'adoption de cette culture a également été le prix de vente.

Chez E5, il est important de noter en 2014 l'implantation d'un couvert de trèfle d'Alexandrie entre la récolte du précédent (20 juillet) et le labour (15 décembre). Le développement de l'implantation des couverts d'interculture est un des axes de travaux principaux du groupe, et est directement lié au souhait d'introduire du maïs grain en culture sèche dans les rotations.

Parmi les quatre exploitations de la typologie 1 n'ayant pas encore adopté la culture du maïs non irrigué, deux d'entre elles envisagent cette solution en particulier grâce au développement des couverts (E2 et E3).

4.2.3.2 Les couverts

L'exploitant E1 a toujours cherché à mettre en place des couverts multi-espèce, mais leur implantation n'a jamais été très satisfaisante à cause d'un climat trop sec (exploitation en bordure du littoral).

4.2.3.3 Les autres leviers de contrôle des adventices

Semis de colza associé à de la lentille : L'opération n'a pas été répétée depuis car le niveau de contrôle des adventices avec cette technique était insuffisant.

Désherbage sur le rang au semis du colza et du tournesol : L'agriculteur n'a pas été convaincu par cette technique qui ralentit fortement le débit de chantier du semis, et qui pose par la suite des difficultés pour assurer tous les chantiers d'automne : le binage des colzas (pour désherber l'inter-rang n'ayant pas reçu d'herbicide au semis) serait à réaliser au même moment que les semis de céréales (Octobre). La taille des exploitations augmentant, l'implantation des céréales ne laisse quasiment aucune fenêtre de travail pour d'autres travaux. L'arrivée des pluies par la suite (Novembre) ne permet ni les semis de céréales, ni une efficacité suffisante du binage.

4.2.3.4 Les mélanges de variétés

Les rendements obtenus sont très réguliers chez E5 et E7, ils le sont moins chez E4. Il est difficile d'attribuer ces régularités plus ou moins bonnes au mélange de variétés, au vu de la très récente mise en place de cette pratique. Il en est de même pour la consommation de fongicides. Cependant, au vu de certaines études concluantes sur le sujet (partie 1.2.3.3), il est probable qu'à long terme les rendements soient plus réguliers et que la consommation de fongicides diminue.

4.3 Evaluation multicritères des systèmes de culture développés

L'évaluation des systèmes mobilisera :

- une présentation du graphe des indicateurs
- une présentation de l'évolution des IFT
- une comparaison des IFT avec les valeurs régionales

Les résultats des performances de durabilité sont issus des pratiques moyennes réalisées dans le cadre des SdCP des exploitations. L'évolution des IFT de référence depuis 2009 correspond aux applications réelles de produits phytosanitaires des exploitations. Les résultats sont présentés sous la forme de graphes en radars pour les indicateurs, et de tableaux pour l'évolution des IFT et la présentation des IFT régionaux.

Sur les graphes en radar, les indicateurs sur fond rouge doivent dans l'idéal être inférieurs à 1. Les indicateurs sur fond bleu doivent eux être supérieurs à 1. Les valeurs brutes des indicateurs sont disponibles en Annexe 6. La production d'énergie sur la ferme, nécessaire pour calculer l'efficacité énergétique, dépend de la nature des cultures (plus ou moins énergétique) et des rendements obtenus par les exploitants : ceux-ci sont disponibles en Annexe 7.

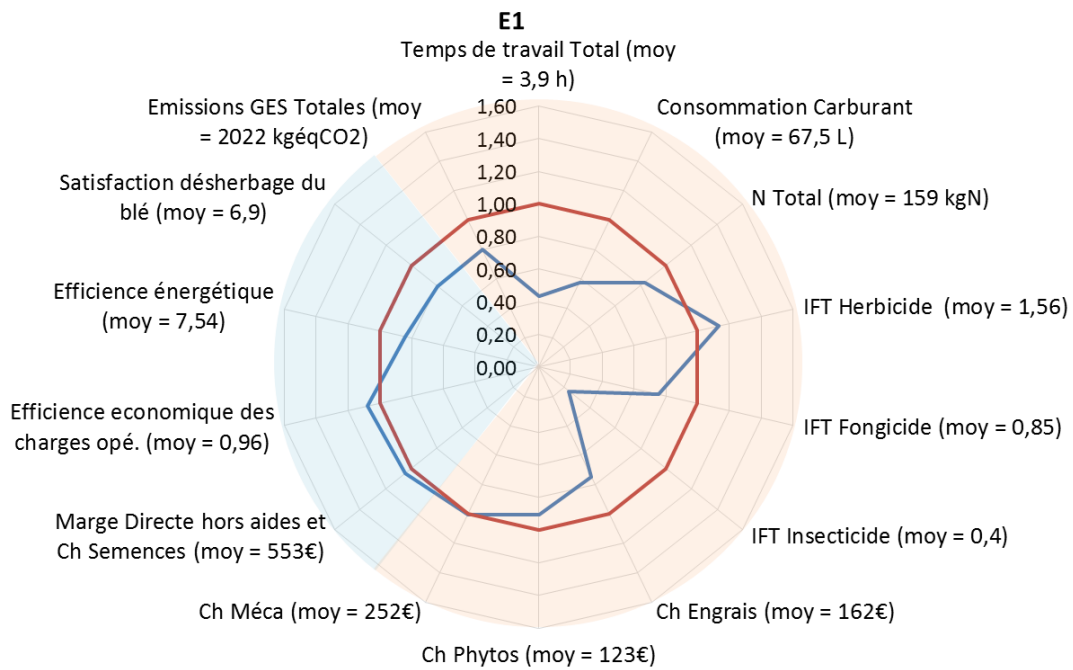


Figure 12 : Indicateurs de durabilité de E1

Tableau 6 : Evolution des IFT de E1, IFT du SdCP et IFT de référence

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E1	Herbi.	1,30	NA	2,02	2,03	2,64	2,20	↑69%		1,77	1,33
	H-herbi.	1,70	NA	1,97	0,56	1,24	1,14	↓-33%		1,35	2,86
	Total	3,00	NA	3,99	2,60	3,88	3,34	↑11%		3,12	4,19

4.3.1 Exploitation 1 : Un allongement de la succession, des aménagements paysagers et des légumineuses pour réduire la dépendance aux intrants

La succession culturale évaluée est la suivante :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 12* et le *Tableau 6*.

L'exploitant 1 cherche à limiter le travail du sol par retournement pour limiter la dilution de la matière organique et favoriser la vie du sol. Le désherbage mécanique n'est alors réalisé que par du travail superficiel, dont les avantages en termes de temps de traction et de consommation de carburant sont visibles (40 à 60% de la moyenne du groupe). Cependant son efficacité est faible, obligeant l'exploitant à un recours plus important aux herbicides.

Les IFT fongicides et insecticides sont faibles. Les charges de mécanisation, malgré des temps de travail et une consommation de carburant très faibles, sont égales à la moyenne.

Le recours au non labour est une arme en moins contre les adventices. L'exploitant mise sur l'allongement de la rotation pour maîtriser les bioagresseurs : ce levier n'est pour le moment pas efficace sur l'enherbement, malgré un nombre important de déchaumages. La gestion des adventices est difficile, avec une note de satisfaction du désherbage de 5,5/9.

L'IFT fongicide est faible malgré un temps de retour faible du blé sur la parcelle, ceci grâce à 3 applications à très faible doses pour atteindre par exemple un IFT de 0,66 (sur blé). L'utilisation d'insecticides est très réduite chez cet exploitant qui n'en applique que deux fois sur les pois. Aucune application n'est faite sur les autres cultures, même sur le colza, habituellement très protégé contre les insectes par les agriculteurs. Ceci est possible grâce à l'implantation de nombreuses bandes enherbées et de haies (environ tous les 200 m), qui quadrillent le parcellaire de l'exploitant et hébergent de nombreux insectes auxiliaires : syrphes, trichogrammes, coccinelles, chrysopes et hyménoptères parasites des pucerons sont régulièrement observés. Il faut aussi noter que l'agriculteur a une faible aversion au risque.

Les charges en produits phytosanitaires sont donc plutôt faibles, de même que les charges en engrais grâce à des apports azotés peu importants permis par la forte présence de légumineuses dans la succession. Les émissions de GES sont moins élevées que la moyenne, mais l'efficacité énergétique l'est aussi.

Depuis 2009, la tendance est bien à la baisse pour les produits phytosanitaires hors-herbicides, tandis que le recours aux herbicides augmente.

En comparaison avec les performances régionales de consommation de pesticides, le système de E1 est plus économe dans sa globalité grâce à l'IFT hors herbicide faible, malgré un IFT herbicide plus élevé. L'IFT herbicide du SdCP a aussi un IFT plus fort que la référence, mais moindre par rapport à l'exploitation (-0,43 IFT).

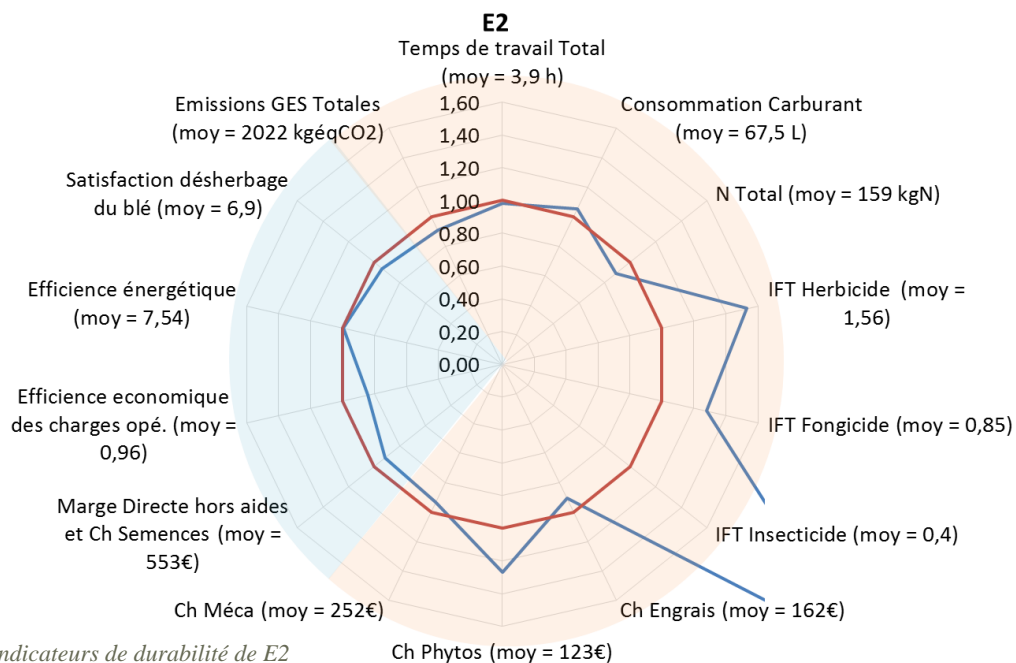


Figure 13 : Indicateurs de durabilité de E2

Tableau 7 : Evolution des IFT de E2 , IFT du SdCP et IFT de référence

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E2	Herbi.	1,69	1,29	1,84	1,99	2,25	2,17	↔ 28%		2,39	1,66
	H-herbi.	1,96	2,46	1,88	1,44	2,45	3,08	↑ 57%		2,86	2,77
	Total	3,65	3,75	3,72	3,43	4,70	5,25	↑ 44%		5,25	4,43

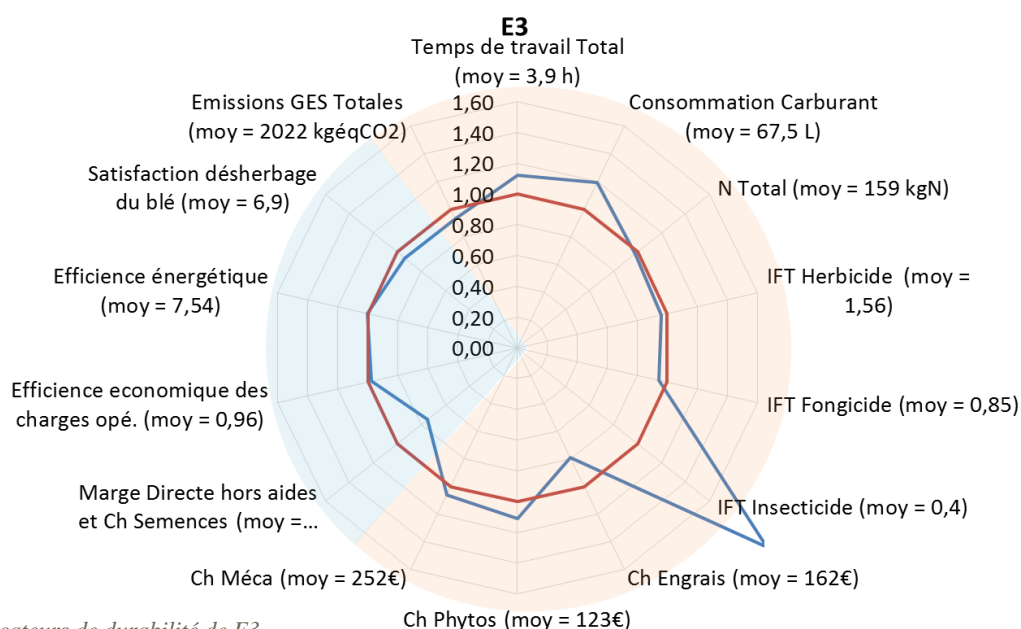


Figure 14 : Indicateurs de durabilité de E3

Tableau 8 : Evolution des IFT de E3, IFT du SdCP et IFT de référence

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E3	Herbi.	1,54	1,79	1,40	2,24	2,02	2,02	↑ 31%		1,50	1,60
	H-herbi.	2,19	2,45	1,24	1,90	2,26	2,29	↔ 5%		2,34	3,10
	Total	3,73	4,25	2,65	4,14	4,28	4,31	↔ 16%		3,83	4,70

4.3.2 Exploitation 2 : Un système très dépendant des produits phytosanitaires

Le SdC évalué tient compte des deux têtes de rotation (alternance du tournesol et du sorgho) et de l'adoption des couverts végétaux :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 13* et le *Tableau 7*.

Il s'agit d'un système très dépendant des pesticides, malgré une mobilisation régulière du désherbage mécanique : les parcelles sont labourées une à deux fois au cours de la successions (5 ans), un recours modéré aux déchaumages (2 passages, jusqu'à 3 pour le blé), d'où une forte utilisation des herbicides (IFT de 1,3 à 1,5 par application¹⁹ sur les céréales), et d'autant plus depuis l'introduction des couverts végétaux pour leur destruction (IFT de 2 avant l'implantation du sorgho). La satisfaction de désherbage est dans la moyenne avec une note de 6,5, mais le résultat est plutôt décevant au vu de l'IFT.

Les protections fongicides (2 applications systématiques de 0,9 IFT chacune en blé) et insecticides (1 IFT sur blé, tournesol et sorgho ; 2,5 IFT sur colza) sont fortes également. L'agriculteur préfère globalement ne prendre aucun risque concernant la protection des cultures. Les performances économiques sont inférieures à la moyenne, à cause des charges en produits phytosanitaires

Les consommations de pesticides sur l'exploitation ont augmenté progressivement depuis 2009, et les valeurs régionales sont toutes plus faibles que celles de l'exploitation. Le SdCP a aussi des IFT supérieurs à la référence. Il contribue à une légère augmentation de l'IFT herbicide et à une légère diminution de l'IFT hors herbicide sur l'exploitation.

4.3.3 Exploitation 3 : Le développement des couverts à base d'avoine pour concurrencer le développement des graminées adventices

Le SdC évalué tient compte de l'adoption des couverts végétaux :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 14* et le *Tableau 8*.

Le travail du sol est un peu plus présent que dans les autres systèmes, avec un labour avant trois des cinq cultures de la succession, d'où un temps de travail et une consommation de carburant légèrement élevés.

L'exploitant cherche à réduire la pression des vulpins et des folles avoines grâce à l'implantation de couverts en interculture longue à base d'avoine brésilienne. Cependant la destruction des couverts est réalisée par des applications de glyphosate, provoquant une augmentation de l'IFT herbicide à partir de 2012. Celui-ci est toutefois légèrement inférieur à la valeur moyenne du groupe. Seul l'IFT insecticides est remarquablement élevé, à cause de la présence dans la succession de colza semence (2 IFT) et de pois (3 IFT). La satisfaction du désherbage est proche de la moyenne (6,5)

¹⁹ Mélanges de produits

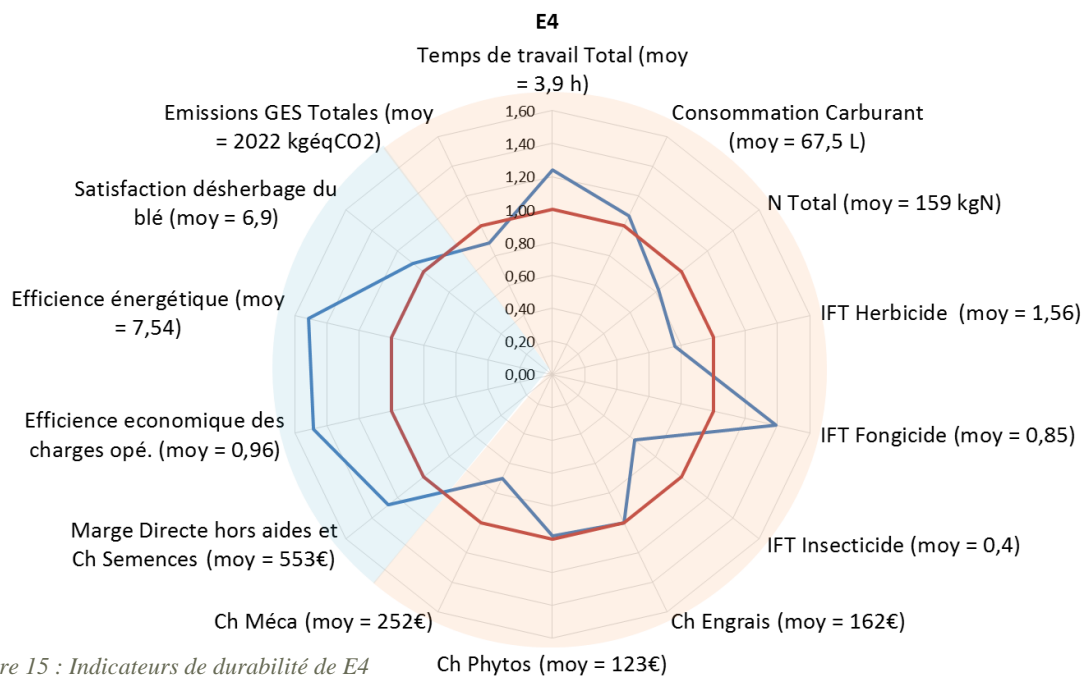


Figure 15 : Indicateurs de durabilité de E4

Tableau 9 : Evolution des IFT de E4, IFT du SdCP et IFT de référence

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E4	Herbi.	1,63	1,69	2,02	1,78	1,65	↑34%		1,19	1,60
	H-herbi.	1,07	0,86	1,19	1,44	1,46	↑34%		1,44	2,23
	Total	2,70	2,55	3,21	3,21	3,11	↑34%		2,63	3,83

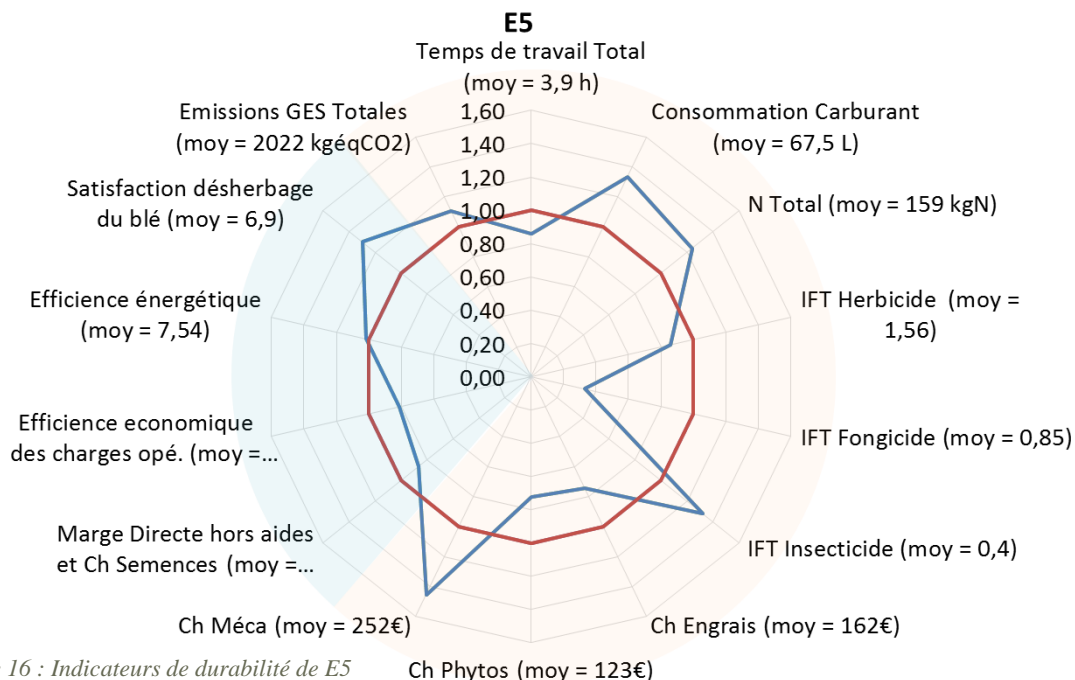


Figure 16 : Indicateurs de durabilité de E5

Tableau 10 : Evolution des IFT de E5, IFT du SdCP et IFT de référence

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E5	Herbi.	1,65	1,52	1,63	1,26	1,12	↓-5%		1,34	1,53
	H-herbi.	2,20	1,68	1,22	1,20	0,94	↓-38%		1,08	2,37
	Total	3,85	3,20	2,85	2,46	2,06	↓-24%		2,43	3,90

Les IFT sont donc globalement en augmentation. Les IFT du SdCP sont plus faibles que la référence et que ceux de l'exploitation (sauf pour les fongicides), ce SdCP contribue donc à la baisse des IFT de l'exploitation.

4.3.4 Exploitation 4 : Une forte efficacité économique et des performances phytosanitaires intéressantes

Le SdC évalué tient compte de l'intégration du couvert d'interculture longue, bien qu'il soit encore à l'essai :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 15* et le *Tableau 9*.

Le fonctionnement de l'exploitation est basé sur succession courte et simple, alternant culture de printemps sarclées et blé tendre d'hiver, et mobilisant un travail du sol intense. Ce dernier engendre un temps de travail et une consommation de carburant plus élevés que la moyenne. L'IFT fongicide est également plus élevé de 40%, notamment en raison de la présence de blé sur la parcelle deux années sur trois. En revanche, tous les autres indicateurs ont des résultats très intéressants : la fertilisation est faible, de même que les IFT herbicides et insecticides. Les charges de mécanisations sont faibles grâce à l'utilisation de tracteurs moins puissants que les autres (de 85 à 120 chevaux). La satisfaction du désherbage est l'une des plus élevées du groupe avec une note de 7,5. Les notes d'efficacités économique et énergétique sont les meilleures du groupe. La marge est la deuxième plus élevée.

L'effet des couverts n'a pas été encore remarqué du fait de l'essai récent de cette technique. Au vu des difficultés de destruction dans ses sols très argileux (risques élevés de tassements), l'agriculteur pense d'ores et déjà à plutôt se tourner vers des couverts d'interculture courte entre les deux cultures successives de blé.

L'IFT herbicide de l'exploitation est en augmentation et supérieur à l'IFT régional, l'IFT hors-herbicides y est inférieur bien qu'en augmentation également. Le SdCP a un IFT herbicide inférieur à la référence, et il contribue à réduire l'IFT herbicide de l'exploitation (-1 IFT).

4.3.5 Exploitation 5 : L'introduction du maïs non irrigué et des couverts

Le système de culture étudié tient compte de l'intégration des couverts :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 16* et le *Tableau 10*.

L'exploitant cherche à réduire la pression des adventices grâce au levier de la succession culturale, notamment en arrêtant la culture du colza, en augmentant les surfaces en tournesol et en introduisant du maïs dans la succession. L'arrêt du colza a aussi permis de réduire fortement l'IFT hors herbicide.

Le temps de travail faible traduit une simplification du travail du sol, avec le non-labour avant les céréales et des déchaumages relativement peu nombreux (1 à 2 par culture). La consommation de carburant semble cependant peu liée au temps de travail. Ceci est dû à l'utilisation d'un tracteur de 240 chevaux pour certains travaux du sol, qui vient augmenter la consommation de carburant par hectare. Ce matériel est utilisé principalement dans le cadre de l'activité d'entrepreneur de l'exploitant, qui fait notamment de la prestation de pressage de paille. L'utilisation de ce tracteur pour

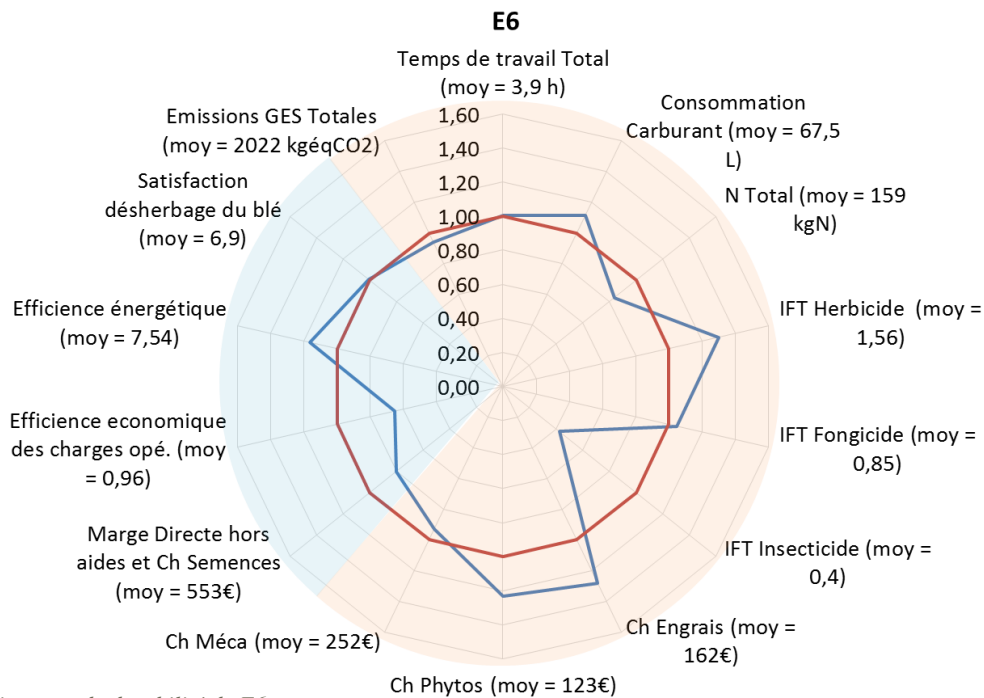


Figure 17 : Indicateurs de durabilité de E6

Tableau 11 : Evolution des IFT de E6, IFT du SdCP et IFT de référence

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E6	Herbi.	1,69	1,79	1,93	2,49	2,29	2,48	↑47%		2,02	1,51
	H-herbi.	1,76	2,25	1,96	2,64	1,72	1,82	→3%		1,72	2,60
	Total	3,45	4,04	3,89	5,14	4,01	4,30	↗25%		3,75	1,11

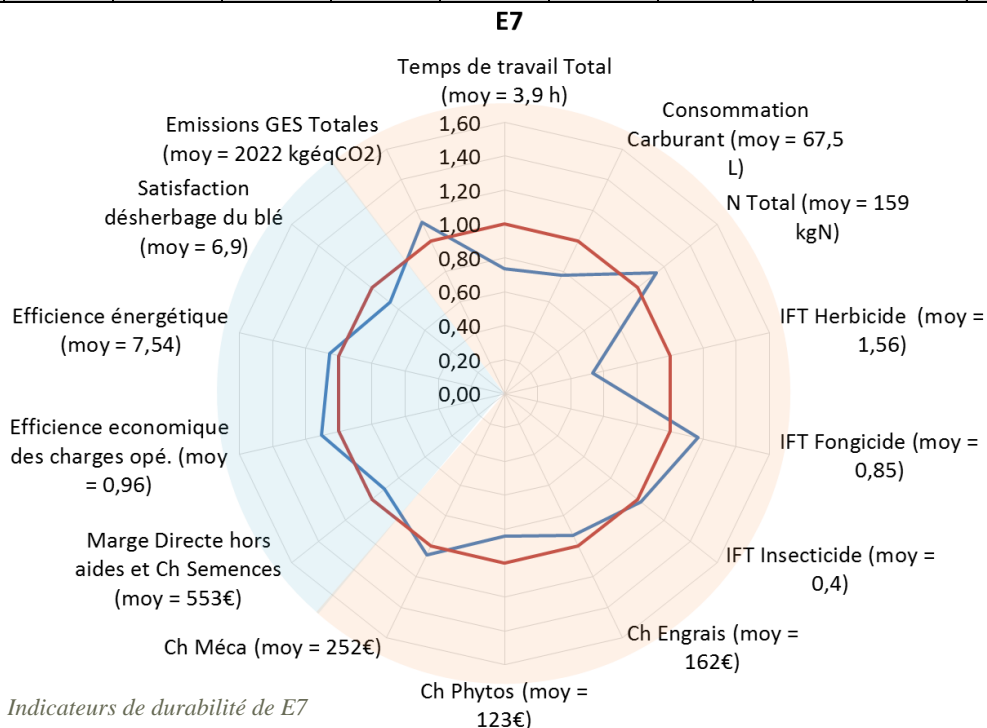


Figure 18 : Indicateurs de durabilité de E7

Tableau 12 : Evolution des IFT de E7, IFT du SdCP et IFT de référence

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014		IFT SdCP	IFT Réf
E7	Herbi.	1,71	1,37	1,17	0,90	0,72	0,65	↓-62%		0,83	1,62
	H-herbi.	2,10	1,79	2,02	2,82	0,92	2,01	→-4%		1,87	2,69
	Total	3,81	3,16	3,19	3,71	1,64	2,66	↓-30%		2,70	4,31

la réalisation de travaux du sol sert à rentabiliser au mieux l'investissement réalisé, ce n'est donc pas le système de culture en soi qui est consommateur de carburant. L'impact de l'utilisation de ce matériel se retrouve également sur les charges de mécanisations qui se retrouvent artificiellement très élevées.

La satisfaction du désherbage est la plus élevée du groupe avec la note maximale de 9 obtenue sur une parcelle dont le précédent était du maïs (très faible part de l'assolement). D'autres parcelles n'ayant pas encore intégré de maïs présentaient des notes de l'ordre de 5,5 à 6 : on peut donc dire qu'il y a des sources de progrès vérifiables dans la ferme puisqu'un changement de pratique permet d'augmenter la note de satisfaction sur au moins une parcelle. Ceci est d'autant plus satisfaisant que ce résultat a été obtenu sans aucune application d'herbicides pour la campagne 2015. L'efficacité du maïs (précédent du blé dans la parcelle observée) dans le désherbage a été pleinement démontrée.

E5 est parvenu à réduire fortement ses IFT hors-herbicides, qui sont bien inférieurs à la valeur régionale. La tendance de l'IFT herbicides (proche des valeurs régionales) est à la baisse entre 2009 et 2014, mais en réalité elle semble s'être stabilisée depuis 2010. Les valeurs des IFT du SdCP sont encore plus faibles que celles de l'exploitation.

4.3.6 Exploitation 6 : Une diversification de la rotation et un travail superficiel intense pour pallier les adventices

Le SdC évalué tient compte de l'adoption des couverts végétaux :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 17* et le *Tableau 11*.

L'exploitant mobilise un travail du sol superficiel plutôt soutenu, avec 2 à 4 passages de déchaumeur. Les parcelles sont labourées deux années au cours de la succession (5 ans), avant les cultures de printemps. La protection chimique cherche à être améliorée en augmentant l'efficacité des traitements grâce à de meilleurs positionnements des interventions. L'application d'insecticides n'est réalisée que sur le pois, d'où une valeur faible à l'échelle de l'exploitation. L'IFT herbicide est élevé, mais la satisfaction du désherbage l'est aussi (7). L'efficacité économique est faible à cause des prix élevés des produits utilisés.

Les IFT hors herbicides sont stables depuis 2009 et inférieurs à la moyenne régionale, les IFT herbicides sont en augmentation et plus élevés que la référence.

4.3.7 Exploitation 7 : Des couverts végétaux et un recours élevé au travail du sol superficiel

Le SdC évalué tient compte de l'adoption des couverts végétaux pour l'évaluation :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 18* et le *Tableau 12*.

L'exploitant mise sur l'introduction des couverts et le travail superficiel intense pour améliorer la gestion de l'enherbement. Le recours au non-labour permet de diminuer le temps de travail et la consommation de carburant. Les nombreux travaux superficiels (3 par culture) viennent augmenter les charges de mécanisation, de même que le binage du tournesol. L'IFT herbicide est faible car les

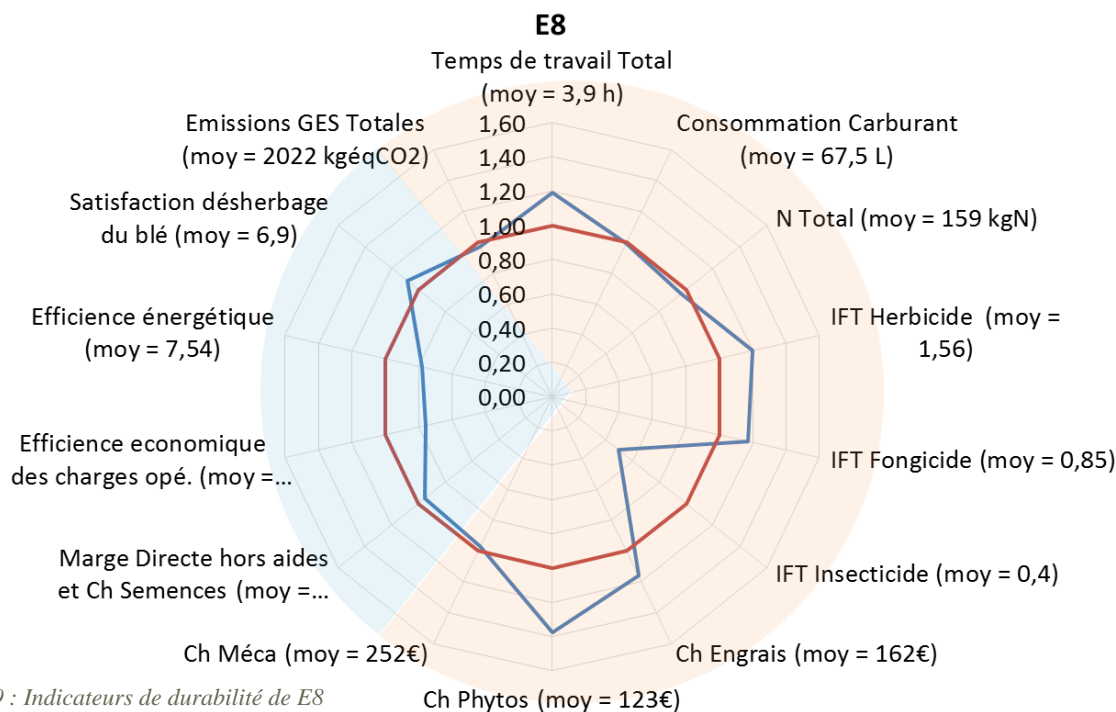


Figure 19 : Indicateurs de durabilité de E8

Tableau 13 : Evolution des IFT de E8, IFT du SdCP et IFT de référence

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014	IFT SdCP	IFT Réf
E8	Herbi.	1,10	1,71	1,23	2,57	2,39	↑107%	1,87	1,63
	H-herbi.	1,27	1,15	0,43	1,61	1,25	↑15%	1,84	1,96
	Total	2,37	2,86	1,66	4,18	3,64	↑58%	3,71	3,59

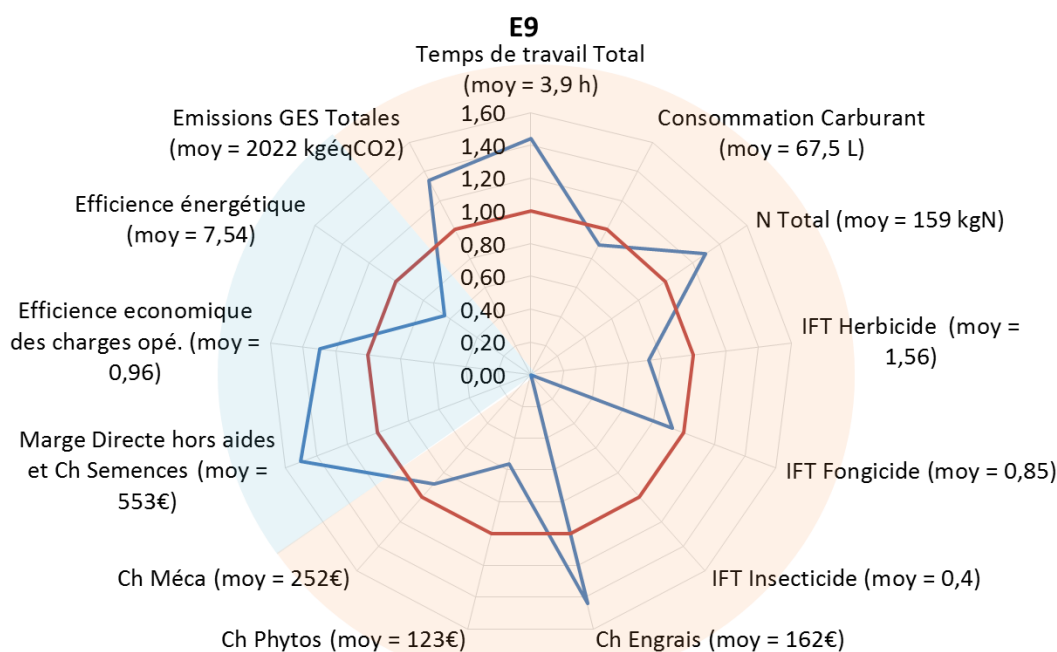


Figure 20 : Indicateurs de durabilité de E9

Tableau 14 : Evolution des IFT de E9, IFT du SdCP et IFT de référence

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	variation 2009 =>2014	IFT SdCP	IFT Réf
E9	Herbi.	1,67	1,40	1,33	1,57	1,09	↓-35%	1,13	1,76
	H-herbi.	1,13	0,85	0,40	0,67	0,67	↓-41%	0,78	1,54
	Total	2,80	2,25	1,53	2,24	1,76	↓-37%	1,92	3,30

pratiques retenues ont été réalisées dans le cadre d'une contractualisation à une MAEC, obligeant l'agriculteur à obtenir des IFT inférieurs à 1. Les faibles volumes d'herbicides utilisés ont dégradé l'état d'enherbement des parcelles, d'où une satisfaction du désherbage légèrement plus faible que la moyenne. L'IFT fongicide est un peu plus fort que la moyenne malgré le mélange de variétés. Les efficacités économique et énergétique, et les marges sont dans la tranche supérieure.

Les IFT herbicides ont fortement diminué avec la MAEC et sont bien inférieurs à la référence. Les IFT hors herbicides sont cependant un peu plus élevés, sans réelle tendance d'évolution.

4.3.8 Exploitation 8 : Le recours aux pesticides pour simplifier le travail

Le système de culture retenu n'est pas le principal de l'exploitation (monoculture de maïs), mais il intègre du blé permettant la comparaison de l'efficacité du désherbage et prend en compte l'intégration du couvert d'avoine :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 19* et le *Tableau 13*.

L'activité céréalière est secondaire chez E8, dont la principale activité est la viticulture. La conduite des cultures est donc simplifiée, avec du labour régulier (dû au type de sol), peu de déchaumages, et des passages répétés de pulvérisation, d'où un temps de travail plutôt élevé et une consommation de carburant dans la moyenne. La gestion des bioagresseurs se fait principalement en lutte chimique, au vu de la rotation très simplifiée.

Les IFT sont d'ailleurs élevés et en constante augmentation depuis 2009, probablement influencé par le SdC en monoculture de maïs. Le système étudié y contribue aussi, avec par exemple 3 passages d'herbicides à plus de 1 IFT en maïs, ou 2 à 3 passages de fongicides à 0,8 ou 0,9 IFT chacun sur les céréales. La satisfaction du désherbage fait cependant partie des plus élevées (7,5). La marge directe et l'efficacité économique sont faibles à cause des charges élevées en produits phytosanitaires.

L'IFT herbicide est supérieur à la référence régionale, et l'IFT hors herbicide, bien qu'en hausse, reste inférieur. Le SdCP a un IFT herbicide inférieur à l'exploitation et un IFT hors herbicide plus élevé : cela reflète les proportions plus élevées de maïs et plus faibles de blé à l'échelle de l'exploitation.

4.3.9 Exploitation 9 : Le désherbage efficient du maïs pour une parcelle saine les années suivantes

Le SdC évalué est le suivant :



Les résultats sont présentés dans la *Figure 20* et le *Tableau 14*.

L'exploitant recherche avant tout la sécurisation des rendements. La gestion des adventices se fait grâce au labour, aux quelques déchaumages réalisés et au binage (2 passages) des cultures de printemps. Le temps de travail élevé est dû à ces pratiques mais aussi au nombre important de passages en pulvérisation (7 pour le blé, 4 pour le maïs et 2 pour le tournesol). Ces passages sont cependant peu consommateurs en carburant.

L'IFT herbicide est faible et en diminution depuis 2009, grâce à l'application de faibles doses et à la complémentarité du désherbage mécanique de rattrapage (binage) régulier. L'agriculteur fait 3 pulvérisations herbicides en maïs (1,2 IFT), 2 en blé (1,35 IFT) et 1 en tournesol (0,65 IFT). La notation de satisfaction du désherbage n'a pas pu être faite, cependant au vu de la faible quantité d'herbicides utilisés, on peut supposer que l'enherbement des parcelles est faible.

L'IFT fongicide est faible à l'échelle du SdCP, mais n'étant appliqués que sur le blé, la pression fongicide sur cette culture est forte avec un IFT de 2,3. Il a diminué entre 2009 et 2010, mais est resté stable depuis. Il n'y a aucune application insecticide, ce qui contribue à la faible valeur de l'IFT hors herbicide depuis 2009.

Les rendements sont sécurisés par l'apport en grande quantité d'engrais azotés, ce qui se répercute sur les charges en engrais, l'efficacité énergétique et les émissions de GES. En revanche les marges et l'efficacité économique sont fortes grâce aux rendements élevés.

Les IFT du SdCP sont faibles par rapport à la référence, bien que légèrement plus élevé que les derniers connus de l'exploitation.

5. Analyse des résultats et synthèse

5.1 Quelles exploitations ont réduit leurs IFT et comment ont-elles fait ?

Il y a trois exploitations sur les neuf du groupe qui sont parvenues à réduire leurs utilisations de pesticides : E5, E7 et E9. Ce sont trois systèmes complètement différents les uns des autres :

- E5 a diminué ses IFT grâce à une simplification de sa rotation, en **supprimant 20 ha de colza** (très consommateur de pesticides) et en **augmentant la surface en tournesol**, culture à faible niveau d'intrants. L'effet de l'intégration des couverts multi espèces n'est pas encore visible sur la gestion de l'enherbement, de plus leur but initial est plutôt d'améliorer la fertilité du sol pour permettre **l'introduction de maïs**. L'effet de cette culture est très remarquable sur la gestion des adventices. L'action mécanique sur le déstockage des graines d'adventices n'est pas très développée.
- E7 parvient à maintenir des niveaux très faibles d'enherbement depuis de nombreuses années. Cet **historique des parcelles** n'ayant jamais été trop enherbées est important à souligner, et a incité l'agriculteur à contractualiser une MAEC le contraignant à rester sous le seuil de 1 IFT herbicide. L'agriculteur a donc lui aussi **réduit ses surfaces en colza**, a tenté des techniques de désherbinage, de désherbage localisé sur les bordures de parcelles (pour les cultures de céréales). L'efficacité de ces techniques a été limitée et l'agriculteur n'a pas réussi à maintenir un niveau d'enherbement aussi faible qu'avant. Il s'apprête à ré-augmenter sa pression de désherbage en 2016 avec la fin de la MAEC. La **diminution des surfaces en pois et colza**, et l'augmentation de celles en tournesol ont permis une diminution de l'IFT hors herbicide (aucune application insecticide ni fongicide sur tournesol).
- E9 parvient à réduire son IFT herbicide grâce à **l'application de très faibles doses** permises par l'optimisation de la pulvérisation (recours aux bas volumes, interventions aux stades les plus efficaces) et par du désherbinage. L'IFT hors herbicide est faible car aucune application d'insecticide n'est réalisée et car le blé est présent en faible proportion. A l'échelle de la culture, le blé reçoit une forte dose totale de fongicides, mais ils sont appliqués de manière répétée et à faible dose.

Les points communs de ces systèmes sont la diminution ou l'arrêt de cultures à hauts niveaux d'intrants (colza, pois), l'augmentation des surfaces en cultures de printemps sarclées à faible niveau d'intrants (maïs, tournesol), le binage de ces cultures et l'application de doses réduites.

5.2 Pourquoi les autres exploitations ne sont pas parvenues aux mêmes résultats ?

Les autres systèmes ne sont pas parvenus à réduire leurs IFT car :

- La destruction des couverts introduits est moins bien gérée et demande un recours supérieur aux herbicides (E2, E3, E6).
- L'introduction de cultures de printemps est peu concluante pour la gestion du désherbage à cause de programmes peu efficaces, malgré un recours au désherbage mécanique (binage) et un travail du sol soutenu (E1, E3).
- Dans certains cas (E4), une intensification du travail du sol en interculture a permis de conserver un IFT relativement faible, mais elle n'a pas empêché son augmentation.
- Peu de leviers ont été mobilisés (E8)

L'aversion au risque est aussi un élément déterminant dans la prise de risques des exploitants, et donc dans la création d'opportunités de réduction des IFT en osant tenter des pratiques incertaines.

Enfin, les discussions avec les agriculteurs (sauf pour E9 qui n'a pas été rencontré) laissent paraître assez clairement lesquels d'entre eux s'étaient le plus « pris au jeu » des réductions d'IFT, renforçant ainsi leur motivation et leur implication dans la réussite de ces techniques alternatives. Les

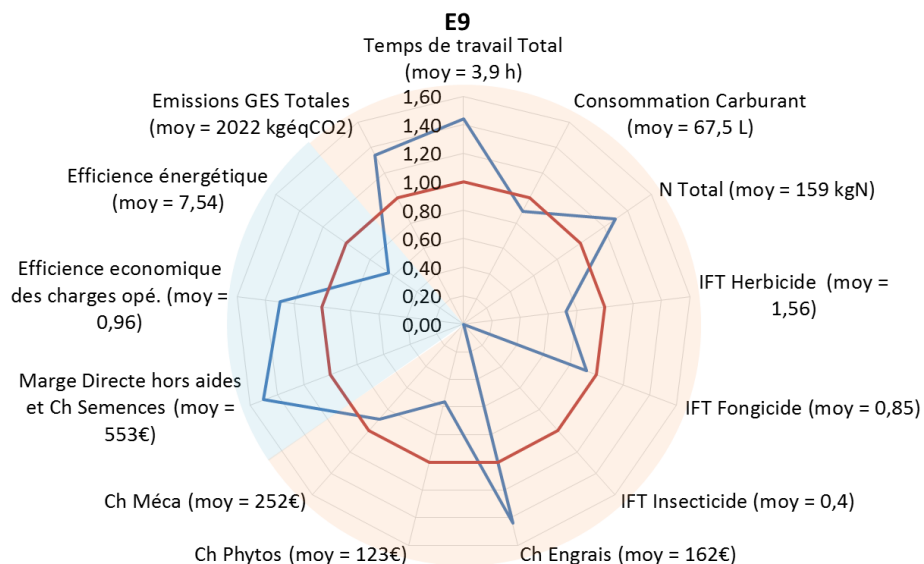
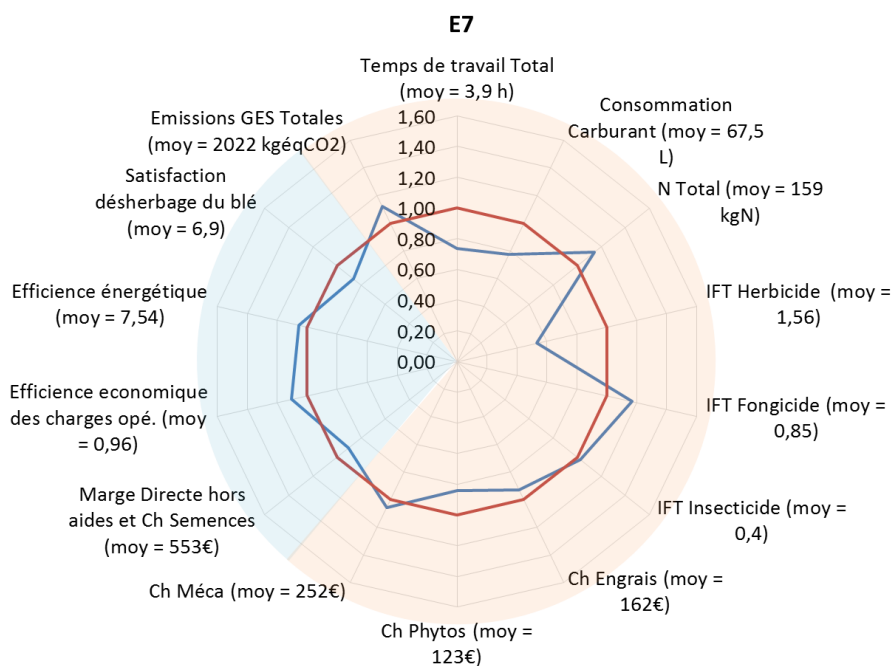
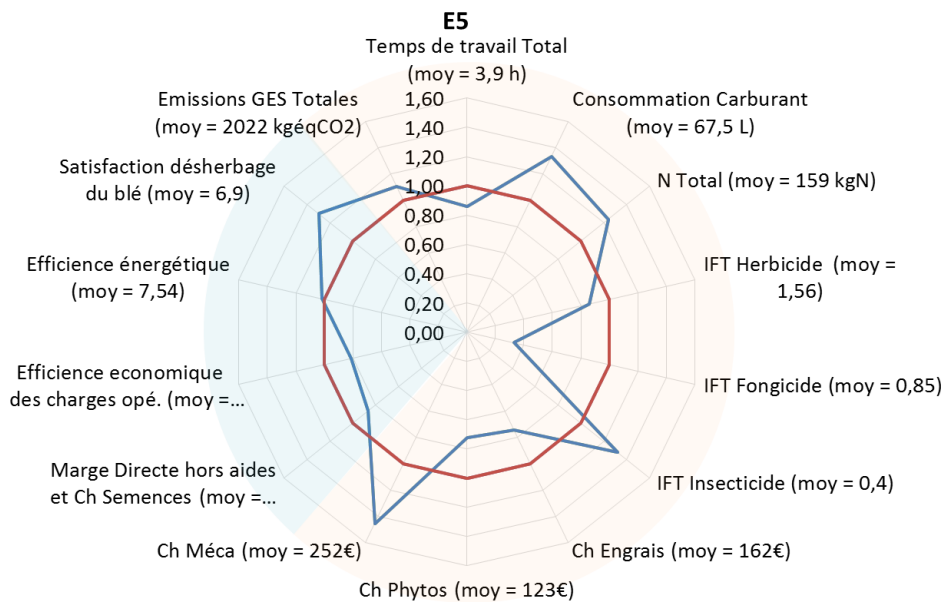


Figure 21 : Indicateurs de durabilité des systèmes permettant une diminution des IFT

agriculteurs pressentis comme les plus motivés étaient effectivement E5 et E7, mais aussi E1 qui n'a pourtant pas réussi à réduire ses IFT.

5.3 Analyse des performances de durabilité

La *Figure 21* rappelle les performances de durabilité des différents SdCP.

- E5 semble présenter **les meilleures durabilités technique et agronomique**, avec des IFT plutôt faibles malgré les insecticides un peu plus élevés, et une forte satisfaction du désherbage bien que cette valeur n'ait été attribuée que sur une faible part de la SAU (partie 4.3.5). Son faible temps de travail est également **un atout pour la durabilité sociale**. La marge directe et l'efficacité économique pourraient être son point faible, mais la correction du biais concernant l'utilisation d'un tracteur de 240 ch. pourrait éventuellement rectifier cela en diminuant les charges de mécanisation, et afficher une **durabilité économique proche de la moyenne**. La correction de ce biais améliorerait également les indicateurs durabilité environnementale (consommation de carburant et émissions de GES).
- E7 se démarque finalement peu du reste du groupe, avec de nombreuses valeurs d'indicateurs proches de la moyenne. Il se distingue principalement par son faible temps de travail (**bonne durabilité sociale**) et par son faible IFT herbicide, bien que celui-ci tende à augmenter les prochaines campagnes à cause d'une faible satisfaction du désherbage (partie 5.1) : la **durabilité agronomique de ce système n'est donc pas assurée**. Les **durabilités techniques, environnementales et économiques** ne présentent pas non plus de performances particulières.
- E9 a **la meilleure durabilité économique** avec des marges élevées et une forte efficacité économique. La **durabilité environnementale de ce système se discute**, car malgré des IFT faible, la très forte pression de fertilisation lui attribue une très faible efficacité énergétique et de fortes émissions de GES. Le temps de travail très élevé est un **point négatif pour sa durabilité sociale**. Le manque de note de satisfaction du désherbage rend impossible une évaluation claire de la durabilité agronomique, bien qu'on puisse penser qu'au vu des faibles doses d'herbicides appliquées et de leur régularité au cours des campagnes, l'enherbement est bien maîtrisé. La **durabilité technique est moyenne**, avec des IFT faibles mais une forte pression de fertilisation.

5.4 Comparaison des performances de durabilité

Le système mis en place par E5 semble être le plus durable, en présentant des compromis entre les différents aspects de la durabilité. Cependant les autres systèmes ont aussi leurs atouts, et notamment celui de E9 qui permet de dégager une marge bien plus importante, et qui serait intéressante pour un agriculteur pour qui la charge de travail est secondaire par exemple.

Au vu de l'évolution des populations d'adventices au sein de l'exploitation E7, il est possible de dire que le système mis en place n'est pas durable, car le recours aux herbicides à venir va dégrader les autres indicateurs de durabilité du système, qui sont déjà peu élevés par rapport à la moyenne du groupe.

6. Discussions

6.1 Discussion des résultats

La plupart des agriculteurs ont eu dans l'ensemble du mal à empêcher l'augmentation de leurs utilisations de pesticides. On remarque également à l'échelle de l'exploitation que les performances en termes d'IFT herbicides sont souvent bien moins bonnes que l'IFT régional de référence, dont le calcul tient compte à la fois des exploitations de grandes cultures et de polyculture élevage, qui influencent les IFT à la baisse (partie 3.6.3). On peut donc penser que l'introduction de prairies fauchées permettrait à ces exploitants de réduire de manière beaucoup plus efficacement leurs IFT.

Malgré beaucoup de bonne volonté et de fortes convictions personnelles, l'exploitant E1 ne parvient pas facilement à réduire ses IFT, probablement à cause d'une exploitation très diversifiée (12 cultures différentes sur l'exploitation en 2014, production de plantes aromatiques, agroforesterie, maraîchage, magasin de producteur...) qui ne lui laisse finalement plus de temps pour la surveillance des cultures et qui peut obstruer certaines fenêtres de travail. Il aurait été intéressant d'étudier dans quelle mesure la diversification d'une exploitation impacte la réussite de gestion des bioagresseurs.

Les différences de résultats obtenus par les exploitants pour la mise en œuvre de systèmes relativement proches confirment une chose : il est très difficile de calquer les pratiques d'un agriculteur chez un autre, malgré des contextes pédoclimatiques proches. L'historique des parcelles semble jouer un rôle important dans le maintien d'un faible enherbement, de même que la motivation des agriculteurs aux changements de pratiques. Ces différences de résultats sont aussi dépendants de la structure des exploitations (cultures, ateliers, éclatement du parcellaire, etc).

6.2 Discussion de la méthode

L'hétérogénéité des données disponibles a rendu difficile l'analyse des pratiques. L'idéal aurait été d'avoir l'ensemble des informations depuis 2009, comme c'était le cas pour les IFT. Des données plus précises quant aux conditions de réalisation des opérations culturales permettraient d'apporter beaucoup d'éléments pouvant expliquer pourquoi deux techniques n'ont pas le même effet : à cet effet, le développement d'un outil permettant à l'agriculteur de saisir, en temps réel et de manière simple, les conditions de réalisation de chaque opération culturale (humidité du sol lors de passages d'outils, vitesse du vent, hygrométrie et état de développement des bioagresseurs lors des pulvérisations...) pourrait être facilement réalisable, éventuellement sous la forme d'une application pour smartphone.

L'utilisation de l'outil Systerre rend complexe la question du positionnement des performances, car les indicateurs calculés sont exprimés dans des unités différentes ; contrairement à des méthodes comme MASC ou INDIGO dont les sorties sont directement des notes, pouvant être agrégées facilement, et permettant de situer rapidement et facilement les performances par rapport à l'objectif fixé. Les liens complexes entre les indicateurs mettent plus de temps à être établis, ce qui rend finalement très chronophage et peu opérationnelle cette méthode.

La diversité des cultures aurait été intéressante à étudier afin de mieux déterminer les impacts des différentes exploitations sur leur environnement, et donc affiner l'évaluation de la durabilité environnementale. L'utilisation d'un modèle différent, basé sur le calcul d'indicateurs prédictifs aurait été nécessaire.

Il aurait été intéressant de prendre en compte le système décisionnel de l'agriculteur dans l'analyse des pratiques, afin de mieux objectiver l'aversion au risque de chacun. Ces informations permettraient d'explicitier les points de blocages des agriculteurs pour l'adoption ou la réussite de certaines pratiques, et ainsi les aider à atteindre les objectifs fixés.

Conclusion

Cette étude a cherché à mettre en évidence dans quelle mesure l'adoption de pratiques alternatives aux traitements phytosanitaires pouvait impacter la durabilité d'une exploitation, dans le but d'apporter aux agriculteurs des éléments de réflexion avant la mise en œuvre d'une des stratégies étudiées.

Le choix de la construction et de l'étude d'un système de culture représentatif de l'exploitation afin de pouvoir prendre en compte l'ensemble des pratiques réalisées au sein des itinéraires techniques de toutes les cultures et de cerner l'effet de la succession de cultures. L'intérêt de cette échelle réside également dans le fait que l'enchaînement des pratiques est plus facile à décrire, et plus facilement contextualisable.

L'étude des fermes du réseau DEPHY a permis de montrer qu'une même combinaison de techniques pouvait avoir des effets complètement différents à la fois sur l'évolution des IFT et sur la durabilité des exploitations.

Les exploitations étant parvenues à réduire leurs consommations de pesticides ont adopté des pratiques similaires : la diminution ou l'arrêt de cultures à hauts niveaux d'intrants (colza, pois), l'augmentation des surfaces en cultures de printemps sarclées à faible niveau d'intrants (maïs, tournesol), le binage de ces cultures et l'application de doses réduites. On peut donc dire qu'il est possible, en Terres de Groies, de diminuer ses IFT grâce à l'adoption de ces pratiques. Cependant certaines exploitations ont aussi tentées de mobiliser certaines de ces pratiques sans parvenir à réduire leurs IFT. On peut penser que l'aversion au risque de chaque agriculteur, le bon positionnement des interventions et l'historique de gestion des bioagresseurs ont un rôle important dans ces phénomènes, mais ces éléments n'ont pas été évalués.

Les impacts de ces pratiques sur la durabilité des exploitations peuvent également être différents selon les exploitations. Cette étude montre que l'adoption de ces pratiques nécessite des compromis de la part de l'agriculteur, puisque selon l'exploitation différentes composantes de la durabilité peuvent être impactées, comme le temps de travail ou les marges.

Cette étude montre une nouvelle fois la complexité d'adaptation de techniques alternatives d'une exploitation à une autre, et la nécessité de la part des agriculteurs d'expérimenter individuellement des techniques pour accélérer l'acquisition de connaissances sur les systèmes de cultures économes en intrants. L'augmentation de la culture du tournesol comme levier pour la réduction d'herbicides pose la question de la gestion des corvidés, posant de gros problèmes à l'implantation en consommant les semences. Il serait intéressant de se pencher sur les moyens de contrôles de ces oiseaux. La création d'éléments paysagers favorisant la création de niches écologiques pour les rapaces prédateurs des corbeaux pourrait être une piste à explorer.

Conclusion

Cette étude a cherché à mettre en évidence dans quelle mesure l'adoption de pratiques alternatives aux traitements phytosanitaires pouvait impacter la durabilité d'une exploitation, dans le but d'apporter aux agriculteurs des éléments de réflexion avant la mise en œuvre d'une des stratégies étudiées.

Le choix de la construction et de l'étude d'un système de culture représentatif de l'exploitation afin de pouvoir prendre en compte l'ensemble des pratiques réalisées au sein des itinéraires techniques de toutes les cultures et de cerner l'effet de la succession de cultures. L'intérêt de cette échelle réside également dans le fait que l'enchaînement des pratiques est plus facile à décrire, et plus facilement contextualisable.

L'étude des fermes du réseau DEPHY a permis de montrer qu'une même combinaison de techniques pouvait avoir des effets complètement différents à la fois sur l'évolution des IFT et sur la durabilité des exploitations.

Les exploitations étant parvenues à réduire leurs consommations de pesticides ont adopté des pratiques similaires : la diminution ou l'arrêt de cultures à hauts niveaux d'intrants (colza, pois), l'augmentation des surfaces en cultures de printemps sarclées à faible niveau d'intrants (maïs, tournesol), le binage de ces cultures et l'application de doses réduites. On peut donc dire qu'il est possible, en Terres de Groies, de diminuer ses IFT grâce à l'adoption de ces pratiques. Cependant certaines exploitations ont aussi tentées de mobiliser certaines de ces pratiques sans parvenir à réduire leurs IFT. On peut penser que l'aversion au risque de chaque agriculteur, le bon positionnement des interventions et l'historique de gestion des bioagresseurs ont un rôle important dans ces phénomènes, mais ces éléments n'ont pas été évalués.

Les impacts de ces pratiques sur la durabilité des exploitations peuvent également être différents selon les exploitations. Cette étude montre que l'adoption de ces pratiques nécessite des compromis de la part de l'agriculteur, puisque selon l'exploitation différentes composantes de la durabilité peuvent être impactées, comme le temps de travail ou les marges.

Cette étude montre une nouvelle fois la complexité d'adaptation de techniques alternatives d'une exploitation à une autre, et la nécessité de la part des agriculteurs d'expérimenter individuellement des techniques pour accélérer l'acquisition de connaissances sur les systèmes de cultures économes en intrants. L'augmentation de la culture du tournesol comme levier pour la réduction d'herbicides pose la question de la gestion des corvidés, posant de gros problèmes à l'implantation en consommant les semences. Il serait intéressant de se pencher sur les moyens de contrôles de ces oiseaux. La création d'éléments paysagers favorisant la création de niches écologiques pour les rapaces prédateurs des corbeaux pourrait être une piste à explorer.

- rotations-et-les-periodes-de-semis-@/view-11615-arvarticle.html [Consulté le 21 mai 2015].
12. Boughriet R., 2012. Antilles : le chlordécone omniprésent 20 ans après son interdiction. Actu-Environnement. Consultable : <http://www.actu-environnement.com/ae/news/CGEDD-bilan-plan-actions-chlordecone-2008-2010-nouveau-plan-2011-2013-15191.php4> [Consulté le 20 mai 2015].
 13. Bouttet D., 2010. Blé tendre : estimer la densité de semis. ARVALIS-infos.fr. Consultable : <http://www.arvalis-infos.fr/ble-tendre-estimer-la-densite-de-semis-@/view-3720-arvarticle.html> [Consulté le 4 septembre 2015].
 14. Caron D., 1993. Maladies des blés et des orges. ITCF, 87 p.
 15. FAO, 2000. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture - Enseignements des 50 dernières années. Rome, Consultable : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/x4400f/x4400f.pdf> [Consulté le 2 mai 2015].
 16. Faugère G., 2001. Pour un essor durable des grandes cultures biologiques : connaître et lever les freins à la conversion. FNAB, ONIC, ONIOL, Les cahiers de l'ONIC., 100 p.
 17. Garnier J.-F., 2009. Évaluation des coûts de production en grandes cultures biologiques. Consultable : <http://www.itab.asso.fr/downloads/actes%20suite/jtgc-6-couts-prod-garnier.pdf>.
 18. Gatignol C., Etienne J.-C., 2010. Pesticides et Santé. Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, Paris, Consultable : http://www.reduction-pesticides-poitou-charentes.fr/IMG/pdf/OPECST_i2463.pdf [Consulté le 14 mai 2015].
 19. GNIS, 2014. Progrès génétique en céréales : plus de rendement, plus de qualité. Consultable : <http://www.gnis.fr/index/action/page/id/794/title/Plus-de-rendement-plus-de-qualite> [Consulté le 8 septembre 2015].
 20. GNIS, 2015. Sorgho : Implantation et développement. Consultable : <http://www.gnis-pedagogie.org/sorgho-donnees-implantation-developpement.html> [Consulté le 31 août 2015].
 21. Goulet F., Pervanchon F., Contreau C., Cerf M., 2008. Les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture. In : Reau R., Doré T. (Eds), Systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?, 53-69. Transversales. Dijon, Educagri. Consultable : http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=552266 [Consulté le 13 juillet 2015].
 22. Haefliger M., 2008. Comparaison de systèmes céréaliers bio et conventionnels en Languedoc-Roussillon. Evolution des résultats technico-économiques. In : ITAB (Eds), Durabilité des systèmes céréaliers biologiques, 23-28. FIAP Jean Monet, Paris XIVe. Consultable : <http://www.itab.asso.fr/downloads/actes%20suite/actes-itab-onigc08.pdf> [Consulté le 28 février 2015].
 23. Hanot S. et al, 2001. Sols de Charente-Maritime.

24. Harrison P., 2002. Agriculture mondiale: horizon 2015/2030. FAO, Rome, Consultable : <http://www.fao.org/docrep/004/y3557f/y3557f00.htm#TopOfPage> [Consulté le 23 avril 2015].
25. INRA, 2010. Ecophyto R&D - Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Consultable : inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/224976-51d3e-resource-ecophyto-r-d-8-pages.html [Consulté le 7 septembre 2015].
26. Loyce C., Wery J., 2006. Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture. In : Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., Roger-Estrade, J. (Eds), L'agronomie aujourd'hui, 77-95. Paris, Quae.
27. Maurice R., 2011. Mélanger des variétés de céréales pour valoriser les qualités de chacune. Consultable : http://www.paysdelaloire.chambagri.fr/fileadmin/documents_crapl/internet_listes/Entreprise/Agrobiologie/journee_GC_2011/meunerie_elevage/1_64_2010_GC_Melanger_les_varietes.pdf [Consulté le 12 août 2015].
28. Meiss H. et al, 2010. Perennial lucerne affects weed community trajectories in grain crop rotation. *Weed Research*, 50, 331-340.
29. Michel V., Ahmed H., Dutheil A., 2007. La biofumigation, une méthode de lutte contre les maladies du sol. *revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 39, 145-150.
30. Minette S., Trotin V., 2013. Développement de systèmes de culture innovants en Poitou-Charente. Mélanger des variétés - Exemple du blé tendre d'hiver. Consultable : http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/15_Innovation/Agronomie_pub/2013/Fiche_technique_N_6_-_Melange_-_Varietes_-_ble_tendre.pdf [Consulté le 5 juillet 2015].
31. Ministère de l'Agriculture, 2012. Fertilisation raisonnée. Consultable : <http://agriculture.gouv.fr/fertilisation-raisonnee> [Consulté le 11 août 2015].
32. Ministère de l'Agriculture, 2013. Les fermes DEPHY vous ouvrent leurs portes. Consultable : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DP_FermesDephy_mai2013_cle086ae1.pdf [Consulté le 2 avril 2015].
33. Ministère de l'Agriculture, 2015. Note méthodologique - Le NODU. Consultable : <http://agriculture.gouv.fr/note-methodologique-le-nodu> [Consulté le 7 septembre 2015].
34. Ministère de l'Agriculture, de l'Ecologie, 2006. Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides. Consultable : http://www.observatoire-pesticides.fr/upload/bibliotheque/000169991394585926033319190570/pirrp_2006.pdf [Consulté le 20 août 2015].
35. Morineau J., 2010. Principes généraux. In : Confédération Paysanne - FADEAR (Eds), Comment réduire l'usage des pesticides ?, 17-18. ENFA Toulouse - Auzeville. Consultable : http://rhone.confederationpaysanne.fr/colloque-reduction-pesticides_531.php [Consulté le 28 février 2015].

36. OECD, Eurostat, 2005. Manuel d'Oslo. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, Consultable : <http://www.oecd-ilibrary.org/content/book/9789264013124-fr> [Consulté le 5 août 2015].
37. Pavie J. et al, 2002. Etude des freins à la conversion à l'agriculture biologique des exploitations laitières bovines. Institut de l'élevage,
38. Petit M.-S. et al, 2012. Mise au point de systèmes de culture innovants par un réseau d'agriculteurs et production de ressources pour le conseil. Innovations Agronomiques, 20, 79-100.
39. Philipponneau M., 1954. Le premier plan de modernisation et d'équipement de l'économie française. L'information géographique, 18, 15-21.
40. Pôle conversion Bio Poitou-Charente, 2012. Analyse des résultats d'enquête : Qui sont les nouveaux producteurs Bio en Poitou-Charente ? Consultable : http://www.penser-bio.fr/IMG/pdf/QUI_SONT_LES_NOUVEAUX_BIO_2012_ANNEXE.pdf [Consulté le 28 avril 2015].
41. Potier D., 2014. Pesticides et agro-écologie : Les champs du possible - Synthèse. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Consultable : <http://www.dominiquepotier.com/UserFiles/File/rapport-potier-synthese-16-pages.pdf> [Consulté le 15 avril 2015].
42. Prieur L., 2010. Fiche n°1 Agronomie - Maîtriser les adventices dans les cultures biologiques. Consultable : <http://www.devab.org/moodle/course/view.php?id=33> [Consulté le 27 avril 2015].
43. Quelin C., 2010. Agriculture biologique : La fin du retard français ? Consultable : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Etude_ASP_dvlpt_AB_cle8c4c93.pdf [Consulté le 28 avril 2015].
44. Sainte-Beuve J., 2010. Etude des déterminants de conversion à l'agriculture biologique et production de références économiques. Consultable : http://abiodoc.docressources.fr/opac/doc_num.php?explnum_id=1145 [Consulté le 25 avril 2015].
45. Savoie T., 2009. Test d'itinéraires techniques « intégrés » avec désherbage mécanique à Miermaigne et au Lycée de la Saussaye. Consultable : http://www.legta.chartres.educagri.fr/fileadmin/user_upload/pdf/Exploitation/Resultats_format_mail.pdf [Consulté le 22 mai 2015].
46. Semences de France, 2015. Maïs : Le progrès génétique. Semences de France. Consultable : <http://www.semencesdefrance.com/dossier/mais-le-progres-genetique/> [Consulté le 8 septembre 2015].
47. Tercia consultants, 2014. Evaluation in itinere du réseau DEPHY (axe 2, action 14 du plan Ecophyto). Consultable : http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/Tercia_Evaluation_DEPHY_rapport_final_05-02-2014_cle81919f.pdf [Consulté le 15 août 2015].

48. UVED, 2013. Co-conception de systèmes de culture a bas intrants en agrumiculture. Consultable : <http://www.supagro.fr/ress-tice/EcoHort/Uved/CultureAgrumicole/co/CadreConception.html>.
49. Viaux P., 2012. Résultats expérimentaux de conduites de cultures. In Systèmes intégrés : une troisième voie en grande culture, 377. Agri Production. Paris, France Agricole.
50. Vullioud P., Delabays N., Frei P., Mercier E., 2006. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. Revue Suisse d'Agriculture, 38, 81-86.

Annexes



Questionnaire d'enquête exploitation



Questionnaire d'enquête

Date de l'enquête

Enquêteur

Cordonnées de l'exploitation

Nom de l'exploitation

Nom de l'agriculteur

Adresse

.....

.....

Tél Fax

E-mail

Les données saisies correspondent :

- Une année donnée : si oui, année de récolte :
- Plusieurs années, en moyenne sur 5 ans

(les 2 options sont possibles)

Janvier 2012

NB : Ce document est une aide à l'enquête mais il a été créé dans l'optique de prendre des notes sur une feuille à part (excepté pour les catégories exploitation, main d'œuvre, matériel et opérations culturales où des tableaux sont disponibles). On trouve également le « guide de saisie des caractéristiques du matériel » à la fin de ce document.

EXPLOITATION

Objectif(s) de l'exploitant.....

SAU (ha) Dont surface fourragère (ha)

OTEX

Type de sol.....

Aménagements particuliers (haies, Natura 2000, etc.).....

Irrigation, drainage.....

MAIN D'ŒUVRE (y compris le chef d'exploitation, cultures uniquement (vente et fourragères))

Nom de la personne	Type de main d'œuvre (familiale / salariée permanente / occasionnelle)	Equivalent ETA (plein temps = 1)	Remarques

Remarque : dans le cas d'exploitation d'élevage, estimer la main d'œuvre au prorata du temps consacré aux cultures de vente et fourragères.

Charges salariales (salaire et charges sociales totales) (€/an)	
Rémunération de la MO familiale (€/an/UTH familiale)	

FERMAGE

Coût moyen du fermage (€/ha)	
Proportion de la SAU en Fermage (%)	
Surfaces de terres à pommes de terre louées (ha)	
Coût de la location de ces surfaces (€/ha)	

AUTRES (facultatif : en l'absence de remplissage, nous utiliserons des valeurs moyennes ou recalculées)

Montant de la cotisation MSA du chef d'exploitation (€/an) ou montant du résultat d'exploitation pour l'activité grandes cultures	
Charges diverses (€/an) : <ul style="list-style-type: none">- électricité, eau...- assurances- frais de gestion- abonnements- frais de déplacement- taxes- ...	

AIDES DECOUPLEES (Si valeur non renseignée : l'assolement indiqué par la suite servira au calcul du DPU moyen.)

Montant du DPU moyen exploitation (€/ha)	
Si Betterave, Droits Betterave AB (Tonnes)	

CULTURES

Liste des cultures conduites sur l'exploitation en fonction de l'espèce, le précédent, le mode de conduite irrigué/sec, etc. (ex : blé de luzerne, blé irrigué, blé améliorant, etc.)

Culture	Espèce	Caractéristiques
...

PARCELLAIRE

✓ LOTS DE PARCELLES

Les lots de parcelles correspondent à des regroupements de parcelles ayant des caractéristiques communes (type de sol, conduite irriguée/sec, etc.)

Nom du lot	Caractéristiques
...	...

✓ PARCELLES

Parcelle	N° de lot	Surface (ha)	Caractéristiques (type de sol...)
...

ASSOLEMENT

Renseigner pour chaque parcelle la culture menée aux différentes campagnes

Année						
Parcelle						
...

MATERIEL

Code	Nom	Caractéristiques ²⁰	% en propriété ²¹	Age à l'achat (facultatif) ²²	Prix d'achat (€) (facultatif)	Coût si location (€/ha)	H/an ou Ha/an ²³
Tracteurs, automoteurs : puissance, nombre de roues motrices...							
AU1							
AU2							
AU3							
Récolte : type, puissance, largeur coupe, nombre secoueurs, équipement (broyeur, disperseur résidus...)							
REC1							
REC2							
Transport : type, nombre d'essieux, tonnage...							
TR1							
TR2							
Travail du sol : charrues, chisels, décompacteurs, cultivateurs, vibroculteurs, disques, herses, rouleaux, bineuses... (largeur travail, nombre corps ou pièces travaillantes, dégagement sous châssis...)							
W1							
W2							
W3							
W4							
W5							
Pulvérisation (largeur rampe, type, capacité cuve, types buses...), épandage d'engrais (type, largeur, capacité trémie...)							
PE1							
PE2							

²⁰ Voir en fin de document la liste des caractéristiques par matériel permettant de les retrouver dans la base de données de Systerre®.

²¹ Si le matériel est en copropriété, indiquer les surfaces totales travaillées (exploitation et extérieur)

²² Utilisation des informations de la base de données, sinon la **valeur d'achat du matériel** doit être saisie en fonction de **l'âge à l'achat** indiqué.

²³ Temps total ou surface totale travaillée par l'outil (pour toutes les cultures, pour tous les types de travaux **sur l'exploitation et à l'extérieur**. Heures/an pour les tracteurs et les automoteurs, ha/an pour les outils tractés

Code	Nom	Caractéristiques	% en propriété	Age à l'achat	Prix d'achat (€)	Coût si location (€/ha)	H/an ou Ha/an
Semis, plantation (type, équipements, combinaison avec d'autres matériels...)							
SP1							
SP2							
SP3							
SP4							
Broyeurs : type (fléaux, couteaux...), largeur...							
BR1							
BR2							
Irrigation : enrouleurs (type), pompes (électrique ou à gazole, puissance, débit), pivot (débit), canon (débit), rampe (débit)²⁴							
I 1							
Fenaison : faucheuse, conditionneuse, andaineur, faneuse (larguer, simple/combiné, porté/trainé/semi-porté)							
F1							
F2							
F3							
F4							

Appel à l'entreprise ou à la CUMA

Opérations	Cultures	Coût (€/ha) <i>Préciser si le carburant, la main d'œuvre et les outils d'accompagnement (bennes...) sont compris</i>	Débit de chantier (ha/heure)	Nbre ha

²⁴ Matériel d'irrigation : pour la description du matériel d'irrigation se procurer le questionnaire adapté auprès du Pôle Economie et Systèmes d'ARVALIS.

OPERATIONS CULTURALES

ATTENTION : 1 seul automoteur par opération

Reprendre le matériel sans moteur du tableau précédent et y associer un tracteur (voire d'autres matériels si l'outil est utilisé en combiné)

Nom de l'opération	Matériel(s) ²⁵	Main d'oeuvre	Débit de chantier (ha/h)	Profondeur de travail (cm)

ITINERAIRES TECHNIQUES

²⁵ Tracteur + outils tractés / Automoteur

Campagne :

Parcelle Surface Culture :

Précédent Aides couplées (€/ha) Obj. Rendement (t/ha)

Type de récolte²⁶ : Rendement (t/ha) : Prix de vente :

ATTENTION : pour les intrants, renseigner les noms commerciaux (ne pas indiquer seulement la matière active (glyphosate, chlortoluron...) car elle ne sera pas prise en compte dans les calculs d'indicateurs) ET les unités.

Date	Opération culturale	Nb pass. ²⁷	Produits/doses/unités/prix unitaire	Remarques ²⁸
...

Autres intrants (assurance, etc.) (€/ha)

Coût de mécanisation irrigation (€/ha)²⁹

²⁶ Grain, Ensilage, foin, etc.

²⁷ Proportion de la surface traitée : 1 si 100%

²⁸ Remarques diverses, proportion de semence de ferme, composition NPK, etc.

²⁹ Voir avec le Pôle Economie et Systèmes d'ARVALIS les modalités de calculs.

SPECIFICITES CONCERNANT LA PRODUCTION DE POMME DE TERRE

ANALYSES

	Périodicité (1x tous les ... ans)	Prix d'une analyse (€)	Nombre d'analyses / Nombre d'ha analysés
Analyse de sol			
Analyse de reliquats			

CHANTIER DE TRI ET DE LAVAGE DES POMMES DE TERRE RECOLTEES

Nom de l'espèce	Utilisation (transformation, ...)	Quantités récoltées (t)	Débit de chantier ³⁰ (ha/h)

Durée totale du chantier (j) :

Nombre d'heures par jour (sur ce chantier) :

Nombre de personnes employées sur le chantier :

Coût horaire de la main d'œuvre spécifique :

MATERIEL UTILISE

Nom	Caractéristiques	% en propriété	Prix (€)	Coût (€/ha)	ha/an total	Cost (€/tonne stockée)
Trémie de réception et déterreur						
Table de visite						
Dégrenailleur et dégrossisseur						
Epierreur à rouleaux (séparateur de mottes)						
Combi						
Elévateur à terre						
Tapis transporteurs						
Tapis duo						
Elévateur						
Remplisseur de caisse						
Répartiteur de tas						
Repreneur						
Chargeur						
Chargeur télescopique						
Chariot élévateur						
Trémie d'attente						
Calibreur (trieur)						
Peseuse (simple, 25 kg en moy)						

³⁰ On suppose que le tri et le lavage se font en fonction du rythme d'arrachage. Il faut donc indiquer ici le débit de chantier de l'arracheuse. Si le rythme est différent de celui de l'arrachage, le spécifier.

Peseuse associative						
Ban coureur						
Thermonébullisateur thermique						
Thermonébullisateur électrique						
Laveuse						

BATIMENT DE STOCKAGE POMME DE TERRE

Production stockée (t).....=% de la production

Capacité de stockage totale (t):

Stockage : durée moyenne..... % de déchet :

Pallox réfrigéré :

Pallox (pallet-box) :

Nb de pallox : nb pallox par ha

Prix d'un pallox : Taux de renouvellement :

Bâtiment (€/t) : Réfrigération (fuel ou électricité) (€/t)

Stockage en ventilé vrac

Gaines	enterrées(€/t)
	Hors sol(€/t)
	Caillebotis(€/t)

Aménagement fécule(€/t)

Réfrigération (fuel ou électricité)(€/t)

Groupe froid complémentaire(€/t)

DIVERS

Assurance (€/ha) ou (€/t)

Divers (Pesticides) coût (€/ha) ou (€/tonne)

Divers coût (€/ha) ou (€/tonne)

Divers coût (€/ha) ou (€/tonne)

Divers coût (€/ha) ou (€/tonne)

GUIDE DE SAISIE DES CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL

Les caractéristiques du matériel présenté ci-dessous permettent de définir les outils tels qu'ils le sont dans la base de données matériel BASEMEQ.

1. Tracteur

- 2 ou 4 roues motrices ou chenilles,
- Nombre de chevaux : 35 à 360cv.

2. Récolte Céréales : Moissonneuse batteuse

- Conventionnelle ou non conventionnelle (axiale),



- 4 à 6 secoueurs sans secoueur,
- Nombre de chevaux (80 à + de 300),
- Largeur de barre de coupe.

3. Pressage

<p>Presse balles rectangulaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Balles : Petites, moyennes ou grosses, -Largeur de Pick up : de 1,30 m à 2,30 m, -Canal : de 30 x 40 à 120 x 130, -Poids des balles : 5-20 kg à 300-600 kg 	<p>Presse balles rondes :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Largeur de pick up : 1,10 m à 2,30 m, -Canal : 100 x 125 à 120 x 150, -Chambre fixe ou variable, -Poids des balles : 60-100 Kg à 170-260 Kg.
---	---

4. Récolte betteraves :

<p>Arracheuse aligneuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -2 ou 3 turbines, -à socs ou à disques, -(6 rangs). 	<p>Automoteur avec trémie :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nombre de chevaux (230-500), -à disques ou à socs oscillants, -(6 rangs).
<p>Automoteur sans trémie :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nombre de chevaux (230-260), -A disques ou à socs oscillants. 	<p>Arracheuse effeuilleuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -(Poussée – 6 rangs), -à socs ou à disques.
<p>Arracheuse chargeuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -à socs ou à disques. 	<p>Effeuilleuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Trainée ou portée avant.
<p>Débardeuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nombre de chevaux. 	<p>Ramasseuse chargeuse (6 rangs)</p>

5. Récolte Pommes de terre

<p>Arracheuse automotrice 2 rangs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simplifiée ou combinée - Nombre de rangs 	<p>Arracheuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Simplifiée ou combinée -1 ou 2 rangs -Canal : 1.50m ou 1.70m
--	--

	-Déportée/ Classique / à options
Broyeurs de fanes 4 rangs : - Ecartement : 75 ou 90 cm - Nombre de rangs (2 ou 4) - éjection latérale / simple / replombeuse buttes	Défaneuse thermique : -Type : Adagio, Drackedon, Indra -Largeur

6. Transport

Remorque / Epandeur à fumier : -Monocoque, - Nombre d'essieux (1 à 3), -Tonnage (4 à 12 t).	Remorque : -Monocoque/Plateau fourrager/Cotés rabattables/Bennage tri directionnel/Transbordeur-1 essieu, -Nombre d'essieux (1 à 3), -Tonnage (2 à 22 t)
---	--

7. Travail du sol

Bêche roulante : -Portée ou auto-portée, - Largeur.	Billonneuse 2 corps : -Simple ou sans options
Butteuse 4 rangs : -Ecartement : 75 ou 90 cm -Dents / fraise / dents + cape / barbutte	Charrue à disques : -Nombre de disques (2 à 7).
Charrue : -Simple → portée ou semi-portée, Réversible → portée, semi-portée, poussée avant (2 à 4 corps), Pivotante → portée ou semi-portée, -Nombre de corps (2 à 12), -Largeur entre corps (12 à 18 cm).	Chisel : -Nombre de rangées de dents (2 à 4), -Porté ou auto-porté, -Largeur, -Déchaumage ou reprise profonde.
Cultivateur rotatif : -Axe vertical, lames droites, Axe horizontal : dents piocheuses / lames coudées / lames droites ou vriées, -Largeur, -Travail superficiel ou reprise de labour.	Cultivateur : -Gamme légère ou lourde, -Nombre de rangées de dents (2 à 4), -Largeur, -Déchaumage ou reprise profonde.
Déchaumeur : - Largeur - Pièces travaillantes : dents+disques niveleurs / dents+socs / disques indépendants - Porté / semi-porté	Décompacteur rotatif : -Largeur (2, 3 ou 4m), -Décompactage ou pseudo-labour.
Décompacteur animé : -Nombre de corps (2, 3, 5, 7, 9 ou 13), -Largeur,	Décompacteur classique : -Léger ou lourd,

-Pseudo-labour ou décompactage.	-Bâti droit / en V / triangulaire (pour les lourds uniquement), -Dents incurvées / droites / obliques (lourds uniquement), -Nombre de corps (2 à 10 corps), -Décompactage ou pseudo- labour.
Herse alternative : -Largeur (2,50 à 6 m).	Herse classique : -Gamme légère ou lourde, -Largeur.
Herse de déchaumage : - Portée ou semi-portée, - Largeur - Avec ou sans disque(s)	Herse à dents vibrantes : -Dents droites ou incurvées, -Largeur.
Herse rotative : -Dents lames, effilées ou rondes, -Largeur.	Machine à bêcher : -Gamme légère, intermédiaire ou lourde, -Largeur.
Outils animés : -Largeur.	Rouleaux : -Porté, auto-porté, semi-porté ou trainé -Lisse / Ondulé / Cultitasseur / Croskil / Croskilette / Squelette / Cambridge / Spirale / Emietteur / Paker / Cultipacker. -Largeur
Tamiseur 1.80m : - Simple ou avec option	Vibroculteur : -Nombre de rangées de dents (3 à 6), -Porté ou auto-porté, -Largeur.
Vibroculteur à combiner : -Nombre de rangées de dents (2 ou 3), -(Porté), - Largeur.	Covercrop : - Gamme lourde ou moyenne, - En V ou en X, - Largeur.
Bineuse : - Dents /dents + caméra / dents étoilées / dents + ferti + caméra / dents + pulvé + caméra / étrilles, - Nombre de rangs (4, 6, 8, 12, 18 ou sans), - Ecartement (45-50 / 75-80 / sans), - Largeur.	

8. Pulvérisateurs :

Gamme légère	Gamme Moyenne	Gamme lourde
Déchaumeuse ou pulvériseur Portée (déchaumeuse) Porté en V Porté en X Semi-porté en V	Déchaumeuse ou pulvériseur Portée Semi-portée Porté en X Porté en V	Pulvériseur Auto-porté en V Auto-porté en X

Auto-porté en V Auto-porté en X Largeur	Auto-porté en V Auto-porté en X Traîné en V Largeur	Largeur
---	--	---------

9. Traitement – Epannage

Pulvérisateur : -Très bas volume – porté ou bas à moyen volume, -Porté, traîné, automoteur, intégrable, -Volume (400 à 4 500 l), -Largeur (9 à 44 m), -Débit en l/ha (pour calculer la consommation du tracteur).	Epanneur d’engrais : -Traîné – centrifuge ou porté – centrifuge ou porté pneumatique, -Largeur (12 à 36 m), -Volume (<500 l à 2000 l), -Débit : en Kg/ha (pour calculer la consommation du tracteur).
Epanneur de fumier (remorque) : -(à ridelles), -1 ou 2 essieux, -Tonnage (2 à 16 t).	Epanneur de fumier : -A ridelles ou monocoques, -1 ou 2 essieux, -Tonnages (2 à 24 t).
Epanneur de lisier : -1 ou 2 essieux, -Volume (1 500 à 20 000 l).	

10. Semis

Semoir semi-direct classique : -Socs ou disques, -Largeur (2,5 à 8m).	Semoir classique : -Distributeur : mécanique ou pneumatique, -Largeur : 2,50 m à 12 m.
Semoir semis direct monograinne : -Disques gaufres ou disques gaufres + cultivateur rotatif à axe horizontal -Largeur (1,22 m à 3,60 m), -2 à 8 rangs.	Semoir monograinne : -Distributeur : mécanique ou pneumatique, -Nombre de rangs, -Ecart entre rangs (20 à 80 cm).

Semoir intégré :

- Distributeur :

mécanique ou pneumatique,

- Cultivateur rotatif à axe horizontal → lames coudées / droites vrillées / dents piocheuses,

Cultivateur rotatif à axe vertical → lames droites,

Herse alternative → dents droites,

Herse rotative → dents effilées ou dents lames,

Outils à dents → dents vibrantes,

Outils à disques (semoir mécanique) → disques,

- Largeur

11. Plantation Pommes de terre

Planteuse automatique :

- Nombre de rangs : 2 à 4

- Ecartement : 75 ou 90 cm

- Fraise+plant+butt / Hr+plant+butt / planteuse+butteuse

- Avec options / Sans options / A courroies

12. Broyeur de résidus

- Axe horizontal ou vertical,

- Broyeur avant, arrière ou mixte,

- Largeur (de 1,60 m à 9 m).

13. Fenaison

Faneurs andaineurs : Un seul dans Basemeq (3.01 à 3.5m)	Giroandaineur : - Porté simple / semi-porté variable / traîné simple, - Largeur.
Faucheuses : - Combinée / frontale / portée / traînée, - Conditionneuse ou simple.	Girofaneur : - Porté / semi-porté / traîné, - Largeur.

14. Récolte fourrages

Enrubanneuses : - Balles rondes ou tout type, - Nombre de balles à l'heure.	Ensileuse automotrice : - Puissance (ch), - Ecartement ?? (220 à 260 cm), - Nombre de rangs.
Ensileuses : - Portée / traînée, - Nombre de rangs ou écartement (130 à 150 cm).	Remorque autochargeuse : - Capacité (m3), - Largeur de pick-up (m).

15. Manutention

- Puissance (ch)
- Hauteur (m)
- Capacité (T)

Guide d'entretien avec les agriculteurs

Présentation des indicateurs calculés pour les campagnes 2012-2013-2014

Informations relatives aux conditions de sols

Quelles difficultés rencontrez-vous dans vos parcelles ?

- difficultés de travail du sol
- zones hydromorphes/séchantes
- pierrosité
- ...

Modifications éventuelles des itinéraires techniques

Eléments de compréhension des indicateurs calculés

Présentation des indicateurs et de leur évolution sur les 3 dernières campagnes (2012, 2013 et 2014)

Quels éléments/facteurs/événements peuvent expliquer ces chiffres/variations ?

- climat
- problème d'implantation ou accident en cours de culture
- prix de vente, rendements
- pression bioagresseur/produits phytosanitaire utilisé
- assolement
- ...

Annexe 3 : Notation des observations réalisées

Observation	Note
1 individu vu sur le parcours	ε (1)
2 individus vus sur le parcours	ε (2)
3 individus vus sur le parcours	ε (3)
4 individus vus sur le parcours	ε (4)
5 individus vus sur le parcours	ε (5)
6 individus vus sur le parcours	ε (6)
$d < 0,1$ plante /m ²	+
$0,1 < d < 1$ plante /m ²	1
$1 < d < 3$ plantes/m ²	2
$3 < d < 20$ plantes /m ²	3
$20 < d < 50$ plantes /m ²	4
$50 < d < 500$ plantes /m ²	5
> 500 plantes /m ²	6

Indicateurs techniques

Temps de travail Total (h/ha)
Temps de travail Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Janvier (h/ha)
Temps de travail Février (h/ha)
Temps de travail Mars (h/ha)
Temps de travail Avril (h/ha)
Temps de travail Mai (h/ha)
Temps de travail Juin (h/ha)
Temps de travail Juillet (h/ha)
Temps de travail Août (h/ha)
Temps de travail Septembre (h/ha)
Temps de travail Octobre (h/ha)
Temps de travail Novembre (h/ha)
Temps de travail Décembre (h/ha)
Temps de travail Janvier Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Février Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Mars Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Avril Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Mai Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Juin Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Juillet Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Août Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Septembre Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Octobre Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Novembre Hors ETA (h/ha)
Temps de travail Décembre Hors ETA (h/ha)
Nombre de passages Total
Nombre de passages Hors ETA
N Total (kg/ha)
N Paturage (kg/ha)
N Organique (kg/ha)
P2O5 Total (kg/ha)
P2O5 Paturage (kg/ha)
P2O5 Organique (kg/ha)
K2O Total (kg/ha)
K2O Paturage (kg/ha)
K2O Organique (kg/ha)
Quantité Irrigation (m³/ha)
Consommation Carburant (L/ha)
Consommation Carburant Hors ETA (L/ha)
Consommation Carburant Travail du sol (L/ha)
Consommation Carburant Semis (L/ha)
Consommation Carburant Fertilisation (L/ha)
Consommation Carburant Traitement Phyto (L/ha)
Consommation Carburant Récolte (L/ha)
Consommation Carburant Transport (L/ha)
Consommation Carburant Autres Opé (L/ha)
Matière Active Total (g/ha)
Matière Active Herbicide (g/ha)
Matière Active Herbicide Interculture (g/ha)
Matière Active Herbicide Culture (g/ha)
Matière Active Hors Herbicide (g/ha)
Matière Active Fongicide (g/ha)
Matière Active Insecticide (g/ha)

Matière Active Molluscicide (g/ha)
Matière Active Régulateur (g/ha)
IVAN (€/ha)

Indicateurs économiques

Produit brut (€/ha)
Ch Intrants Total (€/ha)
Ch Semences (€/ha)
Ch Engrais (€/ha)
Ch Phytos (€/ha)
Ch Herbicides (€/ha)
Ch Fongicides (€/ha)
Ch Insecticides (€/ha)
Ch Molluscicides (€/ha)
Ch Régulateurs (€/ha)
Ch Adjuvants (€/ha)
Ch Autres intrants (€/ha)
Ch Intrants Irrigation (€/ha)
Aides couplées (€/ha)
Aides découplées (€/ha)
Marge Brute hors aides (€/ha)
Marge Brute hors DPU (€/ha)
Marge Brute avec aides (€/ha)
Efficience économique des intrants (échelle exploitation seulement)
Ch Méca (€/ha)
Frais Financier (€/ha)
Amortissement (€/ha)
Réparation (€/ha)
Carburant (€/ha)
Ch Méca Irrigation (€/ha)
Ch Salariales (€/ha)
Cotisations MSA (€/ha)
Autres Ch Méca et Mo (€/ha)
Marge Directe hors aides (€/ha)
Marge Directe hors DPU (€/ha)
Marge Directe avec aides (€/ha)
Fermage (€/ha)
Ch Diverses (€/ha)
Marge Nette hors aides (€/ha)
Marge Nette hors DPU (€/ha)
Marge Nette avec aides (€/ha)
Rémun Mo Fam (€/ha)
Rémun Capitaux Propres (€/ha)
Coût de Production (€/t) (échelle culture seulement)

Indicateurs agro-environnementaux

Fixation N Légum (kg/ha)
Exportations N (kg/ha)
BGA (kg/ha)
Bilan N (kg/ha)
Exportations P2O5 (kg/ha)
Bilan P2O5 (kg/ha)
Exportations K2O (kg/ha)
Bilan K2O (kg/ha)

IFT Total	Emissions GES Indirectes Carburants (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Herbicide	Emissions GES Totales Carburants Total (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Herbicide Interculture	Emissions GES Tot Carb Traitement Phyto (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Herbicide Culture	Emissions GES Totales Carb Transport (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Hors Herbicide	Emissions GES Totales Carb Travail du sol (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Fongicide	Emissions GES Totales Carb Autres Opé (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Insecticide	Emissions GES Totales Carb Fertilisation (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Molluscicide	Emissions GES Totales Carb Récolte (kgéqCO ₂ /ha)
IFT Régulateur	Emissions GES Totales Carb Semis (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carburants (MJ/ha)	Emissions GES Totales Irrigation (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Travail du sol (MJ/ha)	Emissions GES Totales (Indir) Semences (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Semis (MJ/ha)	Emissions GES Totales (Indir) Phyto (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Fertilisation (MJ/ha)	Emissions GES Directes Fertilisants (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Traitement Phyt (MJ/ha)	Emissions GES Indirectes Fertilisants (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Récolte (MJ/ha)	Emissions GES Totales Fertilisants (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Transport (MJ/ha)	Emissions GES Totales (Indir) Matériels (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Carb Autres Opé (MJ/ha)	Emissions GES Directes Totales (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Irrigation (MJ/ha)	Emissions GES Indirectes Totales (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Semences (MJ/ha)	Emissions GES Totales (kgéqCO ₂ /ha)
Conso. Energie Primaire Phytos (MJ/ha)	Production Energie Brute (MJ/ha)
Conso. Energie Primaire Fertilisants (MJ/ha)	Production Energie Brute Produit Principal (MJ/ha)
Conso. Energie Primaire Matériel (MJ/ha)	Production Energie Brute Coproduit (MJ/ha)
Conso. Energie Utile Carb Travail du sol (MJ/ha)	Production Energie Brute Paturage (MJ/ha)
Conso. Energie Utile Carb Semis (MJ/ha)	SET (ha)
Conso. Energie Utile Irrigation (MJ/ha)	SET/SAU (%)
Conso. Energie Utile Carb Fertilisation (MJ/ha)	
Conso. Energie Utile Carb Traitement Phyto (MJ/ha)	
Conso. Energie Utile Carb Récolte (MJ/ha)	
Conso. Energie Utile Carb Transport (MJ/ha)	
Conso. Energie Utile Carb Autres Opé (MJ/ha)	
Conso. Energie Utile Carburant (MJ/ha)	
Conso. Energie Primaire Totale (MJ/ha)	
Emissions GES Directes Carburants (kgéqCO ₂ /ha)	

Eléments de calcul

La consommation de carburant

Elle est calculée à partir de la puissance du tracteur utilisé, du taux de charge réelle du tracteur, d'un coefficient de consommation à charge maximale (0,22 L/Cheval moteur/heure de travail) et du débit de chantier. Le taux de charge correspond au travail fourni par le tracteur par rapport à sa capacité maximum de travail (un tracteur n'est jamais à 100% de sa capacité : ici, le taux d'utilisation réelle est par exemple de 70% pour un travail du sol profond de plus de 20 cm, 50% pour une pulvérisation, etc.). Le débit de chantier est calculé en fonction de la largeur de l'outil utilisé et de la vitesse d'avancement lors du travail. La consommation ne tient compte que du travail au champ, et non des transports ou de la manutention

Annexe 5 : Prix d'achat des intrants et de vente des produits

Tableau 15 : Prix de vente des produits

Culture	Prix
Blé Tendre d'Hiver Grain	165 €/t
Blé Tendre d'Hiver Paille	30 €/t
Colza d'Hiver Semence	1500 €/ha
Colza d'Hiver	370 €/t
Lentilles	600 €/t
Luzerne	218 €/t
Mais	160 €/t
Oeillette	1900 €/t
Orge de Printemps	175 €/t
Orge d'Hiver	140 €/t
Pois de Printemps	220 €/t
Sorgho	120 €/t
Tournesol	355 €/t

Tableau 16 : Prix d'achat des intrants

Intrant	Prix
Avoine (générique)	0,57 €/kg
Colza (générique)	17 €/kg
Lentilles (générique)	2 €/kg
Luzerne (générique)	5 €/kg
Mais (générique)	5,32 €/kg
Moutarde blanche (générique)	1,8 €/kg
Navette (générique)	2,75 €/kg
Oeillette (générique)	1,9 €/kg
Orge (générique)	0,32 €/kg
Phacélie (générique)	4 €/kg
Tournesol (générique)	25 €/kg
Trèfle alexandrie (générique)	3,65 €/kg
Vesce commune (générique)	2,5 €/kg
ABACUS SP	32 €/L
ABAK	172 €/kg
ABC Tonyx	0,19 €/kg
ABONDANCE	0,32 €/kg
ACANTO	48 €/L
ACTIMUM	2,04 €/L
ACTIROB B	10 €/L
ADAMO	0,6 €/kg
ADENGO	26 €/L
ADEXAR	54 €/L
ALLIE	527 €/kg
ALOES	264,6 €/kg
AMISTAR	45 €/L
Ammonitrate 33.5%	0,4 €/kg
Ammonitrate calcaire 27%	0,29 €/kg
ANICIA	2 €/kg
ARAMIS	0,32 €/kg
ARCHIPEL	208 €/kg
AREZZO	0,32 €/kg
ARPENT	8,75 €/kg
ASSAS	1,82 €/kg
ATIC AQUA	15,32 €/L
ATLANTIS WG	110 €/kg

Avi. - Fumier de poulets de chair	3 €/t
AVIATOR XPRO	66,5 €/L
AXIAL PRATIC	35 €/L
BALMORA	32 €/L
BANKO 500	7,79 €/L
BELEM 0,8 MG	3,92 €/kg
BOA	63,62 €/L
Bore	2,97 €/L
BRAVO	11 €/L
BRENNUS	16,94 €/L
BRENNUS +	17,42 €/L
BROMOTRIL 225	20,5 €/L
CALLISTO	42 €/L
CANTOR	25,8 €/L
CAPHORN	0,165 €/kg
CARAMBA STAR	32 €/L
CEANDO	39 €/L
CENTIUM 36 CS	160 €/L
CEZANNE	0,165 €/kg
CHALLENGE	20 €/L
CHARDOL 600	6,15 €/L
Chaux 54%	0,08 €/kg
CHEROKEE	21,5 €/L
Chlorure de potassium 60%	0,37 €/kg
COLZOR TRIO	20,65 €/L
COMET	44,71 €/L
CONQUERANT	65 €/kg
CONTANS WG	26 €/kg
CONTRE LIMACES 3%	4 €/kg
CORAGEN	314,5 €/L
CYPERMETRAN EC	6 €/L
CYTER	5 €/L
DASH HC	10 €/L
DECIS PROTECH	18 €/L
DEFI	10 €/L
Di Ammonium Phosphate 18-46	0,5 €/kg
DK EXSTORM	25 €/kg
DKC4590	5,65 €/kg
DROID	210 €/kg
DUAL GOLD	20,19 €/L
Eau Irrigation	0,68 €/mm
Engrais 0-18-0 + 0-28S	0,15 €/kg
Engrais Binaire 0 - 25 - 25 (0)	0,4 €/kg
EPSO TOP	0,394 €/kg
ETHEVERSE	14,03 €/L
EUCLIDE	0,55 €/kg
EXCALIBUR	28 €/kg
EXOCET	25 €/kg
EXPRESS SX	1083,4 €/kg
EXTRASOL	21 €/kg
FANDANGO S	37 €/L
FIELDOR	35 €/L
FOXPRO D +	21,26 €/L
GENAMIN T 200 BM	4,55 €/L
GIBSON	9,14 €/L
GIGGA	0,32 €/kg
GLIFAX	8 €/L

GLYPHOGAN	3,91 €/L
GRATIL	321 €/kg
HELIOSOL	12 €/L
HELOCUR	19 €/L
HERBAFLEX	18,75 €/L
HORIZON EW	32 €/L
HUILE ADJUVANTE BAYER	3,49 €/L
IMAGE	30 €/L
ISARD	23 €/L
JOAO	73 €/L
KALENKO	67,16 €/L
KAPULCO	75,84 €/L
KARATE ZEON	111 €/L
KARATE K	14 €/L
KARATE XPRESS	55 €/kg
KERB FLO	38 €/L
Kerbel	24,6 €/kg
LO Tonyx	11,36 €/L
MADIT DISPERSION	8,7 €/L
MAGEOS MD	95,62 €/kg
MARATHON	18,31 €/L
MAVRIK FLO	55,5 €/L
MEDAX TOP	25,41 €/L
MENARA	62,5 €/L
MERCANTOR GOLD	20,54 €/L
MESUROL PRO	7,1 €/kg
METAREX INO	4,28 €/kg
METAREX RG	3,77 €/kg
MILAGRO	34,23 €/L
MINARIX	8,7 €/L
MIX-IN	2,76 €/L
NICANOR	435,79 €/kg
NIKEYL	18,1 €/L
NIRVANA	18 €/L
NIRVANA S	17,82 €/L
NISSHIN PREMIUM 6 OD	39 €/L
NOVALL	33 €/L
OGIVE	55 €/L
OPUS	38,79 €/L
OVALO	0,32 €/kg
Pakito	0,32 €/kg
PALEDOR	0,8 €/kg
phydeal	11 €/L
PIANO	49 €/L
PICOSOLO	155 €/kg
PIROGUE	20 €/L
PRO PLEX 450	12 €/L
PROSARO	50 €/L
PROWL	12 €/L
PROWL 400	13 €/L

PUMA LS	46,65 €/L
PYROS	12 €/L
PYROS EW	19 €/L
RACER FL	35 €/L
RACER ME	27,6 €/L
RAPSAN 500 SC	35 €/L
REGLONE 2	13,5 €/L
RETRIEVE 20	29 €/L
ROCKET	0,4 €/kg
ROUNDUP 680	12 €/kg
ROUNDUP INNOVERT	8,84 €/L
RUBIS	40,5 €/L
Rubisko	0,32 €/kg
RUBRIC	34,3 €/L
SALVO 480	8 €/L
Scenario	0,32 €/kg
SL Tonyx	18 €/kg
SLUXX HP	4,02 €/kg
SOJAL	7,72 €/L
Solution azotée 30%	0,29 €/kg
Solution azotée 35%	0,28 €/L
Solution azotée 39%	0,28 €/kg
SPELEO	1349 €/kg
STARANE 200	25 €/L
STARANE GOLD	21,12 €/L
STARTER	121,25 €/L
STRATOS ULTRA	23 €/L
Sulfate d'ammoniaque	0,29 €/kg
Sulfonitrate	0,29 €/kg
SUNSHINE	0,81 €/kg
Superphosphate 18%	0,25 €/kg
Superphosphate 45%	0,39 €/kg
sweet	0,32 €/kg
TABLO 700	11 €/L
TERPAL	12 €/L
TOMIGAN 20	22,6 €/L
TRAVELLING	0,85 €/kg
TRAXOS PRATIC	30 €/L
TUTTI	30 €/kg
U 46 D	6,23 €/L
UNIX MAX	18 €/L
Urée	0,39 €/kg
VG Tonyx	14,2 €/L
VIVERDA	40,5 €/L

Tableau 17 : Valeurs brutes des indicateurs

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Moyenne
Temps de travail Total (h/ha)	1,68	3,79	4,32	4,79	3,31	3,86	2,84	4,58	5,55	3,86
Nombre de passages Total	14,14	14,90	13,67	12,49	11,29	14,60	13,00	14,30	12,83	13,47
Consommation Carburant (L/ha)	38,58	71,25	80,63	71,98	90,03	75,23	52,40	66,97	60,52	67,51
N Total (kg N/ha)	132,20	140,88	155,19	130,65	196,39	132,46	181,55	152,81	205,58	158,63
IFT Herbicide	1,77	2,39	1,50	1,19	1,34	2,02	0,83	1,87	1,13	1,56
IFT Fongicide	0,64	1,09	0,80	1,18	0,28	0,89	0,99	0,99	0,78	0,85
IFT Insecticide	0,10	1,36	1,29	0,26	0,53	0,60	0,41	0,20	0,00	0,53
IFT Total	3,12	5,25	3,83	2,63	2,43	3,75	2,70	3,71	1,92	3,26
Ch Intrants Total (€/ha)	308,41	378,03	336,39	341,40	261,76	439,95	307,02	447,96	456,92	364,20
Ch Engrais (€/ha)	120,62	146,66	127,67	161,93	120,33	207,36	149,73	187,03	233,00	161,59
Ch Phytos (€/ha)	110,98	155,86	136,53	120,75	89,19	151,33	103,50	169,30	68,84	122,92
Ch Herbicides (€/ha)	62,44	83,25	79,11	54,89	51,97	86,35	32,66	84,67	46,93	64,70
Ch Fongicides (€/ha)	28,17	45,31	41,74	51,44	30,09	47,63	49,05	64,53	21,91	42,21
Ch Insecticides (€/ha)	2,35	17,36	9,33	12,09	1,33	6,24	6,11	7,86	0,00	6,96
Ch Méca (€/ha)	252,35	235,48	267,89	176,14	365,99	234,10	265,64	244,32	224,90	251,87
Produit brut (€/ha)	1139,16	1109,90	1168,83	1255,75	1115,21	1094,30	1179,92	1196,50	1529,52	1198,79
Marge Directe hors aides (€/ha)	580,96	496,39	564,56	738,21	518,67	420,25	607,26	504,22	847,69	586,47
Efficience economique des intrants	2,69	1,94	2,47	2,68	3,26	1,49	2,84	1,67	2,35	2,38
Efficience economique des charges opé.	1,03	0,81	0,93	1,43	0,78	0,62	1,06	0,73	1,24	0,96
Consommation Energie Primaire Totale (MJ/ha)	10698,10	13123,90	11823,67	12482,67	13576,71	11190,00	13686,33	18682,40	28928,67	14910,27
Consommation Energie Primaire Fertilisants (MJ/ha)	7907,00	8703,30	7059,00	8295,17	8699,00	6684,80	10602,00	9530,80	14294,67	9086,19
Consommation Energie Primaire Carburants (MJ/ha)	1764,30	3258,30	3687,17	3291,17	4117,29	3440,60	2396,33	3062,40	2768,00	3087,28
Consommation Energie Primaire Phytos (MJ/ha)	563,10	554,40	335,17	257,67	197,43	406,60	212,33	484,80	393,00	378,28
Production Energie Brute (MJ/ha)	67615,20	98401,40	89202,16	142582,50	104132,57	98309,00	108907,50	109700,80	139007,00	106428,68
Efficience énergétique (production/consommation)	6,32	7,50	7,54	11,42	7,67	8,79	7,96	5,87	4,81	7,54
Emissions GES Totales (kgéqCO2/ha)	1614,20	1838,60	1883,33	1784,33	2238,29	1902,20	2266,00	1968,40	2710,33	2022,85
Satisfaction désherbage du blé	5,50	6,50	6,00	7,50	5,00	7,00	6,00	7,50	NA	6,38

Tableau 18 : Ratios des indicateurs par rapport à la moyenne du groupe

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Moyenne
Temps de travail Total	0,44	0,98	1,12	1,24	0,86	1,00	0,73	1,19	1,44	1,00
Nombre de passages Total	1,05	1,11	1,01	0,93	0,84	1,08	0,97	1,06	0,95	1,00
Consommation Carburant	0,57	1,06	1,19	1,07	1,33	1,11	0,78	0,99	0,90	1,00
N Total	0,83	0,89	0,98	0,82	1,24	0,83	1,14	0,96	1,30	1,00
IFT Herbicide	1,14	1,53	0,96	0,76	0,86	1,30	0,53	1,20	0,73	1,00
IFT Fongicide	0,75	1,28	0,94	1,39	0,33	1,05	1,17	1,17	0,92	1,00
IFT Insecticide	0,18	2,58	2,45	0,49	1,01	1,14	0,78	0,38	0,00	1,00
IFT Total	0,96	1,61	1,18	0,81	0,75	1,15	0,83	1,14	0,59	1,00
Ch Intrants Total (€/ha)	0,85	1,04	0,92	0,94	0,72	1,21	0,84	1,23	1,25	1,00
Ch Engrais	0,75	0,91	0,79	1,00	0,74	1,28	0,93	1,16	1,44	1,00
Ch Phytos	0,90	1,27	1,11	0,98	0,73	1,23	0,84	1,38	0,56	1,00
Ch Herbicides (€/ha)	0,97	1,29	1,22	0,85	0,80	1,33	0,50	1,31	0,73	1,00
Ch Fongicides (€/ha)	0,67	1,07	0,99	1,22	0,71	1,13	1,16	1,53	0,52	1,00
Ch Insecticides (€/ha)	0,34	2,49	1,34	1,74	0,19	0,90	0,88	1,13	0,00	1,00
Ch Méca	1,00	0,93	1,06	0,70	1,45	0,93	1,05	0,97	0,89	1,00
Produit brut (€/ha)	0,95	0,93	0,98	1,05	0,93	0,91	0,98	1,00	1,28	1,00
Marge Directe hors aides	0,99	0,85	0,96	1,26	0,88	0,72	1,04	0,86	1,45	1,00
Efficiency economique des intrants	1,13	0,81	1,04	1,13	1,37	0,63	1,20	0,70	0,99	1,00
Efficiency economique des charges opé.	1,08	0,84	0,97	1,49	0,81	0,65	1,11	0,76	1,30	1,00
Consommation Energie Primaire Totale (MJ/ha)	0,72	0,88	0,79	0,84	0,91	0,75	0,92	1,25	1,94	1,00
Consommation Energie Primaire Fertilisants (MJ/ha)	0,87	0,96	0,78	0,91	0,96	0,74	1,17	1,05	1,57	1,00
Consommation Energie Primaire Carburants (MJ/ha)	0,57	1,06	1,19	1,07	1,33	1,11	0,78	0,99	0,90	1,00
Consommation Energie Primaire Phytos (MJ/ha)	1,49	1,47	0,89	0,68	0,52	1,07	0,56	1,28	1,04	1,00
Production Energie Brute (MJ/ha)	0,64	0,92	0,84	1,34	0,98	0,92	1,02	1,03	1,31	1,00
Efficiency énergétique (production/consommation)	0,84	0,99	1,00	1,51	1,02	1,16	1,06	0,78	0,64	1,00
Emissions GES Totales	0,80	0,91	0,93	0,88	1,11	0,94	1,12	0,97	1,34	1,00
Satisfaction désherbage du blé	0,86	1,02	0,94	1,18	0,78	1,10	0,94	1,18	NA	1,00

Annexe 7 : Rendements obtenus par les exploitants (en t/ha)

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Blé Tendre d'Hiver - Grain	7,3	7,8	7,7	7,6	7,2	7,6	8,1	7,1	9,2
Blé Tendre d'Hiver - Paille				2,5	2,5				
Colza d'Hiver - Grain	2	3,1	2,1				3,8		
Lentilles - Grain	1,6								
Luzerne - Graines	4,21								
Maïs - Grain				7,5	6			10,1	11,9
Œillette					0,7				
Orge de Printemps - Grain		6,3						7,1	
Orge d'Hiver - Grain	7,2				6	7,6	7,8		
Pois de Printemps - Grain	2,1		4,5			4,6			
Sorgho - Grain		5							
Tournesol - Grain		2,4	2	2,7	2,5	2,5	2,3	2,2	3,3



BOURBON, Arnaud, 2015, Impacts de l'adoption de techniques alternatives aux produits phytosanitaires sur la durabilité des systèmes de cultures - Etude des pratiques du réseau de fermes DEPHY de Charente-Maritime, 38 pages, Mémoire de fin d'études, Lempdes, 2015.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES:

- ♦ Chambre d'Agriculture de la Charente-Maritime (CA17)

ENCADRANTS :

- ♦ Maître de stage : GUERIN, Olivier (CA17)
- ♦ Tuteur pédagogique : VASSAL, Nathalie

OPTION : Agronomie, Productions Végétales et Environnement

RESUMÉ

Les réseaux de fermes DEPHY sont des maillons essentiels pour l'application et la mise au point de systèmes de cultures (SdC) économes en intrants. Ces mises au point supposent que l'application de ces pratiques se fasse de manière durable.

Cette étude cherche donc à déterminer l'impact d'une diminution des IFT (Indicateur de Fréquence des Traitements) sur la durabilité de SdC mis en place par les exploitations du réseau DEPHY de Charente-Maritime, en étudiant les pratiques mises en œuvre par les agriculteurs. Elle se base à l'échelle du SdC afin de pouvoir prendre en compte les pratiques des itinéraires techniques de l'ensemble des espèces cultivées, ainsi que l'effet des successions de cultures sur les bioagresseurs.

La détermination d'un SdC représentatif de chaque exploitation a permis d'une part de mettre en évidence les pratiques globales mises en œuvre par chaque agriculteur, et d'autre part de calculer des indicateurs à l'échelle du SdC pour évaluer la durabilité de ces pratiques.

Les SdC ayant diminué leurs IFT sont de natures très différentes. Cependant des points communs apparaissent dans la gestion des bioagresseurs : la diminution ou l'arrêt de cultures à hauts niveaux d'intrants (colza, pois), l'augmentation des surfaces en cultures de printemps sarclées à faible niveaux d'intrants (maïs, tournesol), le binage de ces cultures et l'application de doses réduites.

Mots clés : durabilité, systèmes de cultures, IFT, techniques alternatives, fermes DEPHY