

Haute Ecole Provinciale de Hainaut - Condorcet

ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AGRONOMIQUE

Rue Paul Pastur 11,

7800 ATH

Sujet du TFE :

La conservation des sols en culture de maïs

Focus sur la technique du sous semis

TRAVAIL DE FIN D'ETUDES

Réalisé par De Bruyne Bruno

En vue de l'obtention du titre de

Bachelier en Agronomie

**Finalité Techniques et Gestion
Agricoles**

Année académique 2015- 2016

Promoteur : Mr Louis - Marie Blondiau

Maitre de TFE : Maxime Merchier

Haute Ecole Provinciale de Hainaut - Condorcet

ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AGRONOMIQUE

**Rue Paul Pastur 11,
7800 ATH**

Sujet du TFE :

**La conservation des sols en culture de maïs
Focus sur la technique du sous semis**

TRAVAIL DE FIN D'ETUDES

Réalisé par De Bruyne Bruno

En vue de l'obtention du titre de

Bachelier en Agronomie

**Finalité Techniques et Gestion
Agricoles**

Année académique 2015- 2016

Promoteur : Mr Louis - Marie Blondiau

Maitre de TFE : Maxime Merchier

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Maxime Merchier (Greenotec) et Monsieur Frédéric Muratori (Regenacterre) pour m'avoir permis de suivre la mise en place de l'essai avec eux ainsi que pour la confiance et pour l'aide qu'ils m'ont apportés.

Je remercie également Monsieur Blondiau, pour le suivi ainsi que l'aide précieuse fournie à la réalisation de l'expérimentation

Je tiens à remercier le CARAH ainsi que le CIPF pour leurs collaborations dans la récolte et l'analyse des échantillons.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation et la rédaction de ce travail.

TABLES DES MATIÈRES

Chapitre 1 :	Introduction	1
Chapitre 2 :	Etude bibliographique	2
2.1	Présentation de l'ASBL Greenotec et Regenacterre.....	2
2.1.1	Greenotec.....	2
2.1.2	Regenacterre	2
2.2	Le sol.....	3
2.2.1	Introduction.....	3
2.2.2	Formation du sol	3
2.2.3	Fonction du sol	4
2.2.4	L'activité biologique des sols.....	4
2.2.4.1	La microflore du sol.....	5
2.2.4.2	La faune du sol	6
2.2.5	Structure du sol	7
2.2.6	Texture du sol.....	7
2.2.7	Les facteurs d'impacts au niveau du sol.....	9
2.2.7.1	Ruissellement et érosion des sols.....	9
2.2.7.2	Tassement/compaction des sols.....	10
2.2.7.3	Contamination des sols par des polluants.....	10
2.3	La mise en pratique du maïs en agriculture de conservation	11
2.3.1	Importance de la culture en Belgique.....	11
2.3.2	Couverture du sol.....	11
2.3.2.1	Semis sous couvert.....	12
2.3.2.2	Essais Greenotec	13
2.3.3	Préparation du lit de semence	14
2.3.3.1	Les techniques culturales simplifiées (TCS)	14
2.3.4	Stratégie de lutte contre les adventices	19
2.3.4.1	Introduction	19
2.3.4.2	Le désherbage mécanique	19
2.3.5	Condition d'utilisation	23
2.3.6	Conclusion	24
2.3.6.1	Le désherbage thermique ou pyrodésherbage	25

2.3.6.2	Technique de faux semis.....	26
Chapitre 3 :	Expérimentation	27
3.1	Présentation de l'essai.....	27
3.2	Lieu d'essai.....	27
3.3	Carte de la parcelle utilisée pour les essais.....	28
3.4	Mode opératoire de l'expérimentation.....	29
3.4.1	Mise en place de l'essai.....	29
3.4.2	Préparation du sol et semis du maïs	29
3.4.3	Implantation du trèfle et du lotier	31
3.4.3.1	Variétés de trèfles et de lotier	31
3.4.3.2	Implantation du couvert	32
3.5	Observation et analyse de l'essai	39
3.5.1	Comptage des adventices	39
3.5.2	Mesure de la biomasse aérienne du couvert.....	40
3.5.3	Analyse du sol.....	41
3.5.4	Mesure de la biomasse aérienne du maïs.....	42
3.6	Interprétation des résultats.....	44
3.6.1	Développement des adventices	44
3.6.2	Développement des couverts	47
3.6.3	Développement du maïs	49
3.6.3.1	Pourcentage de levée en fonction du travail du sol	49
3.6.3.2	Rendement maïs	50
3.6.4	Analyse sol.....	52
3.7	Conclusion	55
	bibliographie.....	56
	annexes.....	57

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie de maïs cultivée en Belgique (source : cours de production végétal)	11
Tableau 2 : Comparaison de l'efficacité d'outils en fonction du sol (source : Ecophyto).....	23
Tableau 3 : Efficacité de l'outil en fonction des adventices (source : Ecophyto)	24
Tableau 4 : Avantages à la stratégie mixte ⁴ (source : Arvalis)	24
Tableau 5 : Représentation des différentes modalités	28
Tableau 6 : Traitement phyto, ray-grass	29
Tableau 7 : Semis du maïs	30
Tableau 8 : Traitements phytosanitaires, désherbinage modalité 3-4 feuilles.....	37
Tableau 9 : semis du couvert au stade 6- 8 feuilles	38

Liste des figures

Figure 1 : Logo Greenotec	2
Figure 2 : Logo Regenacterre	2
Figure 3 : Schéma de formation du sol (source : internet)	3
Figure 4 : Activité biologique des sols (source : internet).....	4
Figure 5 : Lombric (source : photo personnelle).....	6
Figure 6 : structure du sol (source : internet)	7
Figure 7 : Triangles des textures (source : internet)	8
Figure 8 : Photo Semis direct de blé tendre sous couvert végétal (source : internet)	12
Figure 9 : Travail du sol (source : Greenotec)	14
Figure 10 : Travail superficiel du sol (source : internet).....	15
Figure 11 : Strip-till (source : internet).....	16
Figure 12 : Schéma strip-till (source : internet)	17
Figure 13 : Eléments strip-till (source : internet)	17
Figure 14 : Technique de semis direct (source : internet)	18
Figure 15 : Formation du sillon en semis direct (sources : internet)	18
Figure 16 : Herse étrille (source : internet).....	20
Figure 17 : Houe rotative (source : internet)	21
Figure 18 : Bineuse (source : internet).....	22
Figure 19 : Désherbage thermique (source : internet)	25
Figure 20 : Carte de la parcelle (source : WalOnMap).....	28
Figure 21 : Semis du maïs au strip-till (source : Regenacterre).....	30
Figure 22 : Etalonnage de la parcelle (photo personnelle)	30
Figure 23 : Présentation de la désherbineuse (photo personnelle)	32
Figure 24 : Eléments de binage (photo personnelle)	33
Figure 25 : Eléments de pulvérisation (photo personnelle).....	34
Figure 26 : Représentation de l'application de l'herbicide (photo personnelle).....	34
Figure 27 : Eléments du semis du couvert (photo personnelle)	35
Figure 28 : Stade de développement du maïs (source : internet)	36
Figure 29 : Passage avec la désherbineuse (photo personnelle)	36
Figure 30 : Situation avant et après le passage de la désherbineuse (photo personnelle)	37
Figure 31 : Situation après passage de la désherbineuse (photo personnelle)	38

Figure 32 : Méthode de comptage des adventices (photo personnelle).....	39
Figure 33 : Modalité de comptage des adventices	39
Figure 34 : Récolte du trèfle (photo personnelle).....	40
Figure 35 : Modalité de récolte de couvert.....	40
Figure 36 : Prise des échantillons du sol (photo personnelle).....	41
Figure 37 : mode de prise d'échantillon.....	41
Figure 38 : Récolte du maïs (photo personnelle)	42
Figure 39 : Détermination des rangs de maïs (photo personnelle)	43
Figure 40 : Evacuation du maïs une fois les mesures réalisées (photo personnelle)	43
Figure 41 : Mode de prise des échantillons de maïs.....	43
Figure 42 : Graphique de développement des adventices	44
Figure 43 : Graphique du rendement des couverts	47
Figure 44 : Développement du couvert (photo personnelle)	47
Figure 45 : Graphique du pourcentage de levée du maïs	49
Figure 46 : Graphique du rendement en maïs fourrager.....	50
Figure 47 : Graphique de l'analyse de sol	52
Figure 48 : Graphique de l'analyse de sol	54
Figure 49 : Graphique pH du sol.....	58
Figure 50 : Graphique de production VEM	59
Figure 51 : Graphique de production VEVI.....	60
Figure 52 : Graphique des protéines brutes totales	60

Liste des abréviations

ASBL : association sans but lucratif

CIPF : Centre indépendant de promotion fourragère

CARAH : Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la province du Hainaut

TCS : technique culturale simplifiée

Kg : Kilogramme

mm : Millimètre

ha : Hectare

% : Pourcent

SIE : Surface d'Intérêt Ecologique

Km : kilomètre

H : heure

cm : Centimètre

GPS : Global Positioning System

L : Litre

°C : Degré celsius

m² : Mètre carré

m : Mètre

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Depuis quelques années, on observe une sensibilisation des agriculteurs vis-à-vis de l'entretien de leurs terres. Certains se tournent vers l'agriculture biologique, d'autres utilisent diverses techniques ayant pour but de soigner leurs sols. On peut regrouper ces techniques sous l'appellation technique de conservation des sols. Elles se sont développées principalement en France mais aussi en Belgique.

L'agriculture de conservation, est un ensemble de nouvelles pratiques agricoles permettant de maintenir ou d'augmenter le potentiel agronomique du sol, afin d'obtenir des rendements en culture qui permettent aux agriculteurs de dégager une marge bénéficiaire. La conservation des sols passe essentiellement par trois piliers (Derpsch, 2001) :

- La réduction du travail du sol permettant de mettre en place une structure horizontale mais aussi verticale.
- La rotation des cultures permettant de diminuer la pression d'adventices ou de ravageurs.
- L'utilisation de couvert pendant l'inter-saison permettant de couvrir les sols et ainsi combattre l'érosion de nos sols.

J'ai choisi d'aborder ce thème suite à mon stage en agriculture biologique dans une ferme située dans l'est de la France. Ce stage m'a permis de comprendre que l'on pouvait obtenir des rendements sans avoir recours aux techniques traditionnelles. Le but de mon travail de fin d'études est de montrer les différents itinéraires que l'on peut mettre en place pour mieux valoriser les terres et donc s'inscrire dans une agriculture plus durable.

De plus, comme je souhaite reprendre l'exploitation familiale, ce travail de fin d'étude me permettra de faire ma propre réflexion sur les nouvelles techniques de travail du sol. L'exploitation familiale n'est pas orientée vers les cultures mais plutôt vers l'élevage, c'est donc pour cela que je souhaite approfondir ce sujet pour ne pas démarrer dans la vie active sur des pratiques désuètes mais sur des pratiques dignes de l'agriculture de demain.

Le thème de l'agriculture de conservation étant très large, j'ai décidé de me concentrer sur une plus petite partie et essentiellement sur les différents moyens en terme de couverture du sol, du travail mécanique qu'il était possible de réaliser dans la culture du maïs fourrager. J'ai pu réaliser ce projet à l'aide de deux ASBL, Greenotec et Regenacterre qui sont des organismes actifs dans ce secteur. Et notamment aussi avec l'aide du CIPF (Centre indépendant de promotion fourragère) et du CARAH (Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la province du Hainaut).

CHAPITRE 2 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 Présentation de l'ASBL Greenotec et Regenacterre

2.1.1 Greenotec

L'ASBL Greenotec (Groupement de Recherche sur L'environnement et d'Etudes de Nouvelles



Figure 1 : Logo Greenotec

Techniques Culturelles) est une association qui a été créée en 2006. La particularité de cette association est qu'elle a été créée par un groupe d'agriculteurs qui souhaitait se pencher vers les techniques de conservation des sols. Elle compte aujourd'hui près de 300 membres.

Les activités de l'association peuvent être regroupées en trois grandes catégories :

- Des activités d'expérimentation visant à mettre au point et/ou optimiser des itinéraires techniques de Conservation des Sols pour les grandes cultures pratiquées en Wallonie.
- Des activités de vulgarisation afin d'informer et de former les agriculteurs à la pratique des TCS, au travers de journées d'études, de conférences mais également de newsletters et d'un site Internet.
- Des activités de conseil visant à offrir de manière personnalisée aux agriculteurs et aux chercheurs intéressés des conseils sur la transition de techniques culturelles conventionnelles vers les TCS.

2.1.2 Regenacterre

Regenacterre, est une association sans but lucratif pour le développement et la promotion d'une agriculture régénérative en Belgique

L'objectif principal de Regenacterre est la levée des freins à l'innovation en agriculture. Les agriculteurs conventionnels de grandes cultures constituent leur cible.

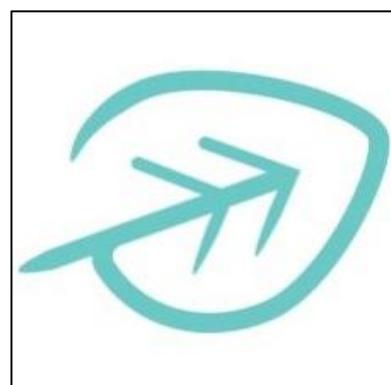


Figure 2 : Logo Regenacterre

2.2 Le sol

2.2.1 Introduction

Le sol occupe une place principale dans l'agriculture de conservation des sols. En effet, le sol est la base pour réaliser l'ensemble des productions en agricoles. Ce dernier contient tous les éléments nécessaires à la croissance des plantes qui intégreront par la suite le circuit alimentaire. En conservation des sols, on s'intéresse plus particulièrement aux propriétés des sols et aux différentes pratiques qui permettent de les préserver voir de les améliorer. Le sol comporte plusieurs aspects en matière de biodiversité. Au niveau de la faune et de la flore, il occupe une place de plus en plus importante. La difficulté réside dans la préservation de sa structure.

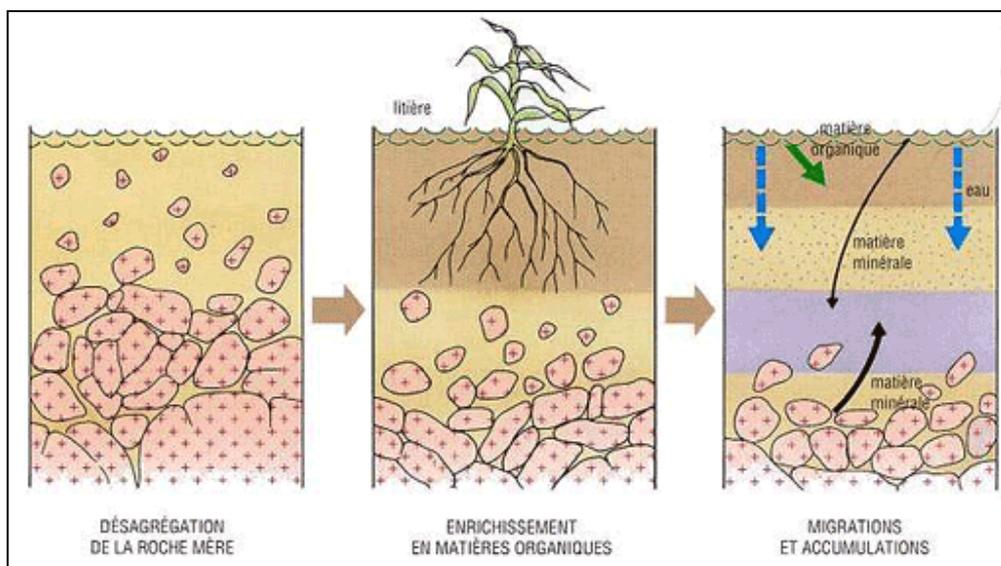


Figure 3 : Schéma de formation du sol (source : internet)

2.2.2 Formation du sol

Le sol est la partie de la croûte terrestre située entre la roche mère et l'atmosphère. Il peut être épais de quelques centimètres à plusieurs mètres (PédroG., 1994). Les sols sont nés à partir de la désagrégation de la roche mère qu'elle soit de nature schisteuse, argileuse, calcaireuse via des facteurs physico-chimique ou biologique.

La formation du sol est impactée par la température, la pluviométrie, les sécrétions acides. Les facteurs biologiques ont également un rôle dans la formation de ce dernier, tels que les microbes ou les animaux fousseurs. Sa formation est principalement due aux racines des arbres ou des plantes. En effet, les racines s'insinuent entre les micro failles et en grossissant elles vont altérer l'unité de la roche mère. La matière minérale obtenue va alors se mélanger avec les différents composés organiques provenant de la décomposition de la faune et la flore obtenu en surface et ainsi créer la base d'un sol.

2.2.3 Fonction du sol

Selon Bénédicte Henrotte et Philippe Grognon (2014), le sol peut assurer quatre grandes fonctions :

- Fonction biologique : le sol abrite de nombreuses espèces animales et végétales et participe à la formation de nombreux cycles biologiques. L'activité d'un sol est essentielle à sa constitution, à son fonctionnement, à sa fertilité.
- Fonctions alimentaires : le sol produit et contient tous les éléments nécessaires à la vie. Il accumule et puis met à disposition des plantes et des animaux des composants essentiels à leur développement et donc à leur survie. Il a un rôle de garde-manger qui est placé dans un frigo.
- Fonction d'échange et de filtre : le sol est un milieu poreux traversé en permanence par des flux hydriques et gazeux qui sont en échange avec l'atmosphère. Il a un rôle de filtre en ce qui concerne l'eau qui va se transformer en le traversant. Les qualités biologiques et chimiques de l'eau dépendent des propriétés des sols qu'elle a traversé.

2.2.4 L'activité biologique des sols

L'activité biologique du sol comprend les racines des végétaux (arbre, culture), des animaux, macrofaune et méso-faune et des micro-organismes (bactéries et champignons). Cet ensemble d'êtres vivants représente une vie très active qui a été longtemps sous-estimée. Effectivement on retrouve dans 1 Kg de sol une population très importante, on y dénombre :

- + ou - 3 000 milliard de bactéries.
- 400 millions de mycètes.
- 50 millions d'algues.
- 30 millions de protozoaires, nématodes, autres vers et insectes



Figure 4 : Activité biologique des sols (source : internet)

2.2.4.1 La microflore du sol

A. Les bactéries

Les bactéries sont les organismes les plus nombreux en matière de quantité mais aussi en matière de diversité génétique. Elles sont avec les champignons la principale source de décomposition de la matière organique. En effet les bactéries décomposent la matière animale et végétale afin d'en absorber l'azote, des composants carbonés et d'autres nutriments qui leur servent de sources d'énergie. Une fois que cette matière est absorbée et stockée par la bactérie, celle-ci sera relâchée (minéralisation) dans le milieu environnant lorsque par exemple la bactérie meurt. Le monde bactérien bénéficie d'une grande diversité et variétés. Ce qui confère une spécificité propre à chacune, ne leur permettant pas de rentrer en compétition les unes avec les autres. On retrouve entre autre des bactéries spécialisées pour la décomposition de matières organiques fraîches et riches en sucre qui travaillent donc en milieu aérobie, tandis que d'autres ne peuvent se développer qu'en absence d'oxygène (anaérobie) et décomposent donc des éléments plus en en profondeur. D'autres encore se trouvent en symbiose avec le chevelu racinaire de certaines plantes (légumineuses) où elles captent l'azote de l'air et le transforment pour qu'il soit assimilable pour la plante.

Toutes ces bactéries offrent des bénéfices aux agriculteurs :

- La symbiose avec les légumineuses permet d'enrichir le sol en azote.
- Elle fixe des éléments qui seront ensuite disponibles pour la plante.
- Elles décomposent la matière organique.
- Une présence en quantité suffisante peut servir de barrière aux pathogènes.

De bonnes pratiques agricoles permettent de garder ces bactéries dans des conditions qui leur seront bénéfiques pour leur développement. A contrario certaines pratiques nuisent à leur développement comme :

- Un travail du sol trop énergétique détruit leur milieu environnant.
- Un tassement du sol (semelle de labour) peut priver les bactéries aérobies d'oxygène.
- L'utilisation trop régulière de pesticides peut diminuer leur population.

B. Les champignons

Les champignons font partie du règne des eucaryotes. Ils germent à partir de spores et se développent en structure filamenteuse appelées hyphes. Une cuillère à café peut contenir en plusieurs mètres. Ces hyphes sont capables de grandir sur plusieurs mètres et peuvent coloniser le sol sur tout son volume.

2.2.4.2 La faune du sol

A. La microfaune

Ce sont des organismes de moins de 0,2 mm. La microfaune est constituée de protozoaire et de nématode. Les protozoaires peuvent être classés en trois groupes qui sont les amibes, les flagellées et les ciliées. Ils ont un rôle dans l'activité microbiologique du sol. Les nématodes jouent des rôles différents en fonction des espèces. Certains sont des parasites de végétaux, d'autres sont bactériophage ou se nourrissent de protozoaires. Certains interviennent dans la décomposition des débris végétaux

B. La mésofaune

Les organismes ont une taille de 0,2 mm à 2-4mm. On y retrouve les acariens et les collemboles et aussi des nématodes.

C. La macrofaune

Ces espèces ont une taille supérieure à 4 mm. Ce groupe est constitué de lombric, et d'arthropodes au stade de larve ou adulte. Les lombrics jouent un rôle important dans la décomposition de la matière organique présente dans la litière. En effet, ils sont saprophages et coprophages. Ils ont un rôle de structuration du sol de par le transit digestif qui facilite la formation de complexe organo-minéraux. De par les galeries qu'ils créent les lombrics forment une structure verticale du sol. Ces galeries permettent une bonne aération du sol et facilite l'incorporation de l'eau. De plus les lombrics en formant les galeries tapissent celle-ci de ressources minérales que les racines suivent ensuite. Ils permettent aussi de remonter à la surface les éléments se trouvant dans les horizons profonds du sol et ne sont plus accessibles aux plantes. Les arthropodes eux jouent aussi un rôle majeur dans la fragmentation de la matière organique. En fragmentent cette matière organique ils augmentent la surface de travail des champignons et des bactéries ce qui permet d'augmenter la vitesse de dégradation de celle-ci. Certaines pratiques agricoles comme le labour diminuent fortement la population de lombrics et donc peuvent réduire la fertilité des sols.



Figure 5 Lombric (source : photo personnelle)

D. La mégafaune

On y retrouve les mammifères comme les taupes et les mulots.

2.2.5 Structure du sol

La structure du sol résulte du mode d'assemblage des constituants minéraux et organiques, ainsi que la nature et l'intensité des liaisons qui existent entre eux (Stengel P. 1990). La structure des sols a une influence fondamentale sur l'environnement. La circulation, la filtration et le stockage de l'eau dans le sol dépendent grandement de la structure. Les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère, tout comme la vitesse de changement de température du sol (par exemple le réchauffement au printemps) dépendent de la structure du sol. Les lieux d'hébergement et d'activité de la microfaune et de la macrofaune du sol sont également régis par la structure. Au niveau de la structure on retrouve Les particules minérales qui forment des petits grumeaux, appelés agrégats primaires. Les espaces libres à l'intérieur de ces agrégats sont appelés pores texturaux. Les grumeaux s'organisent ensuite en agrégats plus grossiers, appelés mottes, qui sont les véritables éléments structuraux visibles à l'œil nu. Entre et à l'intérieur de ces mottes, on retrouve les pores structuraux. La structure du sol est un élément important dans le potentiel agronomique d'une parcelle. Plusieurs indices peuvent indiquer un problème de structure du sol sur une parcelle (ou une partie de parcelle) :

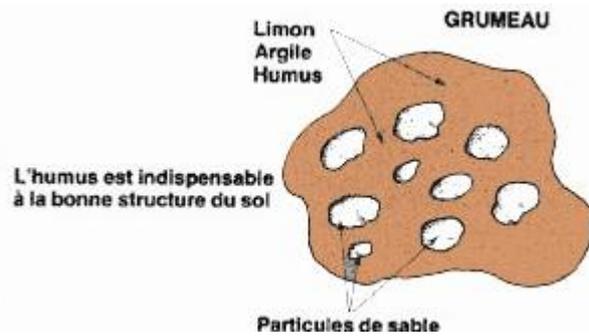


Figure 6 : structure du sol (source : internet)

- Des besoins élevés en fertilisants menant cependant à des rendements moyens.
- Le besoin de puissance augmenté pour le travail du sol.
- La levée des semis retardée ou l'installation difficile des cultures.
- L'hétérogénéité dans la couleur et la hauteur des plantes.
- L'apparition fréquente de flaques d'eau et leur persistance.

2.2.6 Texture du sol

La texture d'un sol doit son origine à la dégradation de la roche mère d'où provient la partie minérale. La texture tient compte de la grosseur des minéraux qui diffère selon la nature de la roche mère. Il y a trois catégories de texture : sableuse, limoneuse et argileuse.

- Une texture sableuse à des particules dont la taille est comprise entre 0.06 et 2 mm de diamètre. Ce sont des particules de grosse taille, elles n'ont donc pas de surface d'échange important avec le milieu environnant. Les pores laissés entre les particules sont donc importants ce qui ne permet pas de retenir l'eau gravitaire. Ce qui entraîne un sol souvent trop drainant pour les cultures.
- Une texture limoneuse aura des particules comprises entre 0.004 et 0.06 mm de diamètre. Les pores entre les particules étant plus petits, ces sols sont plus propices à une retenue de l'eau
- Une texture argileuse : les particules sont d'une taille égale ou inférieure à 0.004 mm de diamètre. Le sol argileux a un aspect plastique ce qui s'explique par le fait que les particules d'argile absorbent et retiennent beaucoup d'eau. Ces sols sont souvent en excès d'eau et par conséquent sont difficiles à travailler.

Les sols peuvent être classés dans différentes catégories spécifiques en fonction de l'importance de leur composition granulométrique (sable, argile, limon). Pour avoir une vision simplifiée ils sont représentés dans le triangle des textures présenté ci-après :

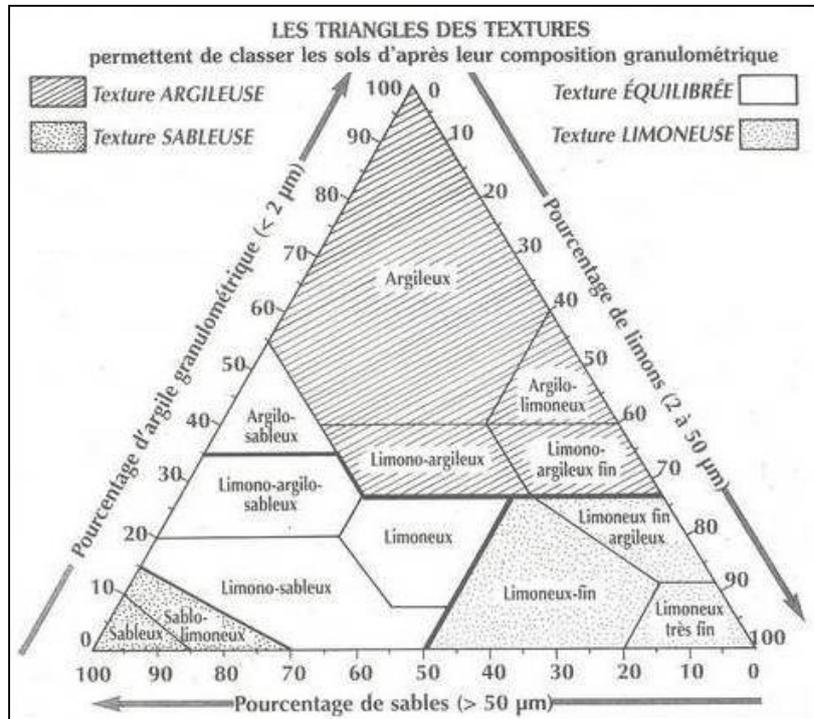


Figure 7 : Triangles des textures (source : internet)

Les trois côtés représentent le pourcentage de sable, de limon, et d'argile contenu dans un sol donné selon les différentes origines de la roche mère.

En prenant connaissance de la texture d'un sol, l'exploitant sera gagnant d'une part dans l'amélioration de la qualité de son sol. Par exemple, il pourra participer à l'amélioration d'un sol sableux en réalisant un apport régulier de fumure. Ce qui permettra d'augmenter le pouvoir de rétention en eau.

D'autre part, sa connaissance de la texture du sol lui permettra de faire le choix le plus judicieux concernant la culture à mettre en place. En effet, certaines cultures seront plus ou moins propices en fonction de la texture du sol. Par exemple, on limitera l'implantation de culture de pomme de terre dans des sols argileux et l'implantation de maïs dans des sols sableux. Un mauvais choix peut être très néfaste car il induira des moyens plus importants à mettre en place pour un rendement qui ne sera pas au rendez-vous.

2.2.7 Les facteurs d'impacts au niveau du sol

2.2.7.1 Ruissellement et érosion des sols

La gestion des couverts permet en grande partie de réduire le risque d'érosion. Selon le modèle (kirby et al., 2004), 3,4 % des sols européens (soit 1.6 million d'hectares) présentent des risques de perte en sols par érosion hydrique de plus de 10t/ha/an et 25% sont soumis à des risques de plus de 1 tonne par hectare. La terre érodée est celle qui se trouve en surface du sol et donc correspond à la meilleure terre de la couche arable. On considère que cette perte de la couche arable est irréversible sur les 50 à 100 ans à venir, compte tenu de l'échelle de temps nécessaire à la formation du sols (plusieurs milliers d'années)

Plusieurs phénomènes peuvent être à l'origine de cette érosion qui font suite à une mauvaise gestion de ces sols :

- Mise en culture sur des terres en forte pente, une mise en prairie serait plus judicieuse. Le revenu assuré par une prairie est peut-être moins important que celle d'une culture mais elle promouvrait à une réduction des pertes en éléments du sol.
- L'arrachage de haies qui permettent de freiner la propagation de l'eau.
- L'agrandissement des parcelles qui provoque une uniformité du paysage et entraîne une importante masse d'eau lors de précipitations importantes.
- Une faible teneur en matière organique ou une texture fortement limoneuse sont plus défavorables vis-à-vis de l'érosion.

Cela entraîne plusieurs conséquences :

- Diminution des fonctions du sol.
- Dans les cas plus rares une diminution voire disparition de la couche arable.
- Par le ruissèlement l'eau peut créer des dépressions dans le sol.
- Destruction des cultures qui peut être importante suivant la force du ruissèlement.
- Au niveau urbain cela entraîne des coulées de boue sur les voiries.
- Contamination des cours d'eau par des pesticides et engrais minéraux.

2.2.7.2 Tassement/compaction des sols

Le tassement du sol est relatif à une déformation du relief du sol, suite au passage d'engin de chantier avec une masse importante et/ou du travail du sol dans de mauvaises conditions. Cela entraîne une destruction de la structure et la formation d'une couche de sol compactée. C'est deux phénomènes ont de fortes répercussions sur le potentiel du sol.

Cette détérioration a plusieurs impacts notamment sur la réduction de la capacité du sol à stocker l'eau. La capacité d'infiltration est donc freinée ce qui induit un risque d'érosion du sol plus important. L'enracinement des plantes est aussi plus difficile ce qui va engendrer une perte de croissance et par conséquent de rendement pouvant aller de 5 à 30%. Les adventices vont donc être plus présentes du fait qu'il n'y pas de recouvrement des feuilles. Ce qui va conduire à un surcoût des intrants (azote, herbicide).

2.2.7.3 Contamination des sols par des polluants

On peut distinguer deux types de contamination par les polluants, il y a la pollution localisée et la pollution diffuse.

La pollution localisée ne concerne pas à priori les agriculteurs sauf dans des cas d'entretien des machines sur les parcelles (huilage des chaînes). La contamination des sols par des polluants est engendrée lors de l'utilisation de traitements phytosanitaires qui apportent des métaux lourds et peuvent conduire à la contamination des eaux de surface et souterraines. La pollution peut se faire via des apports trop importants d'amendements organiques. Ces pratiques entraînent une diminution de la biodiversité et ont donc un impact sur la fonctionnalité du sol et sur son potentiel à fournir un milieu propice au développement des cultures.

2.3 La mise en pratique du maïs en agriculture de conservation

La culture du maïs est une spéculation qui offre de grandes possibilités d'innovation dans la mise en pratique des différents moyens de préparation du sol (TCS), mais aussi de par la superficie qu'elle représente. Mais cette culture présente aussi des faiblesses, elle rend les sols vulnérables en raison du risque d'érosion engendré par le semis maïs aussi lors de la récolte notamment lorsque celle-ci se réalise dans de mauvaises conditions.

2.3.1 Importance de la culture en Belgique

La surface que représente la culture du maïs aujourd'hui en Belgique est de l'ordre de plus au moins 250 000 hectares. La surface est en augmentation chaque année et représente une part importante de l'agriculture en Belgique. Ce qui offre des opportunités importantes en matière de recherche et d'innovation.

Tableau 1 : Superficie de maïs cultivée en Belgique (source : cours de production végétal)

Usage Maïs	Fourrage	Grain	Grain humide
1965	< 5000 ha		
1980	90 000 ha	6 000 ha	2 000 ha
1985	120 000 ha	8 000 ha	6 000 ha
2004	170 000 ha	47 000 ha	
2008	171 000 ha	39 000 ha	33 000 ha
2013	177 456 ha	74 169 ha	

2.3.2 Couverture du sol

Dans les piliers de l'agriculture de conservation un des thèmes important est la couverture permanente des sols. On peut diviser la couverture du sol en deux fonctionnalités.

D'une part, on retrouve les couvertures d'hiver qui ont été mises en place afin de respecter les normes en matière de SIE. Elles sont principalement utilisées comme « plante piège » à nitrates et comme un moyen de limiter l'érosion des sols. Les couvertures d'hiver sont par exemple les moutardes ou phacélie.

D'autre part on retrouve les couvertures permanentes dont le principe est de faire perdurer un même couvert végétal au-delà d'une interculture (Cécile Waligora et Patrick Hulault). Cette mise en place s'effectue en implantant une culture dans un couvert vivant.

2.3.2.1 Semis sous couvert

Le premier objectif attendu du semis sous couvert est l'amélioration de la fertilité des sols (Marie- José Blazian). L'autre objectif est de minimiser les charges d'implantation de la culture principale (Sylvain Hypolite).

Une des difficultés de cette technique est de faire cohabiter deux espèces ensemble pendant un laps de temps. De plus, la culture mise en place doit supporter la présence d'une plante concurrente à ses pieds. Pour les couverts permanents, on les retrouve aujourd'hui principalement sous forme de cultures associées. En effet, on met en place deux cultures durant la même année afin que celles-ci tirent bénéfice l'une de l'autre. Dans certains cas, cela permet la récolte de deux cultures sur la même année. On retrouve principalement en association avec les autres cultures les légumineuses comme le trèfle et la luzerne qui peuvent apporter un effet azote mais aussi agir sur la structure du sol.

A. Moyen de mise en place

Le semis sous couvert se fait principalement en semis direct ou en strip-till.



Figure 8 : Photo Semis direct de blé tendre sous couvert végétal (source : internet)

B. Utilisation des couverts

Le trèfle est utilisé sous forme de trèfle blanc nain ou parfois violet. Ce sont des variétés qui n'ont pas un développement trop important en biomasse, elles ne risquent donc pas d'étouffer la culture mise en place. La luzerne est aussi utilisée comme moyen de couverture mais elle forme un tapis moins dense que le trèfle. Celle-ci est plus soumise au développement important d'adventice qui profite de l'espace laissé par la luzerne.

C. Maitrise du couvert

La maîtrise des couverts est un point fondamental dans ce type de pratique. En effet, il faut éviter que la culture subisse une concurrence trop importante avec la culture de couverture. En effet, si on observe une perte de potentiel en rendement ce type de pratique au point de vue économique n'est pas rentable. Afin de freiner la croissance de la culture de couverture on peut appliquer un herbicide qui va stopper le développement de la plante pendant un laps de temps mais qui va reprendre par la suite. On peut aussi broyer la plante de couverture qui va essentiellement permettre de diminuer la biomasse de celle-ci.

Il faut aussi connaître l'espèce que l'on utilise comme culture de couverture et ainsi mieux la comprendre. En effet, la luzerne se trouve au stade de repos végétatif à partir du début de l'automne et aura un démarrage important au printemps. C'est donc à cette date-là qu'il faudra surveiller son développement. A contrario, le trèfle aura un développement important en automne et durant un hiver doux. Il faudra donc surveiller son stade de développement quand on a implanté par exemple un froment d'hiver. On peut aussi maîtriser le couvert en choisissant la variété de la culture principale. On ira plus vers des variétés qui auront un démarrage plus précoce afin qu'elles se développent rapidement. Mais aussi en sélectionnant des variétés qui sont moins sensibles à la concurrence.

D. Effet azoté sur la culture

Avec les légumineuses il y a un effet azote qui est apporté par les racines au niveau du sol. Cet azote apporté peut servir à diminuer la fertilisation azotée pour la culture mise en place. Mais aussi pour les cultures qui vont suivre cette culture grâce à l'effet précédent. Dans l'étude parue dans l'article de (Marie-José Blazian, 2013) l'implantation de maïs dans un couvert de trèfle blanc a permis de diminuer l'apport de 80kg de N/ha (210 au lieu de 290 Kg d'N /ha).

2.3.2.2 Essais Greenotec

Dans l'essai réalisé avec l'ASBL Greenotec, le trèfle implanté dans le maïs servira comme couvert dans une culture de froment. En effet, le but est de maintenir ce trèfle et de venir planter la céréale. Le trèfle va servir à couvrir le sol en attendant que le froment se développe. Par la suite, il permettra un apport d'azote ce qui pour conséquence une diminution de la fertilisation azotée.

2.3.3 Préparation du lit de semence

Dans la préparation du lit de semence en conservation des sols, on retrouve principalement trois techniques qui permettent d'implanter le maïs sans bouleverser les horizons du sol. Aujourd'hui on observe un engouement important des agriculteurs pour ces nouvelles techniques. Mais aussi des constructeurs et des ingénieurs qui y voient un potentiel important de développement technique.

2.3.3.1 Les techniques culturales simplifiées (TCS)

Les techniques culturales simplifiées regroupent l'ensemble des techniques utilisées pour le travail du sol et le semis. Les TCS n'utilisent plus le labour (semelle de labour, érosion, dilution de la matière organique) et ont pour fonction de travailler le sol uniquement en surface.

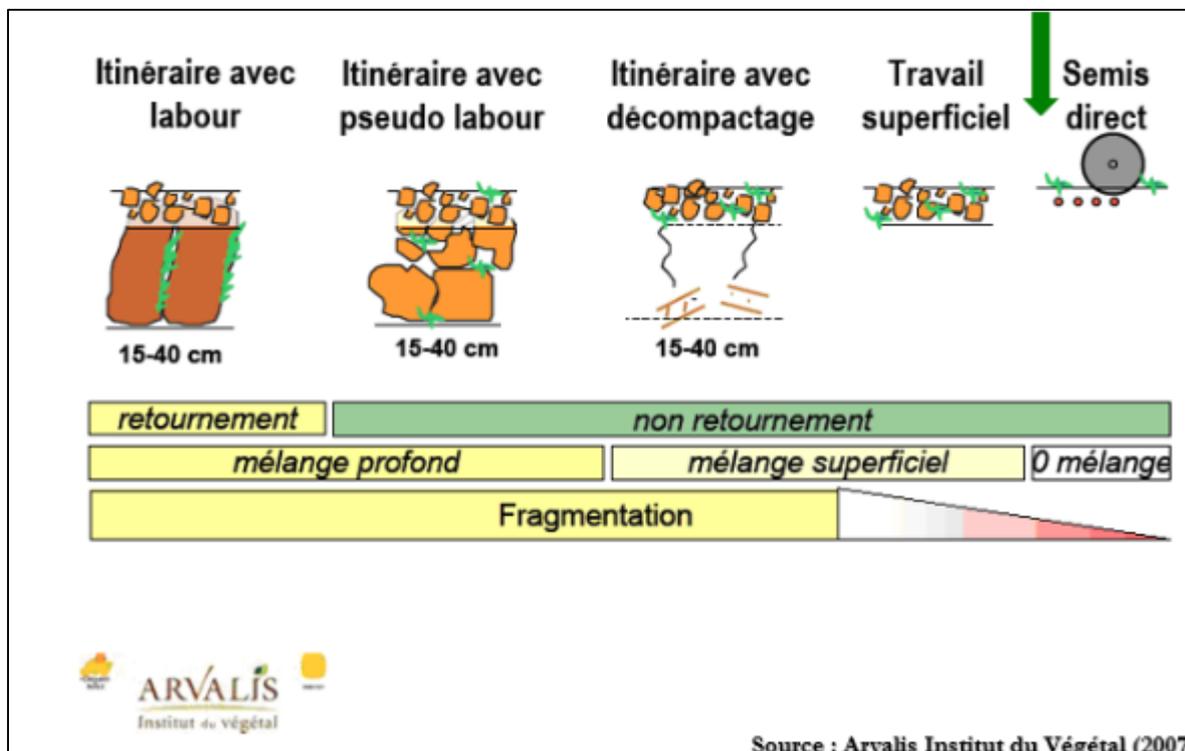


Figure 9 : Travail du sol (source : Greenotec)

LES AVANTAGES DES TCS :¹

- Gain de temps : 1 à 2 h/ha/an.
- Moindre consommation de carburant : - 15 à 30% en TCS et - 35 à 60% en semis direct, par rapport au labour.
- Réduction des coûts de mécanisation à terme, mais pas les premières années où il faut réinvestir dans du matériel. Après quelques années, on observe une baisse des coûts sur les postes traction et entretien.
- Réduction de l'érosion et de la battance, par une amélioration de la structure du sol.
- Meilleure pénétration de l'eau. Amélioration de l'activité biologique du sol.
- Moindre remontée de cailloux. Les risques de fuites de nitrates, de phosphores et des produits phytosanitaires sont réduits.

LES CONTRAINTES DES TCS

- Passer plus de temps à observer et à s'informer.
- Les TCS et le semis direct ne peuvent être envisagés que sur des sols non compactés.
- Broyer finement les résidus de récolte et les répartir de façon homogène pour limiter le développement des ravageurs du sol et les problèmes de levée
- N'intervenir que sur un sol bien ressuyé.
- Il ne faut pas négliger le désherbage les cinq premières années.
- Maintenir des zones non cultivées pour préserver les auxiliaires.
- Risque accru de fusarioses sur céréales à paille.

A. Travail superficiel

Les techniques culturales simplifiées utilisent des outils qui vont travailler le sol sur toute la largeur de la machine mais à une faible profondeur. Ce sont des outils de type herse classiques comme les déchaumeurs qu'ils soient des outils à dents ou à disques. Cette technique nécessite plusieurs passages avec des outils de plus grande largeur afin de diminuer le temps de travail



Figure 10 : Travail superficiel du sol (source : internet)

¹ TCS, Arvalis, Non-labour Midi-Pyrénées

B. Strip-till

Introduction

La technique du strip-till (travail du sol en bande) consiste à ne travailler que la future ligne de semis afin de préparer un lit de semence propice à la germination de la graine (Casdar 2012). Ce type de technique concerne surtout les cultures de colza, de maïs, de sorgho et de féverole. Ce travail peut se faire après la récolte d'une culture précédente mais aussi dans un couvert mort ou vivant.



Figure 11 : Strip-till (source : internet)

Pour victor Leforestier (2012), les gains avec le strip-till s'envisagent en trois temps :

- A court terme, il y a une économie financière car l'implantation de la culture courte est moins chère.
- A moyen terme, il y a la possibilité ensuite de faire en même temps une fertilisation localisée.
- Sur le long terme, on peut observer une augmentation du rendement grâce à l'amélioration du sol.

D'un point de vue technique

Il s'agit d'un ensemble d'éléments qui assure chacun une fonction bien précise et qui se suivent chronologiquement. On retrouve en premier front d'attaque deux disques crénelés qui ont pour but d'ouvrir le sol mais aussi de couper les végétaux si on effectue un semis sous couvert. Ensuite, on retrouve un chasse débris qui a pour rôle d'évacuer vers l'extérieur de la ligne de semis les débris de végétaux présents en surface. Par la suite, on retrouve des équipements pour travailler le sol qui sont soit des disques ou des dents et aussi des éléments pour effectuer le semis.

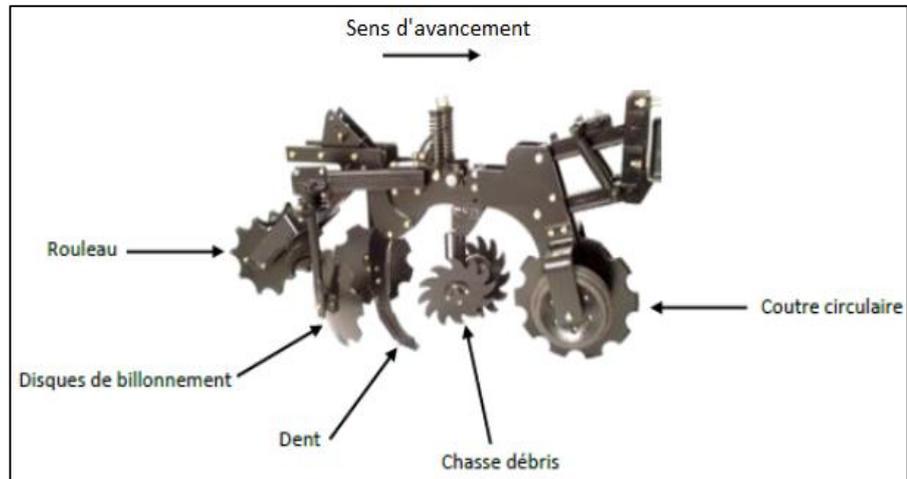


Figure 12 : Schéma strip-till (source : internet)

A la fin on retrouve un rouleau d'une quinzaine de centimètres de large qui permet d'appuyer le sol afin de bien mettre en contact la terre et la graine et d'éclater les grosses mottes. Tout cet ensemble forme un élément monté sur un parallélogramme qui est indépendant avec les autres éléments de l'outil. Il est à noter qu'il existe des variations importantes en fonction des marques mais aussi de l'avancée technologique.



Figure 13 : Eléments strip-till (source : internet)

Condition d'utilisation

Le strip-till est une méthode complexe et méticuleuse. En effet il y a peut y avoir des variantes en fonction du type de sol où la culture va être implantée. Sur des terres sableuses ou calcaires qui ont des propriétés plus drainantes et qui se réchauffent plus vite, on va pouvoir réaliser le semis en combiné (strip-till+ semis) ce qui nécessite qu'un seul passage. A l'inverse lorsque le semis se fait en sol argileux, dans des terres plus lourdes et plus humides, il est préférable de faire le strip-till en deux étapes. Il faut d'abord effectuer un passage en ne faisant que travailler la terre et ensuite laisser blanchir et se réchauffer la terre. Par la suite on fera un deuxième passage avec un semoir traditionnel. La difficulté de cette modalité est qu'il faut suivre les traces effectuées lors du passage avec le strip-till.

C. Semis direct

Le semis direct est une technique où il n'y a aucun travail de la terre. Un soc forme un sillon où la graine y est mise avant que celui-ci ne soit refermé. Il ne faut effectuer qu'un seul passage, ce qui implique une diminution importante du coût de l'implantation de la culture. Cependant on observe des variations importantes en ce qui concerne la réussite de la mise en pratique. En effet, cette technique est soumise à de nombreuses contraintes impliquant des bonnes conditions. Par exemple, il n'est pas conseillé de faire du semis direct dans des sols argileux ou humides. En effet, au moment de l'implantation ces types de sol ne sont pas ressuyés et sont trop refermés ce qui risque de faire pourrir la graine. Par contre, dans les bons sols comme les limons ou les sols sablo-limoneux, ce type de technique peut bien fonctionner. Comme pour la technique du strip-till, celui-ci peut se faire dans un couvert mort ou vivant.



Figure 14 : Technique de semis direct (source : internet)

D'un point de vue technique

Le mécanisme est assez simple. On retrouve un châssis avec la trémie du semoir fixée au-dessus et les éléments semeur en dessous. Les éléments semeurs sont formés de deux disques qui sont en biseaux dans le sol afin de créer un sillon. Juste derrière, on vient mettre la graine dans le sillon avant que celui-ci ne soit refermé. Une roue plombeuse peut suivre afin d'appuyer légèrement le sol.



Figure 15 : Formation du sillon en semis direct (sources : internet)

2.3.4 Stratégie de lutte contre les adventices

2.3.4.1 Introduction

L'adventice est le terme donné aux plantes se trouvant là où elles ne sont pas souhaitées. Leurs présences peuvent entraîner des effets néfastes sur la culture en place. Selon (Charles Vincent, Bernard Panneton 2012) elles peuvent entraîner :

- Une réduction des rendements.
- Une gêne lors de la récolte (burrage de la machine).
- Un support de parasites ou de maladies.
- Une contamination des semences.

Avant l'apparition des produits phytosanitaires il n'y avait à disposition que le désherbage mécanique pour lutter contre les adventices. La lutte se fait au moyen de plusieurs d'outils mécaniques qui peuvent se différencier dans plusieurs catégories. Elle peut se distinguer en techniques actives où l'on retrouve le travail du sol en surface (bineuse, herse étrille), la fauche, (faucheuse, faucheuse de refus) le désherbage thermique (se fait au moyen de brûleurs à gaz) et le désherbage manuel. Il y a ensuite les techniques passives comme le paillis et l'inondation (riz). La lutte intégrée est essentiellement préventive mais elle peut être aussi curative mais dans des proportions réservées. En effet, les résultats des désherbages sont plus concluants quand le système racinaire de l'adventice est au stade filament à radicelle. Le fait de passer à ce moment entrainera un dessèchement plus rapide de la plantule et diminuera ainsi le risque de reprise. Il faut aussi prendre en considération les conditions climatiques. Le désherbage sera d'autant plus efficace par du temps sec ensoleillé et chaud. Des conditions humides entraineront des conditions plus propices à la reprise de la plantule.

2.3.4.2 Le désherbage mécanique

Introduction

Le binage a pour but de briser la croûte superficielle du sol. Cela entraîne un ameublissement de la terre autour de la plante cultivée, une destruction des adventices. Cela permet aussi de briser les réseaux capillaires du sol et ainsi diminuer l'évaporation du sol ce qui permet de réduire le déficit hydrique de la plante lors de période de sécheresse et comme dit le dicton : « un binage vaut mieux que deux arrosages ».

A. Herse étrille

La herse étrille est composée d'un bâti sur lequel vient se fixer des dents fines et flexibles espacées de 2 à 3 cm les unes des autres. La profondeur de travail est d'environ 2 cm.

Le travail s'effectue sur toute la largeur de la machine indépendamment de la culture ce qui permet de nettoyer toute la surface du sol.



Figure 16 : Herse étrille (source : internet)

L'effet cumulé du contact des dents avec le sol et de l'avancement du tracteur entraîne une vibration des dents dans tous les sens qui déstructure la surface du sol et déracine les jeunes adventices en les arrachant par effet de vibration et d'impacts. La vibration entraîne aussi des actions d'écroutage et d'aération du sol qui favorisent le développement de la culture. L'agressivité de la herse se règle en fonction du type de sol, des conditions climatiques et de la culture mise en place. Elle résulte de l'inclinaison des dents et de leur vibration. Ces paramètres se règlent avec les roues de jauge ou du troisième point.

On peut aussi choisir le type de dents (droites ou courbées) mais aussi de leurs positionnements. Le désherbage peut s'effectuer en pré-levée ou en post-levée. En pré-levée le passage avec la machine n'a pas d'impact sur la culture et donc les rendements chantier peuvent être importants. En effet, on peut rouler dès lors à une vitesse de 15km/h. Par contre en post-levée il faut bien régler la machine et la vitesse doit être adaptée en fonction des résultats observés. Il faut un compromis entre une bonne sélectivité pour la culture en place et une bonne efficacité sur les adventices. La herse doit être utilisée comme un moyen de prévention de l'envahissement des adventices et non pas comme un moyen curatif.

En effet son efficacité tient compte du développement des adventices. Celle-ci est optimale quand elles sont au stade « filament blanc », cotylédons, stade 2-3 feuilles. Au-delà, son efficacité décroît rapidement. Une autre application de la herse étrille est la destruction des nids de limaces

Elle est principalement utilisée dans la culture du blé au stade du tallage. Elle est aussi adaptée à d'autres cultures comme pour le maïs, triticale, épeautre lin féverole.

B. La houe rotative

La houe rotative est une herse à roues dentelées qui est entraînée sur le sol par le tracteur. Elle permet de casser la croûte de battance. Elle brise et projette la surface du sol grâce aux cuillères situées sur l'extrémité des roues. Les cuillères permettent aussi d'extirper les adventices au stade fil blanc.



Figure 17 : Houe rotative (source : internet)

Ces deux phénomènes permettent d'obtenir, après le passage de la machine, un sol aéré qui se réchauffera plus vite, favorisant la croissance de la culture et éliminant des adventices. La profondeur de travail est de 2 cm. L'agressivité de la machine est liée à la vitesse d'avancement qui doit être supérieure à 10km/h et est optimale à 18km/h. Mais aussi à la profondeur qui se règle au moyen de roue de jauge, de ressorts à pression ou par l'ajout de masse. Les chantiers de travail peuvent avoir un rendement important dû à la vitesse d'avancement et aux largeurs de travail qui peuvent aller jusqu'à 9m.

Elle peut être utilisée pour tout type de cultures qui en pré-émergence ou à la levée après l'apparition des 2 ou 3 premières feuilles. Elle est utile dans différentes cultures comme le maïs où elle peut être appliquée jusqu'au stade 3 feuilles, le colza, le blé, la betterave.

C. La bineuse

La bineuse est un moyen d'intervenir dans les cultures en post levée qui sont déjà bien implantées en travaillant en inter- rang et inter-plant. Elle est adaptée aux cultures sarclées de type maïs, betteraves, féverole, colza mais aussi en céréales si elles sont semées avec des écartements de l'ordre de 12.5 cm avec une bineuse qui dispose d'un système de guidage. D'un point de vue agronomique le passage avec une bineuse permet de faire en un seul passage plusieurs actions à la fois. Elle permet d'éliminer les adventices, de travailler le sol qui renforce l'activité biologique. L'action d'une bineuse consiste à briser et ameublir la croûte de surface à proximité des plantes cultivées.



Figure 18 : Bineuse (source : internet)

En travaillant à faible profondeur, cet outil permet d'aérer, de sarcler la terre et de favoriser l'infiltration de l'eau des précipitations. Il déchausse ou coupe les racines en plus de ramener la terre sur le rang. La capillarité existante entre les couches profondes et la partie superficielle du sol est rompue par le passage de cet outil. On cherche à rompre cette continuité puisqu'elle facilite l'évaporation de l'eau du sol et diminue la réserve disponible pour la culture en place. Contrairement à la herse étrille et à la houe rotative, la bineuse a une action efficace (70 à 100 %) sur les adventices développées (jusqu'à 3 à 6 feuilles). Cependant, la bineuse n'est pas efficace sur les vivaces, et son action de scalpage peut conduire au bouturage des rhizomes de ces dernières.

La bineuse offre une bonne sélectivité pour la culture car elle ne travaille que l'inter rang. L'utilisation d'un système de guidage (par caméra, cellule photoélectrique, capteurs ou GPS) permet une meilleure précision et évite que les éléments bineurs n'endommagent la culture en place. Pour une bonne sélectivité, il faut aussi que la culture soit suffisamment développée et donc moins vulnérable à l'action de la bineuse.

2.3.5 Condition d'utilisation

Contrairement au désherbage chimique, pour la réussite du désherbage mécanique il faut prendre en compte plusieurs facteurs comme le stade de la culture ce qui va permettre de ne pas fragiliser la culture en place, le stade des adventices, les conditions climatiques pendant et après l'intervention. En effet, le sol ne doit être ni gelé ni trop humide en surface pour autoriser le passage d'outils, les pluies doivent être nulles ou très faibles le jour du passage et les 4 jours suivants (2 jours si l'évapotranspiration dépasse 0,5 mm) afin d'éviter que les adventices arrachées ne se repiquent.

A. Choisir l'outil en fonction de la particularité du sol

Comme on peut le voir sur le tableau suivant, les différents outils de désherbage ont chacun des conditions optimales de travail et des conditions où ils seraient les moins efficaces et donc où le travail de désherbage ne serait pas optimal. C'est pour cela qu'être équipé ou avoir accès à plusieurs outils de désherbage permet de travailler la terre en fonction des conditions qui se présentent. On remarque sur ce tableau que la bineuse peut répondre à toutes les conditions présentes et faire un travail efficace, tandis que la herse étrille à moins de potentiel en fonction des conditions.

Tableau 2 : Comparaison de l'efficacité d'outils en fonction du sol² (source : Ecophyto)

	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Limon (sol battant)	Déconseillé Inefficace	Très adapté	Adapté
Argileux	Peu adapté	Adapté sous conditions	Adapté
Argilo limoneux	Très adapté	Adapté	Très adapté
Sols caillouteux	Adapté	Peu adapté	Peu adapté
Débris végétaux	Efficacité diminuée	Peu d'impact sur l'efficacité	
Conditions climatiques	Efficacité dépendante des conditions climatiques : - Attendre que le sol soit suffisamment ressuyé - S'assurer d'avoir un climat séchant pendant et après le passage pour permettre la déshydratation des adventices		

² www.lutteintegree.com/IMG/UserFiles/Images/ecophyto_desherbage_mecanique.pdf

B. Choisir l'outil en fonction des adventices

Ce tableau nous montre l'efficacité des outils en fonction du type d'adventices qui se présente. On remarque que le désherbage mécanique n'est pas efficace sur les vivaces. Ce problème peut être résolu en combinant la lutte mécanique avec un désherbage chimique qui peut se faire simultanément notamment lorsque l'on utilise une désherbineuse.

Tableau 3 : Efficacité de l'outil en fonction des adventices³ (source : Ecophyto)

	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Vivaces	Inefficace sur les vivaces Attention au risque de bouturage avec l'utilisation de la bineuse		
Annuelles	Efficace jusqu'à 1 F (inefficace sur les adventices développées)	Efficace uniquement au stade « filament blanc » (inefficace sur les adventices développées)	Efficace sur adventices jusqu'à 6 F

2.3.6 Conclusion

On constate que le désherbage mécanique n'est pas efficace à 100%. Lorsque le désherbage n'est pas assez efficace il y aura recours aux herbicides ce qui permettra d'éradiquer les adventices et éviter ainsi leurs propagations. Ce moyen de lutte a permis cependant d'éradiquer en grande partie les adventices sans avoir recours aux produits phytosanitaires et ainsi préserver la faune et la flore du sol.

Tableau 4 : Avantages à la stratégie mixte⁴ (source : Arvalis)

Avantage à la stratégie mixte à interventions égales				
	Deux herbicides (pré-levée + post-levée)	Herbi-semis + binage	Herbicide + binage	Herse étrille + herbicide
Hypothèses	Flore mixte (chénopodes, amarantes, renouées, graminées estivales) densité moyenne			
Efficacité potentielle	+++	++	++	++
Coût ¹ (coût de passage inclus)	75 euros/ha	49 euros/ha	67 euros/ha	55 euros/ha
Temps de travail	0,2 h/ha	0,5 h/ha	0,6 h/ha	0,2 h/ha
Faisabilité	+++	++	++	++
+++ Efficacité bonne ou passage possible. ++ Efficacité moyenne à faible ou passage envisageable. (1) Pulvérisateur 10 ha/h, bineuse 1,8 ha/h, herse étrille 9,6 ha/h.				

³ www.lutteintegree.com/IMG/UserFiles/Images/ecophyto_desherbage_mecanique.pdf

⁴ Arvalis info, septembre 2010. Arvalis-Institut végétal

2.3.6.1 Le désherbage thermique ou pyrodésherbage

Le désherbage thermique occupe une place à part dans les moyens de lutte mécanique contre les adventices. En effet il est peu utilisé dans le monde agricole du moins sur des petites surfaces mais il est plus utilisé dans le milieu horticole où il permet d'assainir le sol en adventices mais où il est aussi un moyen de lutte efficace contre les arthropodes ravageurs. Le principe du désherbage thermique est de causer via la température importante des dégâts irréversibles sur les plantes qui vont entraîner leur mort immédiate ou dans une brève échéance. Le mode de destruction de la plante se fait au moyen de la chaleur qui entraîne un éclatement des cellules dû à la dilatation thermique du matériel intracellulaire ou de la coagulation de certaines protéines (Pelletier et al,1995).



Figure 19 : Désherbage thermique (source : internet)

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la lutte thermique n'est pas récente mais elle date du début du 20^{ème} siècle, principalement aux États-Unis. Ensuite, dans les années 1950 les techniques et l'évolution économique ont été améliorées afin d'optimiser la distribution de chaleur. Avec l'apparition des pesticides, ce moyen de lutte a rapidement décliné au profit du désherbage chimique qui était plus économique, plus rapide et efficace. Cependant, la lutte thermique peut avoir d'autres applications comme le défanage de pomme de terre ou la lutte contre des insectes nuisibles.

Le transfert de chaleur de la machine vers la plante à éradiquer peut se faire via plusieurs phénomènes physiques :

- L'exposition directe aux flammes : le mécanisme de projection des flammes ressemble à un pulvérisateur utilisé dans le monde agricole. Le carburant mis sous pression (liquide ou gazeux) arrive via un réseau de conduite au niveau de buse (brûleurs) ou à la sortie de celle-ci si le carburant sous pression est dispersé et enflammé. Les adventices à traiter sont directement soumises aux flammes qui proviennent du brûleur.
- L'exposition au rayonnement infrarouge : cette méthode est mise en pratique via les flammes du brûleur qui sont dirigées vers une plaque en métal ou en céramique. Cette plaque mise à très haute température émet une source de rayonnement infrarouge dirigée vers les plantes à traiter. La destruction de la plante se fait au moyen d'un échauffement global de l'organisme.
- Exposition à la vapeur : l'eau est portée à l'état de vapeur, et est dirigée vers la cible à traiter

Pour l'utilisation de ces trois méthodes il y a mise en place sur la machine de déflecteurs afin de protéger la culture mise en place des effets de la chaleur.

Le désherbage thermique n'est pas la solution la plus simple à mettre en place. De plus plusieurs aspects négatifs sont à mettre en avant et expliquent ainsi un faible attrait auprès du monde agricole. Voici plusieurs aspects négatifs :

- Demande en énergie importante qui peut entraîner un coût important notamment en carburant
- Emission de polluant lors de la combustion du carburant qui libère du gaz carbonique, du monoxyde de carbone, du dioxyde de soufre entraînant un bilan énergétique et environnemental négatif.
- Vis-à-vis du sol un échauffement important du sol même sur quelques centimètres peut entraîner une diminution relative de la faune et de la flore

Mais a aussi quelques points positifs :

- Pas de travail de sol (pas de remontée de graines)
- Intervention sur sol humide

2.3.6.2 Technique de faux semis

La technique du faux semis consiste en un travail superficiel du sol avant l'implantation d'une culture. Le but de cette technique est de faire lever les adventices et ensuite de les détruire lorsqu'elles sont encore au stade de plantule au moyen d'un désherbage chimique ou mécanique. Elle permet d'appauvrir le sol en semences d'adventices. Cette pratique doit respecter certaines conditions pour que soit efficace⁴ :

- Il faut la présence de précipitations qui surviennent dans les jours qui suivent l'intervention.
- Le sol doit être assez appuyé pour favoriser la levée des adventices.
- Il doit y avoir une répétition chaque année afin d'assainir le sol.
- Il doit y avoir un délai de temps à respecter afin de permettre à toutes les adventices de germer avant de les détruire. Le laps de temps est d'environ deux semaines.

La technique de faux semis est surtout utilisée avant l'implantation de blé et de toutes les céréales d'automne mais aussi quand les conditions sont réunies elle peut être utilisée pour le maïs. Cette pratique est surtout utilisée pour affaiblir le réservoir de semences de graminées (brome, ray-grass vulpin) mais ne permet pas de gérer les dicotylées. Elle est pratique envers les graminées car les dates de pratique de faux semis correspondent aux dates de levée de graminées et donc un taux important de semences germées à ce moment-là.

Le faux semis peut se pratiquer avec du matériel léger et de largeur importante de type herse étrille, déchaumeur et ne nécessitant pas de puissance de traction importante en raison du travail superficiel du sol. Elle peut se répéter plusieurs fois en laissant à chaque fois un intervalle de temps ce qui augmentera l'effet de désherbage.

⁴ Arvalis institut du végétale : produire plus et mieux, 44 solutions concrètes pour réduire l'impact des produits phytosanitaires : guide pratique- Edition Ouest 2011.

CHAPITRE 3 : EXPÉRIMENTATION

3.1 Présentation de l'essai

Le but de mon travail de fin d'études est de démontrer la possibilité d'implanter un trèfle dans un maïs déjà semé afin de mettre en place un couvert permanent. Nous avons décidé de comparer plusieurs modalités afin de déterminer quelles combinaisons donnaient le meilleur résultat :

- Différentes espèces de couverts ont été testés afin de déterminer celle qui était le plus adaptée.
- Implantation du couvert à des stades de développement différent du maïs afin de démontrer le stade qui répond le mieux aux attentes en matière de salissement en adventices et en concurrence avec le maïs.
- Préparation de sol : Strip-till VS TCS (Terrano + rotative). Afin de connaître l'impact sur l'implantation et le développement du trèfle et du maïs.

Au terme de l'essai on pourra déterminer la meilleure combinaison qui correspond à nos attentes.

3.2 Lieu d'essai

Les essais de mon expérimentation se sont déroulés à Corroy-Le-Grand (Brabant Wallon) sur une parcelle de l'exploitation de la ferme des Noyers chez Nicolas Braibant. Cette exploitation est très active au niveau de la recherche avec plusieurs essais mis en place chaque année.

3.3 Carte de la parcelle utilisée pour les essais

L'essai a été mis en place au centre de la parcelle sur une surface de plus ou moins 1,5 ha dans la parcelle de 3,5 ha. L'essai a été divisé en 7 modalités d'une largeur de 15m.

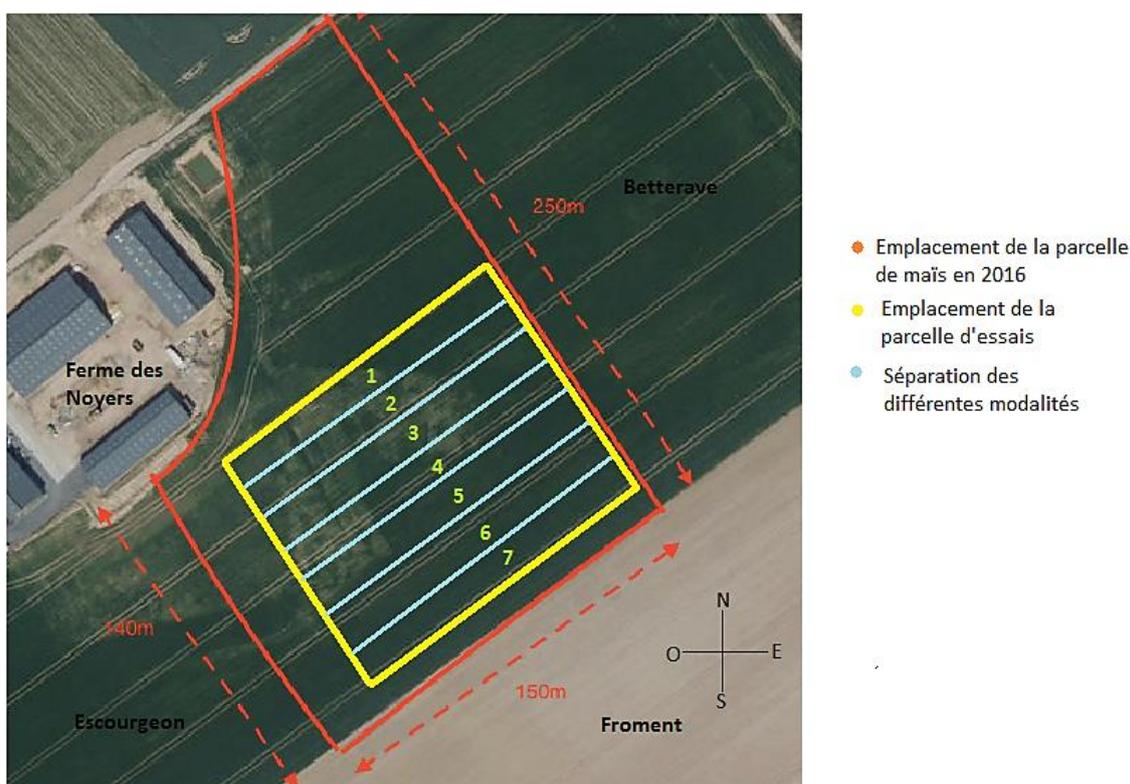


Figure 20 : Carte de la parcelle (source : WalOnMap)

Tableau 5 : Représentation des différentes modalités

N°	Couvert	Travail du sol	Situation	Stade d'implantation	densité
1	Témoin sans couvert	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	/	/
2	Trèfle d'Alexandrie	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	8 kg/ha
3	Lotier corniculé	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	8 kg/ha
4	Trèfle blanc nain (RIVENDEL)	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	3-4 feuilles	5 kg/ha
5	Trèfle blanc << extra-nain >> (ABERACE)	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	5 kg/ha
6	Trèfle blanc nain (RIVENDEL)	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	5 kg/ha
7	Trèfle blanc nain (RIVENDEL)	TCS (terrano + herse rotative)	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	5 kg/ha

3.4 Mode opératoire de l'expérimentation

3.4.1 Mise en place de l'essai

L'essai mis en place a nécessité plusieurs moyens techniques et aussi plusieurs réunions afin de pouvoir planifier les différentes étapes et les séparations des différentes modalités.

- 22 mars : Réunion avec Maxime Merchier à Mons afin de discuter de l'essai à mettre en place.
- 20 avril : Réunion avec les coordinateurs du CIPF à Louvain la neuve. La désherbineuse appartenant au CIPF, il a fallu leur accord afin de pouvoir l'utiliser pour notre essai.
- 9 mai : Réunion à Corroy-le-grand afin de déterminer les différentes modalités à mettre en place.
- 21 mai : Mise en place de l'essai.

3.4.2 Préparation du sol et semis du maïs

Le précédent cultural était un ray-grass implanté en septembre 2015.

- 10 avril : désherbage du raygrass au moyen d'un pulvérisateur automoteur

Tableau 6 : Traitement phyto, ray-grass

Nom	Nature	Composition	Type de formulation	Dose appliquée
ROUNDUP	Herbicide	360g/L GLYPHOSATE	Concentré soluble	4l/ha

- 6 mai : semis du maïs au strip-till. La terre étant trop dure et trop refermée la méthode de strip-till ne fonctionnait pas. Dès lors nous avons passé un coup de herse rotative en surface pour affiner et détruire le chevelu racinaire du raygrass. Le maïs a été semé ensuite en strip till en combiné avec un semoir 6 rangs.



Figure 21 : Semis du maïs au strip-till (source : Regenacterre)

Tableau 7 : Semis du maïs

Variété	écartement	Densité de semis	Finalité du maïs
Altitude	75 cm	105 000 graines/ha	Ensilage

- 21 mai : sélection et division de la parcelle. A l'aide d'un décamètre nous avons divisé la parcelle en sept modalités différentes. Nous avons ensuite fixé les modalités à l'aide de jalons. Chaque modalité fait 15m de large sur 50m de longueur. Afin que les modalités obtiennent la même longueur nous avons coupé les maïs dans la largeur au travers des différents essais, ce qui permet de circuler plus aisément.



Figure 22 : Etalonnage de la parcelle (photo personnelle)

3.4.3 Implantation du trèfle et du lotier

L'implantation du trèfle a été effectuée au moyen d'une désherbeuse Carre 4 rangs (prêt du CIPF). Dans le cadre de l'essai, nous avons testé différentes modalités en comparant des variétés de trèfle et de lotier. Mais aussi différent stade d'implantation des couverts.

3.4.3.1 Variétés de trèfles et de lotier

➤ Trèfle d'Alexandrie

Nom Latin : *Trifolium alexandrinum*,

Variété : Tabor

Description : légumineuse imposante à port dressé, dont la hauteur peut atteindre un mètre. Sa croissance est similaire à celle de la luzerne. Les fleurs sont de couleur jaune-blanc et disposées à la tête des tiges. Le trèfle d'Alexandrie est une plante des climats doux, il nécessite des températures de germination élevées (optimum près de 25 °C) et est sensible au gel. Dans des situations rudes, sa culture n'est pas recommandée. Il préfère des sols plutôt légers et calcaires et ses exigences par rapport au régime en eau sont assez élevées (Gujer et al. 1983)

➤ Trèfle Blanc (nain et extra nain)

Nom latin : *Trifolium repens*

Variété : ABERACE et RIVENDEL

Description : Ses tiges ou stolons courent à même le sol. Elles sont ramifiées et portent des noeuds d'où partent les racines et les feuilles. Les racines descendent peu dans le sol (10 à 25 cm). Les feuilles comportent un long pétiole (10 à 30 cm) qui leur permet de se dresser vers la lumière. Les fleurs sont blanches. Du fait de la taille des feuilles, il existe une assez grande diversité d'aspect chez le trèfle blanc. En ce qui concerne le trèfle blanc nain, il possède les mêmes caractéristiques que le trèfle blanc mais il a des feuilles de plus petite taille.

➤ Lotier corniculé

Nom latin : *Lotus corniculatus*

Variété : /

Description : petite légumineuse pérenne. Résistant au stress hydrique et au froid. Légumineuse basse à port semi-dressé à tiges couchées ou ascendantes, pouvant atteindre 50 cm de haut. De 3 à 10 fleurs en ombelles jaunes, parfois tachées de rouge. Gousse linéaire, de 2-3 cm de long.

3.4.3.2 Implantation du couvert

Utilisation de la désherbineuse

Afin d'implanter le couvert nous avons eu recours à une désherbineuse sur laquelle un semoir pneumatique y a été installé.

La désherbineuse

Cet outil regroupe en un seul passage 3 travaux différents :

- Il bine entre les rangs de maïs
- Il pulvérise sur le rang de maïs
- Il sème le trèfle

Afin de guider les différents éléments, la machine est équipée de caméras qui permettent de suivre les rangs de maïs et ainsi de ne pas les abîmer lors du passage de l'outil.



Figure 23 : Présentation de la désherbineuse (photo personnelle)

➤ Binage

Le binage s'est fait au moyen de socs qui sont rattachés au châssis vis à des dents vibrantes qui permettent à ceux-ci d'effectuer un mouvement de vibration au niveau du sol entraînant un déracinement des jeunes adventices. Deux coutres circulaires viennent se placer de chaque côté du rang de maïs afin que les socs ne viennent pas déchausser les jeunes plants de maïs. Pour finir l'élément bineur est fixé sur un parallélogramme indépendant les uns des autres pour que chaque élément puisse suivre les dénivellations du sol et une roue plumbeuse permet de régler la profondeur de travail.



Figure 24 : Eléments de binage (photo personnelle)

Pour que le binage soit efficace il faut que les adventices soient au stade filament. Si elles sont à un stade plus avancé leurs racines seront bien fixées dans le sol et le binage ne sera plus efficace. Pour que le binage soit efficace il faut respecter quelques conditions :

- Il faut que les adventices soient au stade filament. Si elles sont à un stade plus avancé leurs racines seront bien fixées dans le sol et le binage ne sera plus efficace.
- Le sol ne doit pas être trop humide ni collant sinon les socs n'effectuent pas leur travail correctement.
- Il faut travailler par temps sec ce qui permettra aux adventices déchaussées de pouvoir se dessécher.

Il y a plusieurs effets positifs du binage :

- Briser et ameublir la croûte de surface.
- Aérer et sarcler.
- Infiltrer l'eau de précipitation.
- Déchausser et couper les racines d'adventices.
- Diminution de la capillarité entre couches profondes et partie superficielle du sol ce qui permet de diminuer l'évaporation de l'eau du sol.

➤ Traitement phytosanitaire

La pulvérisation de l'herbicide ne s'effectue que sur le rang de maïs là où le soc n'a pas travaillé la terre. La solution est stockée dans une cuve située au-dessus du châssis. La pompe qui est entraînée par la prise de force, permet de mettre le liquide sous pression pour que celui-ci sorte sous forme de brouillard à la sortie des buses qui sont fixées de part et d'autre du rang de maïs. Les buses sont fixées sur le châssis et inclinées à 45° vers le rang de maïs afin de diminuer la dérive.

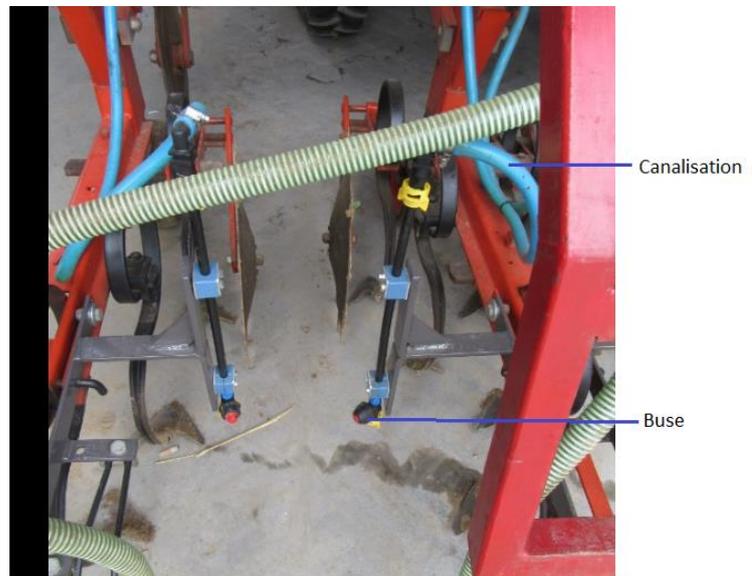


Figure 25 : Eléments de pulvérisation (photo personnelle)

Afin de vérifier l'efficacité de l'application de l'herbicide nous avons placé plusieurs papiers tests. Ce sont des bandellettes jaunes que l'on place sur le rang de maïs. Lors de l'impact des gouttelettes d'herbicide sur le papier, celui-ci réagit par un changement de couleur. Les impacts apparaissent en bleu sur le papier jaune.

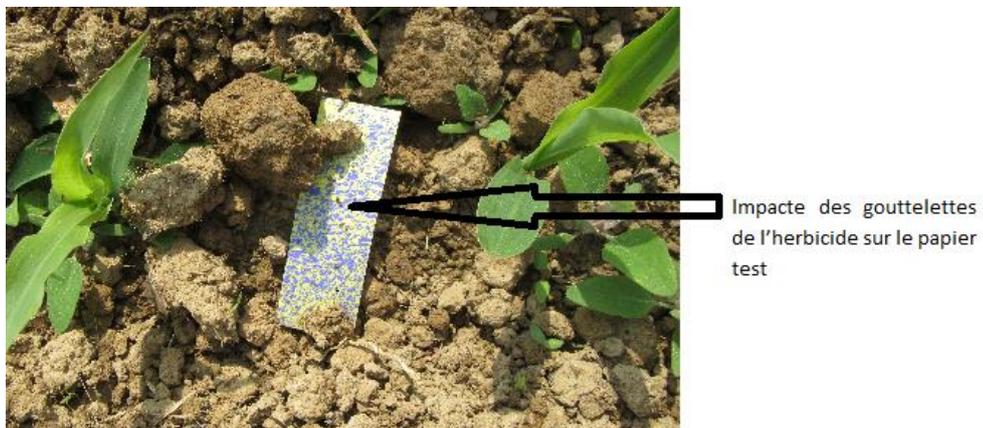


Figure 26 : Représentation de l'application de l'herbicide (photo personnelle)

➤ Semis du couvert

Le semis du couvert s'effectue au moyen d'un semoir pneumatique. Les graines sont soufflées dans les canalisations et dispersées au niveau de l'inter rang grâce à des déflecteurs. Les graines sont ensuite recouvertes grâce à une herse peigne fixée derrière la machine. La densité de semis a été calibrée au préalable selon la variété du couvert.

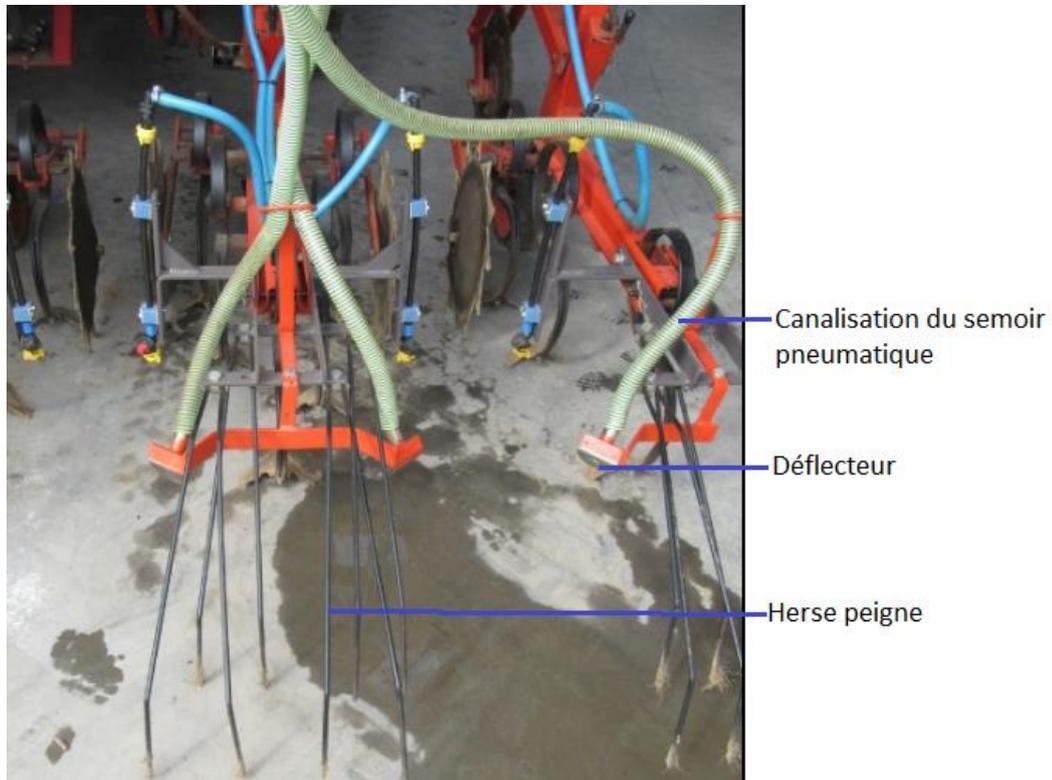


Figure 27 : Éléments du semis du couvert (photo personnelle)

Stade d'implantation du couvert

A. Implantation au stade 3-4 feuilles

➤ 21 mai : semis du couvert.

- Nous avons semé le couvert de la modalité n°4. Il s'agit du trèfle Blanc nain (RIVENDEL) à 5kg par ha. A cette date-là le maïs était au stade de développement 3-4 feuilles.

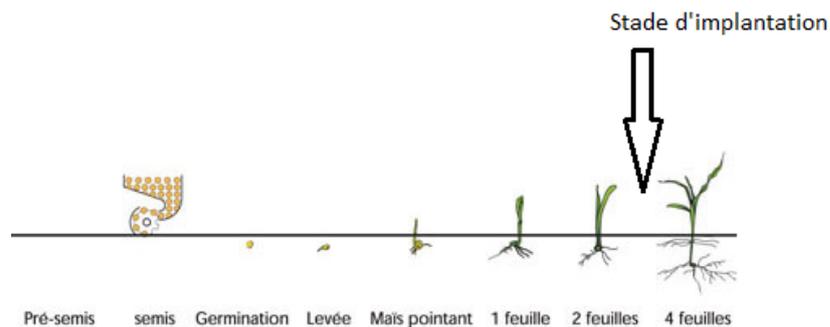


Figure 28 : Stade de développement du maïs (source : internet)

- Il y a eu une préparation et un réglage de la désherbineuse à l'atelier. Nous avons ensuite passé l'entièreté de la parcelle avec la désherbineuse mais le semoir pneumatique n'était pas activé. Une fois arrivé au niveau de l'emplacement de la modalité n°4 nous avons mis le semoir en marche. Cette modalité n'aura eu qu'un passage avec la désherbineuse.



Figure 29 : Passage avec la désherbineuse (photo personnelle)

Traitement phytosanitaire

Tableau 8 : Traitements phytosanitaires, désherbinage modalité 3-4 feuilles

Nom	Nature	composition	Type de formulation	Stade d'application	Dose appliquée
Meristo	Herbicide	100g/L MESOTRIONE	Suspension concentrée	2-8 feuilles	1.5
SAMSON 4 SC	Herbicide	40g/l NICOSULFURON	Dispersion huileuse	2-8 feuilles	1
BROMOTRI L SC	Herbicide	250g/l BROMOXYNIL	Suspension concentrée	4-5 feuilles	2.4
PEAK	Herbicide	75% PROSULFURON	Granulés à disperser dans l'eau	2-9 feuilles	0.02KG
FRONTIER ELITE	Herbicide	720g/l DIMETHENAMIDE	Concentré émulsionnable	3-4 feuilles	1.4

Observations



Figure 30 : Situation avant et après le passage de la désherbineuse (photo personnelle)

B. Implantation au stade 6-8 feuilles

➤ 13 juin : semis du couvert

- Il y eu un réglage du semoir car les variétés n'étaient pas les mêmes. Nous avons effectué un deuxième passage sur l'ensemble de la parcelle avec la désherbineuse. Sauf au niveau de la modalité n°4, où le trèfle avait été semé auparavant. Les variétés de trèfle et du lotier ont été semées en fonction de leurs emplacements comme nous pouvons le voir dans le tableau suivant. Sur le reste de la parcelle de maïs nous avons implanté du trèfle Blanc nain et du lotier.

Tableau 9 : semis du couvert au stade 6- 8 feuilles

N°	Couvert	Travail du sol	Situation	Stade d'implantation	densité
2	Trèfle d'Alexandrie	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	8 kg/ha
3	Lotier	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	8 kg/ha
5	Trèfle blanc <<extra-nain>> (ABERACE)	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	5 kg/ha
6	Trèfle blanc nain (RIVENDEL)	Herse rotative + Strip-till	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	5 kg/ha
7	Trèfle blanc nain (RIVENDEL)	TCS (terrano +herse rotative)	5 bandes de 4 rangs (15m)	6-8 feuilles	5 kg/ha

Traitement phytosanitaire

Voir Implantation au stade 3-4 feuilles.

Observations



Figure 31 : Situation après passage de la désherbineuse (photo personnelle)

3.5 Observation et analyse de l'essai

Ce point décrit les différents moyens qui ont été utilisés pour récolter les données. Les résultats de ces données sont à voir au point interprétation des résultats.

3.5.1 Comptage des adventices

Afin de déterminer et de comparer le développement des adventices entre les différentes modalités, il y a eu comptage de celles-ci qui s'est fait sur le terrain au moyen d'un cadre de 75×75 cm qui a été repris dans un tableau. Ce comptage s'est organisé en 8 répétitions par modalités. Afin de suivre le développement des adventices ce comptage a été réalisé 3 fois pendant la période de durée de l'essai.



Figure 32 : Méthode de comptage des adventices (photo personnelle)

Représentation de la prise de données

Ce comptage s'est organisé en 8 répétitions par modalités. Le comptage s'est réalisé en faisant des diagonales à travers chaque modalité afin d'obtenir des résultats qui soient au plus proches de la réalité sur la parcelle.

- Les dates de comptages ont été les suivantes :
 - 29 juin
 - 28 juillet
 - 4 octobre

Cette prise de données devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- La date de semis du couvert influence-t-elle le salissement ?
- Quel couvert est le plus efficace pour gérer le salissement sous le maïs ?

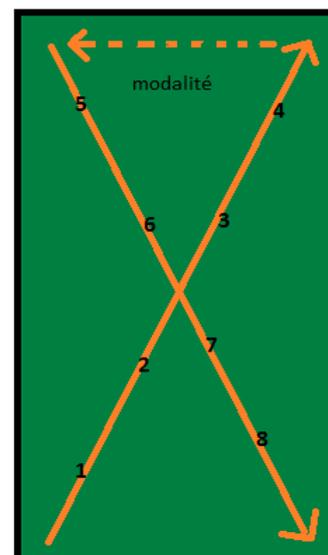


Figure 33 : Modalité de comptage des adventices

3.5.2 Mesure de la biomasse aérienne du couvert

La biomasse aérienne des différents couverts a été récoltée à deux reprises à plusieurs semaines d'intervalle afin de suivre son développement. Le couvert a été récolté dans chaque modalité. Les différents échantillons ont été pris avec une cisaille électrique. Le quadra mesurait sur une longueur de 1m à l'aide d'un jalon sur la largeur de semi entre les rangs qui était de l'ordre de 45 cm. Une fois le couvert prélevé il a été mis dans des sacs plastiques fermés et par la suite il a été analysé par le laboratoire du CARAH où la matière sèche a été calculée mais aussi la valeur alimentaire du trèfle par méthode de spectrométrie. C'est une technique analytique basée sur le principe d'absorption des rayonnements infrarouges par la matière organique. Cette absorption est liée à la composition chimique des échantillons. L'analyse de la spectrométrie est comparée à une banque de données qui va permettre de connaître la valeur alimentaire de l'échantillon.

- Les dates de récoltes ont été les suivantes : 27 juillet et le 4 octobre avant l'ensilage du maïs



Figure 34 : Récolte du trèfle (photo personnelle)

Représentation de la prise de données

Il y eu une prise de 4 échantillons par modalités qui ont été prélevés aléatoirement en avançant à chaque fois de 10 pas et en se décalant de 2 rangs de maïs suivant une diagonale à travers la parcelle.

Cette prise de données devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelle espèce de couvert est la plus couvrante ?
- La technique de travail du sol influence-t-elle le développement du couvert ?

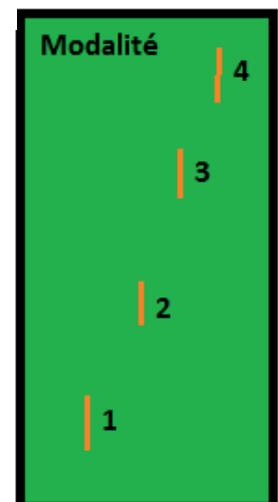


Figure 35 : Modalité de récolte de couvert

3.5.3 Analyse du sol

Le but des échantillons est de permettre de suivre le profil azoté du sol en fonction des couverts et aussi de les comparer avec la parcelle témoin. De ce fait, on va pouvoir comparer quelles sont les variétés et les dates d'implantation qui ont un effet azoté le plus important envers le maïs. Ces analyses vont aussi permettre de mettre en corrélation les résultats de mesures de la biomasse du maïs. Les prélèvements de sol se sont réalisés à deux reprises afin de suivre l'évolution. Les échantillons prélevés ont été mis dans des sacs plastiques afin de conserver l'humidité et ont été analysés par le laboratoire du CARAH

- Les dates de prélèvements ont été les suivantes, le 27 juillet et le 12 octobre après l'ensilage du maïs



Figure 36 : Prise des échantillons du sol (photo personnelle)

Représentation de la prise de donnée

Pour se faire nous avons pris les échantillons dans chaque modalité. Elle s'est fait en trois répétitions avec à chaque fois le prélèvement de 7 échantillons ce qui fait au total 21 prélèvements par modalité. Les prélèvements se sont fait à trois profondeurs différentes afin de suivre l'azote à différent profils. Les profondeurs étaient celle d'une analyse classique à savoir 30, 60 et 90 centimètres de profondeur.

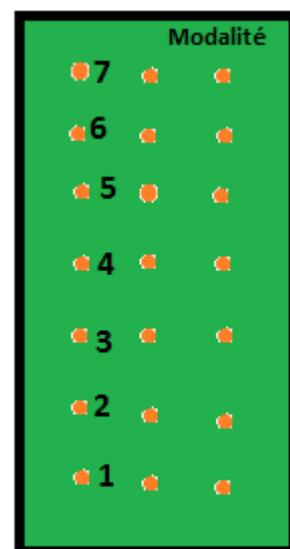


Figure 37 : mode de prise d'échantillon

3.5.4 Mesure de la biomasse aérienne du maïs

A. Comptage du nombre de pied

Une partie de l'essai était de comparer deux techniques de travail du sol différentes et de comparer les rendements du maïs. Ces deux techniques ont aussi un impact sur le potentiel de germination et de développement de la jeune plantule. Pour cette mesure les différents couverts n'ont pas eu d'effet sur le taux de plantule présente. Afin de vérifier s'il y avait un impact, j'ai effectué un comptage du nombre de pied. Il s'est réalisé en comptant sur 10m (au moyen d'un décamètre) de lignes le nombre de pied présent. Il y eu 4 répétitions par modalité. Voir figure 35.

- Date de comptage : 29 juin

B. Biomasse du maïs

Afin de déterminer si le couvert a une influence sur le rendement ponctuel du maïs nous avons réalisé la récolte d'échantillons de celui-ci avec une mini ensileuse fournie par le CIPF. Cette prise de mesure s'est faite en même temps que l'ensilage de la parcelle entière via une entreprise agricole où la récolte maïs a été stockée en silo. Pour ce faire l'ensileuse de l'entreprise a ensilé dans une premier temps les maïs autour de la parcelle d'essai afin de bien la délimiter. Ensuite la mini ensileuse n'ensile que deux rangs par modalité nous avons déterminé deux rangs de maïs à garder par modalité. Cette détermination s'est fait par multiple de 8 étant donné que l'ensileuse de l'entreprise était une 8 rangs et que l'entreprise a ensilé le maïs qu'on ne voulait pas garder.

- Date d'ensilage : mercredi 5 octobre



Figure 38 : Récolte du maïs (photo personnelle)

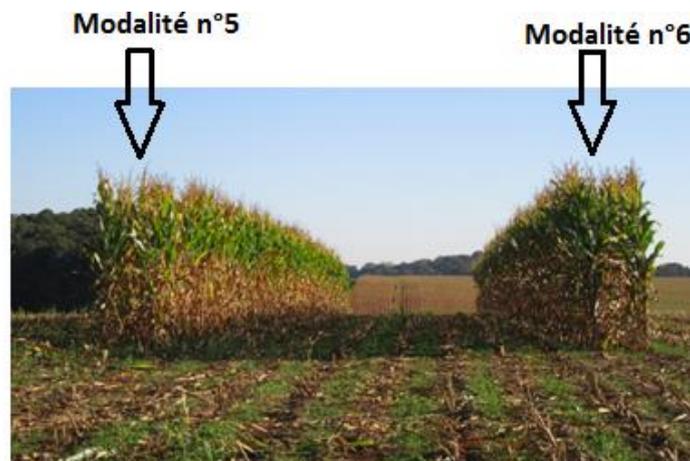


Figure 39 : Détermination des rangs de maïs (photo personnelle)

Représentation de la prise de données

Afin d'avoir plusieurs répétitions par modalité nous avons divisé sur la longueur des deux rangées de maïs, 5 bandes de 10m de longueur. Cette détermination s'est faite au moyen d'un décamètre ainsi que des jalons placés tous les 10m. La prise d'échantillon s'est faite comme suit, la mini ensileuse récoltait le maïs sur la longueur déterminée. Une fois arrivée au premier jalon le chauffeur arrêta l'avancement de la machine. Toute la matière récoltée sur la longueur était acheminée via un tuyau sur une balance fixée sur la machine et était pesée. De la balance une visse sans fin acheminait une partie de la matière récoltée dans la cabine où une deuxième personne était chargée de mettre la matière dans des sacs plastiques pour que celles-ci soient analysées. Une fois la pesée et la prise de matière terminée, la récolte était évacuée dans une benne et la mini ensileuse avançait à nouveau de 10m pour faire un nouvel échantillon. Etant donné qu'il s'agissait d'une ensileuse deux rangs, l'avancement de 10m représente une prise d'échantillon sur 20 mètres de longueurs linéaires.



Figure 40 : Evacuation du maïs une fois les mesures réalisées (photo personnelle)

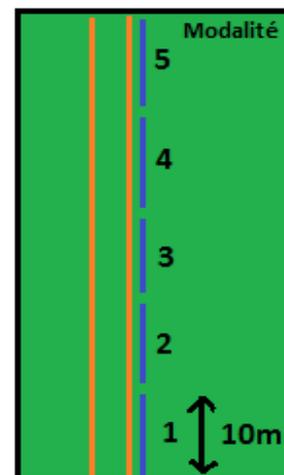


Figure 41 : Mode de prise des échantillons de maïs

Cette prise de données devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Le couvert a-t'il un effet concurrentiel sur le maïs ?
- Y a-t-il eut un effet azote de la part des couverts en vers le maïs ?
- Quel est l'effet du travail du sol sur le maïs ?

3.6 Interprétation des résultats

3.6.1 Développement des adventices

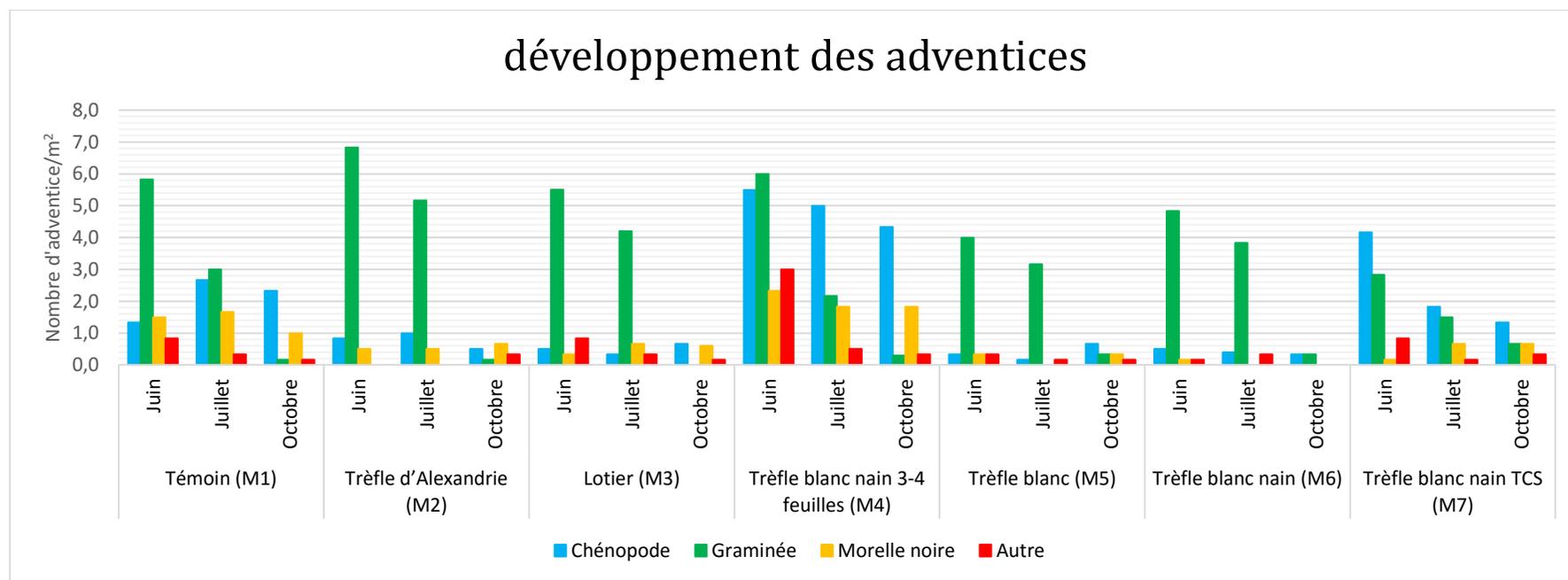


Figure 42 : Graphique de développement des adventices

Afin de mieux comparer le développement des adventices j'ai représenté la surface en m² à partir de la surface de comptage qui était de 0,56 m².

On constate sur le graphique qu'il a eu un fort développement des adventices quelle que soit la modalité malgré le passage avec la désherbeuse. Ce développement important peut s'expliquer en partie en raison des conditions météorologiques dans lesquelles s'est réalisé l'essai. En effet, les mois de mai et juin ont été particulièrement pluvieux et par conséquent les périodes de désherbage mécanique entre les rangs de maïs ont été fortement raccourcies. Comme le désherbage s'est fait par temps humide au lieu des conditions optimales (temps sec) cela a permis un repiquage plus important des adventices qui auraient dû normalement se dessécher. Cela a entraîné un surplus de leur population.

Sur le graphique il a eu représentation des adventices que l'on retrouve principalement dans la culture du maïs qui sont les chénopodes et la morelle noire. En ce qui concerne les graminées, il s'agit essentiellement des repousses d'escourgeon issues de la culture précédente. Ces talles d'escourgeon ont été comptées en grand nombre au début de l'essai et dans le comptage de juillet mais par la suite en raison de leur cycle végétatif elles ne se sont plus développées et leur nombre a fortement diminué par la suite. Pour les autres graminées observées, il s'agit essentiellement du Panic-pied-de-coq, de Pâturin et de Digitale. En ce qui concerne la catégorie des autres adventices, on retrouve les adventices qui ont été présentes mais dans des proportions faibles, comme : le Liseron, le chardon, la Matricaire camomille, du Séneçon et du Géranium

Sur le graphique on peut observer que sur la modalité témoin, le nombre d'avertices est resté plus ou moins stable tout au long de l'essai par rapport aux autres modalités où il y avait la présence d'un couvert et où le nombre de d'avertices observé a diminué au cours du temps. Cela peut s'expliquer par le fait que dans le cas de la modalité témoin les adventices ont germé au fur et à mesure et ont remplacé celle qui ont germé juste après le désherbage et qui sont entrées en sénescence par la suite. Tandis que dans le cas des modalités avec couvert, une fois que celui-ci a été bien implanté il a empêché le développement de nouvelles adventices dû au fait de la concurrence trop importante qu'il a entraînée. Les adventices qui se sont développées avant le développement du couvert sont entrées en sénescences et n'ont donc pas été remplacées. La présence d'avertices a de ce fait diminué au cours du temps.

A. Comparaison date d'implantation

En ce qui concerne la comparaison du stade d'implantation du couvert on constate une différence de développement des adventices entre la modalité n°4 (implantation du trèfle stade 3-4 feuilles) et les autres modalités (stade 6-8 feuilles). Cela s'explique par le fait qu'avec un seul désherbinage (modalité n°4) on ne réduit pas suffisamment le stock de graines présentes dans le sol, et elles vont donc pouvoir germer par la suite. Tandis que lorsque l'on effectue un deuxième passage cela entraîne que le temps qu'il y eu entre le premier passage et le deuxième des adventices ont pu se développer et qui ont été détruites ensuite. Ce qui entraîne donc une diminution du potentiel de salissement. De plus en intervenant plus tard avec le deuxième désherbinage on rompt le cycle végétatif de certaines adventices qui ne pourront plus se développer par la suite ce qui réduit le salissement de la parcelle.

B. Comparaison des couverts au stade d'implantation 6-8 feuilles

Pour la comparaison des couverts en strip-till qui ont été implantés au stade 6-8 feuilles (modalité 2,3,5,6) on constate que le couvert de la modalité n°6 est celui où le nombre d'adventices présentes est le plus faible par rapport aux autres modalités.

C. Comparaison du travail du sol

En ce qui concerne la comparaison du travail du sol entre la modalité n°6 et la n°7, on peut observer que la présence d'adventices est plus importante dans la modalité n°7. Cela peut s'expliquer par le fait que lors du travail du sol en technique culturale simplifiée on a eu un travail du sol plus important par rapport au strip-till. Ce travail plus conséquent a provoqué une remontée plus importante de graines à la surface d'où une augmentation du potentiel de germination par la suite.

D. Conclusion

On peut conclure en disant que le stade d'implantation est un paramètre important en ce qui concerne la lutte contre les adventices. En effet le stade 3-4 feuilles n'a pas permis de lutter efficacement contre les adventices. Dès lors il est préférable d'implanter un couvert à un stade plus avancé du développement du maïs et nécessitant deux passages avec la désherbeuse. En ce qui concerne la comparaison entre les couverts on a pu observer que le lotier et le trèfle blanc nain ont permis de restreindre l'implantation des adventices. Le travail du sol en strip-till a mieux empêché le développement des adventices.

3.6.2 Développement des couverts

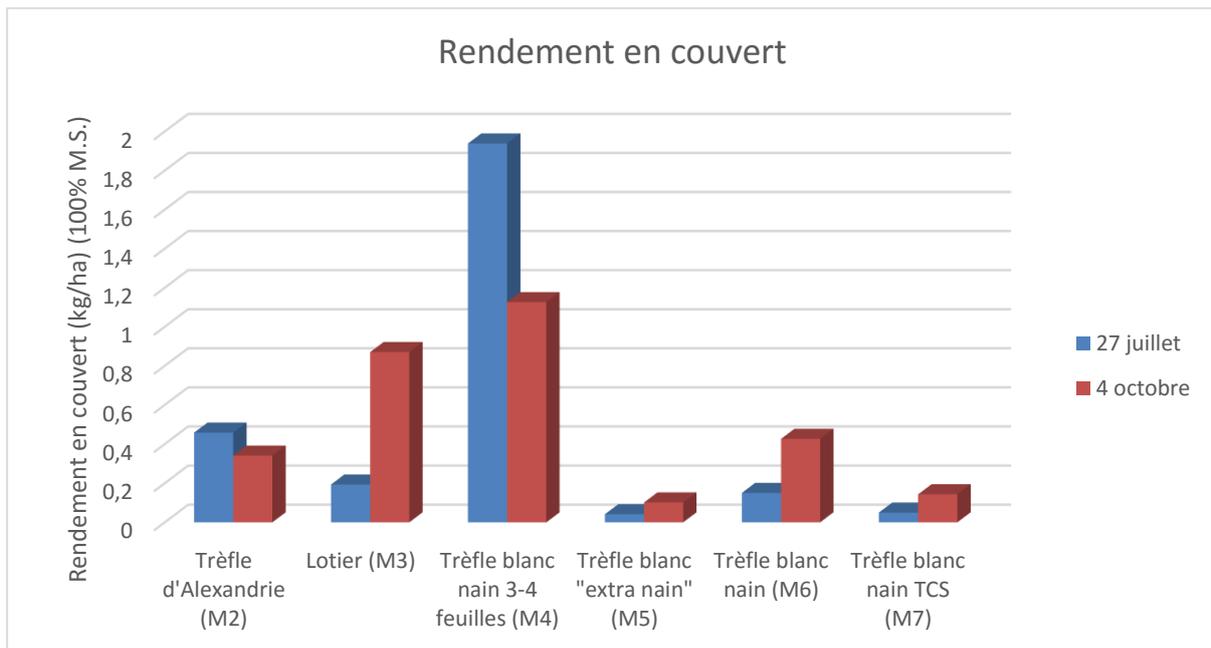


Figure 43 : Graphique du rendement des couverts

Analyse statistique : on obtient une différence hautement significative ($p < 0,01$) entre les rendements secs des couverts des différentes modalités.

Le rendement du couvert en tonne de matière sèche nous permet de voir son développement et par conséquent le recouvrement de sol qui en découle afin de lutter contre l'implantation d'adventice.

A. Comparaison date d'implantation

En observant le graphique, on constate qu'il y a une différence de rendement important entre la modalité n°3 et la modalité n°4 alors que les dates d'implantation ne diffèrent que de 22 jours. Cette différence s'explique par le fait qu'en implantant un couvert plutôt celui-ci est soumis à des conditions favorables pour son développement.

En effet, le couvert de la modalité n°4 a été semé dans des conditions humides jusque-là première quinzaine de juillet. Par la suite son chevelu racinaire était suffisamment développé en profondeur pour aller chercher l'humidité.

Cependant on peut voir que la biomasse de celui-ci a diminué par la suite. Cela peut être dû au fait qu'une partie de la biomasse présente a souffert du développement conséquent de celui-ci mais aussi de la concurrence avec le maïs au niveau de la luminosité. Ce qui est à l'opposé du trèfle de la modalité n°6 à continuer son développement sans que celui-ci ne régresse malgré la même concurrence avec le maïs.



Figure 44 : Développement du couvert (photo personnelle)

B. Comparaison des couverts au stade d'implantation 6-8 feuilles

Pour la comparaison des couverts semés au même stade d'implantation. On observe une grande différence de rendement entre ceux-ci. En ce qui concerne le trèfle d'Alexandrie, il a eu un excellent développement jusqu'au 1^{er} prélèvement et répondait aux attentes en matière de production de biomasse. Cependant celui-ci a rapidement décroît par la suite après la fin de sa floraison. En effet, lors de la deuxième récolte, il y a eu prélèvement en grande majorité de fine tige en état de dessèchement. Cette décroissance s'explique par le fait que le trèfle d'Alexandrie possède un cycle végétatif différent des autres couverts et qui a tendance à régresser après la floraison. Mais c'est aussi dû au fait qu'il est plus sensible au manque de lumière et au manque d'humidité présente dans le sol.

En ce qui concerne le Lotier, celui-ci a eu un lent développement au début mais on a obtenu par la suite le rendement le plus élevé par rapport aux autres couverts. L'hypothèse est que le lotier est moins sensible au manque de lumière et qu'il a su se développer rapidement une fois bien implanté. De plus suite à la floraison celui-ci n'est pas rentré en sénescence. Il a aussi mieux résisté aux conditions météorologiques chaudes et sèches qui se sont produites durant le mois d'août et septembre.

On observe que le trèfle blanc <<extra nain>> n'a pas fourni un rendement important. En effet en observant sur le terrain celui-ci était très peu développé et le nombre de pied de trèfle était fort réduit. Cette variété a certainement eu un problème au niveau de la germination.

C. Comparaison du travail du sol

On constate une différence de rendement entre les techniques de travail du sol. En observant sur le terrain, on a constaté qu'il y avait plus de pied de trèfle en méthodes de strip-till et que celui-ci était plus développé lors du premier comptage. Cette différence s'est accentuée par la suite par un fort développement du trèfle dans la modalité n°6.

D. Conclusion

En conclusion, on peut affirmer que pour que la recherche de biomasse soit la plus élevée avec le recouvrement du sol on se tournera soit vers un trèfle blanc nain installé au stade 3-4 feuilles ou vers un lotier installé au stade 6-8 feuilles. Il faut cependant être vigilant aux autres critères, notamment en matière de salissement. De plus la méthode de strip-till semble être la plus apte à favoriser l'implantation du couvert et à favoriser le développement de celui-ci. Lors de l'ensilage il en ressort cependant que le trèfle de la modalité 5 avait le meilleur aspect de recouvrement avec le lotier.

3.6.3 Développement du maïs

3.6.3.1 Pourcentage de levée en fonction du travail du sol

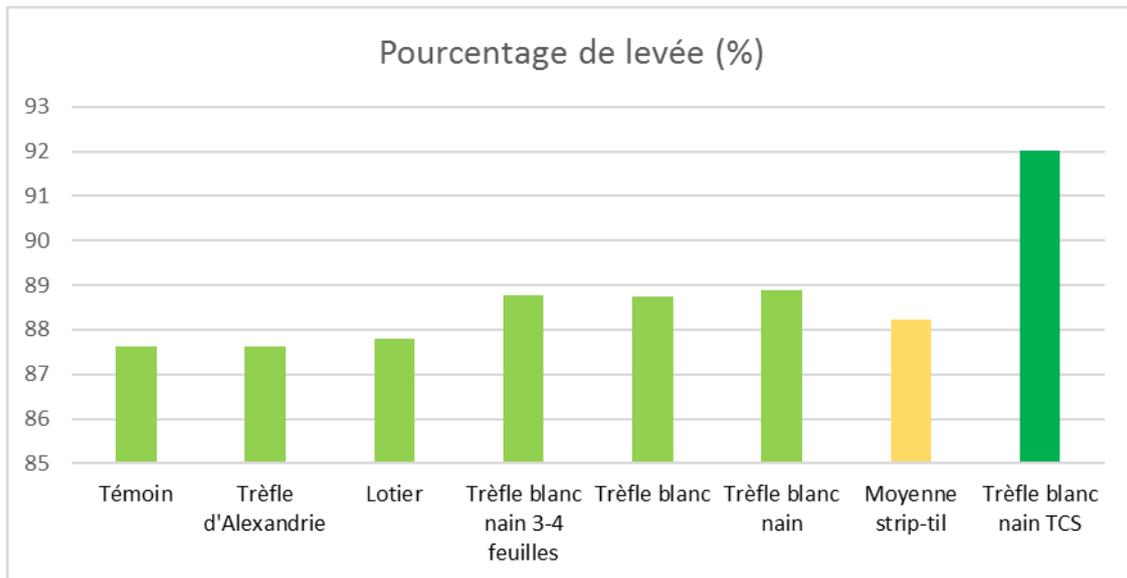


Figure 45 : Graphique du pourcentage de levée du maïs

Analyse statistique : on obtient une différence non significative ($0,05 < p < 0,1$) entre les pourcentage de levée entre les méthode de strip-till et de TCS

On constate sur le graphique que le pourcentage de levée est plus important où le travail du sol a été réalisé en TCS. Cela peut s'expliquer par le fait que cette technique permet d'obtenir une terre plus homogène qui favorise un bon enracinement de la culture. L'objectif est de placer la semence dans un sol bien ressuyé où la germination n'est entravée par aucun facteur limitant (eau, oxygène, zones compactes...). Idéalement, le lit de semences doit être constitué de 4 à 5 cm de terre fine et de petites mottes en surface pour limiter la battance de sols fragiles type limons.

On peut supposer qu'avec la méthode du strip-till il n'a pas eu un bon affinage favorisant la formation de trop de grosses mottes à la surface du sol et qui ont pu empêcher la germination de certaines graines. Entre la densité au semis et le nombre de plantes finales à la récolte, il faut considérer une perte moyenne de 5 à 8 % de pieds (graines non germées, attaques parasitaires) (Philippe Girardin 2016). On peut donc conclure, que la méthodes TCS a permis une bonne levée tandis qu'en strip-till nous avons un taux de levée légèrement inférieur mais qui reste cependant acceptable.

3.6.3.2 Rendement maïs

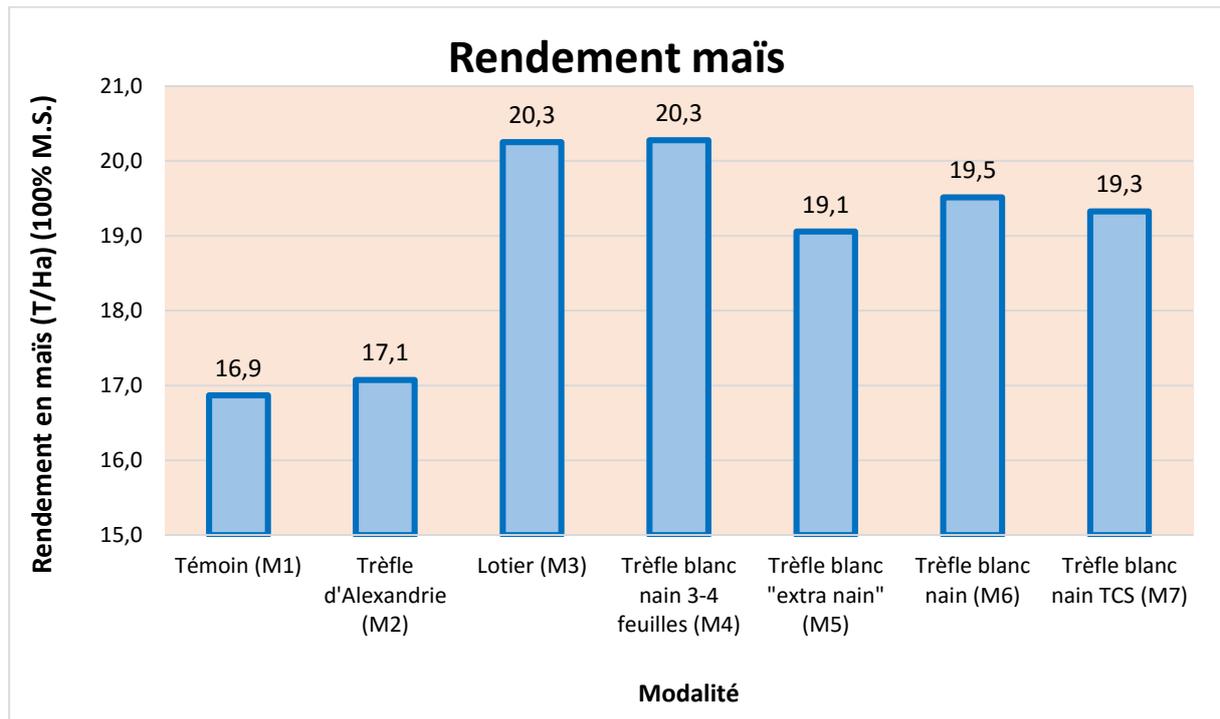


Figure 46 : Graphique du rendement en maïs fourrager

Analyse statistique : l'augmentation des rendements sec est statistiquement significative ($p < 0,05$) entre les différentes modalités

On constate que le rendement final est plus élevé pour les modalités 3 et 4

A. Comparaison date d'implantation

En comparant les modalités 4 et 6 qui correspondent à la même variété de couvert on constate que l'implantation au stade 3-4 feuilles a permis au trèfle de s'implanter plus précocement et donc d'avoir un développement plus important. Cela a permis au trèfle d'exercer son effet azote plus rapidement au maïs et qui a eu donc la possibilité de profiter plus abondamment de cet effet. Tandis qu'au stade d'implantation 6-8 feuilles, le trèfle ne s'est pas développé assez rapidement ce qui a fait que le maïs a profité d'une moins longue période de l'effet azote du trèfle avant d'entrer en sénescence.

B. Comparaison des couverts au stade d'implantation 6-8 feuilles

L'implantation de différents couverts au même stade d'implantation a permis de comparer leurs effets sur le maïs. On constate en analysant le graphique que le trèfle d'Alexandrie a un rendement moindre par rapport aux autres autres couverts. Cela peut s'expliquer par le fait que le trèfle d'Alexandrie a eu un développement important dans la première période de l'essai et qu'il a donc puisé des éléments dans le sol. Il est donc entré en concurrence avec le développement du maïs. Mais à la différence des autres couverts, le trèfle d'Alexandrie est rentré en sénescence et a rapidement déperé par la suite en raison de son cycle végétatif et du déficit en lumière. Il n'a donc pas eu un effet azote aussi important que les autres couverts, ce qui a entraîné un déficit en éléments pour le développement du maïs

En comparant les autres couverts on observe que le lotier est celui qui a permis le rendement le plus important (20,3 Tonnes). Du fait de son développement important, cela a entraîné un effet azote plus important par rapport aux autres couverts dont le maïs en a profité.

C. Comparaison du travail du sol

On constate sur le graphique qu'il n'y a pas une différence importante entre les techniques de travail du sol. En effet on obtient en strip-till un rendement de 19,5 tonnes de MS par hectare, tandis qu'en TCS on obtient 19,3 tonnes de MS par hectare.

3.6.4 Analyse sol

Le but de l'analyse du sol était de suivre l'azote en fonction des modalités afin de savoir si le couvert joue le rôle d'enrichissement du sol en azote. Mais aussi de voir l'évolution au cours du temps. Afin d'obtenir un graphique plus lisible les prélèvements du 27 juillet sont en rouge et ceux du 12 octobre en bleu. Les profondeurs des prélèvements vont en augmentant en allant de la gauche vers la droite pour chaque modalité et suit cet ordre : 0-30 27 juillet, 0-30 12 octobre, 30-60 27 juillet, 30-60 12 octobre etc...

A. Azote sous forme NO₃⁻

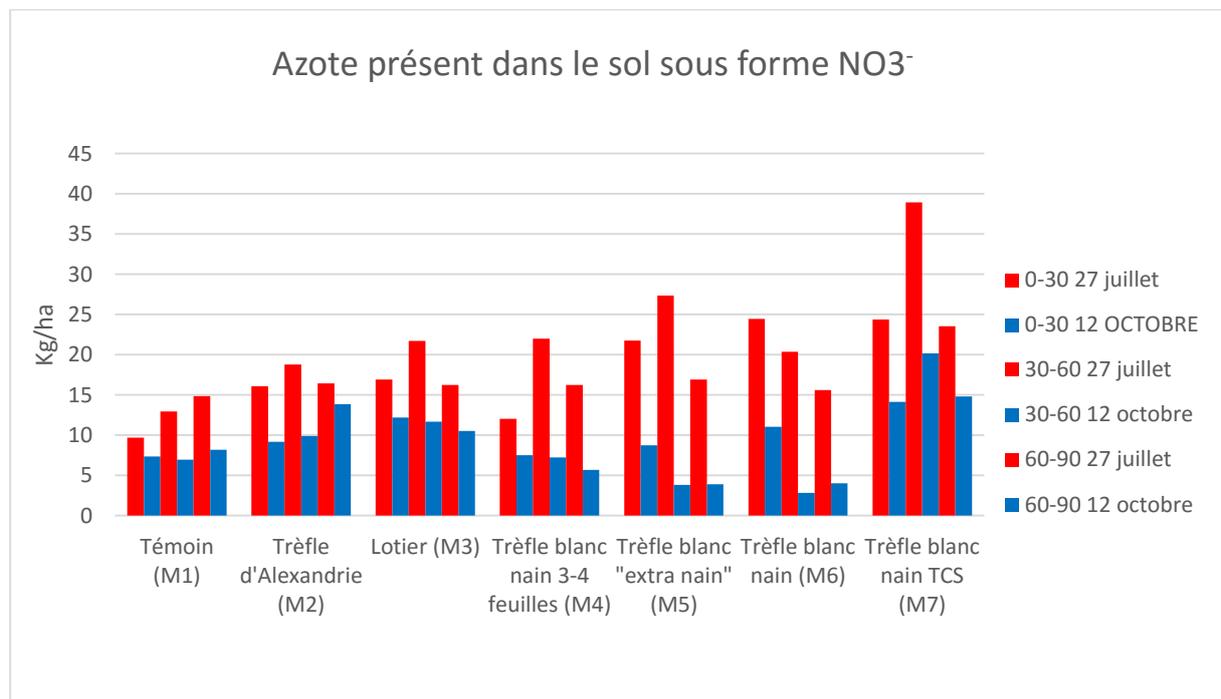


Figure 47 : Graphique de l'analyse de sol

Analyse statistique : pour le 12 octobre

- 0-30 cm, le taux d'azote dans le sol est significativement différent ($p < 0,05$) entre les modalités.
- 30-60 cm, le taux d'azote dans le sol a une différence hautement significative ($p < 0,01$) entre les modalités.
- 60-90 cm, le taux d'azote dans le sol a une différence significative ($p < 0,05$) entre les modalités.

L'azote qui se trouve sous forme NO₃⁻ (nitrique) est la forme qui est la plus présente dans le sol et qui est la principale absorbée par les plantes. Cependant elle est peu retenue sur le CAH (complexe argilo-humique) et donc facilement lessivable. De ce fait on retrouve l'azote dans les différents profils de manière plus homogène que sous la forme NH₄⁺. Ce graphique nous permet de percevoir l'azote qui a été consommé par le maïs et les couverts mais aussi celui qui vient de la production par le couvert.

En effet ceux-ci sont des légumineuses et permettent donc de fixer l'azote de l'air dans le sol au moyen des bactéries (Rhizobium) qu'elles abritent au niveau de leurs racines dans des nodosités.

Ces bactéries ne transforment pas directement l'azote de l'air N_2 en nitrate qui est assimilable pour les plantes, il passe d'abord sous forme NH_4^+ avant de subir une nitrosation par des bactéries et devient du NO_2^- . Ensuite il y a une nitrification qui est effectuée par d'autres bactéries qui transforment les NO_2^- en NO_3^- .

En observant le graphique on constate que la parcelle témoin présente le taux global en azote le plus faible. Ce qui ne devrait pas être le cas vu que cette modalité a le rendement en maïs le moins important et donc qu'il y a eu moins d'exportation d'azote vu son faible développement. Alors que les autres modalités ont des rendements plus importants et un taux d'azote aussi plus important. Dès lors on peut interpréter que les couverts ont eu un effet azote envers le maïs et ont enrichi le sol.

Sur le graphique on observe que le taux d'azote dans la M7 qui est en TCS est plus élevé en moyenne par rapport aux autres modalités qui sont en strip-till pour des rendements en maïs similaires. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il y a eu un travail plus important du sol qui a entraîné un meilleur mélange entre la partie minérale et organique du sol. Ce qui a permis une minéralisation plus importante favorisant une production accrue en azote. Cependant cette technique de travail, par le travail du sol a entraîné une diminution de la retenue de l'azote en surface et qui descend vers des profils plus en profondeur où il ne sera plus assimilable par le maïs.

En comparant les modalités en strip-till on observe que pour les modalités n°3 et n°4 et en particulier pour le lotier l'effet azote a été le plus important. En effet elles correspondent avec le rendement le plus élevé en maïs. De ce fait le taux d'azote aurait dû être plus faible à cause de la croissance plus accrue du maïs et d'où une exportation d'azote plus conséquente. Mais on observe que le taux d'azote est similaire aux autres modalités en strip-till qui ont eu un rendement plus faible. Cela peut s'expliquer par un effet azote plus important de ces deux modalités. Un autre facteur à prendre en compte est le développement du couvert au niveau exportation. En effet, pour que celui croît il y a eu une prise d'azote au niveau du sol. Ainsi on peut observer que pour la modalité n°5 le couvert s'est très peu développé et a donc moins puisé l'azote du sol par rapport aux autres couverts.

B. Azote sous forme NH₄

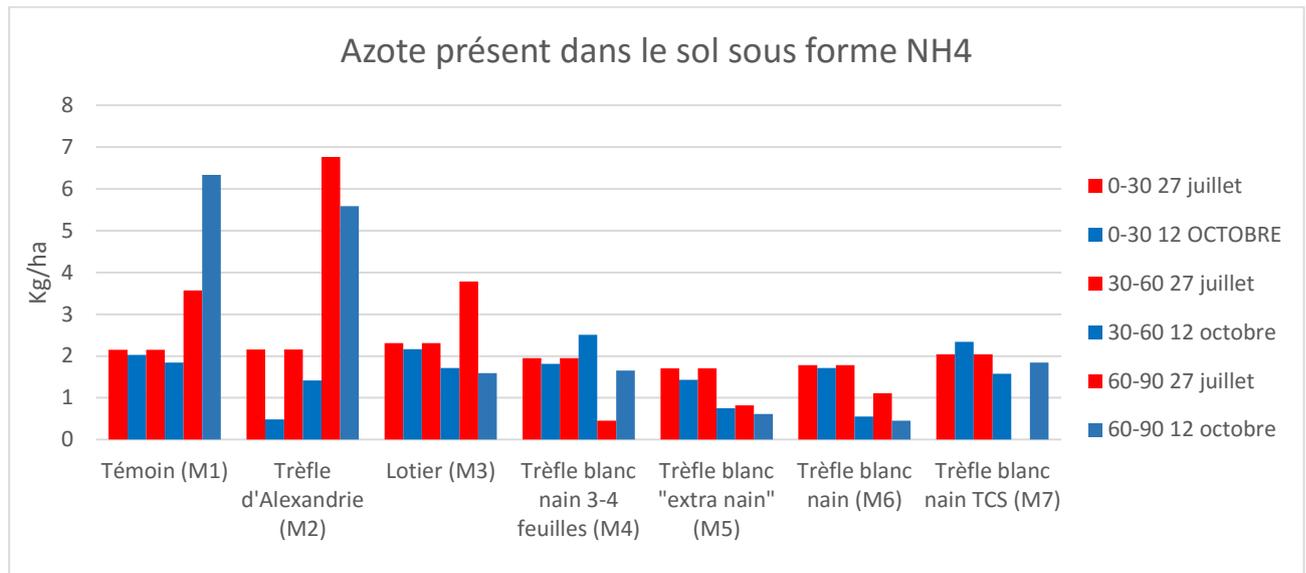


Figure 48 : Graphique de l'analyse de sol

Analyse statistique : pour le 12 octobre

- 0-30 cm, le taux d'azote dans le sol n'est pas significativement différent ($p > 0,1$) entre les modalités.
- 30-60 cm, le taux d'azote dans le sol n'est pas significativement différent ($p > 0,1$) entre les modalités.
- 60-90 cm, le taux d'azote dans le sol a une différence hautement significative ($p < 0,01$) entre les modalités.

L'azote sous forme de NH₄⁺ est celle qui est produite par les bactéries présentes au niveau racinaire des légumineuses. Le NH₄⁺ est bien retenu par le CAH et est donc peu lessivable. Il est assimilable par les plantes mais il est rapidement converti par les bactéries en nitrate. Il permet ainsi de voir plus précisément l'effet azote des différents couverts.

En observant le graphique on observe dans un premier temps une irrégularité du taux d'azote dans les deux premières modalités notamment dans les profils 60-90 et que je ne tiendrais pas compte pour l'analyse du graphique. Cela peut s'expliquer par des erreurs de manipulations lors de la récolte d'échantillons ou dû à un regroupement parcellaire dans les années précédentes.

Sur le graphique on peut observer globalement un taux azote plus important pour les modalités 3 et 4 malgré un rendement en maïs plus important. Ce qui montre que les couverts ont eu un effet azote plus conséquent par rapport aux autres modalités. Pour la modalité TCS celle-ci semble avoir un impact similaire que pour l'azote sous forme NO₃⁻.

C. Conclusion

En conclusion on peut admettre que l'on a obtenu des différences notables entre la modalité témoin et entre les autres modalités en terme du taux d'azote présent dans le sol et par conséquent que l'implantation d'un couvert a permis d'enrichir le sol en azote ce qui permet d'accroître le rendement en maïs.

3.7 Conclusion

Suite à cette expérimentation, on peut constater qu'en général, l'implantation d'un couvert est bénéfique pour le maïs. La comparaison des différents paramètres a permis de mettre en place la modalité qui répond le mieux aux critères de salissement, de développement de couvert, de rendement du maïs et de techniques culturales.

Dans un premier temps on peut affirmer que le stade d'implantation du couvert est un paramètre important. En effet on peut constater que malgré une production de biomasse plus importante du couvert et du maïs, un seul passage avec une désherbeuse n'est pas assez efficace d'un point de vue salissement en adventices. En effet dans la modalité 3, il y a eu un nombre trop important d'adventices notamment de chénopodes et morelles noires qui se sont implantées avant le couvert et qui ont par la suite eu un développement conséquent ce qui a entraîné une production de graines importantes. Cette production de graines va favoriser un stockage de celles-ci dans le sol et entraîner des risques de développement important d'adventices dans les prochaines cultures.

Si on compare les couverts, on peut affirmer que le lotier a été une grande surprise au niveau du salissement en adventices, et en production de biomasse. Cette espèce de couvert est peu répandue actuellement du fait de sa faible publicité. Le Lotier répond à la même attente que le trèfle utilisé pour le moment voir plus. On pourrait donc susciter l'intérêt de son utilisation dans les prochaines années.

En ce qui concerne les techniques de travail du sol, on peut conclure qu'il n'y a pas eu de différences notables entre ces deux techniques. Cependant, on peut admettre qu'elles rivalisent avec les techniques traditionnelles (labour). Ces techniques permettent notamment d'obtenir le même rendement mais aussi de participer au maintien des sols notamment en terme de structure

On peut aussi mettre un point positif sur la notion de l'environnement. En effet l'installation d'un couvert a sans doute permis de limiter l'érosion du sol pendant le développement du maïs. Le désherbage mécanique a aussi permis de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires et ainsi protéger le milieu environnant mais aussi réduire leur impact au niveau de la pollution des sols. Un autre point aussi a pu être observé pendant la mise en place d'essais est l'effet positif sur la faune notamment au niveau des insectes. On a pu observer une population importante de larves de coccinelles sur le trèfle qui a sans doute servi de plante de refuge.

Je suis personnellement sorti enrichi de ce travail, qui a consolidé mon point de vue quant à l'importance de la prise en main de nouvelles techniques de travail du sol et des techniques de maintien d'un couvert permanent dans le monde agricole moderne. Cela m'a permis aussi de travailler avec des personnes compétentes dans ce domaine et aussi de voir comment ils travaillent. Je suis également persuadé que cette autre manière de voir l'agriculture se développera davantage dans les années à venir.

BIBLIOGRAPHIE

Arvalis 2011 Institut du végétale : produire plus et mieux, 44 solutions concrète pour réduire l'impact des produits phytosanitaires guide pratique Edition Ouest

Arvalis 2011 *TCS, Non-labour Midi-Pyrénées* Edition Ouest

Casdar 2012 TTSI MIDI-Pyrénées

Cultivar le mensuel des entreprises de grande culture supplément maïs n°659 JANVIER 2013

Cultivar, supplément sol, septembre 2016

Charles Vincent, Bernard Panneton La Lutte physique en phytoprotection : institut national de la recherche agronomique

Frédéric Thomas, Matthieu Archambeaud 2013 Les couvert végétaux : gestion pratique de l'interculture Edition France agricole

Julien Louvieux 2013 Cours de sciences du sol seconde partie : fertilisation

Laloy E. et C. Biielders, 2010 Gestion des cultures de couverture hivernales en maïs pour la lutte contre le ruissellement et l'érosion. Application aux régions limoneuse et sablo-limoneuse wallonnes. Université catholique de louvain. 103p.

Laëtitia Cîteaux, Antonio Obispo, Marion Brady, Dominique King Gestion durable des sols édition Quae

L. Blondiau 2015 Cour de production végétales intégrées 3^{ème} TGA : Maïs

P. Stengel, L. Bruckler et J. Balesdent 2009 Le sol Eddition Quae

Philippe Grogna 2014 Itinéraire bio Dossier spéciale : Le sol n°19

Pedro G. 1994 Les minéraux argileux : Constituants et propriété du sol.

Philippe Girardin Documents internes Monsanto, Ecophysiologie du maïs. (en ligne) <https://www.dekalb.fr/mais-grain/conseils-pour-planter-et-cultiver-le-mais/semis-de-mais/rendement-du-mais-grain>

Stengel P. 1990 Caractéristique de l'état structurel du sol, la structure des sols et son évolution : conséquence agronomique, maitrise par l'agriculteur. Boffin J., Marin-Lafèche A. (Eds). INRA Ed Les colloque de L'INRA n°53

TCS 2016 Agronomie, écologie et innovation n°82.

ANNEXES

Annexe 1

pH du sol

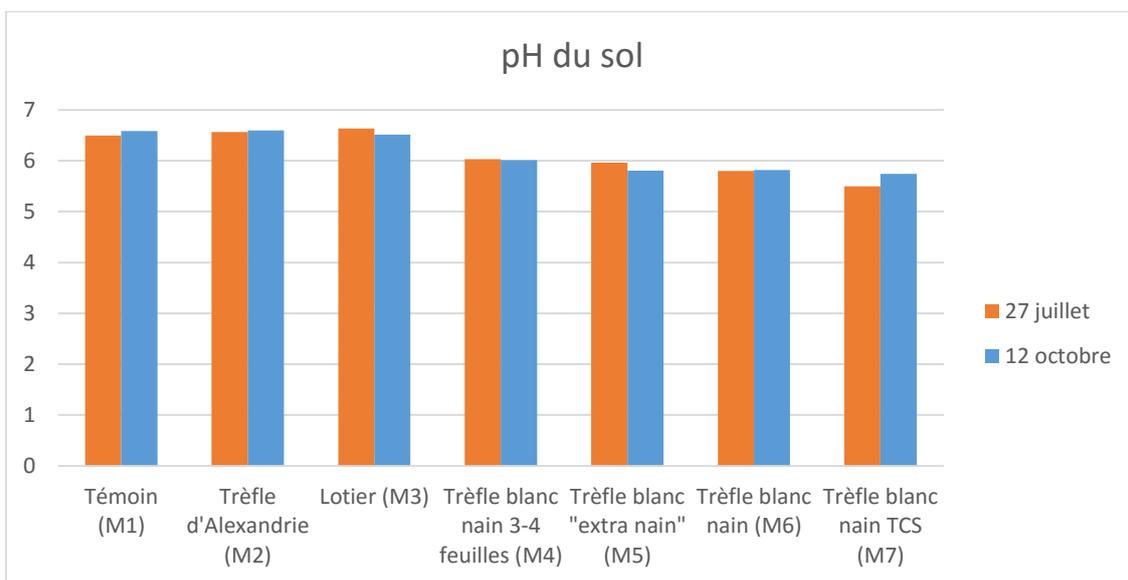


Figure 49 : Graphique pH du sol

On peut voir sur ce graphique que suivant les différentes modalités le pH du sol ne varie pas de manière importante. On peut voir cependant que le pH de la modalité TCS est le plus faible par rapport aux autres modalités. Cela s'explique sans doute par le fait de la minéralisation qui a été plus importante avec le travail du sol. De manière générale on peut observer que par rapport au pH recommandé qui est de 6,3 la parcelle présente un pH équivalent. En effet il y a une importance du maintien d'un bon pH pour l'assimilabilité des éléments minéraux par les plantes.

Annexe 2 : valeur nutritive des couverts

VEM

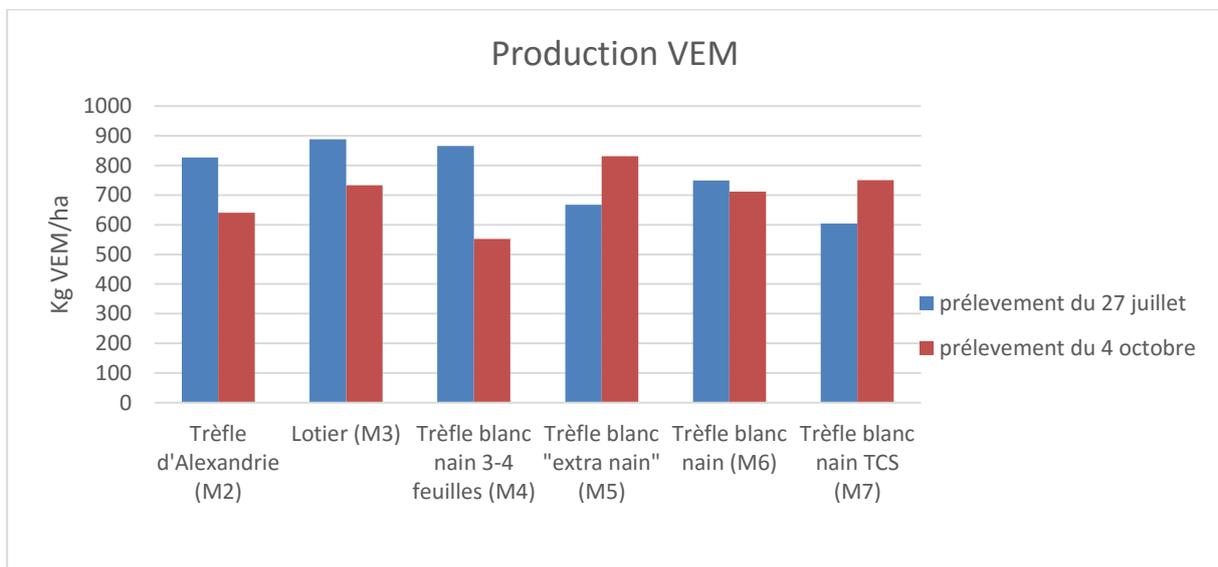


Figure 50 : Graphique de production VEM

Sur ce graphique on constate qu'il a eu une variation de l'énergie des couverts. Cette différence peut s'expliquer par la concurrence que les couverts ont subi. En effet on observe que les modalités 2,3,4,6 correspondent aux modalités où le développement était le plus important, on a une diminution de leurs valeurs énergétiques. Cela s'explique par le fait que leurs développements étant trop important au début ils ont souffert par la suite de la concurrence avec le maïs au niveau ensoleillement et hydrique. A l'opposé des modalités 5 et 6 qui ont eu un rendement faible. Le couvert de ces modalités s'est faiblement développé au début mais à par la suite moins subi la concurrence avec le maïs et a continué de se développer

VEVI

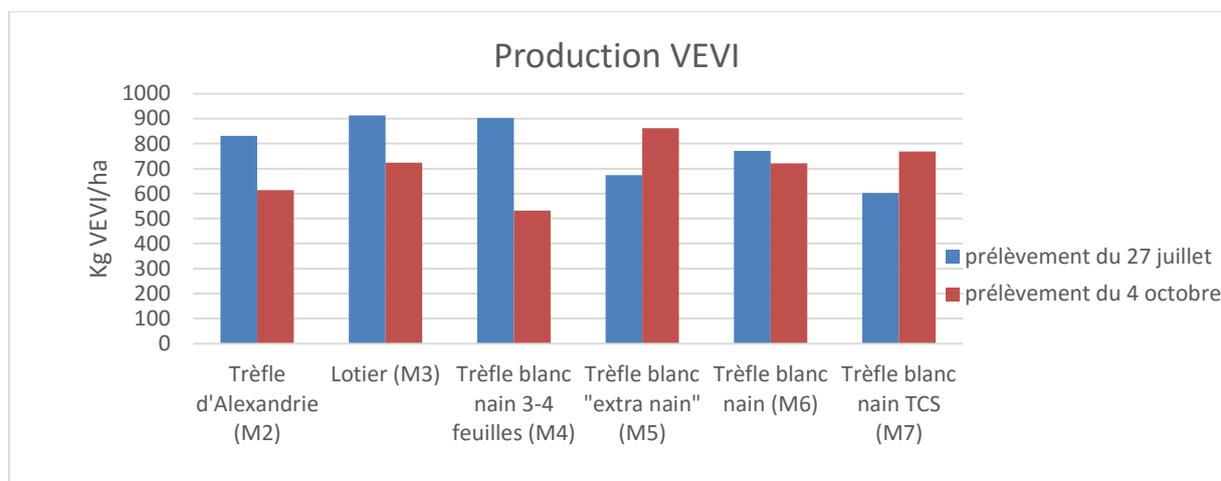


Figure 51 : Graphique de production VEVI

Ce graphique est proportionnel au graphique sur les VEM. On constate qu'il y a eu une baisse de la valeur énergétique pour les couverts qui ont subi une concurrence trop importante avec le maïs et celles qui ont été plus tolérante.

Protéines brutes totales

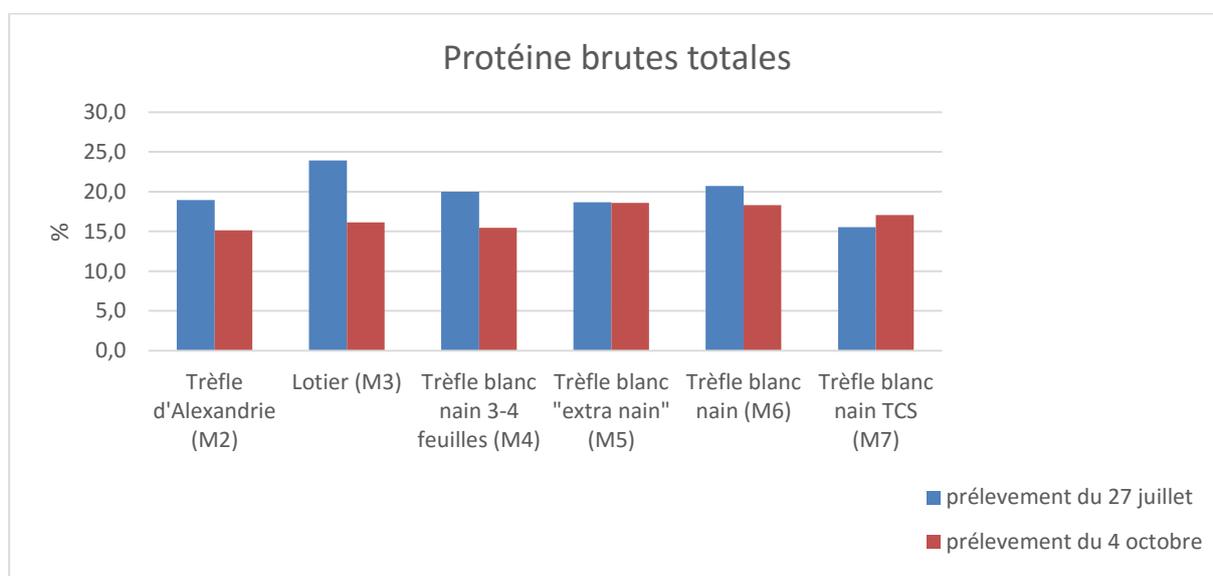


Figure 52 : Graphique des protéines brutes totales

Sur ce graphique on constate que le taux de protéines brutes totales s'égalise entre les différentes modalités. On observe que le taux de protéines est inversement proportionnel au rendement du couvert. En effet selon Lemaire et Gastal (1997) des rendements plus faible impliquent que les protéines se trouvent de manière plus concentrées dans la plante.

Annexe 3 :

Analyse statistique

Rendement maïs

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 3.1223555649803
- α :
- p-value : 0.01803531062981

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 8.1989603338105
- p-value : 0.22388640022728
- Paramètre du test : 6

La valeur p (p-value) de votre test est 0.01803531062981.

Commande R

Rendement des couverts

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 11.854767726161
- α :
- p-value : 3.500547167655E-5

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 14.395376211423
- p-value : 0.01328370519437
- Paramètre du test : 5

La valeur p (p-value) de votre test est 3.500547167655E-5.

Analyses sol

- NO₃ : 0-30 cm

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 1.2025187711358
- α :
- p-value : 0.3607330297682

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 14.134518377417
- p-value : 0.028169087548695
- Paramètre du test : 6

La valeur p (p-value) de votre test est 0.3607330297682.

- NO₃ : 30-60 cm

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 5.6901986766817
- α :
- p-value : 0.0035263487459521

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 7.5895803626349
- p-value : 0.2697391904783
- Paramètre du test : 6

La valeur p (p-value) de votre test est 0.0035263487459521.

Commande R

- NH₄ : 0-30 cm

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 0.83772822054511
- α :
- p-value : 0.56098687280503

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 3.7814036590079
- p-value : 0.70622995894739
- Paramètre du test : 6

La valeur p (p-value) de votre test est 0.56098687280503.

Commande R

- NH₄ : 30-60 cm

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 1.4745537393637
- α :
- p-value : 0.25655960692165

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 2.631373236066
- p-value : 0.8534849035355
- Paramètre du test : 6

La valeur p (p-value) de votre test est 0.25655960692165.

- NH₄ : 60-90 cm

Résultats du test Anova

- Statistique observée Qobs : 25.10286674522
- α :
- p-value : 9.9254310800331E-7

Test d'homogénéité de variance de Bartlett

- Méthode : Bartlett test of homogeneity of variances
- Statistique observée Qobs : 5.9931162211707
- p-value : 0.42396165043916
- Paramètre du test : 6

La valeur p (p-value) de votre test est 9.9254310800331E-7.

Annexe 4 :

Enregistrement des données pour le développement des adventices

développement des adventices		Modalité n°4		
		29-juin	28-juil	04-oct
rep 1	Chénopode	2	4	9
	Graminée	5	2	1
	Morelle noire			
	Autre			
rep 2	Chénopode	2	4	5
	Graminée	3	2	1
	Morelle noire		2	2
	Autre		1	
rep 3	Chénopode	8	1	1
	Graminée	2	1	1
	Morelle noire	5	2	2
	Autre	6		
rep 4	Chénopode	2	3	4
	Graminée	7		1
	Morelle noire	2	1	2
	Autre	2	1	1
rep 5	Chénopode	5	4	1
	Graminée	8	4	
	Morelle noire	1		1
	Autre	2	1	
rep 6	Chénopode	6	3	2
	Graminée	6	4	1
	Morelle noire	2	1	1
	Autre		2	1
rep 7	Chénopode	4	6	1
	Graminée	2		
	Morelle noire	2	1	2
	Autre	1		1
rep 8	Chénopode	4	5	3
	Graminée	3		
	Morelle noire	2	4	1
	Autre	2		

Annexe 5 : Tableau de résultats de l'analyse du sol du 28 août

		NH4				NO3				Préleveur	m.s.			pH acét.	pH KCl	%C t	O/00 N t
		30	60	90	Total	30	60	90	Total		30	60	90				
M1	13030	4,9	2,48	7,06	14,44	8,87	12,33	8,91	30,11	A	85,95	85,55	83,25	7,1	6,3	1,07	0,11
	13031	8,38	2,7	2,7	13,78	9,07	10,26	20,07	39,4	B	85,27	85,81	85,7	7,1	6,6	0,86	0,088
	13032	1,54	1,26	6,17	8,97	11,1	16,24	15,52	42,86	C	88,93	86,36	83,31	7,1	6,6	1,113	0,11
M2	13033	2,67	3,1	13,46	19,23	18,87	25,74	19,71	64,32	A	84,97	85,04	83,11	7,1	6,5	1,116	0,113
	13034	2,47	2,07	16,24	20,78	15,15	14,36	17,78	47,29	B	87,84	85,53	83,65	7,2	6,5	1,093	0,11
	13035	2,19	1,3	7,83	11,32	14,22	16,24	11,79	42,25	C	88,54	85,52	83,94	7,1	6,7	1,075	0,11
M3	13036	2,75	2,25	7,88	12,88	20,78	17,01	7,47	45,26	A	83,47	84,55	83,4	7,1	6,6	1,275	0,107
	13037	3,77	1,89	1,53	7,19	14,82	24,98	23	62,8	B	85,87	85,28	83,47	7,1	6,5	1,1164	0,108
	13038	3,64	2,79	1,94	8,37	15,15	23,18	18,22	56,55	C	86,12	85,04	83,93	7,1	6,8	1,1	0,111
M4	13039	4,46	1,76	1,35	7,57	12,07	20,97	21,33	54,37	A	85,8	84,84	83,18	7	6,1	1,07	0,11
	13040	2,71	1,26	0	3,97	11,58	23,98	14,58	50,14	B	85,24	85,28	83,34	7	6	0,93	0,099
	13041	2,67	2,84	0	5,51	12,43	21,06	12,74	46,23	C	87,88	84,96	83,44	7	6	0,994	0,106
M5	13042	5,14	1,53	1,48	8,15	20,9	31,59	20,29	72,78	A	84,31	85,37	82,76	7	5,9	1,237	0,122
	13043	4,29	1,62	0	5,91	20,53	21,6	13,36	55,49	B	85,54	83,83	82,66	6,9	5,9	1,066	0,113
	13044	2,63	1,98	0,99	5,6	23,85	28,89	17,06	69,8	C	84,46	83,91	83,08	7	6,1	1,103	0,107
M6	13045	3,56	1,53	1,17	6,26	23,9	27,72	13,41	65,03	A	85,29	84,17	82,99	6,9	5,8	1,041	0,11
	13046	3,44	0	2,16	5,6	16,4	13,05	20,74	50,19	B	87,14	83,21	84,25	6,9	5,8	0,953	0,098
	13047	4,58	3,82	0	8,4	33,05	20,29	12,61	65,95	C	84,98	83,3	82,94	7	5,8	1,127	0,115
M7	13048	4,46	2,16	0	6,62	23,17	44,28	25,42	92,87	A	86,28	85,28	83,06	6,9	5,4	1,173	0,118
	13049	4,66	2,16	0	6,82	29,04	40,05	21,1	90,19	B	85,69	84,54	83,54	6,9	5,6	0,99	0,105
	13050	5,1	1,8	0	6,9	20,94	32,44	24,08	77,46	C	85,62	84,2	82,89	6,9	5,5	1,029	0,105

Annexe 6 : tableau de résultats développement du couvert

	N°CARAH	PBT% sur MS	Cellulose % sur MS	Cendres % sur MS	Amidon	Digestibilité % MS	MOF	MST% (indicative)	pH NH3	PBD	VEM	VEVI	DVE	OEB	NDF	ADF	ADL	UFL	UFV	PDIN	PDIE	PDIA	Poids sec total (g)
1A	13051	18,1	31,4	11,5		60,1	512,9	11,5		138,1	785	776	74	43	47,7	31,5	5,4	0,67	0,98	130	104	60	19,2
1B	13052	17,1	30,9	10,9		63,7	538,6	12,7		128,2	813	812	76	31	45,4	31,4	4,8	0,71	0,63	122	104	57	7,7
1C	13053	20,0	29,1	13,4		62,1	509,6	14,0		156,8	798	796	77	59	40,6	30,5	5,5	0,68	0,99	143	110	66	29,3
1D	13054	20,7	25,6	10,0		72,7	589,8	13,7		162,2	914	941	92	53	38,7	25,9	4,4	0,83	0,76	148	121	69	19,0
2A	13055	25,1	21,3	13,4		72,7	582,6	13,4		206,0	911	943	95	97	33,2	26,4	6,0	0,81	0,74	180	132	84	4,9
2B	13056	23,7	24,0	12,6		67,3	539,8	13,4		192,5	866	882	89	88	35,6	28,1	6,0	0,75	0,67	170	125	79	6,3
2C	13057	21,5	25,4	13,2		66,7	534,7	13,4		171,9	846	858	85	69	38,5	28,9	6,2	0,74	0,66	155	118	72	14,9
2D	13058	25,3	21,4	12,6		74,2	576,3	13,4		207,8	931	967	97	97	33,0	26,2	5,8	0,83	0,76	182	134	84	8,7
3A	13059	21,0	18,7	19,7		76,7	543,8	9,6		169,7	873	914	85	63	39,3	27,5	5,5	0,79	0,73	151	118	70	88,0
3B	13060	19,6	25,0	17,3		76,0	558,5	8,0		155,3	878	913	85	49	41,6	29,6	6,0	0,80	0,74	141	115	65	81,1
3C	13061	21,8	18,8	20,5		77,7	542,6	10,0		177,1	878	921	86	70	36,2	24,9	6,5	0,79	0,74	156	121	73	101,8
3D	13062	17,4	24,8	19,9		74,5	536,6	9,9		135,0	834	862	77	34	42,8	29,4	6,6	0,76	0,70	125	106	58	78,1
4A	13063																						0,2
4B	13064	19,1	16,9	30,7		62,8	408,7	15,7		155,1	683	693	59	66	35,6	26,9	9,8	0,56	0,49	137	98	63	3,7
4C	13065	18,5	17,6	31,9		60,8	393,4	15,2		150,4	659	664	55	64	35,8	26,5	9,8	0,53	0,46	133	95	62	3,4
4D	13066	18,4	18,2	31,3		60,9	397,5	8,1		148,7	662	667	55	62	35,4	27,5	9,8	0,54	0,46	132	94	61	0,2
5A	13067	21,2	16,2	27,5		67,9	448,4	13,3		174,1	750	771	69	79	35,6	23,5	8,2	0,63	0,57	152	109	71	10,6
5B	13068	19,6	15,1	33,6		65,0	399,4	16,0		161,0	679	695	58	72	34,4	25,2	9,9	0,56	0,49	140	99	65	6,9
5C	13069	18,5	17,5	26,7		68,8	461,9	14,4		148,0	749	769	67	54	35,3	25,4	7,4	0,65	0,58	133	102	62	1,5
5D	13070	23,5	17,1	23,9		72,1	490,1	14,6		195,3	819	850	80	93	34,2	23,2	7,3	0,71	0,64	169	121	78	8,1
6A	13071																						0,6
6B	13072																						4,8
6C	13073	15,5	18,1	34,7		57,4	367,9	16,2		122,9	604	602	44	44	37,8	28,4	10,3	0,48	0,41	111	82	52	0,5
6D	13074																						3,1

Annexe 7 :

Données de référence



A l'attention de
BLONDIAU Louis-Marie
Rue Paul Pastur, 11
7800 ATH
blondiau@carah.be

Réception : 28/07/2016

Envoi : 8/09/2016

Echantillonneur : le demandeur

Représentant : Blondiau Louis

Référence : 1A

Dossier n°

BLONDILM-160728-2922

RAPPORT D'ESSAIS		N° Labo: 16/ 13051		
<i>Nature :</i>	<i>herbe foin</i>	Résultat exprimé sur matière		Moy. Réquisud
		fraîche	sèche	sur matière sèche
pH		-	-	
Matière sèche (%)		11,5	-	
Protéines brutes totales (%)		2,1	18,1	16,1
Protéines brutes digestibles (%)		1,6	13,8	11,6
Cellulose brute (%)		3,6	31,4	25,7
Digestibilité enzymatique (%)		-	60,1	76,8
Cendres totales (%)		1,3	11,5	10,5
Amidon (%)		-	-	
NDF (Neutral Detergent Fiber) (%)		5,5	47,7	
ADF (Acid Detergent Fiber) (%)		3,6	31,5	
ADL (Acid Detergent Lignin) (%)		0,6	5,4	
Sucres totaux (%)		0,2	1,4	
MOF (Matière Organique Fermentescible) (g/kg)		59,2	513	
<u>Normes issues du système belgo-hollandais</u>				
VEM (Voeder Eenheid Melk) (/kg)		90,5	785	925
VEVI (Veevoeder Eenheid Vleesvee Intensief) (/kg)		89,5	776	962
DVE (Darm Verteerbaar Eiwit) (g/kg)		8,6	74	85
OEB (Onbestendige Eiwit Balans) (g/kg)		4,9	43	12
<u>Normes issues du système français</u>				
UFL (Unité Fourragère Lait) (/kg)		0,077	0,67	
UFV (Unité Fourragère Viande) (/kg)		0,067	0,58	
PDIN ^{a)} (g/kg)		15,0	130	
PDIE ^{b)} (g/kg)		12,0	104	
PDIA (g/kg)		6,9	60,3	
<u>Etat de conservation des protéines ensilées</u>				
N-NH ₃ (%)				
N-NH ₃ /Ntot (%)				
Conclusion				

P. Lison

Responsable céréales et aliments des animaux

^{a)} PDIN = PDIA + PDIMN, où PDIMN est la quantité de PDIM synthétisées grâce à la quantité d'ammoniac et d'acides aminés libérés par l'aliment lorsque la quantité d'énergie nécessaire à la synthèse protéique microbienne n'est pas limitative.

^{b)} PDIE = PDIA + PDIME, où PDIME est la quantité de PDIM synthétisées grâce à l'énergie de l'aliment lorsque la quantité d'ammoniac et d'acides aminés nécessaire à la synthèse protéique microbienne n'est pas limitative.

PDIM = Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine Microbienne

c) PDIA = Protéines Digestibles dans l'intestin d'origine Alimentaire

Source : www.fao.org

Résultats calculés à partir d'équations fournies par le réseau Réquisud

Annexe 8 : Tableau de résultats de la biomasse du maïs

Bloc	N° Séquentiel	Poids ensileuse	Poids parcelle	Échantillon Pds Frais	Échantillon Pds sec	% MS	Rdt Frais	Rdt Sec	% MS	Rdt Frais	Rdt Sec
1	5182	72,6	73,1	503,0	167,0	32,5	48,734	15,820			
2	5181	76,0	76,6	568,6	191,0	32,9	51,044	16,815			
3	5192	84,4	84,9	502,0	170,5	33,2	56,600	18,810			
4	5184	68,8	69,4	609,4	210,3	33,9	46,272	15,692			
5	5183	74,8	75,4	573,8	200,1	34,2	50,248	17,206	33,4	50,6	16,9
1	5171	53,6	54,1	516,4	191,4	36,4	36,077	13,127			
2	5180	73,2	73,7	530,9	190,9	35,3	49,153	17,345			
3	5186	82,2	83,0	753,0	267,7	35,1	55,301	19,398			
4	5177	77,4	78,0	615,1	219,3	35,1	52,009	18,241			
5	5188	74,8	75,4	566,8	198,3	34,3	50,243	17,258	35,2	48,6	17,1
1	5195	85,0	85,5	546,9	202,7	36,4	57,030	20,773			
2	5191	79,6	80,2	647,5	239,4	36,4	53,497	19,491			
3	5197	82,4	82,9	526,6	195,9	36,5	55,283	20,199			
4	5194	84,4	85,1	679,8	252,2	36,6	56,718	20,751			
5	5193	81,4	82,0	553,2	206,4	36,7	54,634	20,040	36,5	55,4	20,3
1	5175	64,2	64,8	554,3	214,4	38,1	43,168	16,432			
2	5198	87,0	87,7	709,7	269,6	37,5	58,472	21,929			
3	5176	79,6	80,5	925,6	350,5	37,5	53,682	20,129			
4	5199	88,2	88,8	608,3	231,2	37,4	59,204	22,167			
5	5189	84,2	84,7	529,5	197,8	36,7	56,485	20,729	37,4	54,2	20,3
1	5185	80,8	81,5	728,5	281,4	38,2	54,351	20,741			
2	5174	65,0	65,6	556,8	219,2	38,8	43,703	16,941			
3	5190	78,6	79,4	827,6	324,5	38,8	52,950	20,546			
4	5172	65,0	65,6	571,7	225,3	38,8	43,713	16,970			
5	5187	76,8	77,5	707,2	278,2	38,9	51,670	20,080	38,7	49,3	19,1
1	5166	63,4	64,0	615,7	252,5	40,5	42,676	17,275			
2	5167	75,0	75,7	720,6	293,9	40,3	50,479	20,358			
3	5178	75,8	76,4	611,3	241,9	39,0	50,940	19,878			
4	5169	75,0	75,7	744,9	293,7	39,0	50,495	19,682			
5	5179	77,8	78,5	662,0	261,3	39,0	52,307	20,381	39,6	49,4	19,5
1	5196	82,8	83,5	695,8	286,3	40,7	55,662	22,642			
2	5165	69,0	69,8	833,8	348,5	41,4	46,555	19,278			
3	5168	63,6	64,2	623,0	262,1	41,6	42,814	17,791			
4	5173	64,6	65,2	621,8	262,6	41,7	43,480	18,138			
5	5170	66,0	66,7	704,0	300,4	42,2	44,468	18,774	41,5	46,6	19,3

Annexe 9 :

Bilan climatologique

1. Bilan climatologique à Uccle, printemps 2016

Tableau des valeurs saisonnières

	Unité	Valeur saisonnière	Normale		Record +	Année	Record -	Année
Température moyenne	°C	9.3	10.1	n	12.3	2007	7.7	2013
Température maximale moyenne	°C	13.4	14.2	n	17.4	2011	11.5	2013
Température minimale moyenne	°C	5.1	5.9	n	7.3	2007	4.1	1996
Total des précipitations	mm	226.3	187.8	n	276.6	2001	70.7	2011
Nombre de jours de précipitations	d	51	49	n	74	1983	27	2011
Nombre de jours d'orage en Belgique	d	32	26.8	n	43	1983	13	2013
Vitesse moyenne du vent	m/s	3.6	3.8	n	4.1	1994	3.4	2014
Direction la plus fréquente du vent								
Durée de l'ensoleillement	hh:mm	453:50	463:58	n	707:16	2011	276:52	1983
Rayonnement solaire global	kWh/m ²	342.1	325	n	417.9	2011	253.7	1983
Humidité relative	%	71	74	n	79	2001	65	2011
Tension de vapeur	hPa	8.4	9.2	a	10.3	2000	7.7	2013
Pression atmosphérique	hPa	1013.4	1015.2	n	1020.3	1997	1011.1	2008

Normales et niveaux d'anormalité définis par rapport à la période 1981–2010.
Valeurs records de 1981 à 2015.

De Bruyne Bruno

3^{ème} année de Bachelier en Agronomie

Finalité : Techniques et gestion agricoles

La conservation des sols en culture de maïs Focus sur la technique du sous semis

Résumé

Mon travail de fin d'études est basé sur la mise en place d'un essai en technique de sous semis dans une culture de maïs qui a pour but principal de limiter l'érosion des sols.

La première partie est théorique, elle est destinée à expliquer les différents points essentiels pour une bonne compréhension du sujet développé, ou seront détaillés les différentes techniques de conservation des sols. Comme le maintien de couverts, le désherbage mécanique et les méthodes de travail du sol.

La deuxième partie retrace la mise en place de l'essai du semis jusqu'à la récolte. L'essai est composé de différents couverts semé à des dates différentes et avec une technique de travail du sol différente. Le but premier est de déterminer quels paramètres sont les plus aptes à défavoriser l'implantation d'adventices mais aussi d'obtenir le meilleur rendement en maïs.

Après l'analyse, deux paramètres se distinguent et permettent de répondre aux attentes de l'essai en terme de salissement en adventices et de rendement en maïs.

Année académique 2015-2016

De Bruyne Bruno

3^{ème} année de Bachelier en Agronomie

Finalité : Techniques et gestion agricoles

La conservation des sols en culture de maïs Focus sur la technique du sous semis

Résumé

Mon travail de fin d'études est basé sur la mise en place d'un essai en technique de sous semis dans une culture de maïs qui a pour but principal de limiter l'érosion des sols.

La première partie est théorique, elle est destinée à expliquer les différents points essentiels pour une bonne compréhension du sujet développé, ou seront détaillés les différentes techniques de conservation des sols. Comme le maintien de couverts, le désherbage mécanique et les méthodes de travail du sol.

La deuxième partie retrace la mise en place de l'essai du semis jusqu'à la récolte. L'essai est composé de différents couverts semé à des dates différentes et avec une technique de travail du sol différente. Le but premier est de déterminer quels paramètres sont les plus aptes à défavoriser l'implantation d'adventices mais aussi d'obtenir le meilleur rendement en maïs.

Après l'analyse, deux paramètres se distinguent et permettent de répondre aux attentes de l'essai en terme de salissement en adventices et de rendement en maïs.

Année académique 2015-2016