



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**2014-2015**

**MASTER FAGE**  
**Biologie et Ecologie pour la Forêt,  
l'Agronomie et l'Environnement**

**Spécialité  
FGE-AE**

Réussir sa transition en agriculture de conservation des sols



**PESCHAUD MATHIEU**

Mémoire de stage, soutenu à Nancy le 01/09/2015

Michel, Denis, EXPERT Innovation Agronomie Expérimentation

Séverine, Piutti, Maître de conférences

Vivescia Services, 2 rue Clément Ader 51100 Reims

## **Remerciements**

Je remercie Michel Denis de m'avoir proposé cette mission qui a beaucoup enrichi ma vision de l'agronomie. Le travail réalisé au sein de la coopérative me sera très utile par la suite lors de la reprise de l'exploitation agricole familiale.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe de Vivescia pour son accueil et leur sympathie pendant toute la durée du stage.

J'adresse particulièrement mes remerciements à Thomas Theillier et Franck Baechler pour leur aide lors de la conception du questionnaire mais aussi à tous les agriculteurs pour leur collaboration, leur patience et leur disponibilité lors du travail d'enquête.

## Sommaire

Remerciements .....	2
Introduction .....	4
1. Matériel et Méthode .....	7
1.1. Région de l'étude .....	7
1.2. Elaboration du questionnaire .....	8
1.2.1. Construction des hypothèses .....	8
1.2.2. Population et choix du questionnaire .....	8
1.2.3. Conception .....	9
1.2.4. Test du questionnaire .....	9
1.3. Tests statistiques .....	10
2. Résultats .....	10
2.1. Impact de la variabilité structurelle et édaphique sur les pratiques agricoles.....	11
2.2. Impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire des cultures .....	12
2.2.1. La gestion de la flore adventice.....	12
2.2.2. La gestion des ravageurs .....	15
2.2.3. La gestion des maladies.....	17
2.3. Impact des pratiques agricoles sur la gestion de l'azote.....	17
2.3.1. Le travail du sol.....	17
2.3.2. La couverture du sol .....	17
2.3.3. La rotation : l'introduction de légumineuse avec pour exemple le pois .....	18
3. Discussion .....	18
3.1. Impact de la variabilité structurelle et édaphique sur les pratiques agricoles.....	18
3.2. Impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire des cultures .....	19
3.2.1. Gestion de la flore adventice .....	19
3.2.2. La gestion des ravageurs .....	20
3.2.3. La gestion des maladies.....	21
3.3. Impact des pratiques agricoles sur la gestion de l'azote.....	22
3.4. Etablissement des règles à suivre pour réussir sa transition en AC.....	22
Conclusion.....	24
Bibliographie.....	25
Annexes .....	28
Annexe 1. Impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire des cultures et la gestion de l'azote.....	28
Annexe2. Rotations types référencées sur le territoire de Vivescia.....	29
Annexe 3. Exemples de rotation permettant le développement d'intercultures.....	29

# Introduction

## Contexte

Au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, la France se trouve dans un contexte d'explosion démographique et se doit d'être autosuffisante d'un point de vue alimentaire. L'arrivée de la chimie et la modernisation du matériel agricole, par le développement de la mécanisation ont permis l'essor de l'agriculture française. Cependant, de nombreuses externalités négatives émergent de part l'artificialisation des agro écosystèmes : pollution des eaux par l'utilisation massive de produits phytosanitaires, dégradations des sols et du paysage, consommation énergétique excessive.

Aujourd'hui, face à la demande sociétale et à la réglementation il est nécessaire de concevoir des systèmes de cultures innovant pour répondre aux enjeux environnementaux suivants :

- L'économie d'intrants, plan Ecophyto 2018 : diminuer les engrais de synthèse et l'utilisation de phosphore puis réduire de 50 % l'utilisation de produits phytosanitaires (Butault, 2010)
- L'efficacité énergétique : la France doit diminuer de 40% les gaz à effet de serre et réduire de 30% la consommation d'énergie fossile (ADEME 2015).
- Préserver la biodiversité dans les campagnes et la fertilité des sols (Kremen et al. 2012, Tilman et al. 2002).

Les exploitations agricoles sont aussi contraintes à de fortes pressions économiques. En effet, les charges liées au matériel et aux intrants augmentent plus rapidement que la valorisation des produits (Van Der Ploeg, 2010). Ainsi les agriculteurs ont tendances à vouloir augmenter leurs surfaces agricoles, tout en réduisant les charges de mécanisation afin d'être plus rentable.

## Trois principaux modèles agricoles faces à ces enjeux.

Le modèle de référence : longtemps considéré comme une sécurité pour la production agricole en milieu tempéré, le labour améliore les propriétés physiques du sol (meilleure circulation de l'eau et de l'air) afin de garantir la mise en place des cultures et le bon fonctionnement de leurs racines (Roger-Estrade et al. 2010). L'auteur souligne aussi que la réduction du nombre d'adventices et de certains bioagresseurs telluriques est réelle.

Cependant, c'est ce modèle qui est à l'origine des enjeux énoncés ci dessus, il est alors impératif d'évoluer vers d'autres systèmes de cultures plus innovant (Meynard et al. 2012).

Le modèle étalon : un tiers de la surface en grandes cultures est conduit en Techniques Culturelles Simplifiées (TCS), c'est-à-dire sans labour (Labreuche et al. 2008). La réduction des charges de mécanisation et le temps économisé sont les principales motivations des agriculteurs à l'emploi des TCS (Lahmar, 2010). Cependant, la dégradation de la structure du sol et le développement des populations d'adventices et de ravageurs sont réels, puisque l'action corrective de certaines erreurs agronomiques par le labour n'est plus possible (Soane et al. 2012).

Le modèle de rupture : est candidat à relever ces défis avec l'agriculture de conservation (AC). L'AC s'appuie sur des régulations écologiques qui permettent de diminuer l'artificialisation du milieu. La réduction de la consommation des énergies fossiles de 60 à 75% est à noter (Labreuche et al. 2011) tout comme le maintien de la fertilité des sols et la préservation de la diversité de l'écosystème (Scopel et al. 2013).

Originnaire des pays du sud pour lutter contre l'érosion, l'AC s'appuie sur trois piliers essentiels : la couverture maximale des sols, le travail réduit du sol (TCS très superficielles à semis direct : SD) et des rotations longues et diversifiées (FAO 2001). La diffusion de cette agriculture dans l'ouest européen reste néanmoins ralentie par le manque de connaissances de ses effets dans les conditions pédoclimatiques spécifiques de nos régions (Van Den Bossche et al. 2009).

Des travaux de recherches émergent afin d'évaluer les vertus de ce système dans nos régions.

## **Les fonctionnalités du sol au travers de deux modèles opposés : avec et sans travail du sol**

### **Le carbone**

La relation carbone et stabilité structurale est bien connue (Ball et al. 1996). Le travail du sol, favorise une activité de minéralisation rapide, transformant le carbone organique en CO<sub>2</sub> alors que le non travail du sol, permet une activité de minéralisation plus lente faisant évoluer le carbone en humus stable (Bernoux et al. 2006).

Roger-Estrade (2011) souligne alors que le non travail du sol permet une meilleure stabilité structurale, améliorant ainsi la prospection racinaire des plantes.

Le travail du sol à court terme peut favoriser la structure du sol (Roger-Estrade 2010). Cependant, à long terme, des phénomènes d'érosion et de battance apparaissent par manque d'humus stable. Le milieu devient alors défavorable pour les plantes cultivées.

### **L'azote**

Dimassi et al. (2013) démontrent que le non travail du sol influe sur la dynamique de l'azote. En effet, l'azote organique du sol est plus importante de 27% dans les 5 premiers centimètres en non travail du sol. Cette quantité plus forte est due à une vitesse de minéralisation plus lente de 66% à 75% selon la nature des résidus de cultures (Dimassi et al. 2013 et Van Den Bossche et al. 2009).

Le potentiel de lessivage de l'azote plus faible améliore ainsi la fertilité des sols. En effet, en favorisant l'accumulation lente des nutriments, sous forme organique facilement minéralisable, l'apport d'engrais pourrait être diminué en travail du sol réduit (Gruber et al. 2011 ; Van Den Bossche et al. 2009)

### **Maintient de la diversité de la macrofaune et régulation des ravageurs**

Le travail du sol diminue l'abondance et la diversité des vers de terre respectivement de 60% et 15% (van Capelle et al. 2012). Or ces derniers sont considérés comme les ingénieurs du sol puisqu'ils représentent la biomasse animale la plus importante de ce compartiment et ont un rôle primordial dans la fragmentation de la matière organique et de la structuration du sol (Lavelle 1997). Le non travail du sol permet leur retour (Pelosi et al. 2006).

Enfin, la non perturbation du sol permet également le retour des carabidés, qui sont de très bon indicateur de perturbation de milieu. Ces derniers ont un rôle d'auxiliaires de cultures en exerçant un biocontrôle efficace sur les limaces et/ou les pucerons (Kromp 1999).

Nous sommes en phase avec un système de production vertueux et beaucoup plus respectueux de l'environnement puisqu'en préservant les fonctionnalités de l'écosystème de nombreux services écosystémiques s'offrent à la plante cultivée. La diminution de produits phytosanitaires et de la consommation énergétique tout en maintenant un niveau de productivité élevée sont bien au rendez-vous.

## **Problématique**

La période de transition vers une agriculture de conservation des sols n'est pas simple. Les facteurs influençant le choix d'une AC tels que : la gestion des adventices, des ravageurs, des maladies mais aussi de la diminution des engrais de synthèse et la diminution des produits phytosanitaires peuvent aussi se transformer en contraintes (Lhamar et al. 2010). En effet le passage d'un système en labour à l'agriculture de conservation n'est pas qu'une simple question de changement technique.

La réalisation d'un tel système nécessite de percevoir cette transition comme un investissement dans le capital sol. Le raisonnement du système de culture dans sa globalité, sans fragmenter les cultures et en s'appuyant sur des leviers agronomiques est primordial afin de rétablir l'équilibre de l'agro-écosystème. La nécessité d'accompagner les agriculteurs par le monde de la recherche et par des groupes coopératifs est alors nécessaire.

La rédaction de ce rapport conduit à la problématique suivante : comment accompagner au mieux les agriculteurs vers des systèmes de production innovant pour répondre aux grands défis de l'agriculture de demain ? Nous nous appuyerons sur le cas de la transition vers une agriculture de conservation des sols.

## **Organisme d'accueil**

Le groupe coopératif agricole et alimentaire Vivescia intègre l'ensemble de la filière du consommateur au producteur. Sa principale ambition est de créer et de produire des solutions agri-industrielles durables permettant d'augmenter le revenu des adhérents en répondant aux attentes des clients et de la société. Le pôle Vivescia services de Troyes a pour objectif l'accompagnement des agriculteurs et éleveurs dans une démarche d'agriculture durable en proposant des solutions agricoles innovantes.

La création de réseaux d'agriculteurs, tel que le club VivesciAgrosol, permet le suivi de ces derniers afin de faciliter la réalisation de pratiques agricoles nouvelles dans le but de produire différemment avec notamment la pratique de l'agriculture de conservation. Les réseaux sont aussi là pour répondre à l'attente des agriculteurs par l'intermédiaire de conseils. Initialement les objectifs économiques s'élargissent au domaine de l'environnement et du social conduisant les réseaux sur les rails de l'agroécologie. La phase de diffusion au sein des groupes mais aussi à d'autres agriculteurs reste primordiale afin de disséminer ces pratiques agricoles innovantes à l'échelle régionale voir nationale. Le groupe VivesciAgrosol regroupe alors une centaine d'agriculteurs précurseurs de l'agriculture de conservation des sols et de techniques innovantes.

## **Missions et objectifs**

Mon objectif a été d'élaborer un guide technique, à partir d'un travail d'enquête sur les membres du groupe VivesciAgrosol afin d'accompagner les agriculteurs désirant réaliser leur transition vers la conservation des sols.

(1) Ma première mission a donc été de concevoir un questionnaire de la manière la plus pertinente possible afin de pouvoir interroger le plus grand nombre d'agriculteurs membres du groupe VivesciAgrosol. (2) Ma seconde mission a été de réaliser le travail d'enquête qui s'est déroulé par entretien téléphonique. (3) Ma troisième mission fût l'analyse des données récoltées afin d'établir les points cruciaux pour réussir sa transition en agriculture de conservation des sols. (4) Enfin ma dernière mission a consisté à vulgariser les résultats obtenus en règles de décision à suivre pour la réaliser le document suivant « réussir sa transition vers une agriculture de conservation des sols ».

# 1. Matériel et Méthode

## 1.1. Région de l'étude

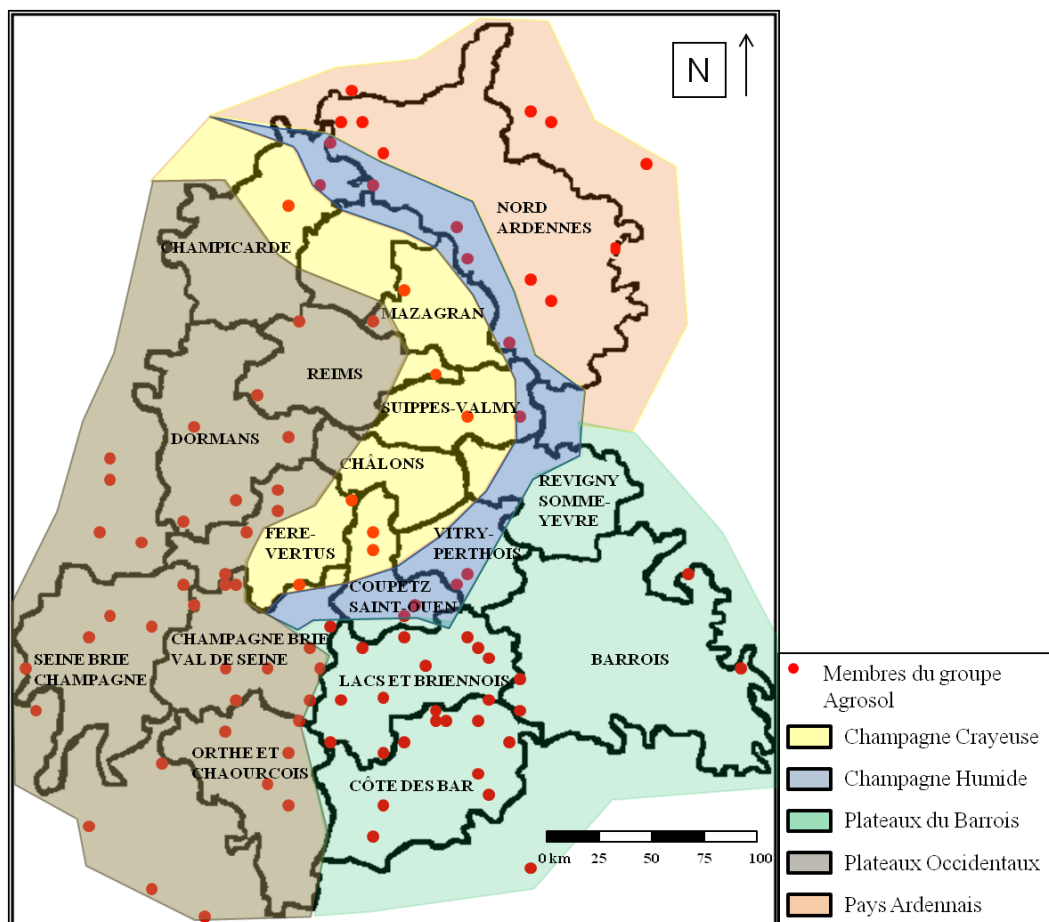


Figure 1. Carte de la répartition des membres du groupe VivesciAgrosol.

La forte dispersion des membres du réseau VivesciAgrosol sur le territoire résulte d'une grande variabilité de situations des exploitations. En effet nous pouvons distinguer 5 grands contextes pédo-climatiques différents. La Champagne crayeuse, qui comme son nom l'indique se situe sur un substrat de craie conduisant à des rendzines sur craie peu profond, les précipitations moyennes annuelles sont de 730 mm et la température moyenne annuelle est de  $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>. La Champagne humide possède un sous sol largement composé de roches argileuses et marneuses résultant d'une forte proportion de sol à tendance hydromorphe, sa pluviométrie annuelle est de 810 mm et sa température annuelle moyenne de  $10,5^{\circ}\text{C}$ <sup>2</sup>. Le territoire du Pays Ardennais possède une grande proportion de sol limono argileux profond, les précipitations moyennes annuelles sont de 988 mm et la température moyenne annuelle est de  $9,5^{\circ}\text{C}$ <sup>3</sup>. Le plateau du Barrois est essentiellement composé de sols argilo-calcaires superficiels, la pluviométrie annuelle moyenne est de 975 mm et la température annuelle moyenne est de  $9,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>4</sup>. Enfin le Plateau Occidental où l'on retrouve des sols en grande partie hydromorphe et brunifiés, possède une pluviométrie annuelle moyenne de 750 mm et une température annuelle moyenne de  $10,5^{\circ}\text{C}$ <sup>5</sup>.

<sup>1</sup> [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/B\\_43.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/B_43.pdf)

<sup>2</sup> [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/B\\_51.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/B_51.pdf)

<sup>3</sup> [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/C\\_11.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/C_11.pdf)

<sup>4</sup> [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/C\\_20.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/C_20.pdf)

<sup>5</sup> [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/B\\_42.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/B_42.pdf)



La grande variabilité des contextes pédoclimatiques est à prendre en compte lors de la phase d'élaboration du questionnaire afin de proposer des choix de réponses adaptés aux pratiques agricoles connues dans ces différentes régions.

## **1.2. Elaboration du questionnaire**

### **1.2.1. Construction des hypothèses**

Deux échelles différentes sont à distinguer. La première échelle va conditionner le choix des agriculteurs sans laisser sans véritablement de marge de manœuvre, facilitant ainsi ou non la transition vers une agriculture de conservation des sols. Nous nous sommes appuyés sur les hypothèses suivantes :

- La variabilité structurelle (SAU) conditionne les pratiques agricoles (type de travail du sol, nombre de cultures, année de transition). Une SAU importante favorise une réduction précoce du travail du sol et un nombre plus important de cultures.
- La variabilité édaphique conditionne les pratiques agricoles. Le substrat pédologique détermine le nombre de cultures, le type de travail du sol et l'année de transition vers la réduction du travail du sol

La deuxième échelle concerne l'impact des pratiques agricoles, qui peuvent facilement être modulable et faciliter ou non la transition vers l'agriculture de conservation des sols :

- Le travail réduit du sol et l'incorporation de couvert d'intercultures impactent l'état sanitaire des cultures.
- Les rotations courtes et peu diversifiées impactent l'état sanitaire des cultures.
- L'intégration de couverts d'interculture, le type et leurs gestions peut impacter la fertilisation des cultures.
- Le travail réduit du sol et l'incorporation de couvert d'intercultures impactent l'implantation des cultures

### **1.2.2. Population et choix du questionnaire**

Les 104 agriculteurs appartenant au groupe VIVESCIAgrosol représente la population étudiée. Du fait de la grande dispersion de la population sur le territoire, et de la contrainte temps/effectifs, le choix d'un questionnaire à choix restreints par téléphone a été convenu avec Thomas Theillier (Responsable Intelligence Marketing, Vivescia Reims). Pour un intervalle de confiance de 90% nous avons fixé un nombre de 75 questionnaires retours, au minimum, pour obtenir des résultats significatifs à 10% par la formule suivante ci-dessous. Au total, 75 personnes ont été enquêtées.

$$n = \frac{t^2 N}{t^2 + (2e)^2(N - 1)}$$

$N$  : Taille de la population-mère

$n$  : Taille de l'échantillon

$t$  : Coefficient de marge dans la table de Student (ici  $t = 1,645$  pour un seuil de 90%)

$e$  : Marge d'erreur que l'on se donne pour la grandeur que l'on veut estimer (ici 5%)

Le questionnaire à réponses fermées, à contrario du questionnaire à réponses ouvertes, permet une analyse statistique plus aisée du fait d'une moins grande variabilité d'arguments par la présence de réponses dichotomiques et ordonnées. Ces réponses sont transformées respectivement par la suite en variables qualitatives nominales et ordinales.

Cependant, il est important de noter que tous les agriculteurs n'ont pas commencé la transition en même temps. De ce fait certains sont plus avancés que d'autres, et n'ont pas forcément les mêmes objectifs et les mêmes pratiques. De plus les contextes pédoclimatiques variés accentuent ces différences. Or, l'élaboration des choix de réponses est d'autant plus complexe que la variabilité de la population est forte.

### **1.2.3. Conception**

La conception du questionnaire s'est alors faite en deux temps. Dans un premier temps une analyse de la littérature (Lahmar, 2010 ; Knowler et al. 2007 ; McRobert et al. 2010) nous a permis de confronter et d'affirmer nos hypothèses énoncées ci dessus. De plus cette analyse nous a permis de poser l'architecture du questionnaire :

- Un préambule : soit une partie descriptive avec le nom de l'agriculteur, la localisation, le type de sol majoritairement présent, la SAU, les principales plantes cultivées et le temps la date de transition vers la réduction du travail du sol.

Pour chaque plantes cultivées :

- Nous les interrogeons sur leurs pratiques agricoles : précédent, implantation d'un couvert, type de couvert, destruction du couvert, modification des apports azotés.
- Puis sur leurs techniques d'implantations : ameublissement profond, si oui quelle type de dent et la profondeur maximum de travail du sol.
- Enfin, nous leurs demandons si ils ont eu des difficultés dans la gestion de l'état sanitaire des cultures (adventices, ravageurs et maladies) et dans la gestion de l'azote.

Dans un second temps, plusieurs réunions-discussions de type "brainstorming" autour du sujet, avec mon maître de stage Michel Denis (Expert Innovation Agronomie expérimentation, Vivescia Troyes) ont été réalisées. Ces réunions nous ont permis d'étoffer les choix de réponses, par exemple si l'agriculteur rencontre un problème d'adventices, on lui demande ensuite quels types d'adventices il a rencontré. Idem pour les types de maladies et ravageurs s'il y a constatation de leur présence. Le but étant de déterminer si il y a des variations dans les populations (adventices, ravageurs, maladies) en fonction de la répartition des agriculteurs et/ou des pratiques agricoles en places sur leur exploitation (couverts d'interculture, type de travail du sol, rotation etc.)

Enfin la rencontre avec des personnes extérieures à l'enquête maîtrisant le sujet n'a pas été exclue. En effet, la rencontre avec Franck Baechler (Techniques Culturelles Innovantes, Chambre d'agriculture de Loir et Cher) nous a permis d'étoffer et/ou d'adapter les éventuels choix de réponse, notamment sur le choix de réponses des pratiques agricoles.

### **1.2.4. Test du questionnaire**

Une dizaine d'agriculteurs appartenant à la population mère a été choisi aléatoirement pour tester le questionnaire. Les principales caractéristiques retenues ont été :

- La compréhension des termes utilisés
- La complexité des questions
- L'ordre des questions
- La formulation des questions
- La longueur du questionnaire
- La fluidité du questionnaire

À partir des données du pré-test, nous avons pu élaborer la version définitive du questionnaire et ainsi commencer à interroger l'ensemble des enquêtés par téléphone. Au total 75 questionnaires ont été comptabilisés.

### 1.3. Tests statistiques

Deux ACMs (Analyse des Correspondances Multiples) ont été réalisés avec le logiciel R 3.1.2 et avec le package de Dray S. et Dufour A.D. (2007). Ce type d'analyse permet l'étude de variables qualitatives. La première ACM vise à déterminer si la SAU, variable structurelle conditionne les pratiques agricoles. Pour ce faire les variables SAU, année de transition, nombre de cultures et type de travail du sol ont été retenus pour sa réalisation. La seconde ACM quant à elle vise à déterminer si le substrat pédologique impacte les pratiques agricoles. Pour ce faire les variables type de sol, année de transition, nombre de cultures et type de travail du sol ont été retenus pour sa réalisation.

Pour les pratiques agricoles, grâce au logiciel Excel 2007, une note globale a été établie pour l'ensemble des plantes cultivées par l'agriculteur. Par exemple, pour la pression adventice de graminées, pour chaque culture que l'agriculteur implante, s'il a rencontré des soucis graminées dans cette culture, il obtient une note de 1 et dans le cas échéant une note de 0. On moyenne l'ensemble des cultures, on obtient alors une note entre 0 et 1. Si cette note dépasse 0,10 (soit 10%) on considère que l'agriculteur a des soucis de graminées. Le même principe a été appliqué pour les dicotylédones et vivaces mais aussi pour les ravageurs (rongeurs, limaces) et la gestion de l'azote (apport diminué et inchangé ; le seuil ici est placé à 0,5 soit 50%).

Le même principe de note a été établi pour la couverture du sol. Pour chaque plantes cultivées, nous connaissons le précédent. Si le laps de temps permet le développement d'un couvert entre les deux cultures (exemple pois d'hiver/blé ; blé/orge p ; escourgeon/blé) et que l'agriculteur en implante un, il obtient une note de 1, dans le cas échéant une note de 0. Si un l'agriculteur fait des récoltes tardives comme le tournesol, le maïs ou le chanvre, il ne peut pas planter de couvert. Cependant s'il implante une culture d'automne, il obtient une note de 0,5, dans le cas échéant 0. Nous obtenons alors une note entre 0 et 1, un barème a été établi :

Note  $\leq 0,4$  : faible couverture ;  $0,4 < \text{Note} \leq 0,6$  : moyenne ;  $0,6 >$  : importante

Ainsi, nous pouvons appliquer le test du khi 2 pour voir si nos niveaux de réponses sont statistiquement différents en fonction des pratiques agricoles (travail du sol, couverture du sol, rotation) sur l'état sanitaire (adventices, ravageurs et maladies) et sur la gestion de l'azote. Le seuil de significativité du test est de 0,1 d'après le nombre d'agriculteurs interrogés (75) et la marge d'erreur 5%.

$H_0$  : Les variables pratiques agricoles et état sanitaire (ou gestion de l'azote) sont indépendantes (p-value  $> 0,1$ ).

$H_1$  : Les variables PA et état sanitaire (ou gestion de l'azote) sont corrélées (p-value  $< 0,1$ ).

## 2. Résultats

Dans un premier temps, nous nous intéressons si la SAU, variable structurelle et le type de sol, variable édaphique conditionne le choix de certaines pratiques agricoles : type de travail du sol, l'année de transition et le nombre de cultures présentes dans l'assolement.

Dans un second temps, nous regarderons l'effet des pratiques agricoles et leurs impacts sur l'état sanitaire des cultures et sur la gestion de l'azote.

## 2.1. Impact de la variabilité structurelle et édaphique sur les pratiques agricoles

Le premier axe est principalement caractérisé par la SAU. Le second axe est principalement défini par le type de travail du sol (figure 2).

La variable structurelle ne conditionne pas les pratiques agricoles. En outre, les plus grosses exploitations n'ont pas forcément le plus de cultures, nous observons plutôt la tendance inverse : les petites exploitations [ $<150$ ] possèdent plus de six cultures alors que les plus grandes exploitations [ $>150$ ] possèdent au maximum six cultures.

Le type de travail du sol et l'année de transition vers la réduction du travail du sol ne sont pas impactés par la SAU. En effet, ces deux premières variables évoluent le long du deuxième axe alors que la SAU évolue le long du premier axe.

L'hypothèse de la variabilité structurelle qui conditionne le choix des pratiques agricoles est alors réfutée.

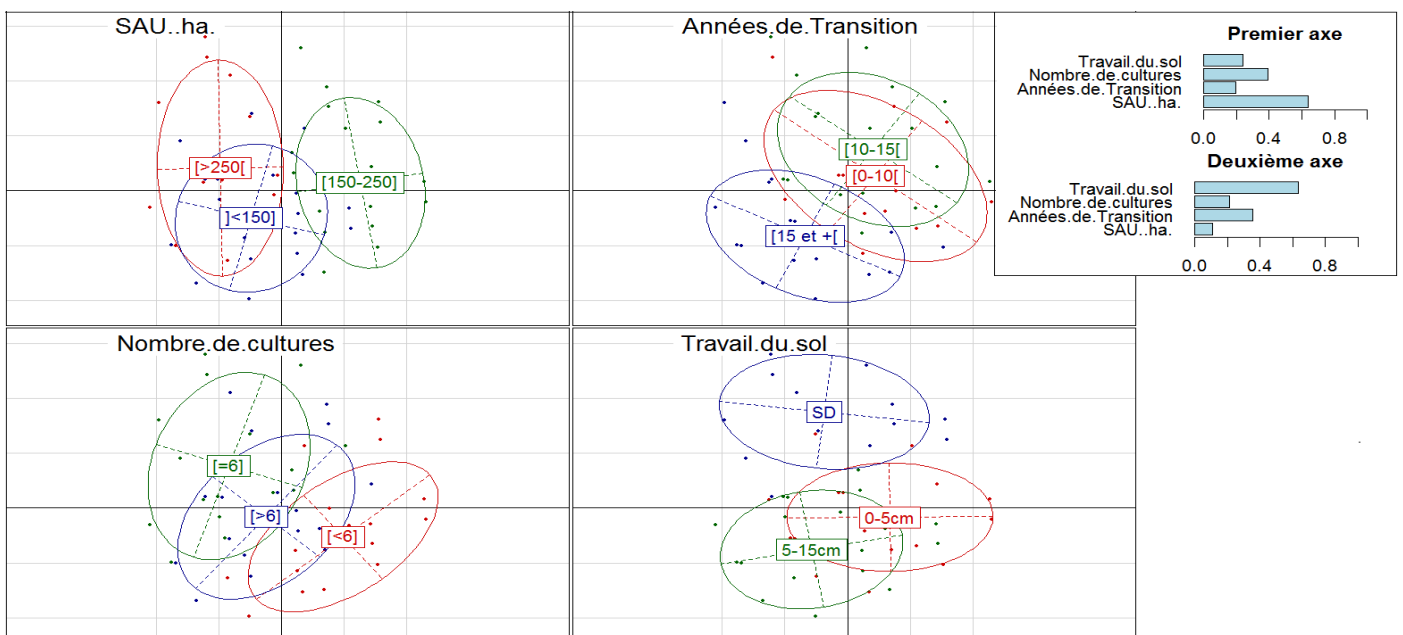


Figure 2. ACM des variables SAU [ $>250$ ha],[ $150-250$ ha],[ $<150$ ha] ; années de transition [ $15$  ans et +],[ $10-15$  ans],[ $0-10$  ans] ; nombres de cultures [ $<6$ ],[ $=6$ ],[ $>6$ ] et type de travail du sol [SD],[ $0-5$ cm],[ $5-15$ cm].

D'après la figure 3, les deux axes sont principalement expliqués par le type de sol. La variabilité édaphique conditionne le choix des pratiques agricoles. Trois grands groupes sont alors distingués :

- Le substrat limon argileux : les agriculteurs sur ce type de sol cultivent moins de six cultures. Ils ont commencé leur transition vers la réduction du travail du sol avec des TCS superficielles il y a 10 ans maximum.
- Le substrat argilo-calcaire : les exploitants sur ce type de sols cultivent six cultures. Ils ont commencé leur transition de réduction de travail du sol avec le semis direct il y a 10 à 15 ans.
- Le substrat craie : les agriculteurs sur ce type de sol cultivent plus de six cultures. Ils ont commencé leur transition vers la réduction du travail du sol avec des TCS profondes il y a plus de 15 ans.

L'hypothèse de la variabilité édaphique conditionnant le choix des pratiques agricoles est alors confirmée.

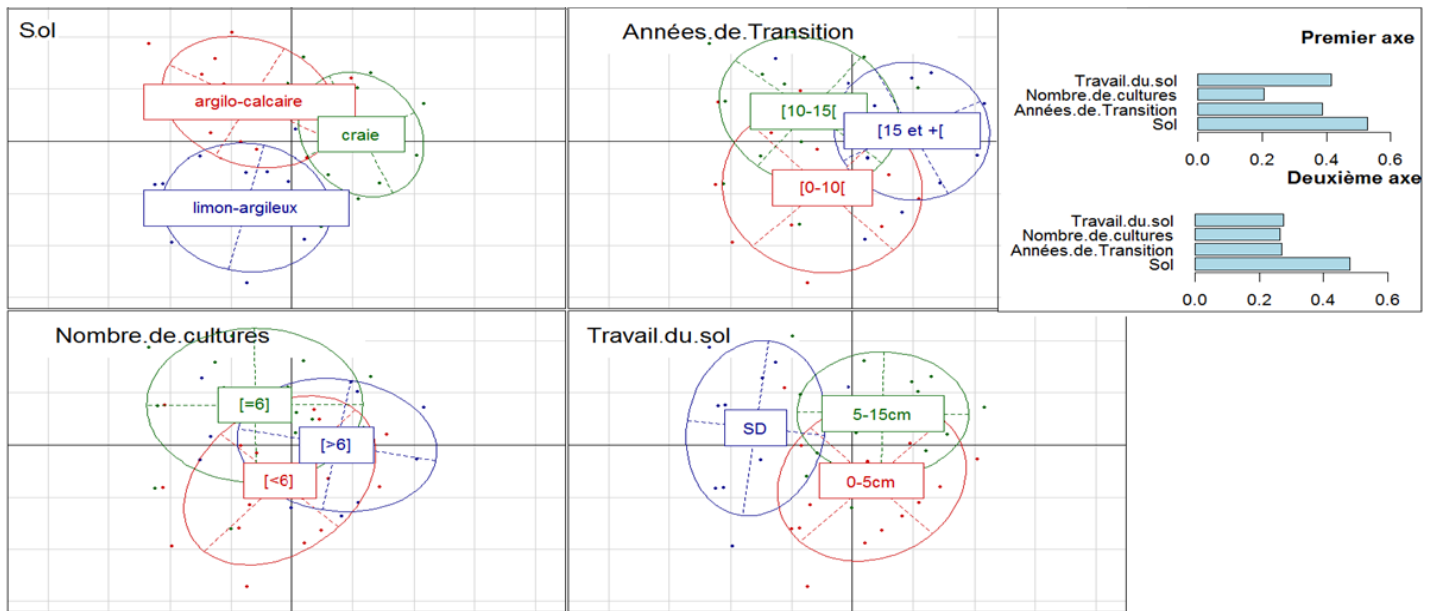


Figure 3. ACM des variables type de sol [craie],[limon-argileux],[argilo-calcaire] ; années de transition [15 ans et +],[10-15 ans],[0-10 ans[ ; nombres de cultures [<6],[=6],[>6] et type de travail du sol [SD],[0-5cm], [5-15cm].

Cependant, si la variabilité édaphique conditionne le choix des pratiques agricoles, nous pouvons alors nous demander si cette variabilité n'impacte elle pas indirectement l'état sanitaire des cultures à l'échelle de l'assolement par l'intermédiaire des différentes pratiques agricoles ? (type de travail du sol, nombre et type de cultures, couverture du sol etc).

## 2.2. Impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire des cultures

La synthèse des résultats des pratiques agricoles se trouve en annexe 1.

### 2.2.1. La gestion de la flore adventice

#### 2.2.1.1. L'impact du travail du sol sur la population d'adventices

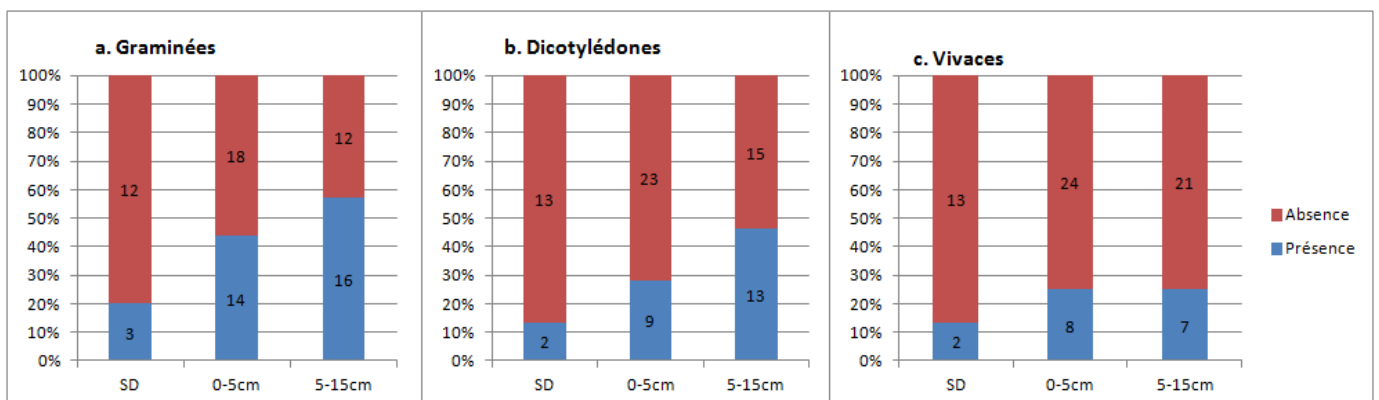


Figure 4. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du travail du sol sur la pression adventice de graminées (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,065 N=75), de dicotylédones (b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,085 N=75) et de vivaces (c ; P-value  $\chi^2$  test = 0,065 N=75).

Le type de travail de sol impacte la population adventice de graminées et de dicotylédones (figure 4). En effet, les agriculteurs interrogés pratiquant le semis direct (SD) déclarent avoir

deux à trois fois moins de soucis de graminées et de dicotylédones par rapport aux agriculteurs qui pratiquent respectivement des techniques culturales superficielles (0-5cm) et profondes (5-15cm).

En revanche, aucun effet significatif du travail du sol n'a été noté concernant la pression adventice de vivaces.

L'action corrective du labour afin d'enfouir les graines adventices n'est pas réalisé par l'emploi de TCS. Au contraire, ces techniques produisent un flux de terre qui favorise la germination de ces graines adventices. La réduction totale du travail du sol apparaît comme un moyen efficace de lutte, puisqu'aucun flux de terre n'est généré.

### 2.2.1.2. L'impact de la couverture du sol sur la population d'adventices

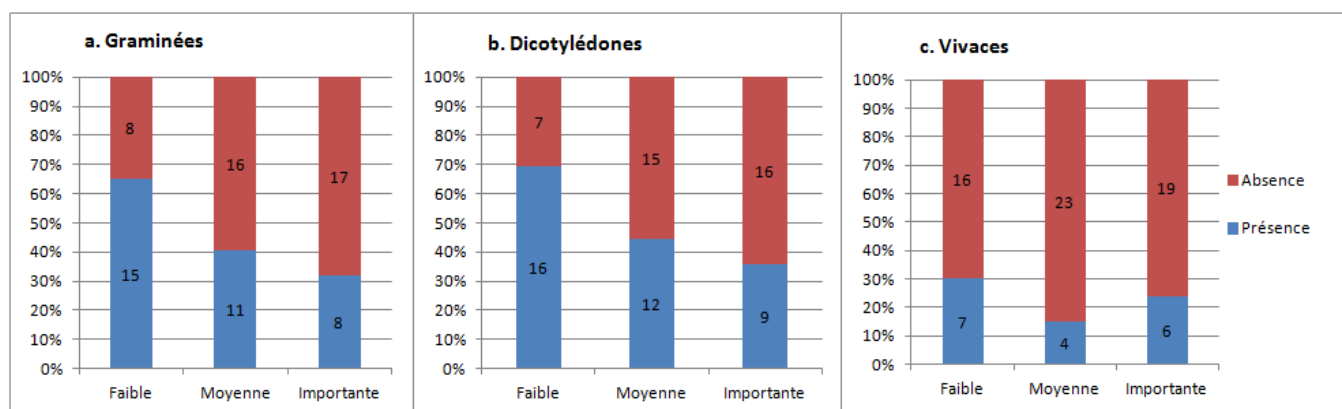


Figure 5. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact de la couverture du sol sur la pression adventice de graminées (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,058 N=75), de dicotylédones (b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,054 N=75) et de vivaces (c ; P-value  $\chi^2$  test = 0,499 N=75).

La couverture du sol impacte aussi la population adventice de graminées et de dicotylédones (figure 5). En effet, selon les agriculteurs interrogés, une couverture maximale du sol permet de diminuer par deux les soucis de graminées et de dicotylédones par rapport à une faible couverture du sol. En revanche, tout comme pour le travail du sol, une couverture plus ou moins importante du sol n'engendre pas d'écart significatif concernant la pression de vivaces.

La couverture permanente du sol est un point clé essentiel. En effet, elle rentre en compétition (lumière et ressources en eau et nutriments) avec les plantes adventices, ce qui peut empêcher la levée de ces dernières.

### 2.2.1.3. La rotation : à chaque plante cultivée sa spécificité

- Le tournesol et le chanvre comme levier contre les graminées

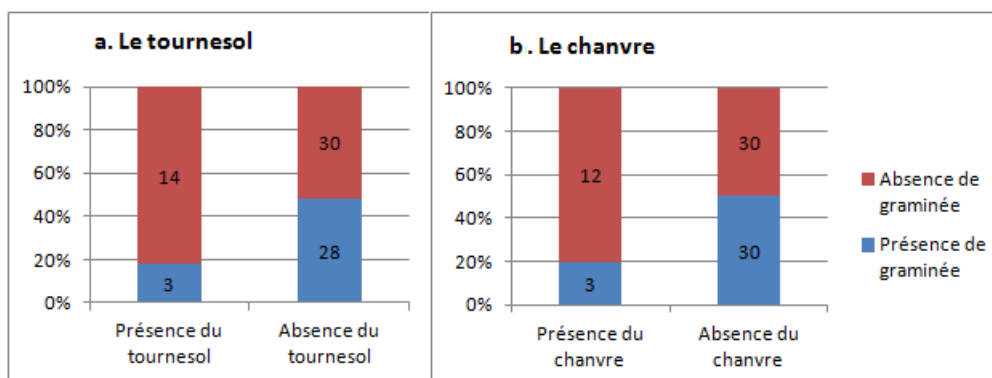


Figure 6. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du chanvre et du tournesol sur la pression adventice de graminées (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,048 N=75 ; et b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,071 N=75).

L'implantation de la culture de chanvre et de tournesol dans la rotation impactent la flore adventice de graminée (figure 6). En effet, selon les agriculteurs interrogés, l'incorporation de ces plantes à l'échelle de la rotation permet de diminuer par deux les soucis de graminées par rapport à une rotation plus classique, c'est-à-dire sans incorporation de ces cultures. Les cultures d'été ont un double avantage. D'une part elles s'implantent au printemps, ce qui permet un décalage au niveau du cycle des adventices et notamment ici avec les graminées. D'autre part, elle reste en place pendant la période estivale ce qui permet une compétition avec ces dernières limitant leur levée pendant cette saison.

- Le pois et le maïs comme levier contre les dicotylédones

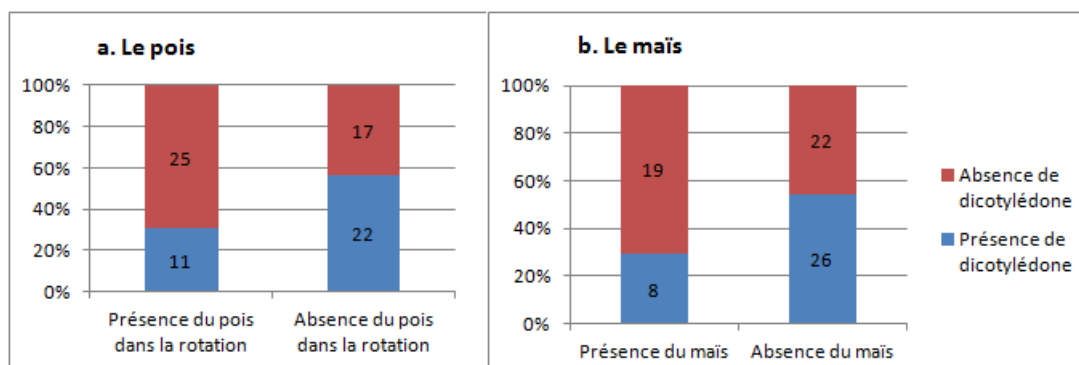


Figure 7. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du pois et du maïs sur la pression adventice de dicotylédones (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,043 N=75 ; et b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,070 N=75).

La culture du pois et du maïs impactent la pression adventice de dicotylédone (figure 7). En effet, selon les agriculteurs interrogés, l'incorporation de ces cultures à l'échelle de la rotation permet de diminuer par trois les soucis de dicotylédone par rapport à une rotation plus classique, sans implantation de ces cultures. Ici, le maïs tout comme pour le tournesol et le chanvre est une culture d'été. Elle a alors le double avantage de décaler le cycle des adventices au moment du semis de printemps et de couvrir le sol pendant la période estivale pour éviter toute levée de cette flore non désirée. Le pois d'hiver ou le pois de printemps permet aussi le décalage des dates de semis en automne par rapport au blé et au printemps par rapport à une orge de printemps.

- Le pois et le maïs comme levier contre les vivaces

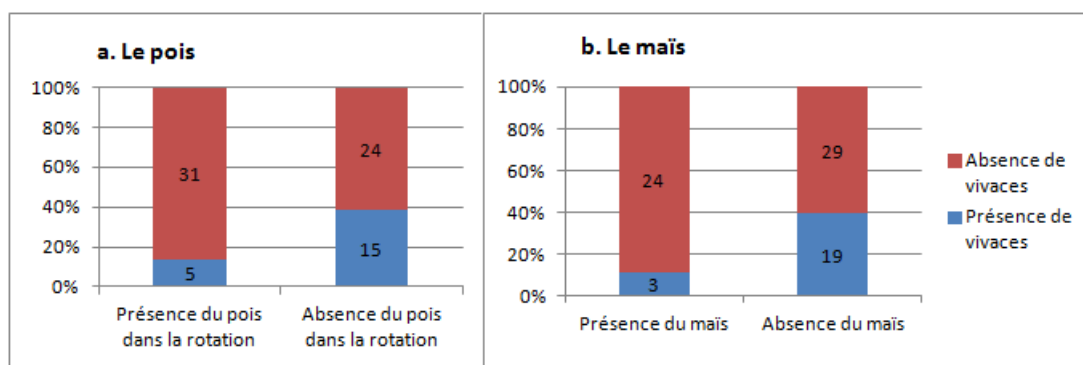


Figure 8. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du pois H et du maïs sur la pression adventice de vivaces (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,032 N=75 ; et b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,019 N=75).

La culture du pois et de maïs impactent aussi la pression de vivaces (figure 8) de part les mêmes avantages agronomiques cités ci-dessus. Les agriculteurs interrogés affirment alors réduire de moitié voir de  $\frac{1}{4}$  les soucis de vivaces en incorporant ces cultures dans la rotation.

Remarque : De manière globale, il est important de noter que plus l'on diversifiera la rotation, plus le type de plante cultivé permettra un décalage des cycles d'adventices au moment du semis. De plus, la diversité des plantes cultivées permet d'alterner les molécules herbicides limitant ainsi tout phénomène de résistance.

## 2.2.2. La gestion des ravageurs

Les principaux ravageurs recensés lors du travail d'enquêtes ont été les rongeurs, de type mulots, campagnols et souris, mais aussi les limaces.

### 2.2.2.1. L'impact du travail du sol sur la pression des principaux ravageurs

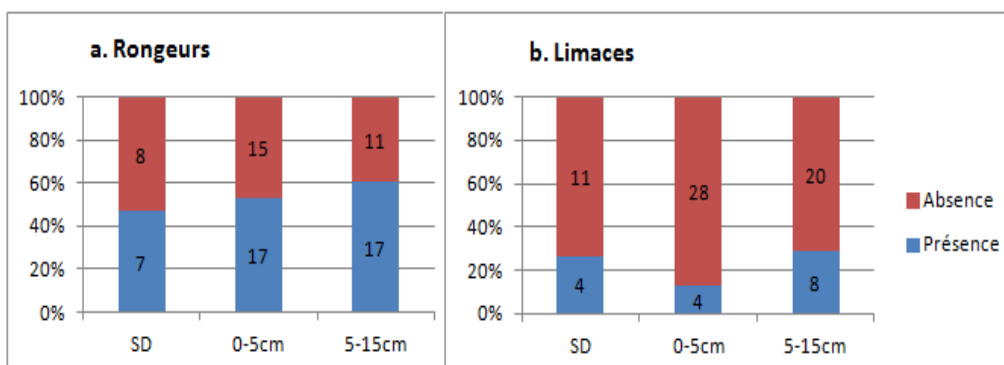


Figure 9. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du travail du sol sur la pression adventive de rongeurs (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,66 N=75) et de limaces (b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,27 N=75)

Le travail du sol n'a aucun effet sur la pression de rongeurs et de limaces (figure 9). Pourtant un travail du sol conséquent bouleverse les galeries des petits rongeurs et des limaces, ce qui peut être un moyen de lutte efficace mais non applicable en réduction du travail du sol. Aucun effet significatif est à noter, nous pouvons alors conclure que le travail du sol n'impacte pas la pression des deux principaux ravageurs recensés lors du travail d'enquête.

### 2.2.2.2. L'impact de la couverture du sol sur la pression des principaux ravageurs

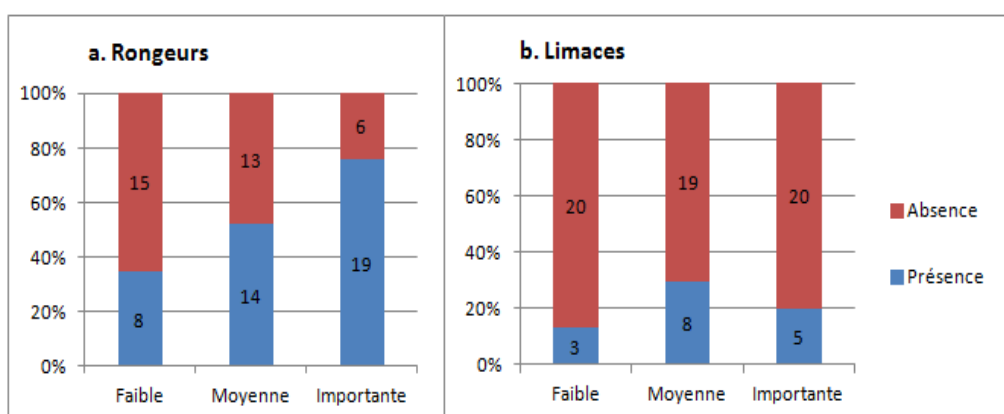


Figure 10. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact de la couverture du sol sur la pression de rongeurs (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,015 N=75); et de limaces (b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,354 N=75).

La couverture maximale du sol crée un habitat favorable pour les rongeurs et favorise leur présence (figure 10). En outre, 34% des agriculteurs interrogés rencontrent des soucis de rongeurs avec une faible couverture du sol contre 76% des agriculteurs interrogés ayant une forte couverture du sol. Cette pratique agricole augmente de plus du double les soucis de



rongeurs. En revanche, concernant la pression de limace, la couverture permanente du sol n'engendre pas de pression supplémentaire.

### 2.2.2.3. La rotation : l'effet des cultures sur les principaux ravageurs

#### • Les rongeurs

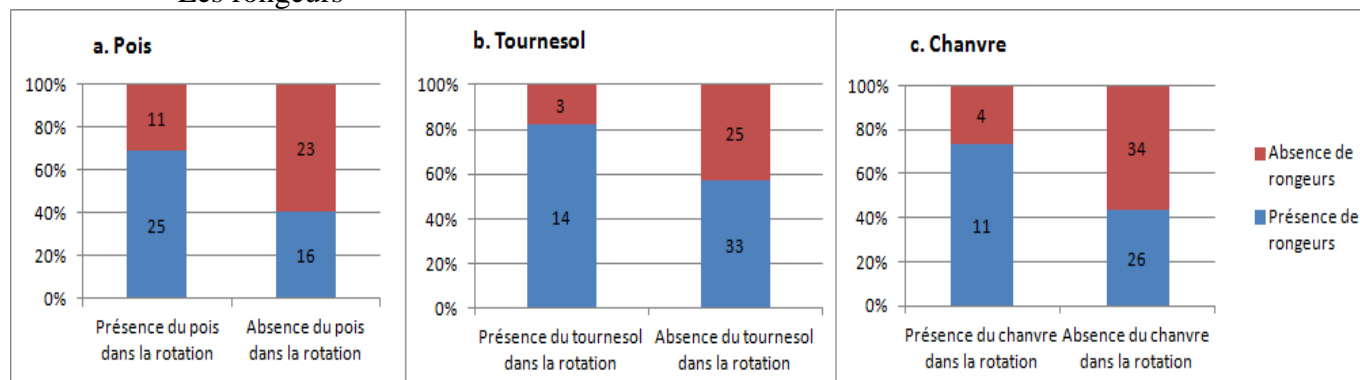


Figure 11. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du pois (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,025 N=75); du tournesol (b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,049 N=75) et du chanvre (c ; P-value  $\chi^2$  test = 0,047 N=75) sur la pression de rongeurs.

La culture de pois, de tournesol et de chanvre impactent la population de rongeurs (figure 11). En effet, le pois étant une légumineuse et donc riche en azote, rend la plante et ses résidus plus appétant. Ainsi, la pression de rongeurs est quasiment deux fois supérieure par rapport à une rotation n'incluant pas du pois.

La culture de chanvre et de tournesol sont des cultures à fort recouvrement. Elles constituent un habitat favorable et de refuge aux rongeurs, surtout pendant la période estivale après la récolte des céréales et du colza. Ainsi les dégâts liés à ces rongeurs peuvent doubler en présence de ces cultures dans l'assolement.

Remarque : La culture de maïs bien qu'elle est un fort pouvoir couvrant n'engendre pas de pression supplémentaire de rongeurs. En effet, elle est considérée comme répulsive aux rongeurs, le test de khi 2 donne une p value de 0,942 (effectifs 75).

#### • Les limaces

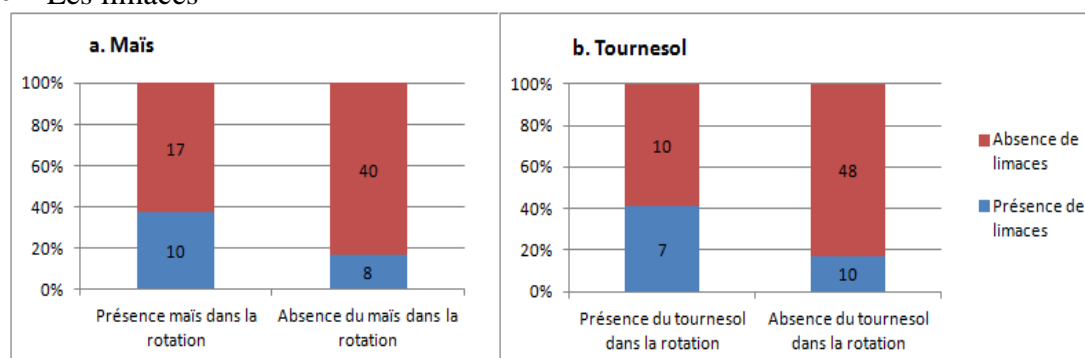


Figure 12. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du maïs (a ; P-value  $\chi^2$  test = 0,089 N=75) et du tournesol (b ; P-value  $\chi^2$  test = 0,081 N=75) sur la pression de limaces.

L'implantation du tournesol et du maïs dans la rotation, selon les agriculteurs interrogés peut doubler la pression de limaces (figure 12). Cette hausse de pression de ce ravageur peut s'expliquer par l'importante restitution des résidus de récolte de ces cultures, notamment pour le maïs grain, et leur date de récolte qui se réalise dans des conditions plus humide. Ces deux facteurs combinés peuvent créer un environnement favorable pour la limace.

En revanche les cultures de chanvre, ou toute la biomasse est exportée et les cultures de pois qui se récolte en saison estivale ne rencontrent pas de soucis de limaces. En effet le test de Khi 2 nous donne des p-values respectives de 0,889 et 0,919 (effectifs 75).

### 2.2.3. La gestion des maladies

Le travail d'enquêtes mené au sein du club VivesciAgrosol n'a recensé aucune maladie particulière. Nous pouvons conclure de ce travail que la transition vers une agriculture de conservation des sols n'engendre pas de pression supplémentaire de maladie.

## 2.3. Impact des pratiques agricoles sur la gestion de l'azote

La synthèse des résultats concernant la gestion de l'azote se trouve en annexe 1.

### 2.3.1. Le travail du sol

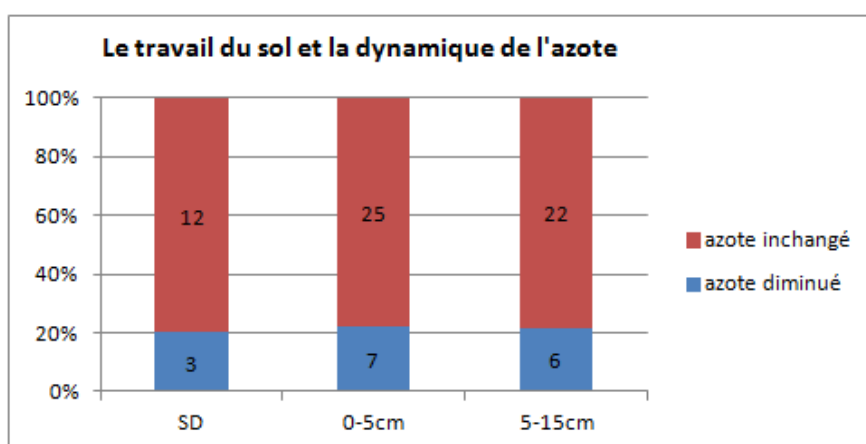


Figure 13. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact du travail du sol sur la gestion de l'azote (P-value  $\chi^2$  test = 0,989 N=75)

D'après les résultats de l'enquête, le travail du sol n'impact pas la dynamique de gestion de l'azote puisqu'aucun effet significatif n'est à noter (figure 13). Pourtant il a été souvent démontré dans la littérature que le travail du sol favorisait l'activité de minéralisation.

### 2.3.2. La couverture du sol

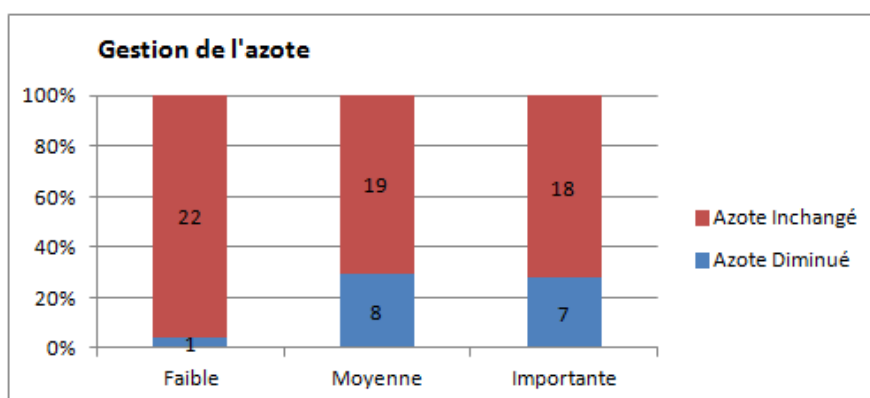


Figure 14. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact de la couverture du sol sur la gestion de l'azote (P-value  $\chi^2$  test = 0,044 N=75)

D'après la figure 14 la couverture du sol impact la gestion de l'azote au sein des exploitations. En outre, les agriculteurs qui commencent à couvrir leur sol de façon optimale (couverture

moyenne et importante) ont bien compris l'avantage des couverts multi-espèces à base de légumineuses et des couverts mono-espèce de légumineuse pure qui est de capitaliser de l'azote. Ainsi, d'après le résultat d'enquête un peu moins d'1/3 des agriculteurs ont diminué leurs apports azotés à l'échelle de l'assolement de part une couverture optimale de leurs surfaces.

### 2.3.3. La rotation : l'introduction de légumineuse avec pour exemple le pois

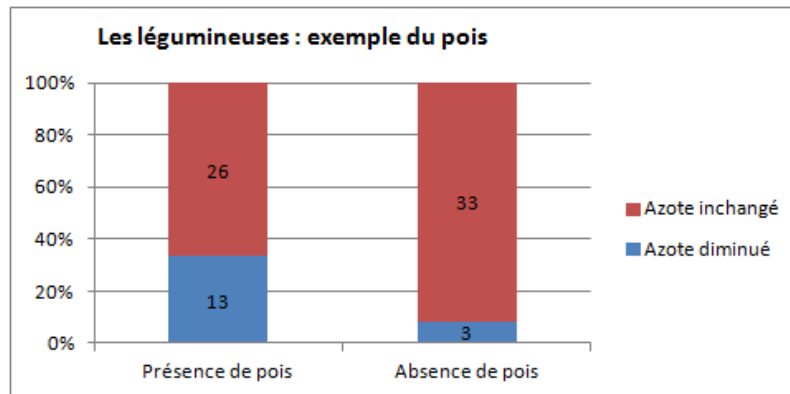


Figure 15. Résultats d'enquête des membres du groupe VivesciAgrosol de 2015 concernant l'impact des protéagineux sur la gestion de l'azote (P-value  $\chi^2$  test = 0,018 N=75)

La culture de pois impacte la gestion de l'azote au sein de l'assolement. En effet, cette culture étant une légumineuse, elle permet une capitalisation de l'azote dans le sol par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Ainsi 1/3 des agriculteurs interrogés qui cultivent du pois ont tendance à diminuer leurs apports azotés.

Remarque : D'autres cultures protéagineuses existent comme la féverole, le lupin, le soja. Ici seul le pois est présenté par le simple fait que c'est la seule culture protéagineuse cultivée.

## 3. Discussion

### 3.1. Impact de la variabilité structurelle et édaphique sur les pratiques agricoles

La SAU (variable structurelle) n'influe pas sur le choix des cultures et des pratiques agricoles associées. A contrario, ce sont les types de sol (variable édaphique) qui impactent le choix des cultures et donc des pratiques agricoles. Plus de 6 cultures sont généralement présentes dans les assolements en champagne crayeuse. En effet, les cultures de betterave, de pomme de terre, de luzerne et de chanvre sont très propices à ce genre de substrat (Garnotel 1981). Les cultures de betteraves et de pomme de terre conservent un travail du sol pour leur assurer leurs implantations (ITB 2008 et ARVALIS - Institut du végétal 2006). Ainsi, l'emploi des TCS profondes et superficielles restent majoritairement présentes en champagne crayeuse.

Les exploitations se situant sur substrat limon-argileux et argilo-calcaire exploitent en moyenne 6 cultures maximum. En effet les cultures de pomme de terre, betterave, luzerne et chanvre sont largement moins implantés sur ce genre de substrat, sauf pour les régions limitrophes (Garnotel 1981). De ce fait la conséquence sur la réduction du travail du sol est non négligeable en l'absence des cultures de pomme de terre et de betterave. L'évolution vers les TCS superficielles et le semis direct se fait alors plus naturellement.

Peu de références bibliographiques ont été trouvées concernant une transition plus précoce des exploitations sur substrat de craie par rapport aux autres. Bien que sur l'ACM la SAU

n'influe peu sur les pratiques agricoles, il est peut être judicieux d'en tenir compte. En effet, historiquement l'accroissement de la SAU a été la plus forte dans ce type de terre (Garnotel 1981), les agriculteurs étaient déjà alors confrontés à réduire leurs charges de mécanisation par l'emploi de TCS afin d'être plus rentable. Ici la SAU aurait alors juste permis une transition plus précoce vers réduction du travail du sol.

Malgré les différences de pratiques agricoles liées à la variabilité des substrats pédologiques, nous pouvons nous questionner si l'agriculteur n'est pas libre de choisir ses propres pratiques. Prenons l'exemple des rotations, en annexe 2 (données issues de la coopérative agricole Vivescia), nous remarquons qu'en substrat de craie et limon les principales cultures sont : la betterave, le blé, le colza et l'orge de printemps, soit quatre cultures. En argilo-calcaire, les principales cultures sont : le colza, le blé, l'escourgeon et l'orge de printemps, soit quatre cultures aussi. Le travail d'enquêtes nous montre que les agriculteurs cultivent en moyenne 6 cultures. En ce sens ils ont déjà diversifié leurs rotations en implantant du pois, du tournesol, du chanvre et du maïs. Ici bien que la variabilité édaphique dicte les principales cultures à planter, c'est aux agriculteurs de choisir s'ils souhaitent diversifier ou non leurs rotations.

Poursuivons notre raisonnement avec l'implantation de la betterave. Richard et al. (1995) démontrent qu'il est tout à fait possible d'implanter une betterave en semis direct dans un couvert, bien que la croissance de la betterave est en moyenne 30% inférieur qu'un semis en conventionnel. Cette plus faible vigueur accroît les dégâts de ravageurs. Cependant, les auteurs préconisent une densité de semis plus élevée pour palier à ce problème. Encore une fois c'est à l'agriculteur de choisir s'il souhaite ou non réduire son travail du sol.

Enfin la possibilité de couverture permanente du sol revient aussi à la seule décision de l'agriculteur d'une part, par l'implantation de cultures d'été (maïs, tournesol, chanvre) mais d'autres part par la création de créneaux pour le bon développement de couvert. Prenons l'exemple suivant : le développement d'un couvert sera moins important entre un blé et un pois d'hiver que l'inverse (pois H/blé). Le pois se récolte beaucoup plus tôt et libère de l'azote pour le développement du couvert. Libre à l'agriculteur encore une fois de choisir cette succession culturale ou non.

Il est alors difficile de dire que tel ou tel contexte pédologique est avantage par son substrat. C'est en réalité à l'agriculteur, lui-même, d'adopter les pratiques adéquates à la conservation des sols.

## **3.2. Impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire des cultures**

### **3.2.1. Gestion de la flore adventice**

Le travail du sol a longtemps été utilisé pour contrôler la population d'adventices. Une réduction du travail du sol peut alors augmenter considérablement la pression de la flore non désirée (Chauchan et al 2012). En effet, plusieurs études ont suggéré une différence dans les populations d'adventices entre un système en labour et un système sans labour dont celle de Gruber et al. (2012). Cette publication montre que la réduction du travail du sol engendre des pressions adventices de 2 à 20 fois supérieures qu'en système en labour. En effet, le non travail du sol concentre les 3/4 de la banque de graines adventices dans les 1<sup>ers</sup> centimètres de sol, ce qui favorise la mise en germination de ces graines (Chauchan et al. 2006).

Bien que le travail d'enquête démontre le contraire, soit la réduction du travail du sol permet la diminution de la pression adventice (pour les graminées et les dicotylédones), ce n'est pas une règle à appliquer seule. En effet, la couverture du sol et une rotation diversifiée sont deux

points importants à appliquer, avant de réduire la profondeur de travail du sol, pour contrôler la pression d'adventices (Chauchan et al 2012).

Les couverts d'intercultures multi-espèces peuvent être plus efficaces que les cultures de rentes dans la captation des ressources utilisées par les adventices, ce qui peut inhiber la croissance de ces dernières. En effet, la complémentarité des espèces des couverts d'intercultures peut faciliter l'utilisation des ressources telles que la lumière, l'eau et les éléments nutritifs par rapport aux adventices (Liebman et al. 2001 ; Valentin-Morison et al. 2008). Ainsi par l'effet compétition de l'accès à ces ressources, la population adventice de graminées et de dicotylédones diminue de 41% selon Baumann et al. (2000). En revanche l'auteur souligne que la population de vivaces n'est pas impacté.

La couverture maximale du sol résulte aussi des résidus de cultures et d'intercultures. En effet, les résidus de vesce, d'avoine et de maïs limitent l'accès à la lumière de la flore non désirée et peuvent ainsi diminuer jusqu'à 75% la population d'adventices, graminées et dicotylédones confondues (Molher et al. 1993 ; Molher 1991). En revanche aucun impact n'a été montré concernant les vivaces.

Ces résultats sont en accord avec la tendance des résultats de l'enquête réalisée, ou une couverture du sol importante peut conduire à une baisse de 50% des populations d'adventices de graminées et de dicotylédones.

La rotation est tout aussi primordiale que la couverture du sol. En effet, une diversité de cultures nécessite différentes pratiques de gestion, ce qui perturbe le cycle de croissance des adventices et ainsi, empêcher la sélection de la flore non désirée vers une plus grande abondance des espèces à problèmes (Darmency et al. 1990 ; Karlen et al. 1994). Le travail d'enquête nous a montré que chaque plante cultivée possède sa spécificité de lutte contre une famille d'adventice. Le tournesol et le chanvre sont efficaces contre les graminées, le pois et le maïs sont efficaces contre les dicotylédones et les vivaces.

Ces résultats sont à mettre en relation avec les travaux d'Anderson (2004) et son concept de rotation 2/2. L'auteur souligne que la succession de deux cultures de graminées, et de deux dicotylédones (une d'automne et une de printemps : par exemple blé/maïs/pois de printemps/colza plutôt que blé/colza), permettrait de lutter contre la population adventice de graminées avec les cultures dicotylédones et de lutter contre la population de dicotylédones avec les cultures de graminée. Au total, ce concept de rotation permettrait de diminuer la population d'adventices de 160 plants/m<sup>2</sup> à 15 plants/m<sup>2</sup>. Ce résultat quelque peu excessif par rapport aux résultats de l'enquête montre que dans un premier temps, la diversification des cultures est un moyen de lutte très efficace contre les adventices. Mais dans un second temps, la succession culturale chez les membres du club VivesciAgrosol n'est peu être pas optimale, et qu'il faudrait évoluer vers ce type de rotation 2/2 pour être plus efficaces dans la lutte adventice.

Nous avons vu que la couverture du sol et la rotation sont deux règles essentielles à respecter pour contrôler la banque de graine d'adventice du sol. Après avoir bien maîtrisé ces deux points, la réduction du travail du sol peut seulement intervenir afin de limiter la mise en germination des graines adventices de surfaces restantes (Chauchan et al. 2012).

### **3.2.2. La gestion des ravageurs**

D'après les résultats de l'enquête, le travail du sol n'impacte pas la présence de dégâts liés aux rongeurs (campagnols, mulots et souris). Or, beaucoup d'agriculteurs possèdent cet a priori suivant : le travail du sol perturbe l'activité des rongeurs. En réalité, d'après Waligora (2012) les facteurs qui favorisent la présence de rongeurs sont la couverture du sol et

l'écologie du paysage. En revanche, l'impact du travail du sol n'est qu'infime. L'auteur souligne alors que la couverture maximale du sol par les couverts d'intercultures et par les cultures à forte biomasse tel que le chanvre et le tournesol recréer l'habitat de prédilection de ces rongeurs qui sont les surfaces herbeuses. Ainsi la présence d'une couverture permanente influence de 60 à 75% la présence de ces ravageurs, provoquant ainsi des dégâts sur les cultures en place, ce qui est en accord avec les résultats. L'auteur souligne aussi que la qualité de la ressource alimentaire impacte aussi la présence des rongeurs. En outre, les couverts à base de légumineuses, et les cultures telles que le pois sont beaucoup plus appétentes, et favorisent la population et les dégâts liés par ces rongeurs.

Enfin l'écologie du paysage reste le facteur principal. En effet, les milieux agricoles ouverts tel que les plaines de champagne crayeuse et les plateaux occidentaux de limon-argileux ne favorise pas l'activité de prédation des ennemis naturels des rongeurs, tel que le renard et les rapaces (Gauffre 2009 ; Waligora 2012). Les auteurs soulignent que le développement d'infrastructures boisées tel que les haies favoriseraient le retour de ces prédateurs naturels.

La restitution de couverts d'intercultures mais aussi de cultures à forte biomasse tel que le maïs peut engendrer des dégâts supplémentaires liés aux limaces (Soane et al. 2012). En effet, d'après l'auteur la conservation de l'humidité par les résidus de surface constitue un habitat favorable pour les limaces provoquant ainsi des dégâts importants sur les cultures en place. Le travail du sol, de par son action mécanique diminue la présence des œufs de limaces, résultants d'une pression moins importante de ces dernières (Archambeaud 2004).

Les résultats de l'enquête ne sont pas en accord avec la littérature, en effet aucun effet significatif n'est à noter concernant l'impact du travail du sol et d'une couverture permanente des sols sur la pression de limaces.

Cependant, la non perturbation du milieu, et le développement d'intercultures favorisent le retour des carabidés, prédateurs naturels de la limace (Archambeau 2004 ; Kromp 1999).

En outre, Symondson et al. (1996) déclarent que 84% des limaces sont consommées en présence de carabes. Le prédateur naturel de limace se développe dans les mêmes conditions que le ravageur et permet donc sa régulation d'où l'absence d'effet significatif des modalités couverture du sol et travail du sol sur la présence de dégâts liés aux limaces.

Concernant la pression des ravageurs, nous observons deux cas : celui des rongeurs ou il faut réintroduire le/les prédateur(s) naturel(s) par l'intermédiaire d'infrastructures écologiques de type haie, bosquet etc. dans le milieu. Dans l'autre cas, celui des limaces, l'équilibre se fait naturellement car le prédateur et la proie possède les mêmes exigences écologiques de milieux. Il convient d'être extrêmement vigilant à ces deux ravageurs, et de pouvoir anticiper au maximum les risques de dégâts liés à ces derniers, soit par la mise en place de perchoir juste après les moissons, soit par l'application de mulluscicide.

### **3.2.3. La gestion des maladies**

Les résultats de l'enquête n'ont révélé aucune pression de maladie particulière concernant les différentes pratiques agricoles. Cependant les résidus de surface sont aussi vecteurs de maladies fongiques pouvant diminuer la qualité sanitaire des récoltes (Soane et al. 2012). En effet, si l'on prend l'exemple de la fusariose de l'épi, le non travail du sol augmente de 57% les résidus au sol (Dill-Macky et al. 2000), augmentant de 50 à 60% le risque de contamination par l'agent pathogène fongique pour un blé de maïs (Schaafsma et al. 2005). Les auteurs soulignent aussi l'importance de la sélection variétale résistante au champignon. Ils conseillent même de diversifier la rotation afin d'introduire des plantes non hôte du champignon (dicotylédones) pour réduire le nombre de propagule viable et limiter les risques d'infections.

La gestion des maladies se fait surtout par anticipation des risques. En effet la réduction du travail du sol peut engendrer des risques de maladies supplémentaires, mais une anticipation de ces risques par une gestion rigoureuse de la rotation et des choix variétaux limite fortement l'infestation.

### **3.3. Impact des pratiques agricoles sur la gestion de l'azote**

Les résultats de l'enquête concernant l'impact du travail du sol sur la dynamique de l'azote n'est pas en accord avec la littérature scientifique. En effet, le non travail du sol ralentit l'activité de minéralisation de 66 à 75% selon la nature des résidus (Dimassi et al. 2013 et Van Den Bossche et al. 2009). La période de transition vers la réduction du travail du sol est alors critique, et peut engendrer des phénomènes de faim d'azote pour les cultures en place (Waligora 2008). L'auteur propose alors deux solutions pour palier à ce phénomène : l'agriculteur doit augmenter ses apports azotés, mais cela à un prix, environ un euro l'unité d'azote. La deuxième solution, plus économique, l'introduction de légumineuse dans les couverts d'intercultures et par les cultures de protéagineux.

En effet, la production de biomasse par des couverts à base de légumineuse et par les protéagineux influe sur la dynamique de l'azote du sol en équilibrant le rapport C/N. Tribouillis et al. (2015) affirment qu'une rotation à base de protéagineux et de couvert d'interculture à base de légumineuse permet de ramener le rapport C/N à des valeurs moyennes de 15, au lieu de 30 et plus dans des rotations plus classique à forte teneur en paille. Cette incidence du rapport C/N favorise les activités de minéralisation des pools azotés du sol par les microorganismes de ce compartiment, permettant une capitalisation de l'azote comprise entre 38 et 65 kg N/ha/an (Constantin et al. 2012).

Ces résultats sont à mettre en relation avec ceux obtenus lors du travail d'enquête. En effet, 1/3 des agriculteurs qui couvrent de façon optimale leurs sols, c'est-à-dire des couvert multi-espèce à base de légumineuse, et qui plante du pois ont diminué leurs apports azotés. En revanche, 2/3 des agriculteurs n'ont pas changé, voir augmenté leur apports azotés en réalisant les mêmes pratiques agricoles. Waligora (2008) souligne que la période de transition vers la réduction du travail du sol est délicate concernant les apports azotés. L'auteur préconise alors de ne pas diminuer les apports azotés tant que le rapport C/N n'est pas équilibré. L'auteur souligne aussi que le temps de transition vers la redynamisation de la vie microbologique est incertain et très variable en fonction du type de sol, de l'historique parcellaires et des pratiques agricoles.

Deux points importants sont alors à retenir. Afin de rétablir la vie microbologique des sols, la couverture maximale du sol et l'introduction massive de légumineuse semble essentielle. En revanche, ce n'est pas parce que ce sont des espèces fixatrices d'azote que la diminution des apports azotés s'en suit. L'azote capitalisé est dans un premier temps utilisé par les microorganismes pour équilibrer le rapport C/N du sol. Une fois ce rapport équilibré, les sols deviennent auto-fertile et la question de diminution des apports azotés peut alors seulement se poser.

### **3.4. Etablissement des règles à suivre pour réussir sa transition en AC**

Au travers des résultats de l'enquête, de l'analyse bibliographique et par le suivi du groupe VivesciAgrosol, il est possible d'établir quelques règles universelles afin de réussir sa transition en conservation des sols.

Les deux premières règles ont été établies par l'analyse bibliographique (Derpsh 2008) et par le suivi du groupe VivesciAgrosol. Il aurait été difficile de faire ressortir ces points par le

travail d'enquête puisque ce sont des règles à appliquer avant de commencer sa transition. Elles ne dépendent pas de pratiques agricoles. Avant de commencer :

1. Il est primordial de collecter le plus d'information possible et de se forger sa propre perception de ce qu'est l'agriculture de conservation. Un travail d'apprentissage et de partage est alors nécessaire, c'est d'ailleurs l'un des principaux buts du club VivesciAgrosol.
2. Il est aussi nécessaire de faire des analyses physiques, chimiques et biologiques du sol. En effet, le travail de diagnostic réalisé par le groupe VivesciAgrosol peut mettre avant des soucis de compactations/semelles, des soucis d'acidité de sol et une faible activité biologique. L'agriculteur devra alors remédier ces soucis (surtout physique et chimique) avant de se lancer dans sa transition vers la conservation des sols.

Les règles suivantes ont quand à elle été établies par le travail d'enquête et par la confrontation des résultats obtenus avec la littérature scientifique. Pour réussir sa transition en conservation des sols :

3. Il faut couvrir en permanence son sol par les couverts d'intercultures, les cultures en places et par les résidus de cultures. Il est alors expliqué comment développer des couverts d'interculture de plus de 2t de MS (seuil établi par Vivescia ou le prix des semences est rentabilisé par la restitution de l'azote du couvert). L'utilisation de couverts multi-espèces pour garantir une biomasse suffisante par la complémentarité des espèces est conseillée. De la même manière, des successions culturales types ont été conçues afin de développer des créneaux de trois mois pour la croissance des couverts (annexe 3). La couverture maximale du sol a pour but de redynamiser la vie biologique des sols et contribuer à la fertilité physique et chimique de ce dernier.
4. Il faut introduire des légumineuses en conséquence que ce soit dans les couverts d'intercultures qu'en diversifiant sa rotation par l'implantation de protéagineux. Les légumineuses sont là pour équilibrer le rapport C/N du sol et éviter tout phénomène de faim d'azote dans le système. Dans l'attente de l'atteinte du point d'équilibre, il ne faut surtout pas diminuer, voir légèrement augmenter ses apports d'azote.
5. La gestion de la flore adventice se fait par la couverture maximale des sols et la rotation. L'emploi de couverts multi-espèces favorise la compétition vis-à-vis des adventices. La diversité des plantes cultivées brise les cycles d'adventices et évite tout phénomène de sélection d'une flore non désirée. De plus les plantes comme le tournesol, le chanvre et le maïs couvrent le sol en période estivale. Une fois ces deux points assimilés, la réduction de la profondeur du travail du sol peut seulement se faire pour limiter la mise en germination des graines par les flux de terres.
6. La gestion des ravageurs est plus délicate. La couverture du sol favorise les rongeurs. Il est alors conseillé d'anticiper leur présence par l'installation de haie pour favoriser l'activité de prédation des renards, ou de perchoir, pour les rapaces, juste après les moissons. Concernant les limaces, elles sont régulées par les carabes qui se développent dans les mêmes types de milieu que les limaces. Cependant il convient d'être extrêmement vigilant à leur présence, et ne pas hésiter à appliquer des molluscicides pour limiter la pression de ce ravageur si le besoin s'en fait ressentir, notamment après la récolte et la restitution de culture en condition humide tel que le maïs.



7. La gestion des maladies se fait par anticipation des risques. Il n'y a pas de règles bien précises si ce n'est qu'une observation rigoureuse de ses parcelles afin de prévenir les risques de maladies.

Enfin les trois dernières règles ont été établies par mon maître de stage et de part son expérience en tant qu'animateur du groupe :

8. Il faut commencer sur une petite surface, environ 10% de la SAU, afin de juger le comportement et la faisabilité de la technique. Il est aussi intéressant de réaliser des bandes témoins afin de comparer les effets du nouveau système avec l'ancien.
9. Si le semoir n'est pas adapté, il peut être considéré comme un facteur limitant pour réussir à avancer. Dans le cadre d'un renouvellement de matériel, il est alors judicieux d'investir dans du matériel plus spécifique. La coopérative agricole à créer un guide technique, qui est mis à disposition des agriculteurs, afin de bien choisir son semoir en fonction des critères agronomiques.
10. L'apprentissage en permanence semble aussi essentiel. Il est nécessaire de toujours échanger avec d'autres agriculteurs pour apporter et recevoir de nouvelles techniques/informations afin de maintenir le système de culture en perpétuelle évolution.

## Conclusion

Beaucoup d'agriculteurs souhaitent passer en travail du sol réduit voir en semis direct simplement pour une raison économique : la diminution des charges de mécanisation. De ce fait, la transition vers la réduction du travail du sol n'est pas simple. En effet, outre la barrière psychologique de ne plus travailler le sol, il faut percevoir le système de culture dans sa globalité, et ne pas omettre les leviers agronomiques que sont la couverture du sol et les rotations longues et diversifiées afin de remplacer le travail mécanique du sol dans la lutte contre les adventices, les ravageurs et les maladies mais aussi dans la gestion de l'azote. En ce sens, la réduction du travail du sol n'est réussie que si elle s'appuie sur les bases l'agriculture de conservation.

Le travail d'enquête réalisé au sein des membres du groupe VivesciAgrosol, a eu pour objectif de vérifier si les trois piliers de l'agriculture de conservation sont réellement nécessaires pour réussir sa transition en conservation des sols, mais aussi de réfuter quelques a priori. En effet la variabilité des substrats pédologique et structurelle, mais aussi la grande variabilité des pratiques agricoles des agriculteurs nous ont permis d'affirmer ou d'infirmer nos hypothèses :

- Il apparaît alors que les variables structurelles et édaphiques ne conditionnent qu'en partie le choix des pratiques agricoles, mais c'est aux agriculteurs de prendre les décisions adéquates pour mener à bien leur transition vers la conservation des sols.
- Les trois piliers de l'agriculture de conservation semblent nécessaires pour lutter efficacement contre les adventices mais aussi dans la gestion de l'azote. En effet, une couverture permanente du sol et une rotation longue et diversifiée permettent la diminution de la banque de graine d'adventices du sol mais aussi la capitalisation de l'azote par les légumineuses. Le travail du sol réduit limite la mise en germination des graines adventices de surface et diminue l'activité de minéralisation, favorisant l'accumulation de pools azotés organiques.

- La gestion des ravageurs dépend très fortement de l'écologie du paysage. En effet, l'installation d'infrastructures agro-écologiques permet le retour des prédateurs naturels et donc de réguler les ravageurs de cultures présents.
- Pour ce qui est de la gestion des maladies, aucun cas n'a été recensé. Tout comme pour l'agriculture conventionnelle, l'anticipation des risques de maladie se fait par un travail de réflexion en aval et par une observation rigoureuse des cultures pendant la période de végétation.

L'identification des pratiques agricoles et leurs impacts sur l'état sanitaire des cultures et sur la gestion de l'azote nous a alors permis d'établir des règles de décisions à suivre afin d'accompagner au mieux les agriculteurs pendant leur transition en conservation des sols.

Ainsi la réduction du travail du sol, la couverture permanente, la diversification des plantes cultivées et l'installation d'infrastructures agro-écologique contrecarre l'artificialisation du milieu et rétablit l'équilibre de l'agro-écosystème. De par cette modification des pratiques agricoles, il est alors possible d'obtenir un système de culture productif mais aussi économe en énergie et en intrants.

## Bibliographie

ADEME. (2015). Agriculture et environnement, des pratiques clefs pour la préservation du climat, des sols et de l'air, et les économies d'énergie. Fiche n°1 : Maîtriser l'énergie en agriculture : un objectif économique et environnemental, 14p.

ANDERSON R.L. (2004). A Multi-Tactic Approach to Manage Weed Population Dynamics in Crop Rotations. *Agronomy Journal*, Vol.97, p1579-1583.

ARCHAMBEAUD M. (2004). Limaces : Trouver l'équilibre. *Techniques Culturelles Simplifiées*, Vol. 30, p28-29.

ARVALIS - Institut du végétal. (2006). Implantation de la culture. Adapter les choix techniques au calibrage recherché. Dossier pommes de terre, *Perspectives Agricoles*, n°321, p22-30.

BALL B.C., CHESHIRE M.V., ROBERTSON E.A.G., HUNTER E.A. (1996). Carbohydrate composition in relation to structural stability, compactibility and plasticity of two soils in a long-term experiment. *Soil and Tillage Research*, Vol. 39, p143-160.

BAUMANN D.T., KROPFF M.J., BASTIAANS L. (2000). Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research*, Vol.40, p359-374.

BERNOUX M., CERRI C.C., CERRI C.E.P., SIQUEIRA-NETO M., METAY A., PERRIN A.S., SCOPEL E., RAZAFIMBELO T., BLAVET D., PICCOLO M.C., PAVEI M., MILNE E. (2006). Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 26, p1-8.

BUTAULT J.P., DEDRYVER C.A., GARY C., GUICHARD L., JACQUET F., MEYNARD J.M., NICOT P., PITRAT M., REAU R., SAUPHANOR B., SAVINI I, VOLAY T. (2010). *Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ?* Synthèse du rapport d'étude, INRA Editeur (France), 90 p.

CHAUHAN B.S., GILL G., PRESTON C. (2006). Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) seed bank. *Weed Science*, Vol.54, p669-676.

CHAUHAN B.S., SINGH R.G., MAHAJAN G. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, Vol. 38, p57-65.

CONSTANTIN J., BEAUDOIN N., LAUNAY M., DUVAL J., MARY B. (2012). Long-term nitrogen dynamics in various catch crop scenarios: Test and simulations with STICS model in a temperate climate. *Agriculture, Ecosystemsand Environment*, Vol. 147, p36-46.

- DARMENCY H., GASQUEZ J. (1990). Résistances aux herbicides chez les mauvaises herbes. *Agronomie, EDP Sciences*, Vol.10, p457-472.
- DERPSCH R. (2008). Critical Steps to No-till Adoption, In: No-till Farming Systems. Goddard, T., Zoebisch, M.A., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A. and Sombatpanit, S., Eds., WASWC. p479 – 495.
- DILL-MACKY R., JONES R.K. (2000). The Effect of Previous Crop Residues and Tillage on Fusarium Head Blight of Wheat. *Plant Diseases*, Vol. 84, p71-76.
- DIMASSI B., COHAN J.P., LABREUCHE J., MARY B. (2013). Changes in soil carbon and nitrogen following tillage conversion in a long-term experiment in Northern France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol.169, p12-20.
- DRAY S., DUFOUR A.B. (2007): The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*, Vol. 22, p1-20
- FAO. (2001). The economics of soil productivity in Africa. Soils Bulletin, Rome.
- GARNOTEL J. (1981). Le développement de l'agriculture en Champagne Crayeuse de 1945 à nos jours. *Economie Rurale*, Vol. 142, p36.
- GAUFFRE B. (2009). Flux géniques et dispersion chez un rongeur à démographie cyclique dans un paysage agricole intensif. Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, 188p.
- GRUBER S., MÖHRING J., CLAUPEIN W. (2011). On the way towards conservation tillage-soil moisture and mineral nitrogen in a long-term field experiment in Germany. *Soil and Tillage Research* Vol. 115-116, p80-87.
- GRUBER S., PEKRUN C., MÖHRING J., CLAUPEIN W. (2012). Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany. *Soil and Tillage Research*, Vol. 121, p49-56.
- ITB (Institut Technique de la Betterave). (2008). Culture de la betterave sucrière. *Culture raisonnée de la Betterave*, p1-64.
- KARLEN D.L., VARVEL G.E., BULLOCK D.G. (1994). Crope Crop rotations for the 21st century *Advances in Agronomy*, Vol.53, p1-45.
- KNOWLER D., BRADSHAW B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, Vol. 32, p25-48.
- KREMEN, C., A. ILES, ET C. BACON. (2012). Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and Societu*, p17-44.
- KROMP B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 74, p187-228.
- LABREUCHE J., LELLAHI A., MALAVAL C., GERMON J.C. (2011). Impact des techniques culturales sans labour (TCSL) sur le bilan énergétique et le bilan des gaz à effet de serre des systèmes de culture. *Cahier Agricultures*, Vol. 20, p204-215
- LABREUCHE, J., ROGER-ESTRADE J., FEIX I., VILOINGT T., CABOULET D., DAOUZE J. P.. (2008). Les Techniques sans labour concernent un tiers des surfaces françaises. *Perspectives Agricoles*, Vol. 342, p38-43.
- LAHMAR R. (2010). Adoption of conservation agriculture in Europe Lessons of the KASSA Project. *Land Use Policy*, Vol. 27, p4-10.
- LAVELLE P. (1997). Faunal Activities and Soil Processes: Adaptive Strategies That Determine Ecosystem Function. *Advances in ecological research*, Vol. 21, p94-132.
- LIEBMAN M., MOHLER C.L., STAVER C.P. (2001). Ecological Management of Agricultural Weeds Cambridge University Press, Cambridge.

- MCROBERT J., RICKARDS L. (2010). Social research: insights into farmers' conversion to no-till farming systems. *Extension Farming Systems Journal*, Vol.6, p43-52.
- MEYNARD J.M., DEDIEU B., BOS J. (2012). Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic. Ika Darnhofer, David Gibon, Benoît Dedieu, Editors, Springer, p407-432.
- MOHLER C.L. (1991). Effects of tillage and mulch on weed biomass and sweet corn yield. *Weed Technology*, Vol.5, p545-552
- MOHLER C.L., TEASDALE J.R. (1993). Response of weed emergence to rate of Vicia villosa Roth and Secale cereale L. residue. *Weed Research*, Vol.33, p.487-499.
- PELOSI C., BERTRAND M., ROGER-ESTRADE J., 2006. Characteristics of earthworm population under various crop management systems. *Frag. Agronomy*, Vol. 11, p557-578.
- TILMAN, D., K. G. CASSMAN, P. A. MATSON, R. NAYLOR, ET S. POLASKY. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, Vol. 418, p671–677.
- TRIBOUILLOIS H., CRUZ P., COHAN J.P., JUSTES É. (2015). Modelling agroecosystem nitrogen functions provided by cover crop species in bispecific mixtures using functional traits and environmental factors. *Agriculture, Ecosystemsand Environment*, Vol. 207, p218-228.
- RICHARD G., BOIFFIN J., DUVAL Y. (1995). Direct drilling of sugar beet (Beta vdgaris L.) into a cover crop: effects on soil physical conditions and crop establishment. *Soil & Tillage Research*, Vol. 34, p169-185.
- ROGER-ESTRADE J., ANGER C., BERTRAND M., RICHARD G. (2010). Tillage and soil ecology: Partners for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research*, Vol. 111, p33-40.
- ROGER-ESTRADE J., LABREUCHE J., RICHARD G. (2011). Effets de l'adoption des techniques culturales sans labour (TCSL) sur l'état physique des sols : conséquences sur la protection contre l'érosion hydrique en milieu tempéré. *Cahier Agricultures*, Vol. 20, p86-93.
- SCOPEL, E., B. TRIOMPHE, F. AFFHOLDER, F. A. M. SILVA, M. CORBEELS, J. H. V. XAVIE. (2013). Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 33, p.113–130.
- SOANE, B. D., B. C. BALL, J. ARVIDSSON, G. BASCH, F. MORENO, ET J. ROGER-ESTRADE. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, Vol. 118, p66–87.
- SCHAAFSMA A.W., TAMBURIC-IINIC L., HOOKER D.C (2005). Effect of previous crop, tillage, field size, adjacent crop, and sampling direction on airborne propagules of *Gibberella zae/Fusarium graminearum*, *Fusarium* head blight severity, and deoxynivalenol accumulation in winter wheat. *Molecular and physiological pathology*, Vol. 27, p217-224.
- SYMONDSON W. O. C., GLEN D. M., WILTSHIRE C. W., LANGDON C. J., LIDDELL J. E. (1996). Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) upon slugs (Gastropoda: Pulmonata) in an arable field. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 33, p741-753.
- VALANTIN-MORISON M., GUICHARD L., JEUFFROY M.H. (2008). Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? *Innovations Agronomiques*, Vol. 3, p27-41.
- VAN CAPELLE C., SCHRADER S., BRUNOTTE J. (2012). Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota - A review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology*, Vol. 50, p165-181.
- VAN DEN BOSSCHE A., DE BOLLE S., DE NEVE S., HOFMAN G. (2009). Effect of tillage intensity on N mineralization of different crop residues in a temperate climate. *Soil and Tillage Research*, Vol. 103, p316-324.

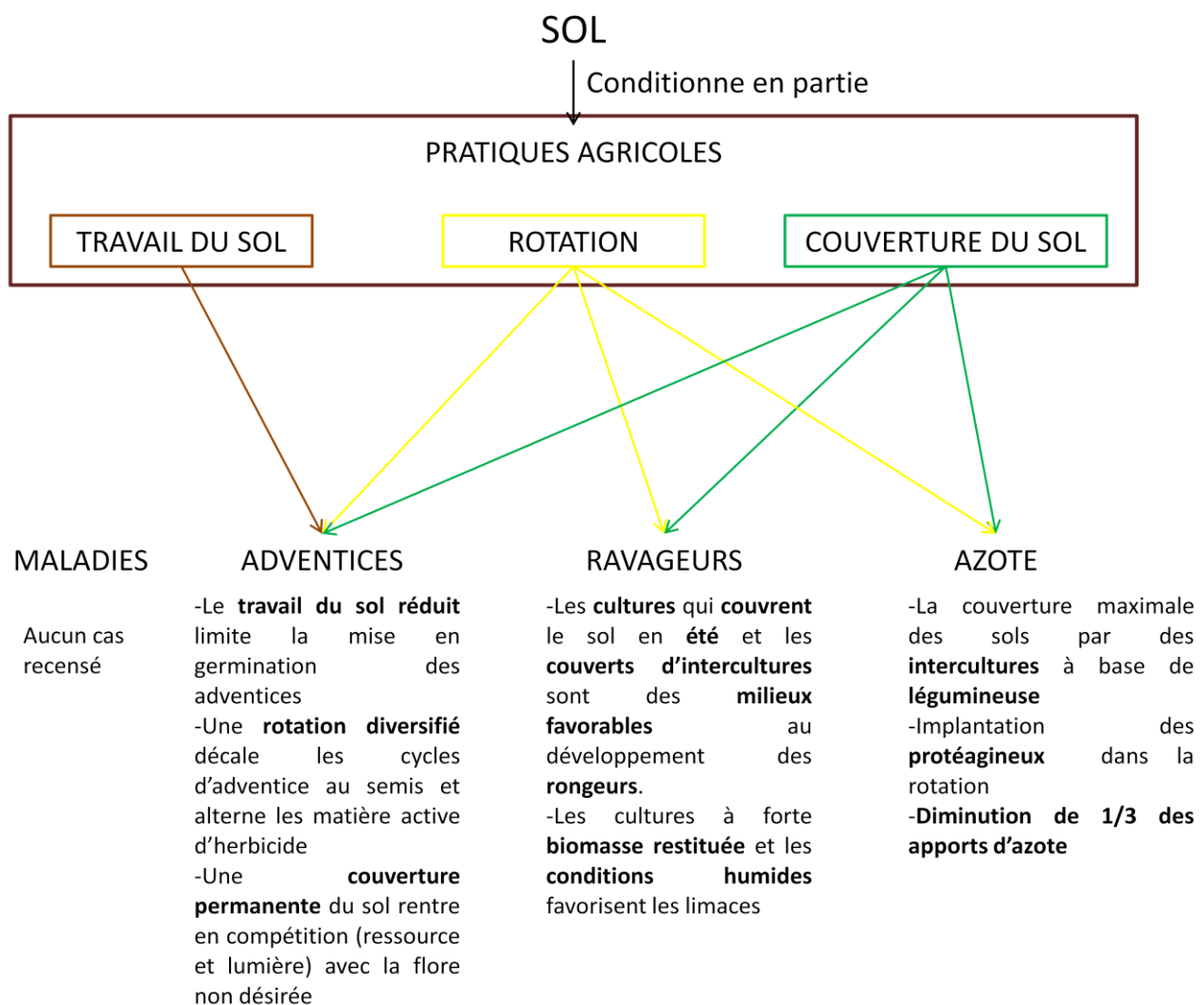
VAN DER PLOEG, J. D. (2010). The food crisis, industrialized farming and the imperial regime. *Journal of Agrarian Change*, Vol. 10, p98–106.

WALIGORA C. (2008). Légumineuses : Il est urgent de les réhabiliter. *Techniques Culturelles Simplifiées*, Vol.48, p12-22.

WALIGORA C. (2012). Campagnols : La predation est votre meilleur arme, efficace et durable. *Techniques Culturelles Simplifiées*, Vol.66, p20-28.

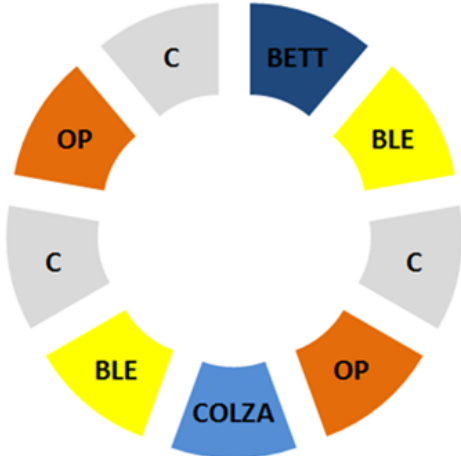
## Annexes

### Annexe 1. Impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire des cultures et la gestion de l'azote.

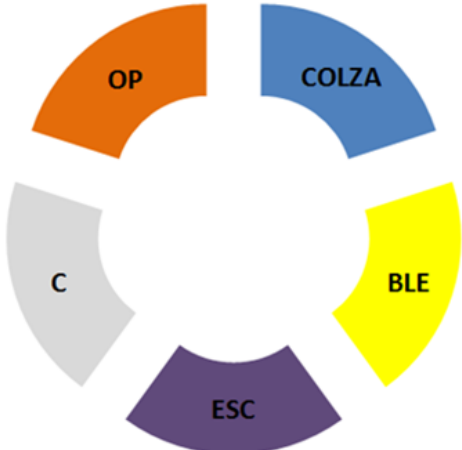


**Annexe2. Rotations types référencées sur le territoire de Vivescia**

En craie et limon :

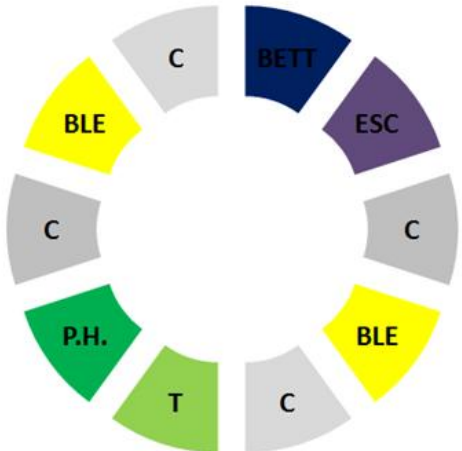


En argilo-calcaire :

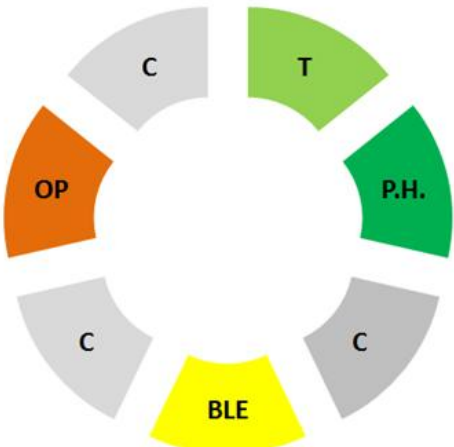


**Annexe 3. Exemples de rotation permettant le développement d'intercultures**

En craie et limon :



En argilo-calcaire :





## **Résumé**

Face à la demande sociétale et juridique, l'agriculture française doit faire face à de nombreux enjeux majeurs : la réduction des intrants de synthèse de 50%, atteindre une efficacité énergétique en réduisant de 30% la consommation d'énergie fossile et préserver la biodiversité et la fertilité des sols. L'agriculture de conservation (AC) est candidate à relever ce défi puisqu'en préservant les fonctionnalités de l'écosystème, de nombreux services écosystémiques s'offrent à la plante cultivée. Cependant la période de transition vers une agriculture de conservation n'est pas simple. Un travail d'enquête a été réalisé au sein des membres du groupe VivesciAgrosol, précurseur de l'agriculture de conservation afin de recenser les pratiques agricoles et ainsi proposer des règles de décision à suivre afin que d'autres agriculteurs puissent négocier au mieux leur transition en conservation des sols. Il apparaît alors que les trois piliers de l'agriculture de conservation (couverture maximale du sol, rotation longue et diversifiée et travail minimum du sol) sont essentiels pour le maintien de l'état sanitaire des cultures (adventices, ravageurs et maladies) mais aussi l'écologie du paysage (infrastructures agro-écologiques). Enfin la dynamique de l'azote diffère en système de travail du sol réduit, l'introduction de légumineuse dans ces systèmes semble primordiale.

## **Abstract**

In order to cope with the social demand and latest legal changes, the agricultural sector in France has to face numerous major challenges: reduction of 50% for all chemical inputs, to reach a certain energy effectiveness by reducing all fossil energy by 30%, finally, preserve soils' fertility and biodiversity. Conservation Agriculture (CA) applies to meet the challenges. Indeed, by preserving the ecosystem, crops are being offered numerous of its the ecological functionalities. Nevertheless, the transition to Conservation Agriculture is far from being easy. Investigations had been led on members of the VivesciAgrosol, the pioneer of Conservation Agriculture. The goal was to assess on agricultural practices and to offer decision making rules in order to help other producers to realize their own transition to Conservation Agriculture.

Ground cover, extended and diversified crop rotation and minimum tillage are crucial for maintaining good sanitary conditions for the crops (weeds, pests and diseases), as well as landscape ecology (agro-ecological infrastructures). Finally, the implementation of leguminous plants within these new agro-systems appears essential to cope with a sensibly different nitrogen management.