

Table des matières

TABLE DES MATIERES	v
GLOSSAIRE/LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES ANNEXES	vii
LISTE DES ILLUSTRATIONS	viii
CHAPITRE I- INTRODUCTION	1
1.1 EVOLUTION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS ET INTERET DES SEMIS SOUS COUVERT	1
1.2 IMPORTANCE DE CES TECHNIQUES EN MULTIPLICATION DE SEMENCES	2
1.2.1 LA FILIERE SEMENCE ET SES PARTICULARITES	2
1.2.2 LES TECHNIQUES D'IMPLANTATION SOUS COUVERT EN PRODUCTION DE SEMENCES FOURRAGERES	3
1.3 CONTEXTE DE L'ETUDE ET PROBLEMATIQUE	5
CHAPITRE II - MATERIELS ET METHODES	7
2.1 PRESENTATION DES DISPOSITIFS D'ESSAIS ET DU MATERIEL VEGETAL	7
2.1.1 DISPOSITIFS DES ESSAIS PRELIMINAIRES (AVANT 2012)	7
2.1.2 PRESENTATION DES DISPOSITIFS SUIVIS (RECOLTES 2012 ET 2013)	7
2.1.2.1 Espèces végétales et conditions pédoclimatiques	7
2.1.2.2 Implantation sous couvert de céréales	8
2.1.2.3 Implantation sous couvert de maïs	9
2.2 MESURES EFFECTUEES	9
2.2.1 COUVERTURE DU SOL ET QUALITE D'IMPLANTATION	10
2.2.2 MATIERE SECHE ET RELIQUAT AZOTE	10
2.2.3 HAUTEUR DE VEGETATION	10
2.2.4 SALISSEMENT PAR LES ADVENTICES ET ENTRETIEN DES PARCELLES	10
2.2.5 MESURE DU RENDEMENT GRAINIER	10
2.3 TRAITEMENT DES MESURES ET ANALYSES ECONOMIQUES	11
2.4 ANALYSE STATISTIQUE	12
CHAPITRE III - RESULTATS ET DISCUSSION	13
PARTIE 1 - RESULTATS DES TRAVAUX PRELIMINAIRES DE LA FNAMS	13
PARTIE 2 - ANALYSE DES RESULTATS DES DISPOSITIFS RECOLTES EN 2012 ET 2013	15
3.1 EVOLUTION DU RENDEMENT EN FONCTION DES DIFFERENTES TECHNIQUES D'IMPLANTATION	15
3.1.1 RENDEMENT DES COUVERTS	15
3.1.2 RENDEMENTS DES PORTE-GRAINES	16
3.2 CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DES CULTURES EN FONCTION DES TECHNIQUES D'IMPLANTATION	16
3.2.1 CAS DE LA FETUQUE ELEVEE SOUS COUVERT DE CEREALES	17
3.2.2 CAS DU TREFLE VIOLET SOUS COUVERT DE CEREALES	17
3.2.3 COMPARAISON D'UN SEMIS DE TREFLE VIOLET SOUS MAÏS ENSILAGE ET D'UN SEMIS TRIPLE	18
3.3 MESURE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	18
3.3.1 EFFET SUR LES ADVENTICES	18
3.3.2 EFFET SUR LA CONSOMMATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES	19
3.4 ANALYSE TECHNICO-ECONOMIQUE	19
PARTIE 3 – CONCLUSION SUR LES ESSAIS ET DISCUSSION GENERALE	20
CHAPITRE IV - CONCLUSION GENERALE, LIMITES ET PERSPECTIVES	21
BIBLIOGRAPHIE	22
ANNEXES	I

Liste des abréviations

- AMS** : Agriculteur multiplicateur de semences
BH : blé tendre d'hiver (*triticum aestivum*)
FE : Fétuque élevée (*Festuca arundinacea*)
FNAMS : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences
GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants
IFT : Indicateur de Fréquence de Traitement
IPAMPA : Indice de prix d'achat des moyens de production agricole
LABOSEM : Laboratoire d'analyse de semences
MS : Matière sèche
MSA : Mutualité Sociale Agricole
OP : Orge de printemps (*Hordeum vulgare* L.).
P-g : porte-graine
RDT : Rendement
SAS : Laboratoire d'analyse pour les échantillons de sol ou de matière végétale
SAU : Surface Agricole Utile (surface cultivée en terres arables)
SCV : les systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal
SOC : Service Officiel de contrôle et Certification (=VCR)
TV : Trèfle violet (*Trifolium pratense* L.)
VCR : Vegetation Cover Ratio (=SCV)

Glossaire

Implantation sous couvert : « la fourragère porte-graine est semée dans une autre culture valorisée. Cette culture de couvert doit permettre une bonne implantation de la légumineuse qui sera récoltée l'année suivante. Le semis de la porte-graine peut être simultanée au couvert (semis au printemps) ou en décalé (semis au printemps dans une culture d'hiver en place). Le bilan technico-économique prend en compte deux années de récolte »

Deneufbourg, 2010

Semis avec plantes associées : « la fourragère porte-graine est semée en association avec une plante « de service » (ex : moutarde) qui sert de couvert pour la levée (protection, ombrage...) et surtout pour la phase d'implantation de la culture (maîtrise des adventices par allélopathie ou concurrence spatiale). La plante associée disparaît de façon naturelle (gel...) ou via destruction (désherbage...) de manière à laisser la place à la fourragère. Le semis de la plante associée peut également être en décalé. Le bilan technico-économique de la conduite prend en compte une année de récolte. »

Deneufbourg, 2010

Liste des annexes

ANNEXE I:	ANALYSE DES SOLS DE LA STATION EXPERIMENTALE, SUR LES DEUX ZONES D'ESSAIS
Annexe I.1 :	Analyse des sols de la station expérimentale, zone de l'essai sous céréales
Annexe I.2 :	Analyse des sols de la station expérimentale, zone de l'essai sous maïs
ANNEXE II:	TABLE DE DETERMINATION DES PERTES DE SEMENCES OCCASIONNEES PAR LES ADVENTICES
ANNEXE III:	TABLE DE DETERMINATION DES COUTS DE PRODUCTION (CHARGES DIRECTES)
ANNEXE IV:	DETAILS DES ANALYSES STATISTIQUES REALISEES AU COURS DE L'ETUDE
Annexe IV.1 :	Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas du TV implanté sous OP)
Annexe IV.2 :	Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas du TV implanté sous maïs)
Annexe IV.3 :	Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas du TV implanté sous BH)
Annexe IV.4 :	Essai préliminaire : Comparaison des rendements (FE implantée sous maïs)
Annexe IV.5 :	Essai préliminaire : Comparaison des rendements (FE implantée sous BH pois)
Annexe IV.6 :	Essai préliminaire : Comparaison des rendements (FE sous BH [mode de semis])
Annexe IV.7 :	Implantation sous céréales : Comparaison des rendements des couverts (cas de la FE)
Annexe IV.8 :	Implantation sous céréales : Comparaison des rendements des couverts (cas du TV)
Annexe IV.9 :	Implantation sous maïs : Comparaison des rendements des couverts
Annexe IV.10 :	Implantation sous céréales : Comparaison des rendements de la fétuque élevée
Annexe IV.11 :	Implantation sous céréales : Comparaison du nombre d'épis de la FE
Annexe IV.12 :	Implantation sous céréales : Comparaison de la proportion de MS du TV à floraison
ANNEXE V:	RENDEMENTS OBSERVES DANS LES ESSAIS PRELIMINAIRES
Annexe V.1 :	Essais préliminaires sur l'implantation du TV : moyennes des rendements par année
Annexe V.2 :	Essais préliminaires sur l'implantation de la FE : moyennes des rendements par année
ANNEXE VI: CONDUITE CULTURALE ET CALCUL DES IFT DES MODALITES DE L'ESSAI IMPLANTATION SOUS CEREALES	
Annexe VI.1 :	Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT du couvert blé
Annexe VI.2 :	Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT du couvert Orge
Annexe VI.3 :	Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT de toutes les Fétuques Elevées
Annexe VI.4 :	Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT des TV en sol nu
Annexe VI.5 :	Détail de la conduite culturale et du calcul des TV issus de couverts
ANNEXE VII :	DETAIL DU CALCUL DES MARGES DIRECTES (IMPLANTATION SOUS CEREALES)
ANNEXE VIII:	CHARGES DIRECTES EN FONCTION DES CONDUITES CULTURALES (IMPLANTATION SOUS CEREALES)
Annexe VIII.1	Charges directes des modalités avec fétuque élevée
Annexe VIII.2	Charges directes des modalités avec trèfle violet

Liste des Illustrations

Figure 1: Evolution des conditions météorologiques en France au cours de la campagne 2012-2013	8
Figure 2: Détails temporels des modalités de l'essai implantation sous céréales (récoltes 2012 et 2013)	9
Figure 3 : détail temporels des modalités de l'essai implantation sous maïs.....	9
Figure 4: Formule de calcul de la quantité de matière sèche (en tonne par hectare) en fonction du pourcentage de matière sèche et du poids prélevé au champ	10
Figure 5 : méthode de mesure de la hauteur d'un peuplement végétal mise en place par la FNAMS	10
Figure 6 : échelle de contrôle du salissement de la parcelle	10
Figure 7 : Formule de calcul de l'indice de fréquence de traitement établie par Champeaux (2006)	11
Figure 8 : Rendement des cultures dans le cas d'une association TV/OP	13
Figure 9 : Rendement des cultures dans le cas d'une association TV/maïs	13
Figure 10 : Rendement des cultures dans le cas d'une association TV/BH	13
Figure 11 : rendement des cultures dans le cas d'une association FE/maïs	14
Figure 12 : rendement des cultures dans le cas d'une association FE/Pois	14
Figure 13 : rendement des cultures dans le cas d'une association FE/BH en fonction de l'itinéraire technique	14
Figure 14 : rendement des cultures de couverts (blé et orge) en présence ou absence de fétuque élevée, selon différentes conditions d'implantation de la porte-graine (récolte 2012)	15
Figure 15 : rendement des cultures de couverts (blé et orge) en présence ou absence de trèfle violet, selon différentes conditions d'implantation de la porte-graine (récolte 2012)	15
Figure 16: Comparaison des rendements du maïs seul et en semis triple (avec présence de trèfle violet et fétuque élevée) (récolte 2012).....	15
Figure 17 : Comparaison des rendements de la fétuque élevée en fonction du mode d'implantation sous céréales (récolte 2013)	16
Figure 18 : Evolution de la qualité d'implantation de la fétuque élevée en fonction du couvert et du type de semis (printemps 2013).....	16
Figure 19 : Evolution de la couverture du sol par la FE en fonction du couvert et du type de semis (printemps 2013)	16
Figure 20 : Evolution de la hauteur de la fétuque en fonction du mode d'implantation (printemps 2013)	17
Figure 21: Evolution de la quantité de matière sèche pour la FE en fonction du type d'implantation (aut. 2012 à print. 2013) ...	17
Figure 22 : Nombre d'épis au mètre carré pour la fétuque élevée avant la récolte (mesure du le 10/06/2013)	17
Figure 23 : Evolution de la qualité d'implantation du TV en fonction du couvert et du type de semis (print/été 2013)	17
Figure 24 : Evolution de la couverture du sol par le TV en fonction du couvert et du type de semis (print/été 2013)	17
Figure 25 : Résultats des mesures de hauteur du trèfle violet, en fonction du mode d'implantation (printemps 2013)	18
Figure 26 : Proportion de matière sèche du trèfle violet à la floraison (juin 2013)	18
Figure 27 : Evolution de la qualité d'implantation du trèfle violet en fonction du type de semis sous maïs (print. 2013)	18
Figure 28 : Evolution de la couverture du sol par le trèfle violet en fonction du type de semis sous maïs (print.2013).....	18
Figure 29 : Evolution des hauteurs du trèfle violet en fonction du type de semis sous maïs (printemps 2013).....	18
Figure 30 : Comparaison des indices de fréquences de traitements des couverts de l'essai implantation sous céréales avec les valeurs moyennes nationales	19
Figure 31 : valeurs des IFT des porte-graines dans l'essai implantation sous céréales	19
Figure 32 : Marge directe dégagée en fonction de l'itinéraire technique appliqué à la fétuque élevée.....	19
Figure 33 : Simulation de marge directe dégagée en fonction de l'itinéraire technique appliqué au trèfle violet	20
Figure 34 : Evolution du cours du blé sur les cinq dernières années.....	20
Figure 35 : Evolution des rendements du blé tendre (moyenne nationale).....	20
Tableau I: Détails des modalités de l'essai implantation sous céréales (récoltes 2012 et 2013)	9
Tableau II: Détails des modalités de l'essai implantation sous maïs	9



Chapitre I- Introduction

1.1 Evolution des systèmes de productions et intérêt des semis sous couvert

L'accroissement constant de la population mondiale (Pinstrup-Andersen, 2000), entraîne une demande de plus en plus importante en produits alimentaires (Tilman *et al.* 2002). Cette hausse de la demande s'oppose à la stagnation voire à la baisse des surfaces de productions agricoles (perte de 15% de la surface agricole en France depuis 50 ans, Desriers, 2007), et incite à une évolution des systèmes de production, alimentée entre autres par la mise au point de nouvelles conduites culturales, telles que les systèmes sous couvert. Dans ce contexte, la nécessité de la protection des cultures contre les différentes formes de ravageurs reste d'autant plus forte. A l'heure actuelle, les pertes de rendement s'élèvent à 28% en moyenne pour les céréales, et 35% pour le maïs. 32% de ces pertes sont occasionnées par des adventices, principalement via la compétition pour les ressources (Oerke & Dehne, 2004).

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, cette évolution s'est traduite par une forte mécanisation et par une augmentation importante de l'utilisation de pesticides (Mignolet, 2003). L'efficacité de ces produits est estimée à 50% selon Oerke & Dehne (2004) (l'efficacité d'un pesticide correspond au pourcentage de pertes évitées). L'évolution des modes de vie et la prise en compte accrue de l'environnement, au travers notamment de plan comme ECOPHYTO 2018, entraîne une remise en question de ce système. Mais actuellement, le contrôle des adventices au sein des cultures françaises est essentiellement basé sur l'utilisation d'herbicides. La France se situe en effet en tête du marché phytosanitaire européen (1699 millions d'euros, dont 768 uniquement pour les produits de types herbicides, UIPP, 2011) devant l'Allemagne et l'Italie. Il s'agit alors de trouver de nouvelles solutions pour limiter entre autre le salissement des parcelles en empêchant les adventices de lever, ou bien de faciliter leur destruction dans la culture précédente et/ou directement dans le couvert (Deneufbourg, 2010).

Une des voies alternatives à ce système, mise en avant dans les travaux de Shili-Touzi (2009), consiste à substituer au contrôle chimique un contrôle biologique, notamment via l'utilisation de cultures de couverture (Carof *et al.* 2007a). Deux différents types se dégagent à l'heure actuelle : les semis sous couvert végétal mort, ou sous couvert végétal vivant, regroupés sous le terme SCV (Semis direct sous couvert végétal, Medienne *et al.* 2013). Dans les systèmes culturaux qui associent la plante de culture à un couvert vivant, cette dernière est également désignée par le terme « mulch vivant » (De Tourdonnet *et al.* 2008). Il y a alors deux types d'interactions possibles entre le couvert et la plante commerciale. La facilitation correspond à un effet bénéfique de l'une sur l'autre (Bruno *et al.* 2003), tandis que la compétition correspond à un effet négatif (Callaway & Walker, 1997). L'interaction globale au sein d'une association de deux populations végétales résulte cependant d'une combinaison d'effets « facilitation » et « combinaison » (de Tourdonnet *et al.* 2008). Parmi les effets bénéfiques de l'utilisation de couverts végétaux, plusieurs ont été mis en avant. L'un des plus connus à l'heure actuelle est la diminution de l'érosion des sols (permis par une meilleure couverture de celui-ci, de Tourdonnet *et al.* 2008). Un autre effet notable est l'apport d'azote, observé dans le cas où le couvert utilisé est une légumineuse. Cette mobilisation d'azote

s'associe souvent à une hausse de rendement (Bergkvist *et al*, 2011). Enfin, l'utilisation de culture de couvert présente un intérêt vis-à-vis des adventices. La maîtrise de la flore est souvent accrue car le couvert rentre en compétition avec celle-ci pour l'eau et les nutriments (de Tourdonnet, 2008). De plus, certaines plantes (comme l'avoine) libèrent des composés allélopathiques, inhibant la croissance de certains végétaux (Valantin-Morrison *et al*, 2008).

Les adventices et la culture appartiennent souvent à la même niche écologique (de Tourdonnet, 2008), ce qui entraîne alors un risque de compétition important. De plus, il est également possible de voir une compétition entre le couvert utilisé et la culture commerciale, en plus de la compétition avec les adventices. L'une des solutions existantes est mise en avant dans l'étude de Bergkvist *et al*. (2011). En décalant la date de semis du couvert végétal, il est alors possible de jouer sur les cycles des adventices sans affecter de manière trop importante la culture commerciale. Pour pouvoir parvenir à cela, il est nécessaire de bien connaître les conditions pédoclimatiques d'une part, ainsi que la phénologie des espèces présentes (Buhler *et al*, 2001). Il est nécessaire que la plante de couvert ait un cycle d'installation plus rapide que les adventices observées, afin de rentrer en compétition avec celles-ci mais pas avec la culture commerciale.

Des effets s'observent également sur le rendement des végétaux. Des études ont ainsi montré qu'en l'absence d'utilisation d'herbicides le rendement des céréales peut être diminué (Carof *et al*, 2007b), alors que celui de protéagineux, comme le colza, est parfois augmenté (le risque de perte potentielle est quasi inexistant, Sauzet & Landé, 2010). Des effets sur le plus long terme apparaissent également. En effet, Blackshaw (2007) montre que, si la production est toujours soumise à un traitement phytosanitaire, il est alors possible d'observer une augmentation du rendement au bout de plusieurs années. Dans son étude, il prend l'exemple du pois sous différents couverts, qui voit sa productivité augmenter de 5 à 13% en 3 ans. Les effets sur le rendement sont donc très variables et dépendent de multiples facteurs : les peuplements végétaux en présence, le climat, la conduite culturale, etc.

1.2 Importance de ces techniques en multiplication de semences

1.2.1 La filière semence et ses particularités

Les entreprises semencières dégagent en France un chiffre d'affaires de 3 milliards d'euros, dont plus d'un tiers à l'exportation, assurant ainsi à ce secteur une balance commerciale positive (570 millions d'euros à l'importation pour 1 234 millions à l'exportation en 2012, GNIS, 2013a). En France, la filière est organisée au sein du GNIS qui regroupe les différentes familles professionnelles (dont l'UFS pour les entreprises semencières, et la FNAMS pour les agriculteurs multiplicateurs de semences). La Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences, créée en 1955, a pour but de soutenir d'un point de vue technique la filière multiplication en France, premier pays producteur de semences en Europe (Deneufbourg *et al*, 2012) et second exportateur derrière les Pays-Bas.

Cette performance s'explique entre autre par les investissements fournis dans les années 50, notamment au niveau de la création variétale en fourragères (GNIS, 2013b). Les efforts des années passées en fourragère méritent d'être valorisés aujourd'hui, ce qui explique l'intérêt pour une filière qui ne dégage qu'une faible plus-value.

Les semences fourragères (graminées et légumineuses) représentent 10% des surfaces en multiplication en France, soit environ 40 000 ha, pour 3500 agriculteurs et 35 000 tonnes de semences produites (GNIS, 2013b). Les principaux bassins de production des semences fourragères sont le Nord et l'Ouest du pays, et font face à des difficultés. Le contexte économique de ces dernières années est peu favorable à l'implantation de prairies (marché de vente peu réactif), et la concurrence avec les pays producteurs du Nord de l'Europe s'accroît, entraînant une baisse de la surface de production depuis 2009 (GNIS, 2013a).

En outre, parmi les différentes filières agricoles, la multiplication de semences présente des caractéristiques qui lui sont propres. En effet, il s'agit de cultures contractuelles : l'agriculteur signe un contrat avec l'entreprise semencière qui s'engage à reprendre la totalité du lot de semences, une fois celui-ci certifié. Les parcelles concernées sont alors suivies par des techniciens des établissements semenciers, qui fournissent des préconisations aux agriculteurs (Huyghe, 2005). 350 000 ha sont concernés par ces contrats en France (GNIS, 2013a), ce qui permet à la filière d'être plutôt bien implantée. Un autre critère propre à la production de semences concerne l'objectif de qualité auquel elle est soumise. Il existe un règlement technique rédigé par le GNIS qui définit les critères de qualité à atteindre pour que l'échantillon soit certifié. Ce règlement est ensuite soumis au ministère de l'agriculture qui le valide (Ministère de l'agriculture, 2008). Pour vérifier qu'il soit bien appliqué, des contrôles sont effectués au niveau de la certification par le Service Officiel de Contrôle et de Certification (SOC) (Deneufbourg *et al*, 2005). Ce règlement définit tous les éléments relatifs à la conduite culturale (tels que les précédents autorisés, l'isolement nécessaire, le type de semis...), mais également des éléments concernant le taux d'adventices autorisé dans la parcelle. Ce dernier élément est traduit par le terme « norme d'impureté » (GNIS, 2011).

Le secteur semence en France est organisé autour de la Fédération Nationale des Agriculteurs de Semences (FNAMS). Créée en 1955, elle a pour but de soutenir d'un point de vue technique la filière multiplication en France, premier pays producteur de semence en Europe (Deneufbourg *et al*, 2012) et second exportateur derrière les Pays-Bas.

1.2.2 Les techniques d'implantation sous couvert en production de semences fourragères

Traditionnellement, les cultures porte-graines sont implantées soit sous un couvert, soit en sol nu. Le choix de l'une ou l'autre technique dépend de différents critères.

En premier lieu, ces cultures ont des besoins physiologiques particuliers. Chaque culture présente un besoin de vernalisation différent, nécessaire pour passer du stade végétatif au stade reproducteur. Les graminées nécessitant une période de vernalisation (froid hivernal) sont appelées non-alternatives. C'est le cas de la fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.), qui nécessite un semis le printemps de l'année précédant la récolte (Aamlid *et al*, 1997). Le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.) est une espèce alternative. Il peut donc se semer en été, généralement en sol nu, mais également au printemps sous couvert. L'installation de ces espèces sous couvert permet de leur offrir une « protection » pendant la période d'installation, d'autant plus que les densités de semis en multiplication de semences sont faibles (entre 3 et 10 kg/ha). Sous couvert, le développement de la porte-graine concurrencé

par la croissance du couvert, plus rapide, permet d'éviter un impact négatif sur le rendement de la culture de couverture.

C'est également pour la maîtrise de la flore adventice que les couverts sont utilisés dans les cultures de multiplication de semences depuis un certain temps. En effet, le couvert permet de gérer les plantes concurrentes. Teasdale *et al* (2007) met ainsi en avant plusieurs études détaillant l'impact de couverts sur le développement des adventices. D'après ses travaux, les couverts vivants sont plus efficaces que les résidus. De plus, il détaille différents processus d'interaction comme la compétition pour les nutriments ou la lumière. La germination des graines adventices peut elle aussi être affectée. Elle est inhibée selon différentes méthodes par un couvert, notamment grâce à la diffusion de composés allélopathiques (ex de l'avoine, Caussanel, 1989). Une autre méthode d'inhibition de la germination est le changement des conditions en surface du sol. La luminosité est diminuée, ainsi que la température en surface, ce qui recrée les conditions du sol à des profondeurs où les graines ne germent pas (Teasdale *et al*, 2007).

En technique d'implantation sous couvert, il est également important que le revenu généré par la culture de couvert ne soit pas diminué par la présence de la fourragère sous ensemencée en cours d'implantation (Janson, 2002).

L'utilisation de couverts en multiplication de semences est donc profitable sur de nombreux points, que ce soit en lutte contre les adventices, ou en protection lors de l'implantation de la porte-graine. Cependant, le choix de la culture de couvert doit prendre en compte plusieurs facteurs. Tout d'abord elle ne doit pas être trop concurrentielle vis-à-vis de la porte graine, et principalement au moment de la période d'implantation. Pour cela différents critères propres à chaque association doivent être pris en compte. Parmi ceux-ci, la résistance à la verse, la hauteur de végétation, la capacité de tallage, sont des éléments ayant une forte influence (Janson, 2003). Cependant, il est possible de s'affranchir de ces caractéristiques en jouant sur des facteurs agronomiques, notamment la dose de semis, l'augmentation de l'écart entre les rangs, l'utilisation de régulateurs de croissance ou encore le décalage de la date de semis. Mais pour certaines espèces de couvert comme le blé, jouer sur ces facteurs agronomiques a le plus souvent un impact néfaste sur son rendement. Aussi, jouer sur la conduite culturale du couvert ne doit être fait que de manière marginale. Il est cependant possible de défavoriser la porte-graine si le couvert compense largement. En effet, le calcul de la rentabilité s'effectue sur la moyenne des deux années de production.

Le choix du couvert dépend aussi de la porte-graine à laquelle il est associé. Certaines cultures comme la fétuque rouge doivent être implantées sous des couverts peu concurrentiels, comme le pois, alors que d'autres porte-graines, comme la fétuque élevée, supportent des couverts plus agressifs, comme le blé. Cette différence de tolérance apparaît donc comme un critère important au moment du choix du couvert utilisé, d'autant plus que les cultures porte-graines sont plus sensibles que des cultures classiques vis-à-vis de leur environnement (Defforges *et al*, 2008).

Enfin, le dernier critère de choix d'implantation porte sur le désherbage. Il faut impérativement que le couple porte-graine/couvert supporte le plus de solutions possibles de

lutte contre les adventices. Ceci permet d'avoir plusieurs options de traitement possible pour faire face à l'apparition de résistances aux herbicides chez les adventices ainsi qu'à la diminution du nombre de produits utilisés (Janson, 2000). Cette affirmation est d'autant plus vraie dans le secteur de la production de semences, où les lots finaux sont soumis à des normes de pureté strictes (Ministère de l'agriculture, 2008) où la présence d'une seule adventice dans l'échantillon de contrôle peut être un motif suffisant au refus de certification.

Lors de la détermination du complexe couvert/porte-graine, il s'agit donc de chercher à mettre en place un optimum entre les deux espèces en passant par la création d'une compétition modérée, afin de favoriser leur développement. Cependant, il est difficile de jouer sur les deux tableaux à la fois. Il s'agit plutôt, en réalité, de faire un compromis entre les deux espèces, le plus souvent à l'avantage de la porte-graine.

L'utilisation des techniques sous couvert dans le cas des cultures de porte-graines se développe de plus en plus en France et fait l'objet de nombreuses études par des centres techniques ou des coopératives (Janson 2000). La filière semence est en effet directement touchée par la diminution des méthodes de luttés, la qualité des lots de semences étant primordiale pour leur commercialisation. Il est donc nécessaire de trouver de nouvelles techniques de production, sur des cultures peu représentées (comme les semences de prairie) (Deneufbourg, 2010). C'est dans cet objectif que s'inscrit l'activité technique de la Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences (FNAMS). Les travaux actuels de la FNAMS portent sur la recherche et l'optimisation de nouveaux systèmes de production, dont font partie les SCV. La particularité réside dans le fait que, contrairement à des SCV classiques où le couvert est détruit, celui-ci est récolté dans un but commercial. Les conditions de culture diffèrent d'une implantation sous couvert conventionnel. Nous allons chercher à déterminer dans ce travail si ce type de système cultural, appliqué à la production de semences, est viable, à la fois sur les plans économique et technique.

1.3 Contexte de l'étude et problématique

L'un des principaux couverts végétaux utilisé pour implanter des productions de semences fourragères était jusqu'à maintenant le pois, couvert très favorable aux graminées porte-graines vis-à-vis de la concurrence au jeune semis (Janson, 2000). Cependant, la forte diminution de cette culture pour des raisons économiques (cette culture devenant très peu rentable comparé à d'autres comme le blé) (Baranger *et al*, 2010) a contraint les agriculteurs multiplicateurs à implanter sous d'autres types de couverts. Actuellement, les couverts de type céréales sont privilégiés, mais ils restent cependant à optimiser. D'autres couverts font également l'objet de tests pour être associés à des cultures porte-graines, dont certaines se sont détachées du reste du lot. Le maïs offre notamment des avantages dans les exploitations polyculture-élevage, où après avoir servi de couvert à une porte-graine, il peut être utilisé en fourrage pour les ovins (Thomas, 2010). Enfin, des techniques d'implantation nouvelles sont également étudiées. Parmi celles-ci, le semis triple semble prometteur. Il s'agit alors de semer deux espèces fourragères (Trèfle violet et Fétuque élevée) sous un couvert maïs à la même période, avec donc au total trois années de récolte successives sur cette parcelle. Le couvert maïs est récolté la première année, puis le trèfle violet et enfin la fétuque.

La simplification des assolements observée depuis quelques années, accompagnée d'une réduction des moyens de lutttes phytosanitaires a entraîné la diminution de la sensibilité des adventices à ces méthodes de lutttes. En outre, le contexte climatique particulier de ces dernières années a également joué (excès d'eau en début de printemps puis sécheresse). Ces différents éléments ont incité les organismes de recherche, dont la FNAMS, à chercher ou à adapter de nouvelles techniques d'implantation de porte-graine, comme les techniques sous couverts.

C'est dans ce cadre qu'intervient cette étude, menée sur la station FNAMS de Brain-sur-l'Authion. La problématique abordée ici concerne l'implantation de graminées et légumineuses sous couverts. Plus précisément, ce travail portera sur l'optimisation des techniques d'implantation de ces cultures sous différents couverts, en étudiant à la fois les facteurs techniques, mais également l'impact économique de ces systèmes. Deux espèces fourragères font l'objet de cette étude : la fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.), et le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.). Ces deux espèces présentent un intérêt pour l'étude car elles sont toutes les deux multipliées en France. La première est une graminée qui présente de nombreux avantages (résistante au froid, aux fortes chaleurs et aux inondations). Elle fait de plus partie des graminées fourragères les plus pérennes : elle peut produire pendant plus de 10 ans (GNIS, 2013c). La seconde est une légumineuse, qui offre différents avantages, comme une économie en termes d'apports azotés. Elle améliore également la structure du sol et se révèle être un bon pâturage lorsqu'elle est associée à une graminée (Duc *et al*, 2010). Trois espèces de couverts sont étudiées : le blé tendre d'hiver, le maïs et l'orge de printemps. Les essais mis en place sont pluriannuels, avec une durée de deux à trois ans. Différents facteurs sont observés. Le principal est l'impact sur le rendement, mais l'effet sur l'environnement est également mesuré (au niveau de la présence des adventices et des traitements phytosanitaires), ainsi que la nutrition azotée des végétaux. Le dernier intérêt est l'impact économique de ces systèmes cultureux, afin de déterminer si les coûts de ceux-ci sont avantageux face à des systèmes classiques, même dans l'éventualité où des pertes de rendements seraient observées.

Ce mémoire s'organisera en quatre chapitres. Après cette introduction présentant le contexte de l'étude (premier chapitre), le second chapitre sera consacré à la présentation des différentes méthodes adoptées afin de répondre aux objectifs posés. L'ensemble des dispositifs mis en place et leurs caractéristiques techniques seront introduits ici, ainsi que la présentation des espèces végétales. Les méthodes de mesures seront également présentées, ainsi que les démarches d'analyses des résultats. Le troisième chapitre portera sur l'analyse des résultats obtenus, ainsi que sur leur discussion. Cette partie commencera par une présentation et une analyse des résultats des études antérieures de la FNAMS sur ce sujet, menées depuis cinq ans, afin d'expliquer les choix faits pour mener ce travail. Ensuite, les résultats relatifs aux études mises en place et suivies au cours de ce stage seront exposés, puis discutés, pour déterminer quel est l'impact réel de ce type de système de culture sur les facteurs économiques et environnementaux. Enfin, le dernier chapitre terminera ce travail en identifiant les limites de cette étude, et les perspectives qu'elle ouvre pour l'avenir, entre autres vis-à-vis de l'utilisation de ces méthodes dans le secteur de la production de semence.

Chapitre II - Matériels et méthodes

L'étude sur les techniques d'implantation des fourragères sous couvert, et qui fait l'objet de ce rapport, est menée à la FNAMS sur la période 2011-2014. Les essais présentés sont réalisés sur la station d'expérimentation de Brain-sur-l'Authion, en Maine et Loire (49).

2.1 Présentation des dispositifs d'essais et du matériel végétal

2.1.1 Dispositifs des essais préliminaires (avant 2012)

Depuis 2008, la FNAMS a conduit des essais sur l'ensemble de ses stations régionales sur le thème de l'implantation des cultures porte-graines. Ceux-ci avaient pour but de déterminer les effets de l'association sur les deux cultures en présence.

Dans notre étude, nous nous intéressons aux résultats obtenus sur la station de Brain (49) à partir de 2008. Ces dispositifs regroupent des essais d'implantations de fétuque élevée ou trèfle violet sous couvert de pois (*Pisum sativum* L.), de blé (*Triticum aestivum* L.), et de maïs (*Zea mays* subsp. *mays* L.) et d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Pour ce rapport, seul le rendement final est retenu et analysé, et seul le facteur espèce couvert/porte-graine est examiné. Une comparaison de moyenne est alors effectuée entre le semis sous couvert et le semis solo (culture seule), pour la porte-graine d'une part et pour le couvert d'autre part.

2.1.2 Présentation des dispositifs suivis (récoltes 2012 et 2013)

Il s'agit de deux essais pluriannuels, mis en place en 2011 puis 2012, étudiant l'implantation de fétuque élevée et de trèfle violet sous un couvert de céréales pour l'un, et sous un couvert de maïs pour l'autre.

2.1.2.1 Espèces végétales et conditions pédoclimatiques

La Fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.), de la famille des Poacées est utilisée en fourragère. Il s'agit d'une culture pérenne qui dure de 6 à 15 ans en production de fourrage, et 2 à 3 ans en production porte-graines. Son implantation est délicate, la levée étant lente, mais elle est peu sensible et s'adapte bien à des milieux divers, avec une préférence pour les terres profondes. Le semis s'effectue en surface après un travail du sol important, avec une densité de 15 à 20 kg/ha pour le fourrage, et 6 kg/ha pour la multiplication (GNIS, 2013c). La phase de levée nécessite un travail de désherbage important (FNAMS, 2002). Au niveau de la production de semence, la fétuque élevée représente 2 400 hectares, soit une production annuelle de 13 000 q (Straëbler, 2012).

Le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.) est une fabacée qui se développe en tant que fourragère depuis quelques années. Il permet des économies importantes au niveau de l'apport d'azote, et s'associe très bien aux graminées fourragères (comme la fétuque élevée). Le trèfle violet est une culture pérenne qui dure entre deux et trois ans. Il se sème fin aout à 25 kg/ha en fourrage, et à 5 à 10kg/ha en production de semences (FNAMS, 1999). Il s'adapte très bien à la plupart des sols, et s'implante très vite. Le trèfle violet présente de nombreux avantages : outre son excellente association aux graminées et sa résistance au froid et au sol acide, il constitue une excellente tête de rotation. 3 800 hectares sont consacrés à la production de semences de Trèfle Violet en France, pour une production annuelle de 14 000 q (Straëbler, 2012).

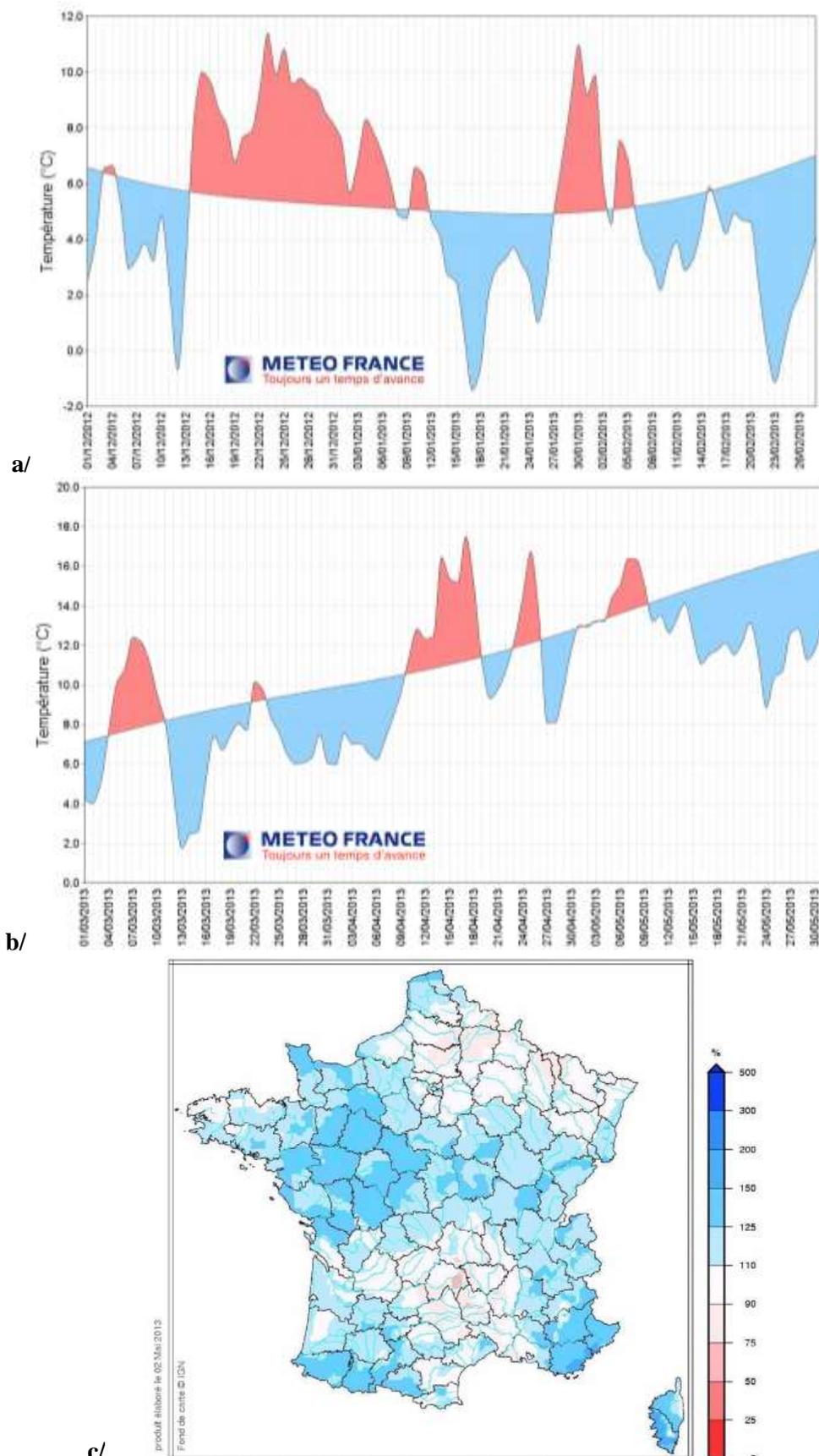


fig. 1 : Evolution des conditions météorologiques en France au cours de la campagne 2012/2013
a/ température observée au cours de l'hiver 2012-2013, rapporté à la normale des 30 dernières années. **b/** température observée au cours du printemps 2013, rapporté à la normale des 30 dernières années. **c/** pourcentage de pluviométrie par rapport à la normale des 30 dernières années pour le printemps 2013

(source : Météo France, 2013)

Concernant le climat sur les différentes années d'expérimentation, il est nécessaire de noter qu'il a été très variable. Après une année 2011 chaude et sèche, l'année 2012 a été proche des normales, avec cependant un excès d'eau au niveau des Pays de la Loire, accompagnée d'une vague de froid en février. Enfin, une vague de chaud a marqué la fin de l'été. L'hiver 2012-2013 s'est révélé plutôt maussade. Les températures ont ainsi été inférieures de 0.3°C en moyenne aux normales de saisons, mais avec de grosses variations temporelles (cf. figure 1.a). Les pluies ont été excédentaires de 15% en moyenne (principalement dans le Sud-Ouest) et l'ensoleillement s'est révélé inférieur de 20 à 40% aux normales. Le printemps suivant a été le plus froid depuis 1987 et le plus pluvieux depuis 1959. Les températures ont été inférieures aux normales de 1.5°C, et les précipitations ont été à la fois plus fréquentes et excédentaires (de 30%) (cf. figure 1.b et c). Quant à l'ensoleillement, il a été déficitaire par rapport aux années passées (parfois avec des diminutions de plus de 30%). L'été 2013 a commencé par une période aux températures douces et à forte pluviométrie, avant un épisode de fortes chaleurs. Cette météorologie estivale a été propice au bon développement final des cultures permettant de compenser une partie du déficit observée initialement (Météo France, 2013).

Le contexte pédologique de la station de Brain-sur-l'Authion est particulier. Du fait de son insertion dans la vallée de l'Authion, deux types de sols sont clairement identifiés sur l'emplacement occupé par la FNAMS. La zone basse de la parcelle, la plus proche de l'Authion, est composée de sable argileux, alors que la zone haute est composée d'argile calcaire. Le terrain situé en zone basse présente un phénomène d'hydromorphie assez important, entraînant une stagnation de l'eau en surface lors des fortes pluies. La conséquence de ce phénomène est un ressuyage lent du terrain. Les essais suivis se situent dans la zone basse de la station. L'essai d'implantation sous céréales se situe sur la parcelle « le clos des bataillères 2 ». La teneur en matière organique a été remontée et est plutôt bonne (2.4%), et le sol est de type argilo-sableux (25% d'argile, 55% de sable). Il s'agit d'un sol qui est favorable à la conduite de culture de graminées. L'essai implantation sous maïs se situe lui sur la parcelle appelée « les Avardières 2 ». Tout comme pour le terrain précédent, la teneur en matière organique est satisfaisante (à 3.3%). Ici, le sol est composé de terre brune et est de type argilo-limono-sableux (39% d'argile, 30% de limon et 30% de sable). Ce type de sol est difficile à travailler, mais les rendements attendus sont généralement bons (entre 80 et 85 qtx pour du blé sur ce type de sol par exemple). (Etourneau, 1999, analyse du SAS en Annexe II).

2.1.2.2 Implantation sous couvert de céréales

Le premier essai concerne deux cultures fourragères porte-graines, le trèfle violet (variété Trevvio, modalité 71 à 75) et la fétuque élevée (variété Callina, modalité 21 à 25), semés sous deux couverts différents : le blé (variété Atlas) et l'orge de printemps (variété Grace). Si le couple porte-graine/couvert est le facteur d'étude principale, la période d'implantation est également très importante. Pour chaque fourragère, deux modalités sont mises en place par couvert. La première modalité consiste en l'installation de la porte-graine sur un sol nu en seconde année d'essai, après culture et récolte du couvert en première année (également en sol nu). Il existe quatre déclinaisons de cette association : fétuque élevée après blé ou orge, et trèfle violet après blé ou orge. Ces modalités servent de témoin négatif pour les différentes implantations testées, et sont désignées dans la suite sous le terme « solo ». La

Tableau I : détail des modalités de l'essai implantation sous céréales (récoltes 2012 et 2013)

Féтуque élevée	21 : Blé (Oct 2011/Aout 2012) puis Féтуque porte-graine (Aout 2012/Aout 2013)
	22 : Interculture (Sept 2011/Mars 2012) puis Orge (Mars 2012/Aout 2012) + Féтуque porte-graine (Mars 2012/Aout 2013)
	23 : Blé (Oct 2011/Aout 2012) + Féтуque porte-graine (Oct 2011/Aout 2013)
	24 : Blé (Oct 2011/Aout 2012) puis/plus Féтуque porte-graine (Février 2012/Aout 2013)
	25 : Interculture (Sept 2011/Mars 2012) puis Orge (Mars 2012/Aout 2012) puis Féтуque porte-graine (Aout 2012/Aout 2013)
Trèfle violet	71 : Blé (Oct 2011/Aout 2012) puis Trèfle porte-graine (Aout 2012/Aout 2013)
	72 : Interculture (Sept 2011/Mars 2012) puis Orge (Mars 2012/Aout 2012) + Trèfle porte-graine (Mars 2012/Aout 2013)
	73 : Blé (Oct 2011/Aout 2012) + Trèfle porte-graine (Oct 2011/Aout 2013)
	74 : Blé (Oct 2011/Aout 2012) puis/plus Trèfle porte-graine (Février 2012/Aout 2013)
	75 : Interculture (Sept 2011/Mars 2012) puis Orge (Mars 2012/Aout 2012) puis Trèfle porte-graine (Aout 2012/Aout 2013)

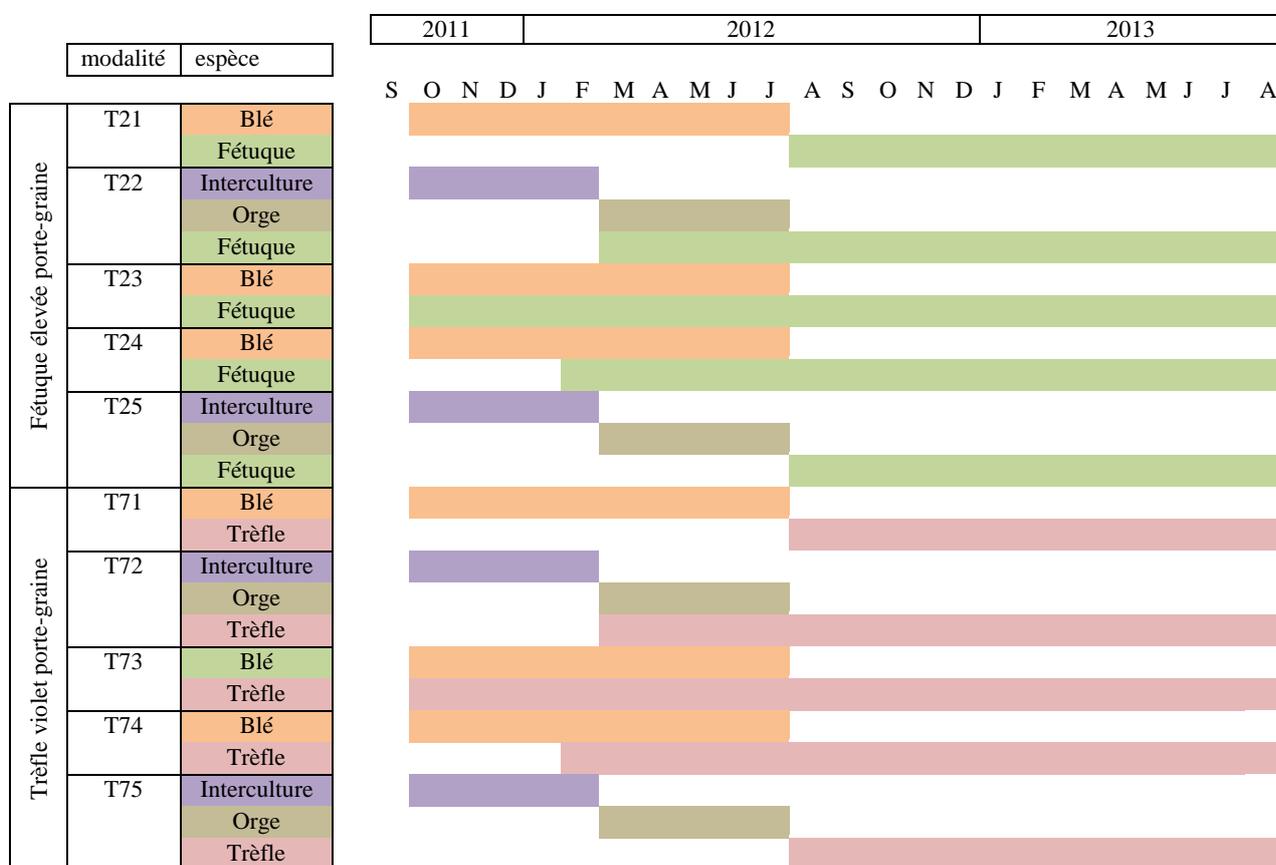


Figure 2 : détail temporels des modalités de l'essai implantation sous céréales (récoltes 2012 et 2013)



Figure 3 : détail temporels des modalités de l'essai implantation sous maïs

Tableau II : détail des modalités de l'essai implantation sous maïs

T1 : Mélange triple (trèfle violet et féтуque élevée sous maïs)
Témo in : Maïs seul (T2), TV seul (T3)

seconde modalité testée consiste à semer la porte-graine directement après le semis du couvert. Il s'agit ici d'un semis simultané, qui vise à tester l'effet du couvert sur le développement de la fourragère. La plante de couverture est récoltée à la fin de son cycle en première année, et la porte-graine en seconde année. Cette modalité a quatre déclinaisons, qui sont : fétuque élevée sous orge ou blé, et trèfle violet sous orge ou blé. Le semis simultané sous blé constitue la référence pour notre étude, car il correspond à la conduite culturale classique en porte-graine.

Enfin, dans le cadre du couvert blé, une dernière implantation est testée. La porte-graine est semée en décalé, dans le blé déjà installé. Le blé a été semé à l'automne 2011, et la fourragère au printemps 2012. Cette modalité est mise en place pour les deux cultures porte-graines. Au total, dix conditions sont étudiées, cinq par fourragères (résumé dans le tableau I), avec trois types d'implantations « temporelles » différentes (détaillées dans la figure 2).

Cet essai est mis en place sur la parcelle nommée «le Clos des Bataillères 2 », sur un sol sablo argileux. Il est répété sur quatre blocs afin d'améliorer l'analyse statistique. Chaque parcelle expérimentale a une dimension de 4m par 10m, permettant ainsi un passage de moissonneuse (1.50m de largeur) tout en garantissant une surface de prélèvement suffisante en dehors de celui-ci.

2.1.2.3 Implantation sous couvert de maïs

Le second essai présenté vise à tester différents aménagements de couverts sur l'implantation de fourragère porte-graine. Les porte-graines sont également la fétuque élevée (variété villageoise) et le trèfle violet (variété Diadem). Les deux couverts utilisés sont le maïs (variété Friedrich) et le blé d'hiver (variété Arkeos). Cet essai a la particularité de tester également des semis triples. Trois cultures sont semées simultanément pour ensuite être conduite en 3 années de production successives (Maïs puis TV puis FE). Trois modalités sont présentées dans ce rapport. Le mélange triple (T1), le semis solo de maïs (T2), et le semis solo de trèfle (T3). Ces modalités sont présentées dans le tableau II, et le détail temporel de l'implantation du dispositif est présenté dans la figure 3. L'essai est mis en place sur la parcelle appelée « les Avardières 2 », sur un sol très argileux. Le dispositif a quatre blocs et chaque parcelle élémentaire a une surface de 4m par 10m, permettant le passage de la moissonneuse.

2.2 Mesures effectuées

Différentes mesures ont été réalisées tout au long du développement des cultures. Elles ont pour objectif d'évaluer l'impact du semis sous couvert à la fois sur le rendement de la culture de couvert et de la fourragère. Il s'agit également d'observer l'incidence de cette association sur la conduite globale de la culture, à la fois pour étudier la maîtrise des adventices et le coût environnemental. Enfin, ces mesures vont permettre d'effectuer le bilan économique pour ce cycle cultural complet (année n [récolte du couvert] et n+1 [récolte de la porte-graine]). Un suivi visuel de la culture pendant toute sa période d'évolution est effectué, et la conduite est adaptée en fonction de ces observations. Cette surveillance a également pour but de noter les dates des différents stades du peuplement végétal.

$$MS \text{ en } T.ha^{-1} = \%MS \times \text{Poids total du prélèvement au champ} \times 0.7/10$$

%MS= pourcentage de matière sèche de l'échantillon

0.7/10 = facteur de conversion pour ramener la matière sèche en tonne par hectare

Figure 4 : Formule de calcul de la quantité de matière sèche (en tonne par hectare) en fonction du pourcentage de matière sèche et du poids prélevé au champ

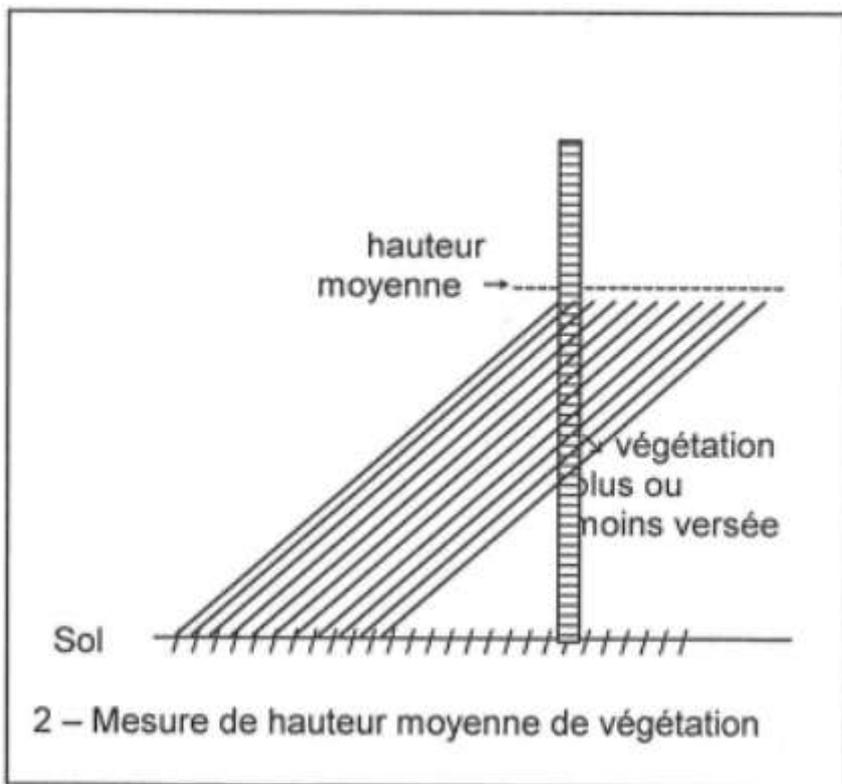


Figure 5 : méthode de mesure de la hauteur d'un peuplement végétal mise en place par la FNAMS

a/

Note	0.1	1	2	3	4	5	6	7
Densité (/m ² ou 10m ²)	1 adv sur l'aire obs	<1 adv/10m ²	1 à 5 adv/10m ²	6 à 10 adv/10m ²	1 à 2 adv/m ²	3 à 20 adv/m ²	21 à 50 adv/m ²	>50 adv/m ²

b/

Note /Stade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Graminée	Levée	1-2 feuilles	3 feuilles 1 talle	Début tallage	Plein tallage	Montaison	Epiaison	Graines vertes	Maturité	Égrenage	Egrené
Dicotylédone	Cotylédons	1-2 feuilles	3-4 feuilles	5-10 feuilles	Plus de 10 feuilles	bourgeonnement	floraison	Graines vertes	Maturité	Égrenage	Sénescence

Figure 6 : échelle de contrôle du salissement de la parcelle.

a/échelle type Barralis aménagée et utilisée par la FNAMS pour noter la densité d'infestation. b/ échelle de détermination des stades de développement des adventices observées

2.2.1 Couverture du sol et qualité d'implantation

À partir de la reprise de la végétation et tous les mois suivants, la couverture du sol par les porte-graines est évaluée en pourcentage. Cette note permet de mettre en évidence une différence de développement et éventuellement de production de biomasse entre les modalités et à plusieurs périodes. De même, une note est donnée pour évaluer la qualité de l'implantation du peuplement. Celle-ci va de 0 à 10 (0 : pas d'implantation, 2 : médiocre, 5 : moyenne, 8 correcte, 10 excellente) et sert également comme point de comparaison du développement des végétaux.

2.2.2 Matière sèche et reliquat azote

Afin d'étudier l'évolution de la biomasse des plants, des prélèvements sont effectués à plusieurs périodes (stade jeune, récolte du couvert, reprise de végétation et floraison). Un prélèvement de deux rangs (semés à 35 cm d'écartement) sur un mètre (soit 0.7m²) est effectué par parcelle élémentaire. Le poids frais total est mesuré, puis des sous-échantillons sont formés et séchés à l'étuve pendant 48h à 80°C (pour ne pas dénaturer l'azote des plantes). La matière sèche de la parcelle est alors déterminée grâce aux poids frais et sec, selon la formule de la figure 4. Les sous-échantillons sont ensuite regroupés et envoyés à un laboratoire d'analyses (le SAS) pour déterminer la proportion d'azote d'après la méthode Dumas (Hamon *et al.*, 1990) Un seul échantillon par modalité est envoyé, ce qui limitera donc l'analyse des résultats.

2.2.3 Hauteur de végétation

La mesure de la hauteur de végétation est effectuée à la main, avec un mètre gradué. Trois mesures sont effectuées par parcelle élémentaire à chaque relevé. La mesure est effectuée selon des standards propres à la FNAMS, et se réalise comme montré sur la figure 5. Elle est utilisée ici comme indicateur du développement du peuplement.

2.2.4 Salissement par les adventices et entretien des parcelles

Le salissement des parcelles est mesuré grâce à une échelle Barralis (Fried & Reboud, 2007, Barralis, 1976) aménagée mise en place par la FNAMS (voir la figure 6a). Elle prend en compte la densité des adventices présentes, et une seconde échelle leur stade de développement (figure 6b). La notation s'effectue en traversant l'ensemble de la parcelle et en listant les adventices observées. Cet inventaire est effectué après la récolte du couvert, et à la reprise de végétation.

2.2.5 Mesure du rendement grainier

La récolte s'effectue à l'aide d'une moissonneuse coupant 1.5m de large, avec un passage par parcelle pour les céréales et légumineuses, et deux passages pour les graminées fourragères. La moyenne est ensuite déterminée par modalité. Les semences sont ensuite mises à sécher avant d'être envoyées à LABOSEM, où elles subiront une analyse de rendement puis une analyse de pureté spécifique (après triage) pour déterminer si toutes les adventices ont pu être éliminées ou non.

$$IFT_{parcelle} = \sum_T \frac{DA_T}{DH_T}$$

Avec DA : dose appliquée du produit T, et DH : dose homologuée du produit T.

Figure 7 : Formule de calcul de l'indice de fréquence de traitement établie par Champeaux (2006)

2.3 Traitement des mesures et analyses économiques

Les rendements des couverts seront analysés par culture et en fonction de la fourragère implantée. L'effet étudié sera donc celui du type d'implantation. Pour l'analyse des rendements des fourragères, le facteur d'étude sera le type d'implantation, qui prend en compte cette fois l'espèce de couvert et le mode de semis.

Les mesures permettant de quantifier les variations au niveau du développement de la plante seront comparées deux à deux, afin de dégager un éventuel effet d'un type d'implantation par rapport à un autre. Plus précisément, nous réaliserons dans ce travail une analyse descriptive des résultats à partir de leur moyenne, pour les différentes mesures et modalité.

Afin d'étudier l'impact du mode d'implantation sur le peuplement adventice, nous utiliserons les notations adventices permettant d'identifier les plus présentes sur les parcelles. Puis, à l'aide d'un tableau établi par LABOSEM (cf. annexe I) et présentant les difficultés de triage, nous sélectionnerons les adventices pouvant être préjudiciables au rendement (augmentation du taux de déchet en présence d'adventice) ou à la certification des lots de semences. Cela permettra de déterminer si certaines parcelles ont un niveau d'infestation critique.

Pour étudier l'impact du mode d'implantation sur le niveau de protection phytosanitaire (désherbage en particulier), nous utiliserons l'indice de fréquence de traitement (IFT). Cet indicateur permet de prendre en compte à la fois les matières actives, les doses d'application, et le nombre de traitements utilisés sur une parcelle (Gravesen, 2003). Il permet de déterminer la pression phytosanitaire (nombre de doses homologuées par hectare) mise en œuvre pour une conduite culturale donnée. Par exemple, une culture recevant quatre traitements phytosanitaires à dose homologuée aura un IFT de 4. Si un des traitements est effectué à demi-dose, l'IFT sera de 3.5 (3+0.5). Plus cet indice est élevé, plus l'usage des pesticides est important (Pingault *et al*, 2009) : il est donc possible de comparer plusieurs indices entre eux. Cet indice a tout d'abord été développé au Danemark (Gravesen, 2003) avant d'être ensuite adapté au modèle agricole français (Pingault, 2007). L'IFT danois se focalise sur la quantité de produits phytosanitaires utilisée à l'échelle nationale, (substance active vendue en fonction de la SAU). La méthode française, établie par Champeaux (2006) se base sur les spécialités commerciales (à la place des substances actives) et les quantités appliquées aux champs (et non plus vendues). Les doses de références sont disponibles en ligne sur la plateforme e-phy du ministère de l'Agriculture. L'IFT d'une parcelle se calcule alors selon la formule définie dans la figure 7. Dans notre cas, l'IFT va nous permettre de déterminer si l'un des itinéraires techniques mis en place est plus économe en intrant que l'itinéraire classique, via une comparaison de leur IFT respectif.

Pour évaluer les charges directes liées aux conduites culturales, la FNAMS a établi en 2005-2006 un référentiel sur le coût des opérations culturales en production semencière. Basée sur une enquête auprès des multiplicateurs, une expertise de la FNAMS et des références Arvalis-Institut du végétal, cette étude référence les prix des intrants (déterminé en

fonction de l'IPAMPA²), des opérations de mécanisation (défini d'après le logiciel Compéti-LIS© d'Arvalis), et les itinéraires culturaux moyens. La main d'œuvre est également prise en compte à un taux horaire équivalent au SMIC+35%. Il est alors possible de dégager les charges directes (main d'œuvre, mécanisation, intrants et charges diverses) en fonction des itinéraires culturaux. Ce calcul ne prend cependant pas en compte toutes les autres charges, telle que la MSA, les charges fixes (électricité, eau...), les coûts de transport, etc. Une fois le coût de la conduite culturale calculé, la marge directe de la culture est dégagée. Elle correspond au produit de la culture moins les charges calculées précédemment. Pour calculer le produit de la culture et ainsi pouvoir comparer différentes techniques d'implantation, le rendement et le prix de vente de la culture sont déterminés. Pour les couverts et les porte-graines fourragères, les prix retenus dans cette étude correspondent à la moyenne sur 5 ans (2008 à 2012) des prix payés aux producteurs. Globalement, la marge dégagée par un itinéraire culturel correspond à la somme sur deux ans pour les deux cultures : marge du couvert (année n) + marge de la porte-graine (année n+1) (feuille de calcul en annexe III).

2.4 Analyse statistique

Concernant l'azote, les IFT et le bilan économique, il n'est pas possible de réaliser de statistiques sur ces valeurs. En effet, celles-ci étant obtenues directement à partir des quatre blocs assemblés, il n'y a pas de répétition, nécessaire à une analyse statistique. Pour les autres valeurs mesurées dans ces essais (hauteur, matière sèche, note de couverture et d'implantation, rendement), une analyse statistique sera effectuée pour vérifier la pertinence des résultats. Il s'agit ici de déterminer s'il existe des différences entre les modalités testées pour chaque facteur. Nous utiliserons un test de Kruskal-Wallis pour mettre en évidence une éventuelle différence pour les différents facteurs. Si une différence significative est constatée via ce test, les modalités seront comparées deux-à-deux via le test post-hoc de Wilcoxon. Ce test offre moins de précision qu'un test-t apparié classique, mais a l'avantage de s'adapter à un plus grand nombre de situations (Millot, 2009 ; Dagnelie, 2012). La significativité des résultats sera déterminée au seuil des 5%. Les analyses statistiques sont réalisées sur R, et l'ensemble des résultats est rappelé dans l'annexe IV.

² L'IPAMPA est l'indice de prix d'achat des moyens de production agricole, défini par l'Insee comme «permettant de suivre l'évolution des prix des biens et des services utilisés par les agriculteurs pour leur exploitation agricole. Ces prix sont relevés auprès des vendeurs de produits nécessaires aux exploitations. »

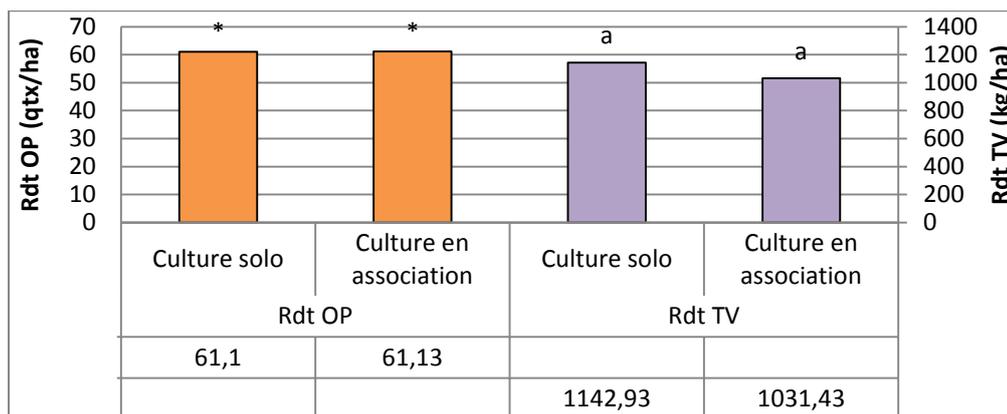


Figure 8 : rendement des cultures dans le cas d'une association TV/OP. Analyse effectuée sur trois campagnes (08/09, 10/11, 11/12) (n=12). Rdt= Rendement, TV=Trèfle violet, OP = Orge de printemps. Pour chaque espèce (couvert ou porte-graine), les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskall-Wallis / Wilcoxon).

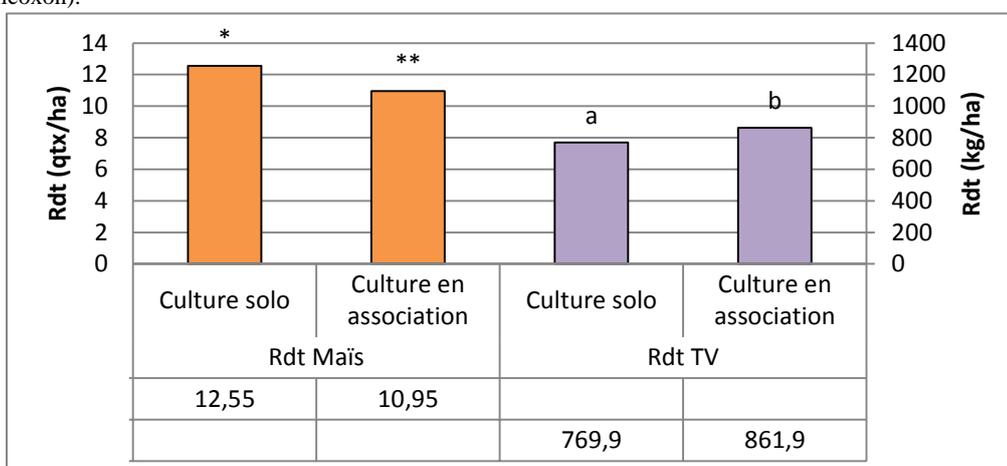


Figure 9 : rendement des cultures dans le cas d'une association TV/maïs. Analyse effectuée sur trois campagne (08/09, 09/10, 10/11) (n=12) pour le trèfle et deux pour le maïs (09/10, 10/11) (n=8). Rdt=Rendement, TV=Trèfle violet. Pour chaque espèce (couvert ou porte-graine), les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskall-Wallis/Wilcoxon).

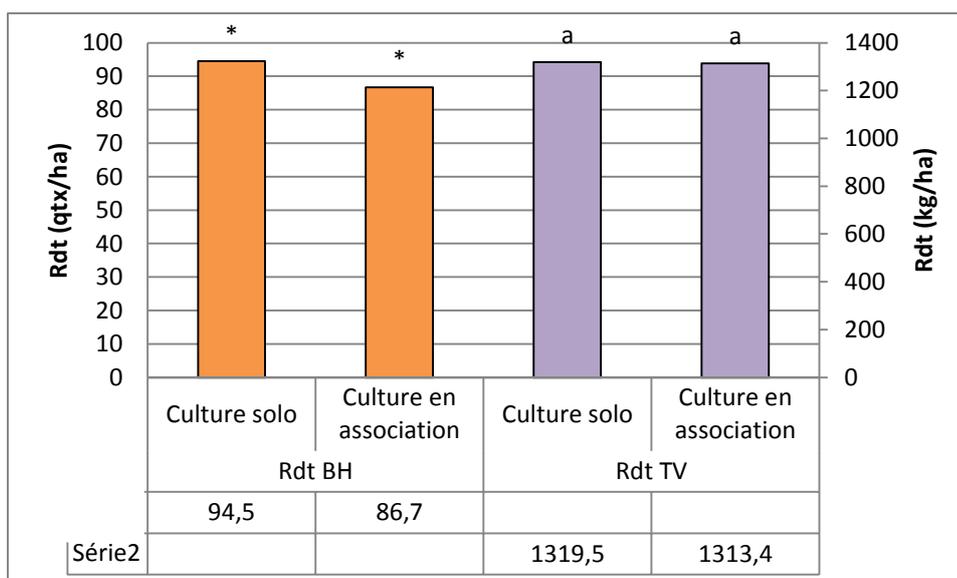


Figure 10 : rendement des cultures dans le cas d'une association TV/BH en décalé. Analyse effectuée sur une campagne (11/12) (n=4). Rdt=Rendement, TV=Trèfle violet, BH= blé d'hiver. Pour chaque espèce (couvert ou porte-graine), les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskall-Wallis/Wilcoxon).

Chapitre III - Résultats et Discussion

Partie 1 - Résultats des travaux préliminaires de la FNAMS (avant 2013)

- Dans le cas du trèfle violet (TV), différentes cultures de couverts ont été étudiées : le blé tendre d'hiver (BH), le maïs ensilage, et l'orge de printemps (OP). Deux types de comparaisons sont effectués : d'une part le rendement du couvert (en solo ou en association, année n), et celui du trèfle violet (issu d'un semis sol nu ou d'un couvert, année n+1). Les résultats présentés sont la moyenne de plusieurs essais successifs, tous conduits à Brain-sur-l'Authion (49). Les valeurs détaillées sont disponibles en annexe V.

Lors d'une association TV/orge de printemps, nous n'observons aucune différence significative de rendement sur le couvert (cf. fig. 8). Cette association semble donc ne pas avoir d'effet sur le couvert. Le trèfle violet n'est pas significativement réduit, mais une légère baisse semble apparaître lors du semis en association (environ -10%). Il paraît alors nécessaire d'effectuer des études approfondies pour déterminer si celle-ci impacte le trèfle ou non.

L'utilisation du maïs comme couvert dans des systèmes de cultures associées classique s'est souvent révélée efficace, avec très souvent l'amélioration de son rendement dans ce type de système, comme le mettent en évidence les travaux de Chen & Weil (2011). Dans notre cas, et pour cette association, nous pouvons voir que les rendements des deux espèces associées évoluent. Le rendement du maïs couvert est significativement différent du solo. En effet, le rendement du maïs couvert semblerait diminuer (de 15% en moyenne, jusqu'à 30%). Le rendement du TV augmente lui de manière significative dans le cas d'un semis sous couvert, de 12% en moyenne. Ces résultats tendraient à montrer que le couvert maïs est adapté dans le cadre d'un semis de TV sous couvert, dans la mesure où le rendement du trèfle violet est significativement amélioré (cf. figure 9). Dans le cas du maïs, poursuivre l'étude pourrait se révéler profitable : Carruthers *et al.* (2000) tirent en effet des conclusions opposées : Ils aboutissent à une amélioration de rendement du maïs lorsqu'il est utilisé en couvert sur du trèfle violet, ce qui tendrait à infirmer nos résultats sur le rendement du maïs.

Un semis de trèfle violet sous couvert de blé d'hiver en décalé a également été testé, en 2010. Les résultats obtenus ne distinguent pas de variation significative de rendement, que ce soit pour le TV ou pour le blé (cf. figure 10). Cependant, cet essai n'a été réalisé qu'une seule fois, ce qui donne une faible précision à ces résultats. En effet, de nombreux résultats contradictoires sont présents dans la littérature : alors que les études de Carof (2006), Thorsted *et al.* (2006), et Hitbrunner *et al.* (2007) semblent confirmer l'hypothèse d'une baisse de rendement du blé (pouvant atteindre -60%), d'autres résultats comme ceux de Bergkvist *et al.* (2011), McLaughlin & Mineau (1995), Vink (1983) et Fraser (1992) semblent plutôt pencher pour un maintien des rendements sans dépression ni augmentation. Il apparaît donc nécessaire d'effectuer des études focalisée sur la porte-graine et plus approfondies pour dégager une tendance sur l'évolution des rendements.

- Dans le cas de la fétuque élevée, l'itinéraire de référence est l'implantation sous blé (en simultanée). Le rendement de cette association sera utilisé comme témoin. Deux autres couverts seront utilisés : le pois et le maïs. Pour le blé, différents mode de semis

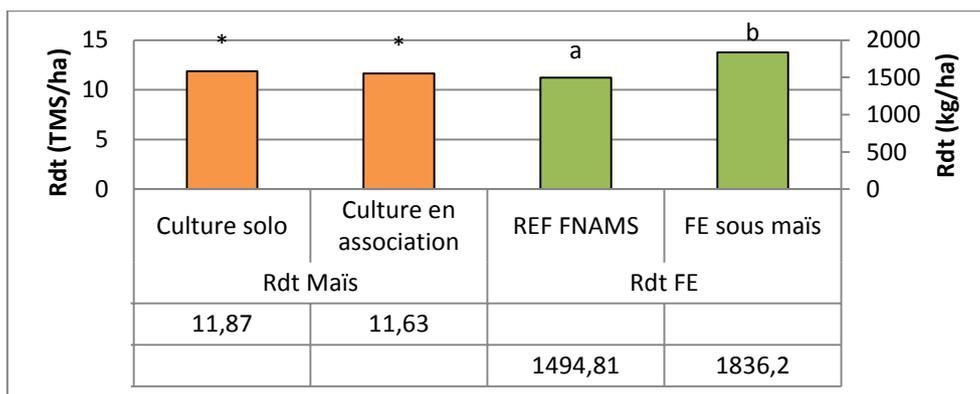


Figure 11 : rendement des cultures dans le cas d'une association FE/maïs. Analyse effectuée sur deux campagnes d'étude (09/10, 10/11) (n=8). Rdt=Rendement, TMS= tonne de matière sèche, FE= Fétuque élevée, REF FNAMS : semis de fétuque sous blé en simultané (itinéraire technique de référence utilisé par la FNAMS). Pour chaque espèce (couvert ou porte-graine), les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

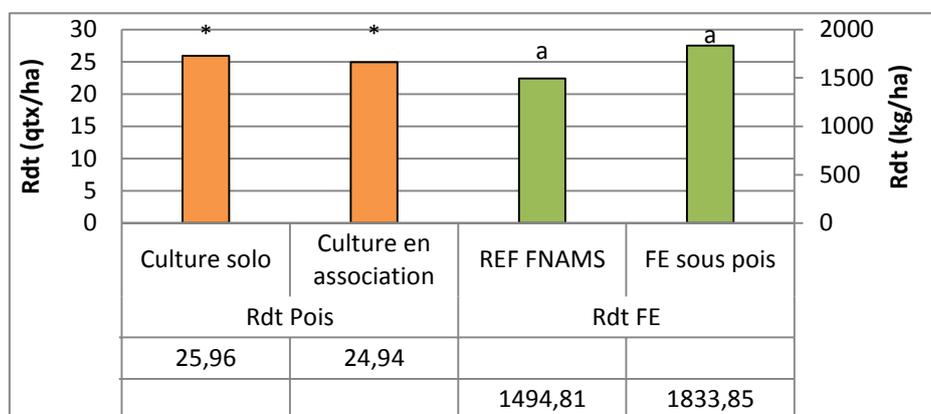


Figure 12 : rendement des cultures dans le cas d'une association FE/Pois. Analyse effectuée sur deux campagnes (09/10, 10/11) (n=8). Rdt=Rendement, FE= Fétuque élevée, REF FNAMS : semis de fétuque sous blé en simultané (itinéraire technique de référence utilisé par la FNAMS). Pour chaque espèce (couvert ou porte-graine), les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

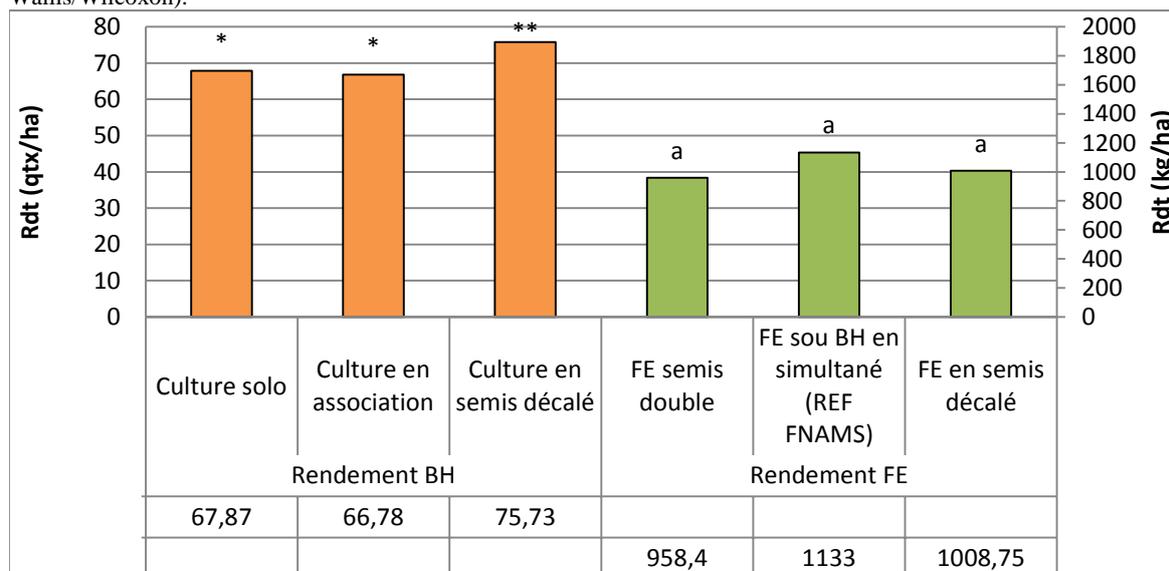


Figure 13 : rendement des cultures dans le cas d'une association FE/BH en fonction de l'itinéraire technique. Analyse effectuée sur une campagne (09/10) (n=8). Rdt= rendement, BH= blé d'hiver, FE= Fétuque élevée, REF FNAMS : semis de fétuque sous blé en simultané (itinéraire technique de référence utilisé par la FNAMS). Pour chaque espèce (couvert ou porte-graine), les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

seront testés. Les deux facteurs seront une densité de semis plus serrée de la porte-graine (17.5cm au lieu de 35cm traditionnellement) et un semis en décalé (au printemps).

Comme nous l'avons exposé lors de l'analyse de l'association Maïs/TV, le maïs est une culture qui joue très bien le rôle de couvert dans de nombreuses situations (Chen & Weil, 2011), d'où l'intérêt de l'associer avec la fétuque élevée. Lorsque de cette association, nous n'observons pas de variation significative du rendement du couvert Maïs (cf. figure 11). La très faible diminution de rendement du maïs sous couvert (moins de 2%) s'explique par un défaut d'arrosage du maïs en fin de cycle, ce qui a entraîné une concurrence pour l'eau avec la porte-graine. De plus, dans le cas de la fétuque, le rendement est amélioré significativement dans le cas d'un semis sous maïs, avec une hausse moyenne de 7.2%. Ces résultats semblent montrer que le couvert de maïs est intéressant pour ce type de situation, hypothèse qui est confirmée par l'étude de Whitmore & Schröder (2007), où ils mettent en évidence le rôle positif d'un semis de graminées entre les rangs de maïs.

Enfin, lors d'un semis de fétuque sous couvert de pois, nous n'observons pas de baisse du rendement du couvert pois. Le rendement de la fétuque n'évolue pas lui non plus de manière significative, mais nous pouvons observer une augmentation moyenne d'environ 20% lors d'un semis sous couvert de pois (cf. figure 12). Encore une fois, il faut prendre en compte le peu de valeurs et la faiblesse du test statistique utilisé (Dagnelie, 2012).

Dans le cas du blé d'hiver deux facteurs ont été testés. Le premier est la densité de semis. Dans ce cas, la porte-graine est semée avec un entre rang de 17,5 cm (au lieu de 35cm). Le second est la date de semis de la culture porte graine (fétuque élevée) par rapport à celle du couvert, qui joue de manière importante dans d'autres types d'association, notamment avec du maïs (amélioration du rendement dans le cas d'un semis de la culture associée en décalé, Uchino *et al.* 2009). Différentes études expérimentales ont en effet pu mettre en avant le rôle de celle-ci dans le développement des deux cultures : Shili-Touzi *et al.* (2010) mettent ainsi en évidence que le meilleur compromis entre le rendement du blé et l'accumulation de nitrogène est obtenu lors d'une installation de la fétuque en fin de phase de tallage du blé. Les résultats de notre étude sont présentés figure 13. Lors d'une augmentation de la densité de semis de la fourragère, le rendement du blé n'est pas impacté, et celui de la fétuque n'évolue pas significativement, mais semble diminuer d'environ 10%. Ces résultats ne sont donc pas concluants pour ce mode de semis, qui ne se distinguent pas positivement de l'itinéraire classique. Différents travaux, comme celui de Launay *et al.* (2009), aboutissent à la même conclusion.

Dans le cas d'un semis en décalé, le rendement du blé se voit amélioré significativement d'environ 11% par rapport à notre référence. Ce résultat pourrait s'expliquer par la compétition qui se met en place plus tardivement entre les deux cultures. L'étude de Shili-Touzi *et al.*, (2010) n'aboutit pas à des résultats significatifs, mais une légère amélioration du rendement du blé est observée lorsque la fourragère est semée plus tardivement. Cependant, il semblerait que ce mode d'implantation est un effet sur la fétuque. Même si son rendement n'est pas significativement inférieur à celui de la référence, il présente une tendance à la baisse (autour de 8 %). Dans la littérature les rendements.

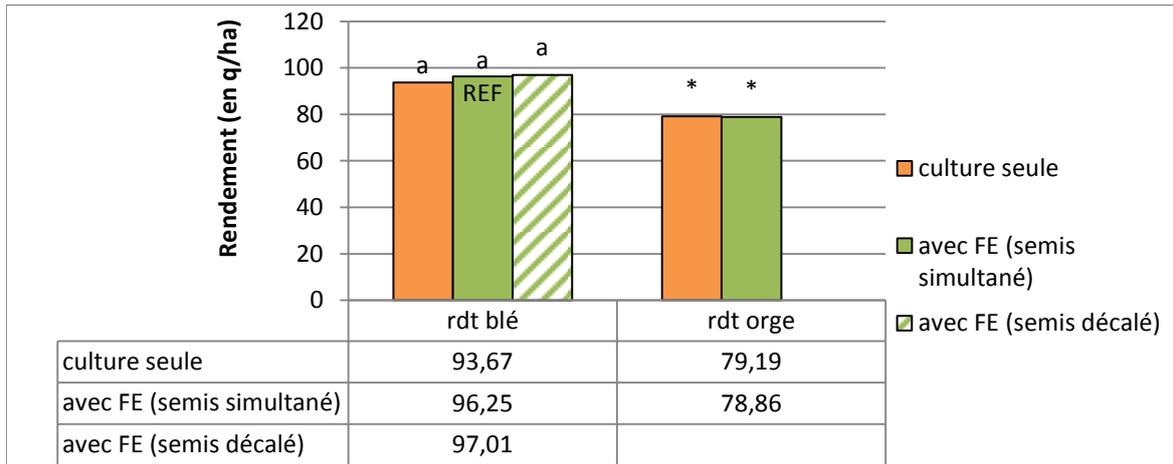


Figure 14 : rendement des cultures de couverts (blé et orge) en présence ou absence de fétuque élevée, selon différentes conditions d'implantation de la porte-graine (récolte 2012, n=4). REF=référence d'étude FNAMS, Rdt=rendement, FE= Fétuque élevée. Pour chaque espèce de couvert, les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

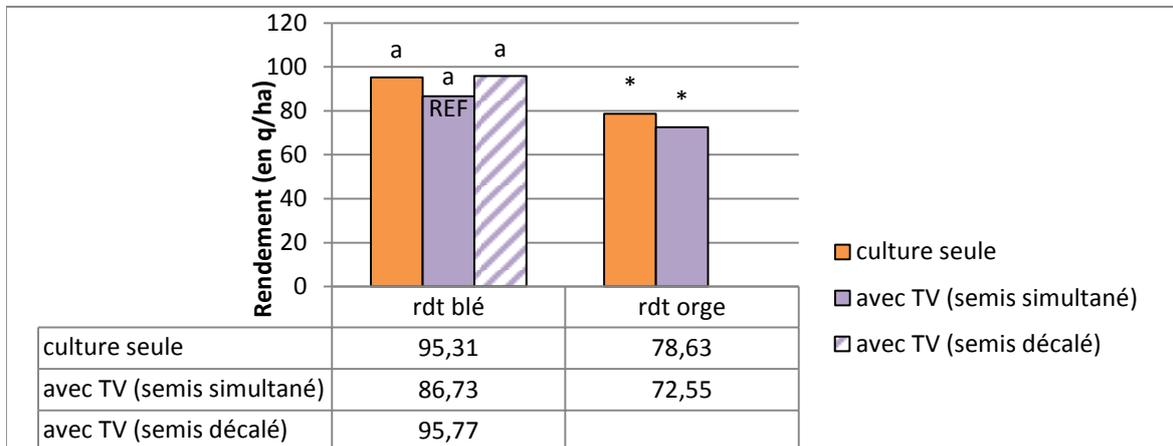


Figure 15 : rendement des cultures de couverts (blé et orge) en présence ou absence de trèfle violet, selon différentes conditions d'implantation de la porte-graine (récolte 2012, n=4). REF=référence d'étude FNAMS Rdt=rendement, TV= Trèfle Violet. Pour chaque espèce de couvert, les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

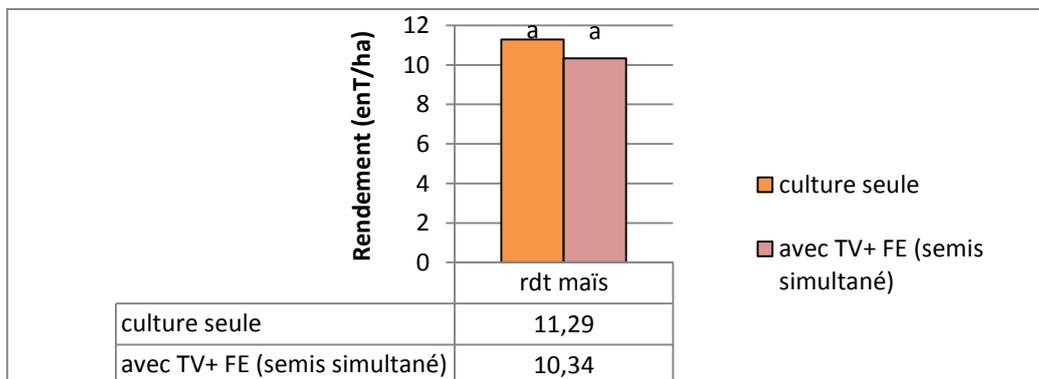


Figure 16: Comparaison des rendements du maïs seul et en semis triple (avec présence de trèfle violet et fétuque élevée) (récolte 2012, n=4). Rdt=rendement, FE= Fétuque élevée, TV=trèfle violet. Les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

Partie 2 - Analyse des résultats des dispositifs récoltés en 2012 et 2013

3.1 Evolution du rendement en fonction des différentes techniques d'implantation

3.1.1 Rendement des couverts

Dans le cas des dispositifs présentés dans le paragraphe 2.1.2, les rendements des couverts sont analysés en rapport avec le type d'implantation de la modalité d'étude. Dans un premier temps, nous allons étudier l'impact de la fétuque élevée sur les rendements du blé et de l'orge, puis celui du trèfle violet. Dans un second temps, nous analyserons l'effet du semis simultané des deux fourragères sous du maïs ensilage (mélange triple).

- Avec présence de fétuque élevée

La figure 14 présente les rendements obtenus pour du blé et de l'orge dans le cas d'une association avec de la fétuque élevée. Dans le cas du blé, trois modalités sont comparées : le blé seul, avec de la fétuque en semis simultané, et avec de la fétuque en semis décalé. La réalisation d'un test de Kruskal-Wallis sur les valeurs de rendement ne met pas en évidence de différence significative entre les différentes associations. La méthode d'implantation ne semble donc pas avoir d'effet significatif sur le rendement des couverts. Ces résultats sont différents de ceux des essais préliminaires (cf. III-partie I) mais semblent toutefois plus cohérents. La fétuque élevée est une espèce peu concurrentielle vis-à-vis du blé ce qui explique que les rendements ne soient pas diminués. De plus, ces résultats confirment ceux de la littérature (Bergkvist *et al.*, 2011).

- Avec présence de trèfle violet

Pour une association couvert/trèfle violet, les résultats sont présentés dans la figure 15. Les modalités étudiées sont les mêmes que celles pour une association avec la fétuque, présentées ci-dessus. Encore une fois, le test de Kruskal-Wallis ne montre pas de différence de variations significatives sur le rendement des couverts, aussi bien pour l'orge que pour le blé. Cependant, même si les résultats ne sont pas significatifs, le rendement du couvert semble diminuer légèrement dans le cas d'une association avec du trèfle en semis simultané en comparaison au couvert seul (environ 9% de baisse pour le rendement du blé, et 6% pour celui de l'orge). Ces résultats sont conformes à ceux des études antérieures de la FNAMS (cf. III-partie 1) et à ceux d'une partie de la littérature (Carof (2006), Thorsted *et al* (2006), et Hitbrunner *et al.* (2007)). La baisse du rendement du couvert en présence de trèfle violet peut s'expliquer par la forte concurrence que la légumineuse exerce pour la lumière et l'eau (Deytieux, 2004). Cependant, la présence de la légumineuse n'est pas concurrentielle pour l'azote, dans la mesure où les deux cultures exploitent deux pools azotés différents (Boissinot, 2009).

- Avec présence de Fétuque élevée et trèfle violet (mélange triple)

Dans le cas du couvert maïs en présence de deux fourragères, le test de Kruskal-Wallis ne conclut pas à une différence significative de rendement pour le maïs (cf. figure 16). Une légère diminution semble malgré tout apparaître (autour de 9%) lors d'un sous-semis de fourragères. Cette baisse est confirmée par les travaux précédents de la FNAMS, ce qui semblerait indiquer que le rendement du maïs est bien affecté par les porte-graines semées avec lui (concurrence hydrique essentiellement).



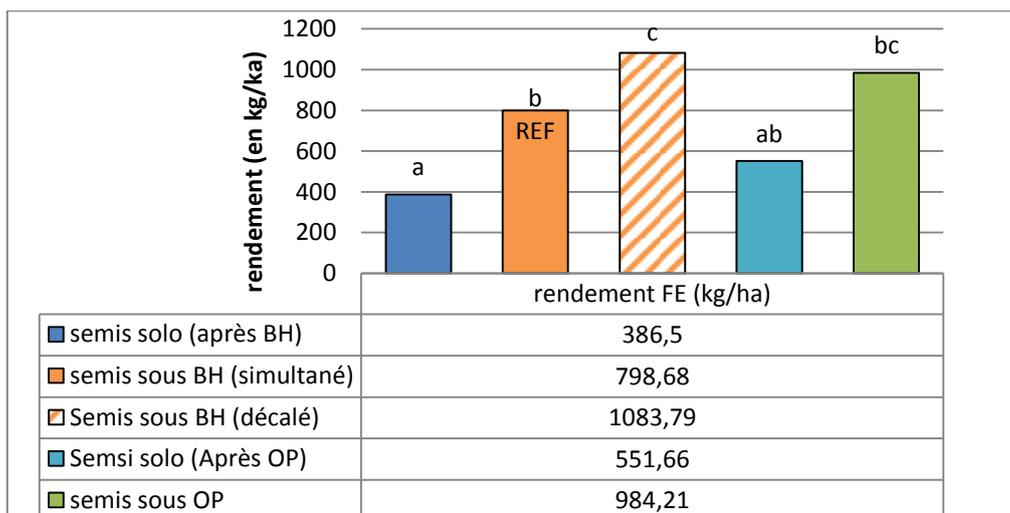


Figure 17 : Comparaison des rendements de la fêtuque élevée en fonction du mode d'implantation sous céréales (récolte 2013, n=4). REF= référence d'étude FNAMS, FE=Fêtuque élevée, BH= blé d'hiver, OP=Orge de printemps. Les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon).

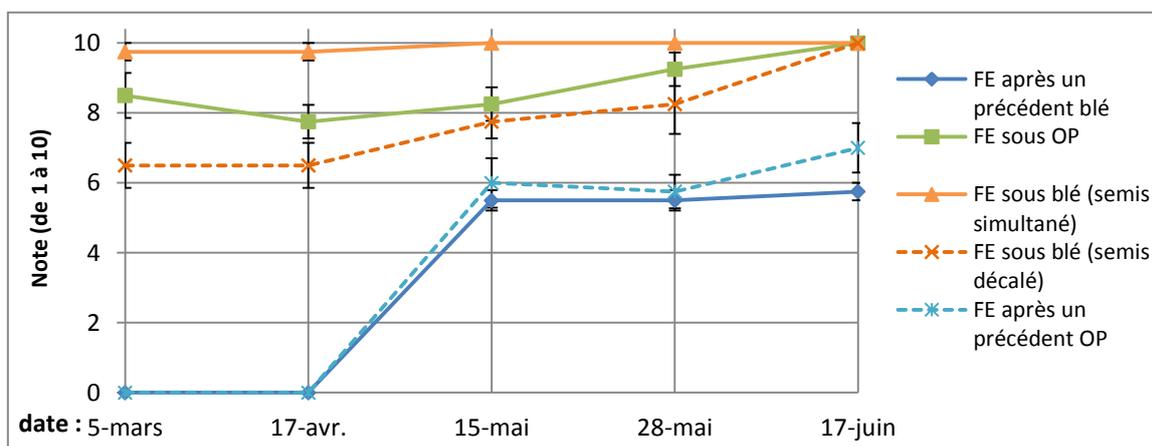


Figure 18 : Evolution de la qualité d'implantation de la fêtuque élevée en fonction du couvert et du type de semis (printemps 2013, n=4). FE= Fêtuque élevée, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

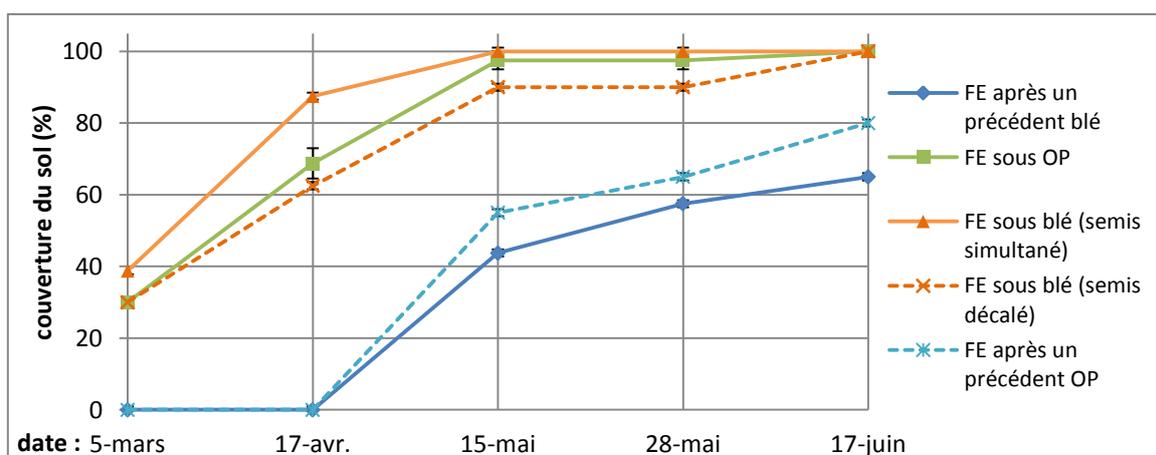


Figure 19 : Evolution de la couverture du sol par la fêtuque élevée en fonction du couvert et du type de semis (printemps 2013, n=4). FE= Fêtuque élevée, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

3.1.2 Rendement des porte-graines

Les rendements des fétuques porte-graines implantées sous céréales sont présentés dans la figure 17. La fétuque implantée sous blé d'hiver en semis simultané (notre référence, mode d'implantation classique en multiplication de semence) présente un rendement dans la moyenne (autour de 8 q/ha, FNAMS, 2002). Les deux modalités en sol nu présentent des rendements plus faibles (baisse de plus de 50%), ce qui s'explique par le mode d'implantation de la porte-graine qui ne lui permet pas une vernalisation optimale. Le semis de la fétuque en décalé par rapport au blé améliore significativement le rendement, d'environ 30% par rapport à la référence. Le couvert orge paraît également prometteur. Même si aucun résultat ne se distingue au niveau statistique, le rendement dans le cas d'un semis simultané sous orge semblerait légèrement augmenter (d'environ 20% par rapport à notre référence).

En conclusion pour la fétuque élevée, le couvert orge semble prometteur pour une association avec la porte-graine, mais d'autres études complémentaires dans d'autres situations pédoclimatiques doivent être menées avant de pouvoir l'affirmer. Le couvert blé semé en décalé est lui aussi intéressant dans la mesure où il améliore le rendement de la porte-graine. Ces résultats sont à mettre en relation avec les rendements des couverts et les coûts de production pour déterminer si l'association est profitable sur le cycle complet. La seconde répétition de l'essai, mise en place cette année, permettra de renforcer ces résultats.

Pour le trèfle violet porte-graine, la récolte n'ayant lieu que fin août, les rendements grains n'ont pu être intégrés à ce rapport.

3.2 Croissance et développement des cultures en fonction des techniques d'implantation

3.2.1 Cas de la fétuque élevée sous couvert de céréales

La qualité d'implantation et la couverture du sol de la fétuque élevée sous des couverts céréales ont été notées à partir de la reprise de la végétation jusqu'à la récolte de la porte-graine (cf. figure 18 et 19). Pour les fétuques implantées sous des couverts, la qualité de l'implantation et la couverture initiale sont plutôt bonnes, avec un avantage dans le cadre d'un semis simultané sous blé. Cet avantage disparaît au cours du temps, toutes les fétuques sous couvert ayant une bonne qualité d'implantation et une couverture du sol maximale à la récolte. Le semis en décalé de la graminée par rapport à son couvert semble cependant avoir un léger effet négatif. Dans le cas des modalités en sol nu, leur implantation s'est révélée si mauvaise qu'elles n'ont pas été notées jusqu'à la mi-mai (cf. fig... 18). Cependant, après cette période, ces fétuques sont progressivement reparties, sans parvenir toutefois à atteindre le niveau des fétuques sous couvert. Au moment de la récolte, elles présentent une implantation et une couverture environ 35% plus faible par rapport aux fétuques issues d'un couvert. Ce retard des fétuques en sol nu s'explique par leur période de semis (fin d'été) ne leur permettant pas de disposer d'une période de vernalisation suffisante. Le déficit supplémentaire pour la fétuque en sol nu après un blé pourrait s'expliquer par la présence de repousses de céréales qui ont fortement concurrencé la porte-graine.

En ce qui concerne les mesures de hauteurs de végétations (cf. figure 20), nous observons un écart significatif entre les fétuques issues d'un couvert et celles en sol nu. Les

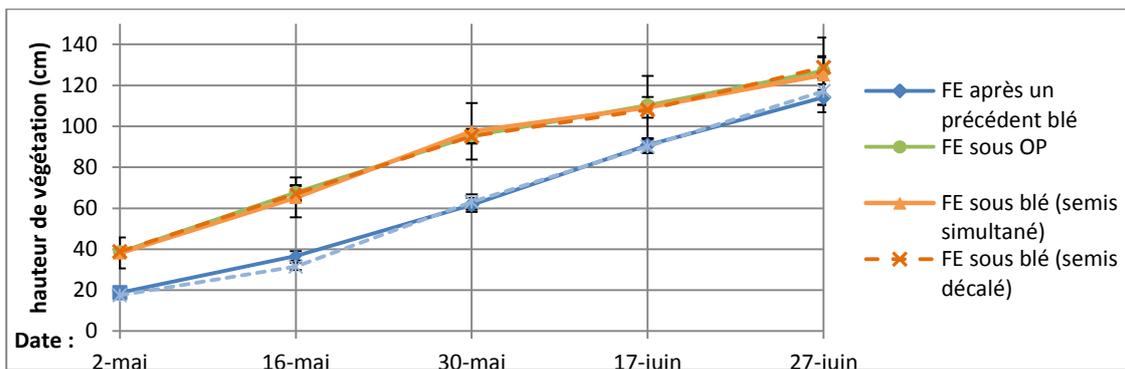


Figure 20 : Evolution de la hauteur de la fétuque, en fonction du mode d'implantation (printemps 2013, n=4). FE= Fétuque élevée, BH= blé d'hiver, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

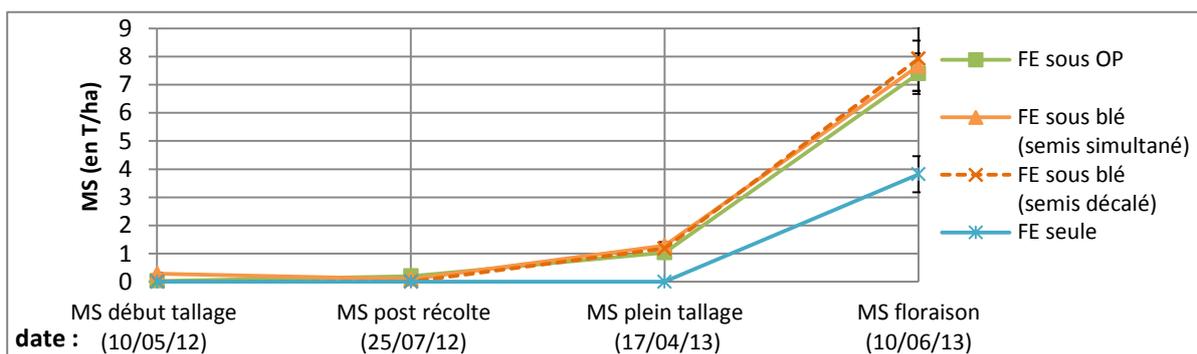


Figure 21: Evolution de la quantité de matière sèche de la fétuque en fonction du type d'implantation (2012 à 2013, n=4). FE= Fétuque élevée, BH= blé d'hiver, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

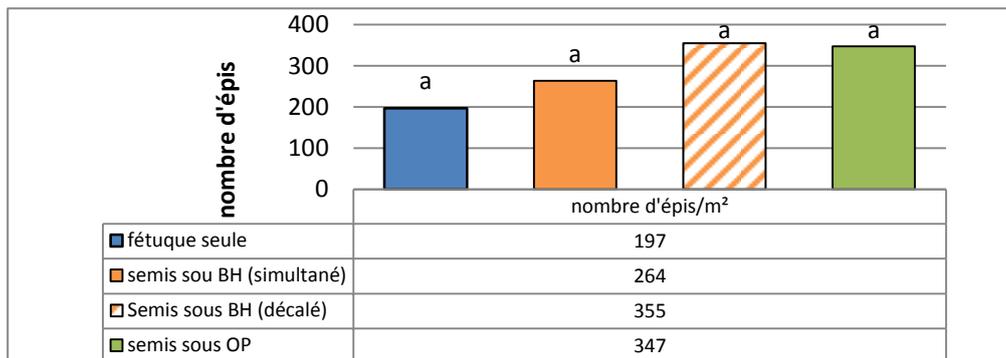


Figure 22 : Nombre d'épis au mètre carré pour la fétuque élevée avant récolte (Juin 2013, n=4) BH= blé d'hiver, OP=Orge de printemps. Les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon)

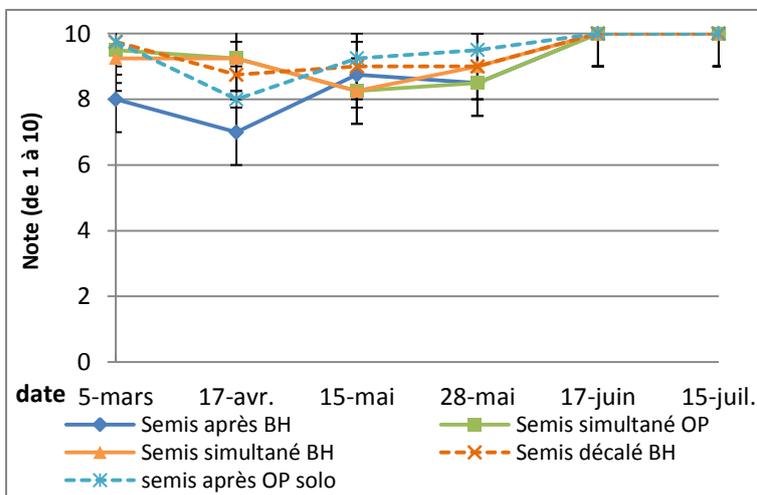


Figure 23 : Evolution de la qualité d'implantation du trèfle violet en fonction du couvert et du type de semis (print/été 2013, n=4) FE= Fétuque élevée, BH= blé d'hiver, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

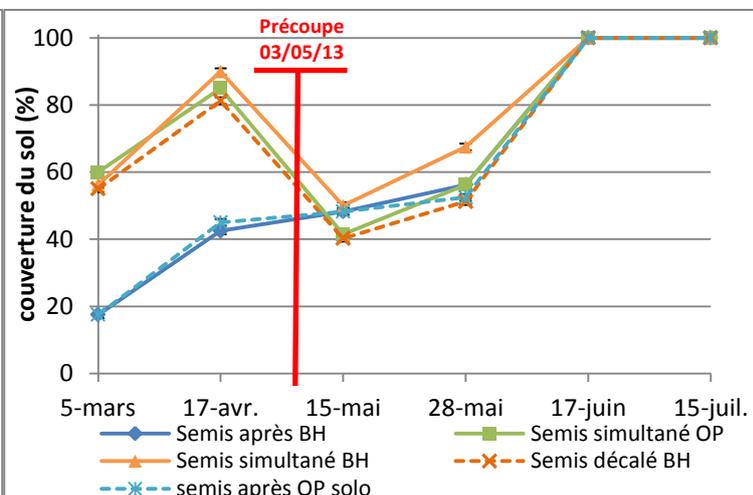


Figure 24 : Evolution de la couverture du sol par le trèfle violet en fonction du couvert et du type de semis (print/été 2013 n=4) BH= blé d'hiver, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

fétuques implantées sous des céréales ont une hauteur constamment supérieure à celles des fétuques cultivées seules, même si l'écart semble se resserrer avant la récolte.

Ces résultats sont appuyés par l'évolution de la matière sèche au cours du cycle cultural (cf. figure 21). Les modalités issues d'un couvert ont un taux de MS autour de 8 T/ha avant la récolte, soit le double de celui des modalités en sol nu. De plus, le nombre d'épis au m² (cf. figure 22) suit la même logique. Même si les résultats dégagés ne sont pas significatifs, la fétuque en sol nu présente un nombre d'épis au m² inférieur de 35% environ par rapport aux implantations sous couvert.

Ces résultats sont homogènes et semblent distinguer deux groupes distincts. D'un côté, les porte-graines issues d'un couvert présentent une bonne installation et un bon développement de la culture et semblent avoir une bonne productivité au niveau de la biomasse et dans l'élaboration du rendement. Au sein de ce groupe, le couvert blé semble se distinguer par rapport à l'orge, et le semis en simultané par rapport au semis en décalé. De l'autre côté, les semis en sols nus de porte-graines ont un développement inférieur par rapport au semis sous couvert. Ceci s'explique entre autres par la période de vernalisation (Janson, 2002) nécessaire pour la montée à graine de la fétuque, qui n'a pas eu lieu ici. De plus, les grandes variations de températures observées cet hiver ont affecté de manière plus importante ces modalités moins bien implantées.

3.2.2 Cas du trèfle violet sous couverts de céréales

La qualité d'implantation et la couverture du sol du trèfle violet sous des couverts céréales ont été notées à partir de la reprise de la végétation jusqu'à la récolte de la porte-graine (cf. figure 23 et 24). Dans l'ensemble, la qualité d'implantation des légumineuses est bonne, quelle que soit la technique utilisée. Cependant, les trèfles semés en sol nu présentent une légère infériorité en début de printemps, qui disparaît cependant très vite. Au niveau de la couverture du sol, cette différence est plus marquée, avec une diminution de la couverture de 60 % pour les semis en sol nu comparé aux semis sous couverts. Cette différence disparaît avec la précoupe effectuée au début du mois de mai, et toutes les modalités reprennent leur développement selon la même cinétique.

Après la précoupe de début mai, la hauteur de végétation du trèfle violet a été mesurée à intervalle régulier. Ces hauteurs sont présentées dans la figure 25. Un écart significatif entre les trèfles issus d'un couvert et ceux en sol nu apparaît en cours de culture, puis les cultures solos rattrapent celles implantées sous couvert. La proportion de matière sèche à la floraison suit la même logique (cf. figure 26). La quantité de matière sèche du trèfle seul est significativement inférieure aux implantations sous orge et sous blé décalé. L'implantation sous blé en simultané se situe entre les deux groupes, sans présenter de différence significative avec aucun d'eux.

Les trèfles semés en sol nu semblent présenter une croissance plus difficile que ceux issus d'un couvert. Ils ont ainsi mis plus de temps à atteindre leur forme finale. Cette légère faiblesse des trèfles violets en sol nu s'est vérifiée visuellement au moment de la floraison. Le nombre de fleurs observées sur ces modalités paraissait inférieur à celui des modalités issues d'un couvert, ce qui laisserait supposer une baisse de rendement final.

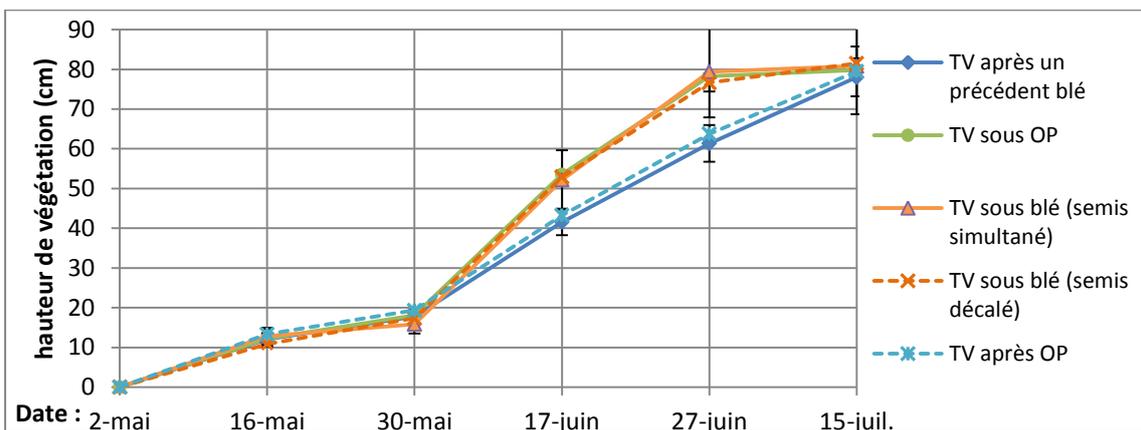


Figure 25 : Résultats des mesures de hauteur du trèfle violet, en fonction du mode d'implantation (printemps 2013, n=4). TV= Trèfle violet, OP=Orge de printemps. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

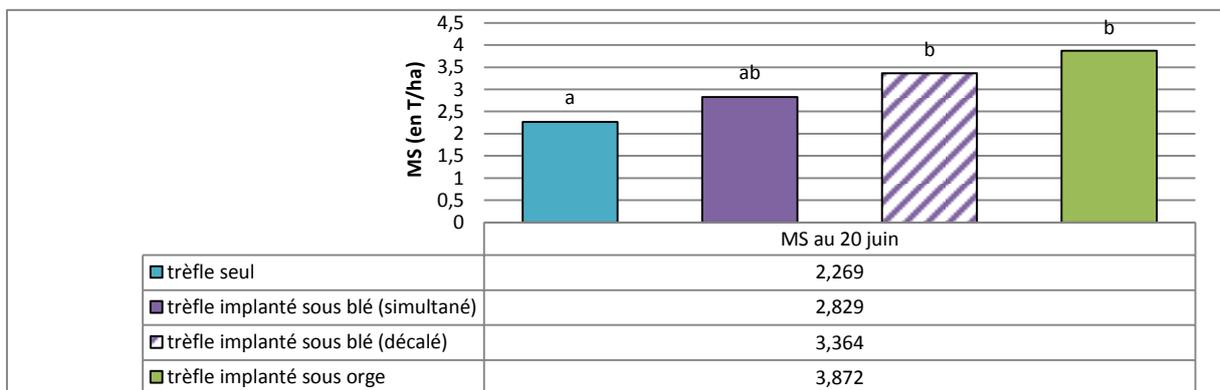


Figure 26 : Proportion de matière sèche du trèfle violet à la floraison (juin 2013, n=4) MS=Matière sèche. Les barres chevauchées par le même symbole ne sont pas significativement différentes au seuil des 5% (test de Kruskal-Wallis/Wilcoxon)

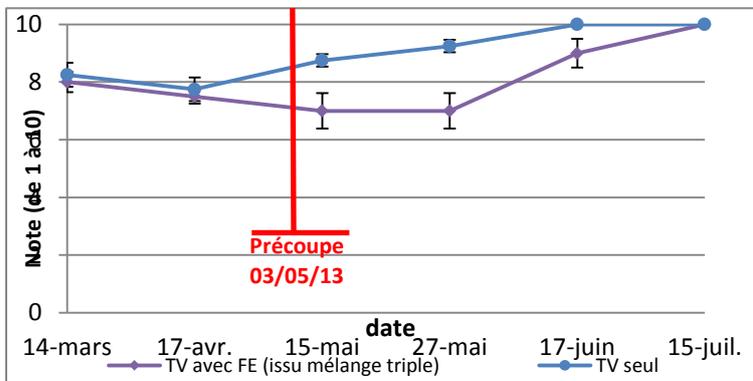


Figure 27 : Evolution de la qualité d'implantation du trèfle violet en fonction du type de semis sous maïs (print. 2013, n=4). TV= Trèfle violet, FE=féruque. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

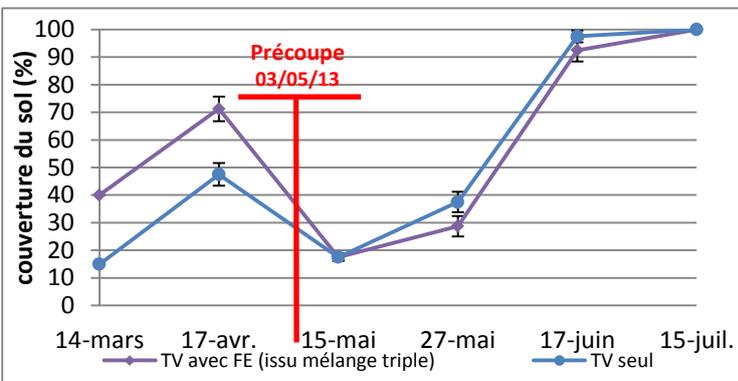


Figure 28 : Evolution de la couverture du sol par le trèfle violet en fonction du type de semis sous maïs (print. 2013 n=4). TV= Trèfle violet, FE=Féruque. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

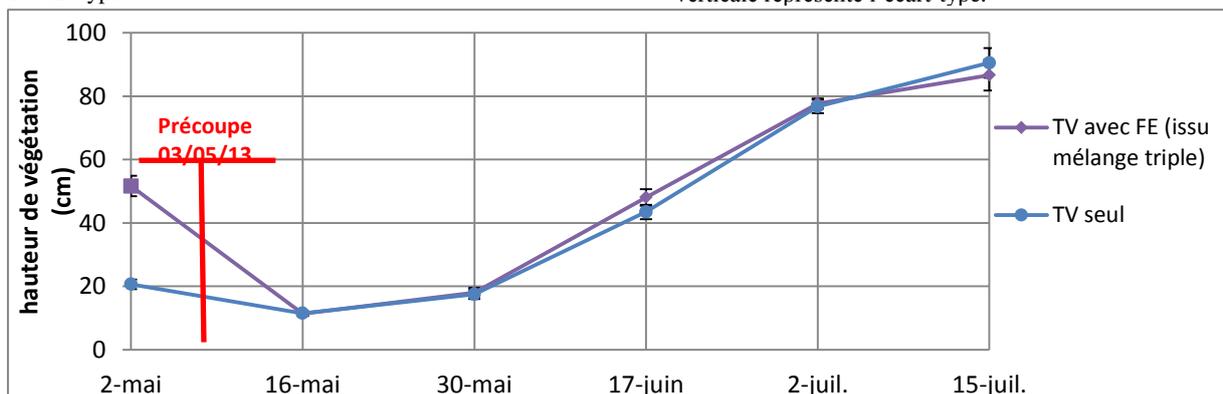


Figure 29 : Evolution des hauteurs du trèfle violet en fonction du type de semis sous maïs (printemps 2013 n=4). TV= Trèfle violet, FE=Féruque élevée. Pour chaque point, la barre verticale représente l'écart-type.

3.2.3 Comparaison d'un semis de trèfle violet sous maïs ensilage et d'un semis triple

Les figures 27 et 28 présentent l'évolution de la qualité d'implantation et de la couverture du sol par le trèfle dans le cas d'un semis triple et d'un semis solo. La qualité d'implantation du trèfle seul est légèrement supérieure à celle du triple issu du semis triple. Cependant, l'implantation reste bonne pour les deux types de semis, avec des notes finales au-dessus de 8. Pour la couverture du sol (fig... 28), le trèfle issu d'un semis triple présente un avantage important (près du double de la couverture du trèfle en sol nu) et significatif, qui disparaît cependant à la précoupe de la légumineuse début mai. Ensuite, la couverture du sol évolue de manière identique pour les deux types de semis, sans laisser apparaître de différence significative.

L'évolution des hauteurs de végétation (figure 29) suit le même schéma. Jusqu'à la précoupe de mai, le trèfle de la modalité semis trèfle est significativement supérieur à celui en sol nu, mais une fois cette étape passée, l'évolution des hauteurs pour les deux types de semis est synchrone.

Au niveau de la croissance et du développement des cultures, aucune différence importante entre le semis triple et le semis solo n'est mise en évidence. Cette conclusion amène à penser que le semis triple n'impacte pas négativement la croissance de la légumineuse. Cependant, nous n'avons pas pu étudier pour l'instant l'effet sur la fétuque élevée, qui sera observée lors de la prochaine saison. Si le semis triple semble pour l'instant prometteur, il est nécessaire de terminer son étude pour déterminer si son effet n'est pas négatif.

3.3 Mesure de l'impact environnemental

3.3.1 Effet sur les adventices

Pour les implantations sous céréales, de nombreuses adventices ont été identifiées sur les parcelles d'études, mais relativement peu se sont révélées néfastes pour le rendement ou la qualité des lots de semences. Rappelons que chaque modalité est conduite à l'optimum pour le désherbage en fonction du niveau de sallissement observé dans chacune d'elle. Les fétuques élevées sont très propres de manière générale : seuls quelques ray-grass (*Lolium* spp.) et du pâturin (*Poa* p.) sur la fétuque en sol nu auraient pu impacter le rendement, mais ils ne se sont pas trouvés en quantité suffisante pour cela. Donc pour ces fétuques, le type d'implantation ne semble pas avoir d'effet sur le peuplement adventice. Cependant, pour le trèfle, les parcelles semées en sol nu présentent des séneçons (*Senecio vulgaris* L.) ainsi que de la vesce commune (*Vicia sativa* L.) qui risquent à la fois d'impacter le rendement et de poser des difficultés de triage. Pour les trèfles, l'intérêt du semis sous couvert de céréales prend alors son sens, en permettant de diminuer le sallissement en adventice.

Dans le cas du semis triple, différentes adventices néfastes se manifestent dans le témoin et la parcelle d'étude. Il s'agit de Sanve (*Sinapis arvensis* L.), d'Helmintie (*Picris echioides* L.) et de Séneçon qui peuvent être préjudiciables au niveau économique. Cependant, le niveau d'infestation est très faible dans le trèfle issu d'un semis triple, contrairement à celui en sol nu. Il semble ici que le semis triple ait un effet très favorable en limitant le sallissement en adventices.

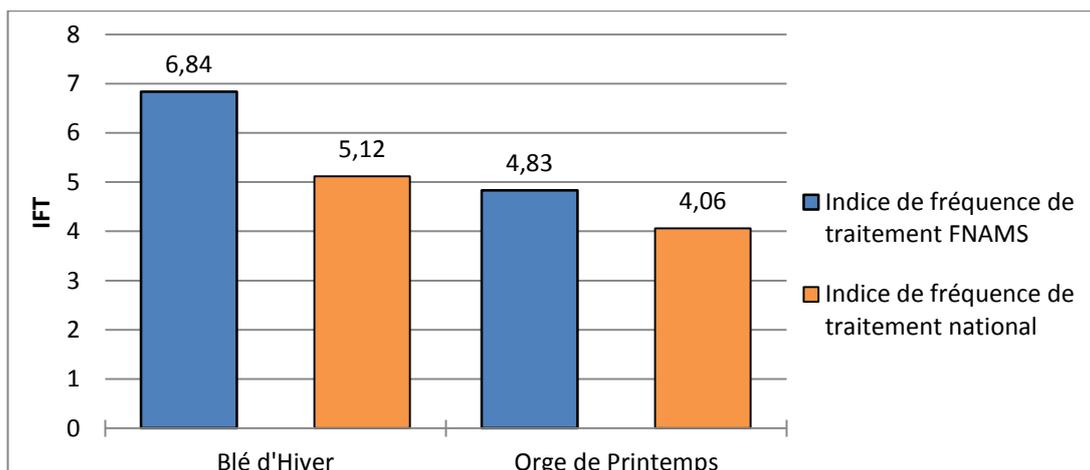


Figure 30 : Comparaison des Indices de Fréquence de Traitement des couverts de l'essai implantation sous céréales avec les valeurs moyennes nationales (récolte 2012). Les moyennes nationales sont établies par l'agreste et disponibles sur leur site internet. (Valeurs utilisées : moyenne 2008, Agreste, 2013).

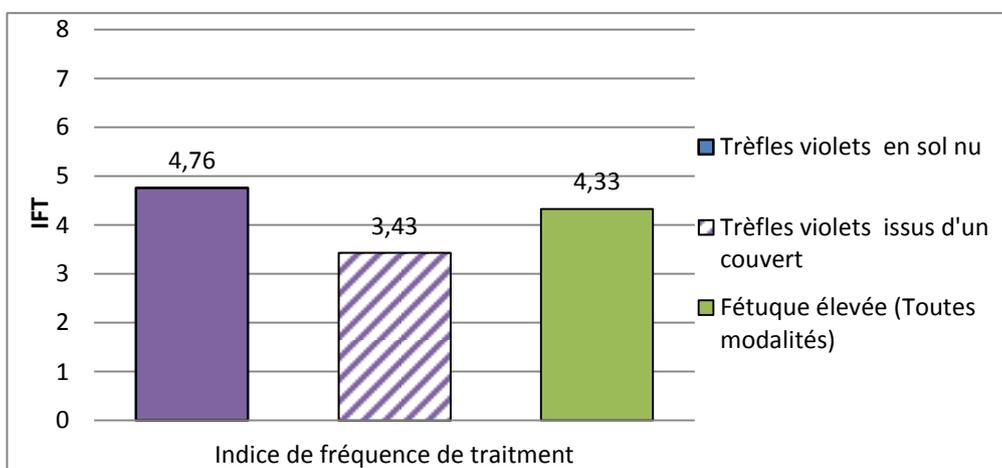


Figure 31 : valeurs des Indices de Fréquence de Traitement des porte-graines dans l'essai implantation sous céréales (récolte 2013)

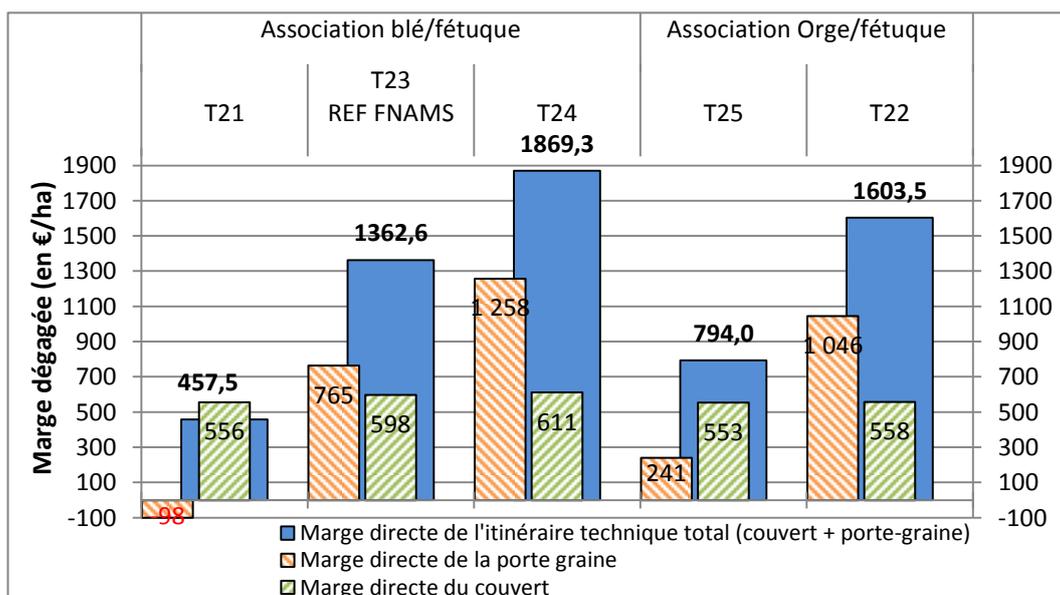


Figure 32 : Marge directe dégagée en fonction de l'itinéraire technique appliqué à la féтуque élevée. La marge totale prend en compte les deux années d'études et les deux cultures étudiées (récoltes 2012 et 2013). T21 : blé seul puis FE seule, T22 : FE sous orge (semis simultané), T23(=REF FNAMS) : FE sous blé (semis simultané), T24 : FE sous blé (semis décalé), T25 : Orge seule puis FE seule.

De façon générale, la présence d'un couvert limite le peuplement adventice total, et donc celui des adventices nuisibles à la culture. Ce phénomène est principalement dû à la concurrence exercée sur celles-ci, notamment la concurrence pour la lumière (Shili-Touzi *et al.*, 2010).

3.3.2 Effet sur la consommation de produits phytosanitaires

L'indice de fréquence de traitement a été calculé d'une part pour les couverts, et d'autre part pour les portes graines dans l'essai implantation sous céréales. L'essai implantation sous maïs présente une conduite identique sur les deux modalités. Dans le cas des couverts (cf. figure 30), les valeurs obtenues se situent bien au-dessus des moyennes nationales et sont identiques quel que soit le type d'implantation des fourragères porte-graines. Le niveau élevé de cet indice s'explique en partie par le contexte particulier de la station expérimentale, qui présente un historique de cultures propre à l'apparition de bioagresseurs (particulièrement pour les adventices), avec de fréquents retours d'essais et de témoins non-traités dans les rotations. De plus, il est nécessaire de maintenir ces parcelles à leur meilleur potentiel pour garantir la réussite de l'essai (absence de facteur limitant autre que ceux étudiés). Une différence de traitement des couverts en fonction des modes d'implantation n'a pas été nécessaire, ce qui amène à penser que la présence d'une porte-graine sous le couvert n'a pas d'effets bénéfiques ou dépressifs sur l'environnement de la plante de couverture. Le détail des itinéraires techniques est présenté en annexe VI.

Les IFT des porte-graines sont présentés dans la figure 31. Aucune différence de traitement n'a été faite pour les fétuques élevées. On constate également que la fétuque présente un IFT assez, en comparaison aux autres grandes cultures. Pour les trèfles violets, une variation est observée. Les deux modalités implantées en sol nu ont un IFT supérieur à celui des trèfles issus d'une implantation sous couvert. Nous pouvons alors supposer que, au moins dans le cas du trèfle, l'implantation sous couvert permettrait une économie d'intrant.

Dans ces essais, nous ne distinguons que peu d'effet de la technique d'implantation sur la consommation de produits phytosanitaires. Cependant, celle-ci n'étant pas un critère d'étude important dans cette expérience, la conduite culturale n'a donc pas été menée à l'optimum pour chaque modalité. Si nous nous étions concentrés sur ce facteur, les résultats auraient probablement été différents. En effet, le suivi visuel de la culture a permis de mettre en évidence que certains traitements auraient pu être évités pour une partie des modalités (par exemple, l'herbicide Agil appliqué en deuxième application sur les trèfles est inutile, ce qui permettrait de diminuer leur IFT de 0.67. annexe VI.2).

3.4 Analyse technico-économique

- Pour la fétuque, la figure 32 présente les marges directes (chiffre d'affaire – charges directes) dégagées pour chaque implantation testée sous couvert de céréale (voir Annexe VII pour le détail du calcul et VIII pour celui des charges). La valeur qui nous intéresse le plus est la marge directe totale sur les deux années de production, permettant de déterminer si l'utilisation d'un couvert végétal est profitable pour l'agriculteur. La référence de l'étude (T23, semis sous blé simultané) dégage une marge de 1600€/ha environ. Pour les modalités solo (T21 et 25) la marge directe totale est pratiquement réduite de moitié comparée à la référence. A l'inverse, le semis sous orge ou sous blé décalé semble avoir un effet bénéfique sur celle-ci. Le semis sous orge de printemps permet de dégager une plus-value de 200€ par

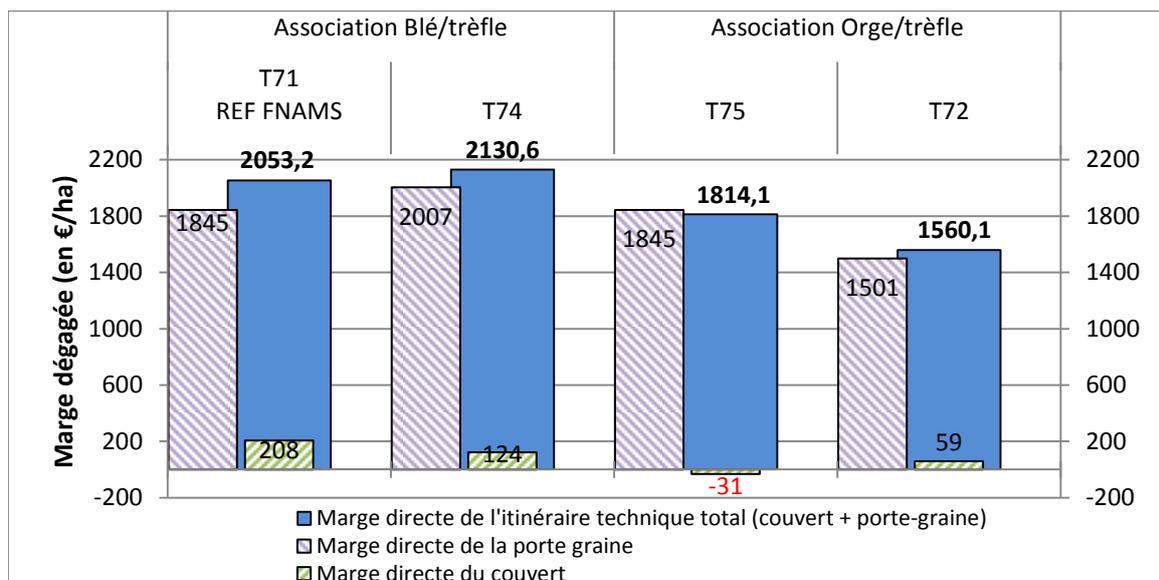


Figure 33 : Simulation de marge directe en fonction de l'itinéraire technique appliqué au trèfle violet. La marge totale prend en compte les deux années d'études et les deux cultures étudiées (récoltes 2011 et 2012). T71 : blé seul puis TV seul (=référence FNAMS), T72 : TV sous orge (semis simultané), T74 : TV sous blé (semis décalé), T75 : Orge seule puis TV seul. (Données de rendement issues de l'étude préliminaire FNAMS 11/12)



Figure 34 : Evolution du cours du blé sur les cinq dernières années
Données d'après finance.net, onglet matière première, prix du blé (2013)

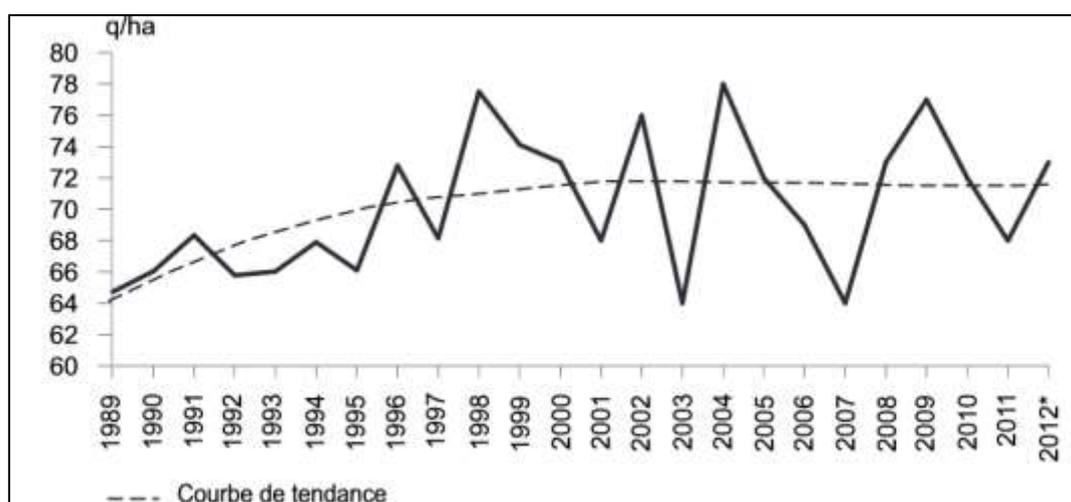


Figure 35 : Evolution des rendements du blé tendre (moyenne nationale)
Source : Statistique Agricole Annuelle (Agreste, 2013)

rapport au T23 (autour de 15%), alors que celui sous blé décalé dégage lui une plus-value de 450€ soit une augmentation de 35% de la marge directe. Le semis en décalé sous du blé semble donc être le plus adapté à la production de semence de fétuque, mais le semis sous orge de printemps reste également très intéressant. En outre, les marges dégagées sont supérieures à 1600€/ha sur deux années de récolte, ce qui dégage un bon revenu pour l'agriculteur. En comparaison, une production moyenne de blé à 70q/ha (fig. 35) et 175€/T (moyenne fig.34) dégage une marge directe de 500€/ha, soit 1000€ pour deux ans de culture (Cottenceau *et al.*, 2011).

- Dans le cas du trèfle violet semé sous céréales, la récolte n'ayant pas encore été effectuée, les rendements de la porte-graine ne sont pas disponibles pour l'analyse économique. Afin de procéder à une première simulation de calcul pour cette espèce, sur le même principe que la fétuque élevée, nous avons utilisé les données de rendement des campagnes 2010/2011 et 2011/2012 de l'étude préliminaire de la FNAMS. Ces campagnes se sont caractérisées par des rendements élevés pour la porte-graine et faibles pour le couvert. La figure 33 présente ces résultats (détails en annexe VII et VIII). La référence de l'étude (semis du TV après un blé, T71) présente une marge directe très importante, permis principalement grâce au très bon rendement du trèfle. Le trèfle semé sous du blé en décalé (T74) fait lui encore mieux. La marge dégagée est plus élevée, même si on observe une légère réduction de celle du blé. Cette baisse pourrait être liée à la concurrence qu'exerce le trèfle sur le couvert, comme dans l'étude de Carof (2006). Lors d'une association avec l'orge, les marges directes dégagées sont très inférieures (de 400€ en moyenne). Ceci s'explique par une récolte de l'orge relativement mauvaise, qui, dans le cas de l'association, n'a pas permis de dégager de plus-value. De plus, le semis en association de l'orge et du trèfle présente un rendement inférieur de la porte-graine par rapport à un semis en sol nu (perte de 300€ environ). Ces résultats permettent de mettre en avant que le semis en sol nu (la référence actuelle) reste très compétitif. Le semis en décalé sous du blé se distingue également, et semble même permettre d'améliorer les marges dégagées. Par contre, l'utilisation de l'orge comme couvert. Cependant, il est nécessaire d'attendre les résultats de la récolte 2013 pour confirmer ou non ces conclusions. La réalisation de l'essai « semis triple sous maïs » n'étant qu'à la moitié du processus (récolte 2012 à 2014), le calcul des marges n'a pas été effectué.

- Globalement, les marges dégagées pour du trèfle sous couvert sont légèrement inférieures à celles de la fétuque élevée, mais elles fluctuent moins en fonction du type d'implantation, ce qui laisse supposer une certaine sécurité dans la production. Ces conclusions doivent cependant être prises avec précaution. En effet, plusieurs critères rentrent en jeu pour le calcul de la marge directe comme le rendement ou le cours des céréales pour le couvert. Ces critères varient énormément d'une année à l'autre, comme le montrent les figures 34 et 35. Le cours du blé a ainsi varié de 125 à 270 €/T en cinq ans, et les rendements varient de 10 quintaux en moyenne en fonction des années. Il est donc nécessaire de répéter cette analyse économique sur différentes années, afin de pouvoir lisser ces résultats pour compenser les années exceptionnellement rentables ou non-rentables. En outre le calcul de la marge n'est pas exhaustif, il ne prend par exemple pas compte de la possible valorisation du fourrage (coupe de printemps du trèfle, coupe d'automne de la fétuque...), ou l'utilisation de matériel spécifique aux techniques sous couvert (semoir à double caisson permettant de semer deux espèces en un passage...).

Partie 3 – Conclusion des essais et discussion générale

Les résultats de l'essai implantation sous céréales sont concluants. Que ce soit pour le trèfle violet ou la fétuque élevée, ils nous permettent d'identifier des itinéraires techniques intéressants pour valoriser la production de semences. Deux conduites se distinguent particulièrement par rapport au mode de production de référence (implantation de la porte-graine en simultané sous du blé) pour la fétuque élevée. Le semis sous une autre céréale (l'orge) entraîne peu de différences lors du développement de la porte-graine, mais à l'approche de la récolte, le nombre d'épis au mètre carré. Cette différence se retrouve lors de la récolte de la graminée porte-graine, où le rendement de cette modalité est également supérieur. Le même phénomène se produit pour le semis sous blé en décalé, mais de manière plus prononcé. Ces résultats se retrouvent au plan économique lors de l'analyse des marges directes, où le semis sous blé en décalé se situe en première position, suivi du semis sous orge, tous deux devant la référence de l'étude.

Pour le trèfle violet (données 2013 non incluses), le témoin en sol nu donne de bons résultats. Sa productivité grainière et la marge directe qu'il génère se classe parmi les trois meilleures, avec le semis sous blé en décalé et le semis sous orge. Le semis sous blé en simultané s'en sort moins, principalement à cause d'une compétition établie avec la graminée du couvert, ce qui a impacté son rendement.

Pour les deux porte-graines, le semis sous orge ou sous blé en décalé semblent favoriser la productivité de l'association couvert/porte-graine. Ces résultats doivent cependant être remis dans le contexte d'une station d'expérimentation. En plein champ, ils pourraient être nuancés. En effet, cette étude s'est focalisée principalement sur le facteur productivité grainière, alors que d'autres facteurs rentrent également en compte comme l'optimisation de la protection phytosanitaire. Il serait intéressant d'étudier de manière plus approfondie leur impact sur cette productivité. Nous avons ainsi pu voir qu'en matière de protection phytosanitaire des économies étaient sans doute possibles. De même, l'analyse économique repose encore sur des outils de calcul qu'il reste à optimiser avec une prise en compte des postes de charges harmonisées pour l'ensemble des cultures (couvert et porte-graine). Elle permet malgré tout de dégager des tendances.

Dans le cas du semis triple sous maïs, à ce stade de réalisation de l'étude (non achevée), aucun résultat significatif ne se dégage. Le maïs semble être un bon couvert, car dans notre cas il n'impacte pas la croissance de la légumineuse. Ce résultat reste à confirmer, une fois que les rendements du trèfle violet puis de la fétuque élevée auront été obtenus. Le maïs pourrait constituer une alternative intéressante au couvert pois, dont les surfaces diminuent.

Actuellement, un des points à améliorer pour cette étude est le manque de répétition dans le temps, ce qui tend à diminuer la significativité statistique des résultats. L'essai implantation sous céréale fait l'objet d'une seconde répétition ayant débuté cette année, et l'essai implantation sous maïs est également reconduit dans un nouveau dispositif prévu sur les deux prochaines campagnes sur deux lieux. Les premières conclusions présentées dans ce rapport seront donc rediscutées à l'issue des prochains résultats obtenus.

Chapitre IV - Conclusion générale et perspectives

Les travaux présentés ici s'inscrivent dans le cadre de recherches sur les cultures de couverts initiées par la FNAMS depuis un certain nombre d'années. Une partie des cultures semencières est traditionnellement implantées sous couvert pour optimiser son installation, son développement et sa productivité grainière. Pour certaines espèces les semis en sol nu restent la pratique de référence. Les contraintes technico-économiques de plus en plus importantes entourant la production de semences fourragères entraînent une baisse d'intérêt des agriculteurs pour ce domaine. La recherche de nouvelles techniques d'implantation est alors essentielle. En effet, en mettant en avant de nouveaux itinéraires techniques de production de semences plus simplifiés et offrant un meilleur revenu pour l'agriculteur, il sera alors possible de redynamiser le secteur de la multiplication de semence.

Les techniques de productions de semences sous couvert végétal sont déjà bien connues à l'heure actuelle mais il reste à conforter l'intérêt de certains couverts d'un point de vue réussite technique et rentabilité économique. A l'heure actuelle, le couvert le plus adapté est le pois, qui perd son intérêt du fait de prix et de rendement faible. De plus, de moins en moins de produits phytosanitaires sont disponibles pour les cultures porte-graines. Ceci entraîne à la fois une perte de revenu financier, mais également l'apparition d'impasses techniques dans la conduite de la culture. Les travaux préliminaires menés par la FNAMS depuis quelques années ont permis de mettre en avant différentes solutions envisageables. Différents types de couverts à fort potentiels pour les cultures porte-graines ont ainsi été mis en avant (maïs et orge de printemps), alors que d'autres couverts déjà bien utilisés (blé d'hiver), ont été étudiés avec des aménagements différenciés (date de semis...).

Les essais mis en place sur la période 2011-2013 ont permis de conforter ces résultats. Pour les porte-graines qui ont fait l'objet de cette étude (trèfle violet et fétuque élevée), le suivi des essais a permis d'identifier deux itinéraires culturaux particulièrement intéressants sous céréales. En effet, la conduite culturelle traditionnelle de la fétuque consiste en un semis simultané sous blé tendre d'hiver. Nos travaux ont montré que les revenus dégagés sur les deux années de productions s'amélioreraient dans le cas d'un semis sous orge de printemps ou sous blé en semis décalé au printemps. L'amélioration de revenus appréciée par le calcul des marges directes sur deux années apparaît conséquente dans cette étude, et supérieure à une marge de blé en monoculture.

Un autre mode de semis semble également très prometteur : Le semis triple sous maïs, permettant un seul semis pour trois années de récolte successive. A ce jour, l'étude n'est pas suffisamment avancée pour pouvoir tirer les premières conclusions.

Les perspectives dégagées dans ce travail pour la production de semences sont très intéressantes. Différentes voies qui offrent de bonnes sources de revenus ont été mises en avant, et d'autres sont encore au stade expérimental. La FNAMS poursuit ses travaux sur la recherche de nouvelles cultures de couverts ou d'associations avec des plantes dites « de service », comme la moutarde blanche (*Sinapis Alba*), et va étudier en parallèle l'adaptation de ces techniques à plus grande échelle, directement chez les agriculteurs.

Bibliographie

- Aamlid, T., Heide, O., Christie, B., McGraw, R., Fairey, D., Hampton, J., & others. (1997). Reproductive development and the establishment of potential seed yield in grasses and legumes. *Forage seed production, Volume 1: Temperate species*. 9–44.
- AGRESTE (2013). Des rendements céréaliers plutôt stable depuis la fin des années 1990, en dehors des années de sécheresse. *Agreste Synthèses – Grandes cultures, 2013/210*, 6 p.
- Baranger, A., Pilet-Nayel, M. L., Lecomte, C., Hanocq, E., Moussart, A., & Lejeune-Hénaut, I. (2010). Quel impact des innovations génétiques pour lever les facteurs limitant la production du pois protéagineux? *Innovations agronomiques, 11*, 59-78.
- Barralis, G. (1976). Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application à la Côte d'Or (p. 59-68). Présenté à Ve Colloque international sur l'écologie et la biologie des mauvaises herbes, Dijon-France.
- Bergkvist, G., Stenberg, M., Wetterlind, J., B\aaath, B., & Elfstrand, S. (2011). Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley—Effect of N dose and companion grass. *Field Crops Research, 120*(2), 292–298.
- Blackshaw, R. (2008). Agronomic merits of cereal cover crops in dry bean production systems in western Canada. *Crop Protection, 27*(2), 208–214.
- Boissinot, F. (2009). *Comment optimiser l'implantation de couverts de légumineuses fourragères sous culture de blé en agriculture biologique? Incidence sur la maîtrise des adventices et les performances agronomiques du blé*. ESA-Angers; ISARA-Lyon.
- Bond, E. M., & Chase, J. M. (2002). Biodiversity and ecosystem functioning at local and regional spatial scales. *Ecology Letters, 5*(4), 467–470.
- Bruno, J. (2003). Inclusion of facilitation into theory. *Trends Ecol Evol, 18*, 119-125.
- Buhler, D. D., Kohler, K. A., & Thompson, R. L. (2001). Weed Seed Bank Dynamics During a Five-Year Crop Rotation. *Weed Technology, 15*(1), 170-176. doi:10.1614/0890-037X(2001)015[0170:WSBDDA]2.0.CO;2
- Calegari, A., Hargrove, W., Rheinheimer, D. D. S., Ralisch, R., Tessier, D., de Tourdonnet, S., & de Fatima Guimarães, M. (2008). Impact of long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an Oxisol: A model for sustainability. *Agronomy Journal, 100*(4), 1013–1019.
- Callaway, R. M., & Walker, L. R. (1997). Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology, 78*(7), 1958–1965.
- Carof, M. (2006). *Fonctionnement de peuplements en semis direct associant du blé tendre d'hiver (Triticum aestivum L.) à différentes plantes de couverture en climat tempéré*. INAPG (AgroParisTech).
- Carof, M., de Tourdonnet, S., Saulas, P., Le Floch, D., & Roger-Estrade, J. (2007a). Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system. I. Yield analysis. *Agronomy for sustainable development, 27*(4), 347–356.
- Carof, M., de Tourdonnet, S., Saulas, P., Le Floch, D., & Roger-Estrade, J. (2007b). Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system. II. Competition for light and nitrogen. *Agronomy for sustainable development, 27*(4), 357–365.
- Carruthers, K., Prithviraj, B., Fe, Q., Cloutier, D., Martin, R., & Smith, D. (2000). Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. *European Journal of Agronomy, 12*(2), 103–115.
- Caussanel, J. (1989). Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle: situation de concurrence bispécifique. *Agronomie, 9*(3), 219–240.
- Champeaux, C. (2006). Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures. *Évolution de l'indicateur de fréquence de traitement au travers des enquêtes «Pratiques Culturelles» du Scees entre 1994 et 2001*.
- Chen, G., & Weil, R. R. (2011). Root growth and yield of maize as affected by soil compaction and cover crops. *Soil and Tillage Research, 117*, 17–27.
- Cotteceau M., Vanechop F., Rabiller P., (2011). Groupe grandes cultures : présentation des résultats 2011. *Chambre d'Agriculture de Maine-et-loire et Sarthe, Association de Gestion et de Comptabilité*
- Dagnelie, P. (2012). *Principes d'expérimentation: planification des expériences et analyse de leurs résultats* (Gembloux.). Presses agronomiques.

- Defforges. (2008). Couverts et cultures associées - recherche couvert absolument. *Bulletin Semence*, (204), 26-29.
- Deneufbourg, F. (2005). Implantation des graminées, des assolements en mutation. *Bulletin Semence*, (185).
- Deneufbourg, F. (2010). Vers de nouvelles solutions à moindre coût. *Bulletin Semence*, (213), 20-23.
- Deneufbourg, F., & Vinsant le Lous L. (2012). la production de semences fourragères en Europe. *Bulletin Semence*, (223).
- Desriers, M. (2007). L'agriculture française depuis cinquante ans: des petites exploitations familiales aux droits à paiement unique. *L'agriculture, nouveaux défis*, 17-30.
- Deytieux, V. (2004). *Impacts d'un couvert herbacé permanent sur le fonctionnement du système sol/plante d'une culture de maïs irriguée*.
- Duc, G., Mignolet, C., Carrouée, B., Huyghe, C., & Dijon Cedex, F. (2010). Importance économique passée et présente des légumineuses: Rôle historique dans les assolements et facteurs d'évolution. *Innovations agronomiques*, 11, 1-24.
- Etourneau, C. (1999). *Les sols de la station expérimentale de la FNAMS, seconde version* (document à usage interne).
- Finance.net (2013). Coût actuel du blé en euros par tonne. [en ligne] http://www.finances.net/matieres_premieres/prix-ble
- FNAMS (2002). *Fétuque élevée porte-graine, connaissance de la plante, techniques culturales, aspects réglementaires et contractuels, les variétés et leurs caractéristiques*. Guide pratique, 40p.
- FNAMS (1999). *Trèfle violet porte-graine, techniques culturales*. Guide pratique, 40p.
- Fried, G., & Reboud, X. (2007). Évolution de la composition des communautés adventices des cultures de colza sous l'influence des systèmes de cultures. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 14(1), 68-76.
- Ghiloufi, M., Picard, D., Saulas, P., & de Tourdonnet, S. (2010). Y at-il un intérêt agronomique à associer une culture commerciale et une plante de couverture? *Cahiers Agricultures*, 19(6), 420-431.
- GNIS. (2011). rapport annuel 2010-2011. 28 p.
- GNIS (2013a). *Semences de plantes fourragères et à gazon*. Fiches filières, 2 p.
- GNIS (2013b). Les chiffres clés du secteur semences [en ligne] <https://www.gnis.fr/index/action/page/id/23/title/les-chiffres-cles-du-secteur-semences/> (consulté le 15/07/2013).
- GNIS (2013c). choix des espèces et variétés fourragères, la fétuque élevée [en ligne] <http://www.prairies-gnis.org/pages/fe1.htm> (consulté le 15/07/2013).
- Gravesen, L. (2003). The Treatment Frequency Index: an indicator for pesticide use and dependency as well as overall load on the environment. In *Reducing pesticide dependency in Europe to protect health, environment and biodiversity, Copenhagen, Pesticides Action Network Europe (PAN), Pure Conference*.
- Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Bloch, L., Stamp, P., & Streit, B. (2007). Legume cover crops as living mulches for winter wheat: components of biomass and the control of weeds. *European journal of agronomy*, 26(1), 21-29.
- Huyghe, C. (2005). *Prairies et cultures fourragères en France: entre logiques de production et enjeux territoriaux*. Editions Quae.
- Janson, J.-P. (2000). Réussir l'implantation sous couvert. *Bulletin Semence*, (152), 27-28.
- Janson, J.-P. (2002). A chaque espèce son mode de semis. *Bulletin Semence*, (167), 28-30.
- Janson, J.-P. (2003). Pour limiter les impuretés, adaptez l'itinéraire cultural. *Bulletin Semence*, (173).
- Launay, M., Brisson, N., Satger, S., Hauggaard-Nielsen, H., Corre-Hellou, G., Kasynova E., Ruske, R., Jensen, E.S., Gooding, M., (2009). Exploring options for managing strategies for pea-barley intercropping using a modeling approach. *Eur. J. Agron.* 31, 85-98.
- McLaughlin, A., & Mineau, P. (1995). The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 55(3), 201-212.
- Medienne, S., Barilli, E., De Tourdonnet, S., Picard, D., Saulas, P., Shili, I., Doré, T. (2013). Régulations biologiques en semis direct sous couvert (SCV). *Présentation des projets SCV*, p. 5.
- Millot, G. (2009). *Comprendre et réaliser les tests statistiques avec R: Manuel pour les débutants*. De Boeck Supérieur.
- Ministère de l'Agriculture. *Règlement technique général de la production, du contrôle et de la certification des semences*. Journal Officiel, n°140, juin 2008, texte 12.

- Oerke, E.-C., & Dehne, H.-W. (2004). Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*, 23(4), 275–285.
- Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P., & de Tourdonnet, S. (2010). Does undersowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield? *Field Crops Research*, 115(1), 9–18.
- Pingault, N. (2007). *Améliorer la qualité de l'eau: un indicateur pour favoriser une utilisation durable des produits phytosanitaires* (p. 10). Washington: Ministère de l'agriculture et de la pêche, France.
- Pingault, N., Pleyber, E., Champeaux, C., Guichard, L., & Omon, B. (2009). Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures: l'indicateur de fréquence de traitement. *Notes et études socio-économiques*, 32, 61–94.
- Pinstrup-Andersen, P. (2000). Food policy research for developing countries: emerging issues and unfinished business. *Food Policy*, 25(2), 125–141.
- Sauzet, & Landé. (2010). faisabilité du colza avec un couvert associé, premières pistes. Présenté à Rencontre techniques régionales du CETIOM, Châlon-en-Champagne.
- Shili-Touzi, I, De Tourdonnet, S., Launay, M., & Dore, T. (2010). Does intercropping winter wheat (*Triticum aestivum*) with red fescue (*Festuca rubra*) as a cover crop improve agronomic and environmental performance? A modeling approach. *Field Crops Research*, 116(3), 218–229.
- Shili-Touzi, Inès. (2009). *Analyse du fonctionnement d'une association de blé d'hiver (Triticum aestivum L.) et d'une plante de couverture sur une échelle annuelle par modélisation et expérimentation*. AgroParisTech.
- Straëbler. (2012). Surfaces en hausse, rendements hétérogènes, bilans mitigés. *Bulletin Semence*, (228).
- Teasdale, J. R., Coffman, C. B., & Mangum, R. W. (2007). Potential long-term benefits of no-tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement. *Agronomy Journal*, 99(5), 1297–1305.
- Thomas, F. (2010). les producteurs de semences innovent en matière d'associations. *Techniques Culturelles Simplifiées*, (60), 30-31.
- Thorsted, M. D., Weiner, J., & Olesen, J. E. (2006). Above-and below-ground competition between intercropped winter wheat *Triticum aestivum* and white clover *Trifolium repens*. *Journal of applied ecology*, 43(2), 237–245.
- Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., & Nakamura, S. (2009). Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research*, 113(3), 342–351.
- UIPP. (2012). *UIPP: Protéger les plantes, c'est protéger l'avenir*. rapport d'activité 2011-2012 p. 43.
- Valantin-Morison, M., Guichard, L., & Jeuffroy, M. (2008). Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique. *Carrefour de l'Innovation Agronomique*, 3, 27–41.
- Vink, A. P. A. (1983). *Landscape ecology and land use*. Longman Inc.
- Whitmore, A., & Schröder, J. (2007). Intercropping reduces nitrate leaching from under field crops without loss of yield: a modelling study. *European Journal of Agronomy*, 27(1), 81–88.

ANNEXES

Annexe II:Table de détermination des pertes de semences occasionnées par les adventices



DIFFICULTES D'ÉLIMINATION DES GRAINES ADVENTICES ET PERTES DE SEMENCES

Perte moyenne de semences, provoquée au cours du triage par la présence de graines étrangères dans les semences fourragères. Les pertes peuvent être plus ou moins importantes selon les objectifs de qualité de pureté spécifique.

ESPECES CULTIVEES		ESPECES ADVENTICES												
		Bromo <i>Bromus arvensis</i>	Dactyle <i>Dactylis glomerata</i>	Filole <i>Phleum pratense</i>	Fétuque élevée <i>Festuca arundinacea</i>	Fétuque Rouge <i>Festuca rubra</i>	Ray-Grass Diploïde <i>Lolium spp.</i>	Ray-Grass Tétraploïde <i>Lolium spp.</i>	Luzerne <i>Medicago sativa</i>	Trèfle Blanc <i>Trifolium repens</i>	Trèfle incarnat <i>Trifolium incarnatum</i>	Trèfle violet diploïde <i>Trifolium pratense</i>	Trèfle violet <i>Trifolium pratense</i>	
Agrostis jouet du vent	<i>Apera spica-venti</i>													
Brôme mou	<i>Bromus mollis</i>													
Brôme stérile	<i>Bromus sterilis</i>													
Chiendent rampant	<i>Agropyron repens</i>													
Crésole	<i>Cynosorus cristellus</i>													
Dactyle	<i>Dactylis glomerata</i>													
Digitaire	<i>Digitaria sp.</i>													
Fétuque élevée	<i>Festuca arundinacea</i>													
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>													
Flouve odorante	<i>Anthoxanthum odoratum</i>													
Folle avoine	<i>Avena fatua</i>													
Fromental	<i>Arrhenatherum elatius</i>													
Glycérie	<i>Glyceria sp.</i>													
Houlique	<i>Holcus sp.</i>													
Pâturin	<i>Poa sp.</i>													
Pâturin aggloméré	<i>Poa sp.</i>													
Ray-grass	<i>Lolium spp.</i>													
Vulpie	<i>Vulpia</i>													
Vulpin des champs	<i>Alopecurus myosuroides</i>													
Vulpin Guenouillé	<i>Alopecurus geniculatus</i>													
Alpiste	<i>Phalaris arundinacea</i>													
Amarante	<i>Amaranthus retroflexus</i>													
Arroche étalée	<i>Atriplex patula</i>													
Cameline	<i>Camelina sativa</i>													
Chénopodes	<i>Chenopodium sp.</i>													
Centauree jaccée	<i>Centaurea jacea</i>													
Centauree scabieuse	<i>Centaurea scabiosa</i>													
Cuscute (petite)	<i>Cuscuta trifolia</i>													
Cuscute (grosse)	<i>Cuscuta sp.</i>													
Colza	<i>Brassica napus</i>													
Coronille	<i>Coronilla sp.</i>													
Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>													
Erodium	<i>Erodium sp.</i>													
Géranium disséqué	<i>Geranium dissectum</i>													
Helminthie	<i>Picris echinoides</i>													
Lampane	<i>Lampyris communis</i>													
Luzerne	<i>Medicago sativa</i>													
Leucanthème vulgaire	<i>Leucanthemum vulgare</i>													
Matricaire inodore	<i>Matricaria inodora</i>													
Réséda	<i>Réséda lutea</i>													
Rumex	<i>Rumex sp.</i>													
Torilis noueux	<i>Torilis nodosa</i>													
Mauve	<i>Malva sp.</i>													
Mélicot	<i>Melilotus officinalis</i>													
Millet	<i>Panicum miliaceum</i>													
Minette	<i>Medicago lupulina</i>													
Morille noire	<i>Solanum nigrum</i>													
Moutarde blanche	<i>Sinapis alba</i>													
Myosotis	<i>Myosotis sp.</i>													
Panic pied de coq	<i>Echinochloa crus-galli</i>													
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>													
Rapistrum rugueux	<i>Rapistrum rugosum</i>													



ESPECES CULTIVRES		ESPECES ADVENTICES												
		Brôme <i>Bromus arvensis</i>	Dactyle <i>Dactylis glomerata</i>	Fléole <i>Phleum pratense</i>	Fétuque Eléyée <i>Festuca arundinacea</i>	Fétuque Rouge <i>Festuca rubra</i>	Ray-Grass Diploïde <i>Lolium spp.</i>	Ray-Grass Tétraploïde <i>Lolium spp.</i>	Luzerne <i>Medicago sativa</i>	Trèfle Blanc <i>Trifolium repens</i>	Trèfle incarnat <i>Trifolium incarnatum</i>	Trèfle violet diploïde <i>Trifolium pratense</i>	Trèfle violet Tétraploïde <i>Trifolium cristatum</i>	
Ravenelle	Graines	<i>Raphanus raphanistrum</i>												
	Siliques		●							●				
Renoncule des champs	<i>Ranunculus arvensis</i>		●			●				●				
Renoncule des marais	<i>Ranunculus sardous</i>				●					●		●		●
Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>				●					●		●		●
Renouée liseron	<i>Polygonum convolvulus</i>				●					●		●		●
Renouée persicaire	<i>Polygonum persicaria</i>				●					●		●		●
Sampe	<i>Sinapis arvensis</i>			●	●	●	●	●		⊕		●		⊕
sainfoin	<i>Onobrychis viciifolia</i>	●												
Sétaire glauque	<i>Setaria glauca</i>		●		●		●			●		●		●
Sétaire verte	<i>Setaria viridis</i>				●					●		●		●
Trèfle violet	<i>Trifolium pratense</i>				●					⊕		⊕		⊕
Verveine officinale	<i>Verbena officinalis</i>				●					●		●		●
Véronique de perse	<i>Veronica persica</i>				●					●		●		●
Vesce hérissée	<i>Vicia hirsuta</i>									●		⊕		⊕

●	pas de perte de semences	⊕	espèce intriable
●	faible perte de semences	⊕	pose des difficultés de triage
●	forte perte de semences	□	RAS

P. MADIOT LABOSEM 2010

Annexe IV: Détails des analyses statistiques réalisées au cours de l'étude

TV=trèfle violet, FE=fétuque élevée, Ref FNAMS=semis de fétuque simultanée sous couvert de blé d'hiver, OP=Orge de printemps, BH=blé d'hiver, Sim=semis simultané, déc=semis décalé, KW=Kruskal-Wallis. Analyse des résultats des tests de Kruskal-Wallis (comparaison de groupe) et Wilcoxon (comparaison deux à deux) au seuil des 5 % :

(S) Les valeurs comparées sont significativement différentes au seuil des 5%

(NS) Les valeurs comparées ne sont pas significativement différentes au seuil des 5%

IV.1 Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas du TV implanté sous OP)

TV solo/ TV sous couvert	V = 33, p-value = 0.6772 (NS)
OP solo/ OP couvert	V = 10, p-value = 0.625 (NS)

IV.2 Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas du TV implanté sous Maïs)

TV solo/ TV sous couvert	V = 7, p-value = 0.009277 (S)
Maïs solo/ Maïs couvert	V = 15, p-value = 0.04925 (S)

IV.3 Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas du TV implanté sous BH)

TV solo/ TV sous couvert	V = 6, p-value = 0.875 (NS)
BH solo/ BH couvert	V = 0, p-value = 0.125 (NS)

IV.4 Essai préliminaire : Comparaison des rendements (cas de la FE implantée sous maïs)

Ref FNAMS/ FE sous couvert	V = 4, p-value = 0.05469 (NS)
Maïs solo/ Maïs couvert	V = 7, p-value = 1 (NS)

IV.5 Essai préliminaire : Comparaison des rendements (FE implantée sous Pois de printemps)

Ref FNAMS/ FE sous couvert	V = 31, p-value = 0.07813 (NS)
Pois solo/ Pois couvert	V = 6, p-value = 0.875 (NS)

IV.6 Essai préliminaire : Comparaison des rendements (FE sous BH [mode de semis])

Test de KW :		p-value = 0.1253 (NS)		
	Solo	Simultané	Décalé	
FE	Semis à 17.5cm	X	X	X
	Ref FNAMS	(NS)	X	X
	Décalé	(NS)	(NS)	X
KW:		p-value = 0.003422 (S)		
	Solo	Simultané	Décalé	
BH	Semis à 17.5cm	X	X	X
	Ref FNAMS	V = 15.5 p-value = 0.779 (NS)	X	X
	Décalé	V = 35 p-value = 0.0156 (S)	V = 40, p-value = 0.0436 (S)	X

IV.7 Implantation sous céréales : Comparaison des rendements des couverts (pour la FE)

OP	OP solo/ OP couvert	V = 5, p-value = 1 (NS)		
BH	KW:		p-value = 0.595 (NS)	
		Solo	Simultané	Décalé
	Solo	X	X	X
	Simultané	(NS)	X	X
	Décalé	(NS)	(NS)	X

IV.8 Implantation sous céréales : Comparaison des rendements des couverts (pour le TV)

OP	OP solo/ OP couvert	V = 0, p-value = 0.125 (NS)		
KW:		p-value = 0.05481 (NS)		
		Solo	Simultané	Décalé
BH	Solo	X	X	X
	Simultané	(NS)	X	X
	Décalé	(NS)	(NS)	X

IV.9 Implantation sous céréales : Comparaison des rendements du couvert maïs

Maïs solo/ Maïs triple	V = 0, p-value = 0.25 (NS)
------------------------	----------------------------

IV.10 Implantation sous céréales : Comparaison des rendements de la FE

KW:		p-value = 0.00447 (S)				
		FE seule	FE sous OP (sim.)	FE sous BH (sim.)	FE sous BH (déc.)	FE seule
Fétuque élevée	FE seule	X	X	X	X	X
	FE sous OP (sim.)	W = 0, p-value = 0.029 (S)	X	X	X	X
	FE sous BH (sim.)	W = 0, p-value = 0.029 (S)	W = 14, p-value = 0.1143 (NS)	X	X	X
	FE sous BH (déc.)	W = 0, p-value = 0.029 (S)	W = 3, p-value = 0.2 (NS)	W = 0, p-value = 0.029 (S)	X	X
	FE seule	W = 5, p-value = 0.486 (NS)	W = 15, p-value = 0.058 (NS)	W = 13, p-value = 0.2 (NS)	W = 16, p-value = 0.029 (S)	X

IV.11 Implantation sous céréales : Comparaison du nombre d'épis de la FE

KW:		p-value = 0.09579 (NS)			
		FE seule	FE sous OP (sim.)	FE sous BH (sim.)	FE sous BH (déc.)
Fétuque élevée	FE seule	X	X	X	X
	FE sous OP (sim.)	(NS)	X	X	X
	FE sous BH (sim.)	(NS)	(NS)	X	X
	FE sous BH (déc.)	(NS)	(NS)	(NS)	X

IV.12 Implantation sous céréales : Comparaison de la proportion de MS du TV à la floraison

KW:		p-value = 0.01667 (S)			
		TV seul	TV sous OP (sim.)	TV sous BH (sim.)	TV sous BH (déc.)
Trèfle violet	TV seul	X	X	X	X
	TV sous OP (sim.)	W = 0, p-value = 0.029 (S)	X	X	X
	TV sous BH (sim.)	W = 4, p-value = 0.343 (NS)	W = 1, p-value = 0.057 (NS)	X	X
	TV sous BH (déc.)	W = 0, p-value = 0.029 (S)	W = 13, p-value = 0.2 (NS)	W = 3, p-value = 0.2 (NS)	X

ANNEXE V : rendements observés dans les essais préliminaires

Rendement moyen (n=4) par année d'étude pour les portes graines et les couverts. FE=Féтуque élevée, FE REFERENCE=semis de féтуque sous blé en simultané.

V.1 Essais préliminaires sur l'implantation du TV : moyennes des rendements par année

	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
association Trèfle/Orge				
Rendement de l'Orge seule (en q/ha)	63,2	X	41,2	78,9
Rendement de l'Orge en association (en q/ha)	63,9	X	47,0	72,5
Rendement du Trèfle seul (en kg/ha)	1300,4	194,3	815,0	1313,4
Rendement du Trèfle associée à l'Orge (en kg/ha)	1225,1	338,9	804,8	1064,4
association Trèfle/Maïs				
Rendement du Maïs seul (En T/ha)	X	13,8	11,3	X
Rendement du Maïs en association (En T/ha)	X	11,6	10,3	X
Rendement du Trèfle seul (en kg/ha)	1300,4	194,3	815,0	1313,4
Rendement du Trèfle associée au Maïs (en kg/ha)	1321,2	320,6	944,2	X
association Trèfle/Blé				
Rendement du Blé (en q/ha)	X	X	X	94,5
Rendement du Blé en association (en q/ha)	X	X	X	86,7
Rendement du Trèfle seul (en kg/ha)	1300,4	194,3	815,0	1313,4
Rendement du Trèfle associée au Blé (en kg/ha)	X	X	X	1319,5

V.2 Essais préliminaires sur l'implantation de la FE : moyennes des rendements par année

	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
association Féтуque/Pois				
Rendement du Pois seul	X	25,9	X	X
Rendement du Pois en association	X	25,0	X	X
Rendement de la FE REFERENCE*	X	958,4	1856,3	X
Rendement de la FE associée au Pois	X	1727,7	1940,0	X
association Féтуque/Maïs				
Rendement du Maïs seul	13,8	10,6		X
Rendement du Maïs en association	13,4	10,3		X
Rendement de la FE REFERENCE*	X	958,4	1856,3	X
Rendement de la FE associée au Maïs	1567,3	1871,5	1961,7	X
association Féтуque/Blé				
Rendement du Blé en association Simultanée	66,8	66,5	X	96,2
Rendement du Blé (semis de la FE à 17,5cm)	67,6	68,2	X	94,5
Rendement du Blé en association Décalé	75,7	75,5	X	97,0
Rendement de la FE REFERENCE*	X	958,4	1856,3	X
Rendement de la FE associée (semis double)	X	1133,3	X	X
Rendement de la FE associée en décalé	X	1008,8	X	X

ANNEXE VI : conduite culturale et calcul des IFT des modalités de l'essai implantation sous céréales

IFT=Indice de fréquence de traitement, TV= trèfle violet, FE=fétuque élevée, OP=orge de printemps, Application=numéro d'application du produit phytosanitaire au cours de la conduite culturale.

VI.1 Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT du couvert blé (T21, T23, T24, T71, T73 et T74)

Conduite du Blé. IFT Total : 6,84

Application	Produit appliqué		Dose appliquée	Dose homologuée	IFT _{partiel}
1	Prowl400	Herbicide anti-graminées	1	3	0,33
1	Basagran SG	Herbicide anti-dicotylédones	0,8	0,8	1,00
2	Prowl400	Herbicide anti-graminées	1,5	3	0,50
2	Tropotone	Herbicide anti-dicotylédones	4	4	1,00
3	UnixMax	Fongicide	2,5	2,5	1,00
4	Amistar	Fongicide	1	1	1,00
5	Fandango	Fongicide	2	2	1,00
6	Balmora	Fongicide	0,5	1	0,50
6	Amistar	Fongicide	0,5	1,00	0,50

VI.2 Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT du couvert Orge (T22, T25, T72 et T73)

Conduite de L'Orge. IFT Total : 4,83

Application	Produit appliqué		Dose appliquée	Dose homologuée	IFT _{partiel}
1	Prowl400	Herbicide anti-graminées	1	3	0,33
1	Basagran SG	Herbicide anti-dicotylédones	0,8	0,8	1,00
2	Prowl400	Herbicide anti-graminées	1,5	3	0,50
2	Tropotone	Herbicide anti-dicotylédones	4	4	1,00
3	Fandango	Fongicide	2	2	1,00
4	Balmora	Fongicide	0,5	1	0,50
4	Amistar	Fongicide	0,5	1,00	0,50

VI.3 Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT de toutes les Fétuques Elevées (T21 à T25)

Conduite de toutes les Fétuques. IFT Total : 4,33

Application	Produit appliqué		Dose appliquée	Dose homologuée	IFT _{partiel}
1	Agil	Herbicide anti-graminées	0,2	0,3	0,67
2	Foxpro	Herbicide anti-dicotylédones	2	2	1,00
2	Primus	Herbicide anti-dicotylédones	0,1	0,15	0,67
3	Tramat F	Herbicide anti-graminées	2	2	1,00
3	Fenova super	Herbicide anti-graminées	1	1	1,00

VI.4 Détail de la conduite culturale et du calcul de l'IFT des TV en sol nu (T71 et T75)

Conduite des TV en sol nu. IFT total : 4,76

Application	Produit appliqué		Dose appliquée	Dose homologuée	IFT _{partiel}
1	Prowl400	Herbicide anti-graminées	0,8	1,5	0,53
1	Basagran SG	Herbicide anti-dicotylédones	0,5	0,8	0,63
2	Agil	Herbicide anti-graminées	0,2	0,3	0,67
3	Nirvana S	Herbicide	2,5	4	0,63
3	Basagran SG	Herbicide anti-dicotylédone	1	1,4	0,71
4	Suprême	Insecticide	0,25	0,25	1,00
5	Score	Fongicide	0,3	0,5	0,60

VI.5 Détail de la conduite culturale et du calcul des TV issus de couverts (T72, T73, T74)

Conduite des TV issus de couvert. IFT total : 3,43

Application	Produit appliqué		Dose appliquée	Dose homologuée	IFT _{partiel}
1	Prowl400	Herbicide anti-graminées	0,8	1,5	0,53
1	Basagran SG	Herbicide anti-dicotylédones	0,5	0,8	0,63
2	Agil	Herbicide anti-graminées	0,2	0,3	0,67
3	Suprême	Insecticide	0,25	0,25	1,00
4	Score	Fongicide	0,3	0,5	0,60

ANNEXE VII :Détail du calcul des marges directes (implantation sous céréales)

		T21 - Blé solo puis FE solo	T22 - FE semée sous Orge en simultané	T23- FE semée sous couvert de blé en simultané (REF FNAMS)	T24 - FE semée sous couvert de blé en décalé	T25 - Blé solo puis fétuque solo	T71 - Blé solo puis TV solo (REF FNAMS)	T72 - TV semé sous Orge en simultané	T73- TV semée sous couvert de blé en simultané	T74 - TV semé sous couvert de blé en décalé	T75 - Blé solo puis TV solo
marge de la porte-graine	Rendement (q/ha)	3,86	9,84	7,98	10,83	5,52	13,1	10,6	ND	13,2	13,1
	Prix moyen (€/q)	188,6	188,6	188,6	188,6	188,6	197,7	197,7	197,7	197,7	197,7
	Charges Directes (€/ha)	826,2	810,3	740,1	784,4	800,3	751,4	603,1	567,5	603,1	751,4
	MARGE DIRECTE de la PG FOURRAGERE	-98	1046	765	1258	241	1845	1501	ND	2007	1845
marge du couvert	Rendement (q/ha)	93,7	79,2	96,2	97,0	78,9	73,0	47,0	ND	68,0	41,2
	Prix moyen (€/q)	16,8	15,5	16,8	16,8	15,5	16,8	15,5	16,8	16,8	15,5
	Charges Directes (€/ha)	1018	669,6	1018	1018	669,6	1018	669,6	1018	1018	669,6
	MARGE DIRECTE du COUVERT	556	558	598	611	553	208	59	ND	124	-31
	MARGE DIRECTE totale (somme 2 années)	458	1604	1363	1869	794	2053	1560	ND	2131	1814

Détail du calcul des marges directes. Prix moyen = moyenne des prix de vente sur cinq années (2008-2012). ND= non-déterminé. Cellule jaune : données de la récolte 2012 (porte-graine) et 2011 (couvert), en raison de l'absence des résultats 2012-2013 à l'heure actuelle. Aucune référence n'était disponible pour le trèfle sous blé simultané (T73, cellules grisées), donc le calcul des marges n'a pu être effectué. Celles-ci sont calculées de la manière suivante :

(Rendement x Prix moyen) – Charges directes = marges directes

ANNEXE VIII : . Charges directes en fonction des conduites culturales (implantation sous céréales)

VIII.1 Charges directes des modalités avec fétuque élevée

T21 - Blé solo puis fétuque solo

		Couvert (blé)				Porte-graine (Fétuque élevée)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	112,50	122,00	158,53	271,03	44,26	91,00	120,90	165,16
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	147,41	18,00	25,02	172,43	224,74	24,00	33,36	258,10
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	115,54	16,00	18,86	134,40	162,06	24,00	28,29	190,35
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fongicide	291,74	32,00	37,72	329,46	0,00	0,00	0,00	0,00
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	3,30	44,80	51,30	54,60	0,00	0,00	0,00	0,00
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	0,00	92,00	109,29	109,29
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	103,29	103,29
TOTAL		670,50	282,80	347,93	1018,43	431,07	236,40	395,13	826,20
Total des deux cultures :								1845	

T22 - Fétuque semis sous couvert d'orge

		Couvert (orge)				Porte-graine (Fétuque élevée)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	98,00	52,00	66,30	164,30	44,26	46,00	62,90	107,16
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	98,27	12,00	16,68	114,95	224,74	18,00	25,02	249,76
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	145,29	24,00	27,58	172,87	162,06	24,00	28,29	190,35
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fongicide	142,15	16,00	18,86	161,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	50,40	50,40
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	0,00	92,00	109,29	109,29
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	103,29	103,29
TOTAL		483,72	154,00	185,92	669,63	431,07	225,40	379,19	810,26
Total des deux cultures :								1480	

T23- Fétuque semée sous couvert de blé en simultané (REF FNAMS)

		Couvert (blé)				Porte-graine (Fétuque élevée)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	112,50	122,00	158,53	271,03	0,00	26,00	37,05	37,05
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	147,41	18,00	25,02	172,43	224,74	18,00	25,02	249,76
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	115,54	16,00	18,86	134,40	162,06	24,00	28,29	190,35
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fongicide	291,74	32,00	37,72	329,46	0,00	0,00	0,00	0,00
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	3,30	44,80	51,30	54,60	0,00	0,00	0,00	0,00
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	50,40	50,40
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	0,00	92,00	109,29	109,29
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	103,29	103,29
TOTAL		670,50	282,80	347,93	1018,43	386,80	205,40	353,34	740,14
Total des deux cultures :								1759	

Légumineuses et graminées porte-graine : Optimisation des techniques d'implantation sous couvert

T24 - Fétuque semée sous couvert de blé en décalé

		Couvert (blé)				Porte-graine (Fétuque élevée)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	112,50	122,00	158,53	271,03	44,26	26,00	37,05	81,31
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	147,41	18,00	25,02	172,43	224,74	18,00	25,02	249,76
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	115,54	16,00	18,86	134,40	162,06	24,00	28,29	190,35
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fongicide	291,74	32,00	37,72	329,46	0,00	0,00	0,00	0,00
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	3,30	44,80	51,30	54,60	0,00	0,00	0,00	0,00
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	50,40	50,40
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	0,00	92,00	109,29	109,29
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	103,29	103,29
TOTAL		670,50	282,80	347,93	1018,43	431,07	205,40	353,34	784,41
Total des deux cultures :									1803

T25 - Orge solo puis fétuque solo

		Couvert (orge)				Porte-graine (Fétuque élevée)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	98,00	52,00	66,30	164,30	44,26	71,00	95,05	139,31
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	98,27	12,00	16,68	114,95	224,74	24,00	33,36	258,10
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	145,29	24,00	27,58	172,87	162,06	24,00	28,29	190,35
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fongicide	142,15	16,00	18,86	161,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	0,00	92,00	109,29	109,29
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	103,29	103,29
TOTAL		483,72	154,00	185,92	669,63	431,07	216,40	369,28	800,35
Total des deux cultures :									1470

Méthodes de calcul des charges directes pour l'implantation de fétuque élevée sous couvert (récolte du couvert en 2012 et de la porte-graine en 2013), avec prise en compte des postes intrants, mécanisation et main d'œuvre.
 Méca=Mécanisation, MO=Main d'œuvre.

VIII.2 Charges directes des modalités avec trèfle violet

T71 - Blé solo puis trèfle solo (REF FNAMS)

		Couvert (blé)				Porte-graine (Trèfle violet)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	112,50	122,00	158,53	271,03	51,68	91,00	120,90	172,58
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	147,41	18,00	25,02	172,43	0,00	0,00	0,00	0,00
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	115,54	16,00	18,86	134,40	129,83	24,00	28,29	158,12
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	32,23	8,00	9,43	41,66
	Fongicide	291,74	32,00	37,72	329,46	25,89	8,00	9,43	35,32
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	3,30	44,80	51,30	54,60	13,20	89,60	102,60	115,80
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	50,40	50,40
Récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	47,61	101,00	120,24	167,85
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	9,69	9,69
TOTAL		670,50	282,80	347,93	1018,43	300,43	367,00	450,98	751,41
Total des deux cultures :									1780

T72 - Trèfle semé sous couvert d'orge

		Couvert (orge)				Porte-graine (Trèfle violet)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	98,00	52,00	66,30	164,30	51,68	46,00	62,90	114,58
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	98,27	12,00	16,68	114,95	0,00	0,00	0,00	0,00
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	145,29	24,00	27,58	172,87	7,93	8,00	9,43	17,36
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	32,23	8,00	9,43	41,66
	Fongicide	142,15	16,00	18,86	161,01	25,89	8,00	9,43	35,32
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	0,00	0,00	0,00	0,00	13,20	89,60	102,60	115,80
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	100,80	100,80
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	47,61	101,00	120,24	167,85
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	9,69	9,69
TOTAL		483,72	154,00	185,92	669,63	178,54	346,00	424,52	603,06
Total des deux cultures :									1273

T73- Trèfle semé sous couvert de blé en simultané

		Couvert (blé)				Porte-graine (Trèfle violet)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	112,50	122,00	158,53	271,03	51,68	26,00	37,05	88,73
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	147,41	18,00	25,02	172,43	0,00	0,00	0,00	0,00
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	115,54	16,00	18,86	134,40	7,93	8,00	9,43	17,36
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	32,23	8,00	9,43	41,66
	Fongicide	291,74	32,00	37,72	329,46	25,89	8,00	9,43	35,32
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	3,30	44,80	51,30	54,60	13,20	89,60	102,60	115,80
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	100,80	100,80
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	47,61	101,00	120,24	167,85
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		670,50	282,80	347,93	1018,43	178,54	320,60	388,98	567,52
Total des deux cultures :									1586

Légumineuses et graminées porte-graine : Optimisation des techniques d'implantation sous couvert

T74 - Trèfle semé sous couvert de blé en décalé

		Couvert (blé)				Porte-graine (Trèfle violet)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	112,50	122,00	158,53	271,03	51,68	46,00	62,90	114,58
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	147,41	18,00	25,02	172,43	0,00	0,00	0,00	0,00
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	115,54	16,00	18,86	134,40	7,93	8,00	9,43	17,36
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	32,23	8,00	9,43	41,66
	Fongicide	291,74	32,00	37,72	329,46	25,89	8,00	9,43	35,32
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	3,30	44,80	51,30	54,60	13,20	89,60	102,60	115,80
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	100,80	100,80
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	47,61	101,00	120,24	167,85
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	9,69	9,69
TOTAL		670,50	282,80	347,93	1018,43	178,54	346,00	424,52	603,06
								Total des deux cultures :	1621

T75 - Orge solo puis trèfle solo

		Couvert (orge)				Porte-graine (Trèfle violet)			
		Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)	Intrants (€/ha)	Méca (€/ha)	Méca + MO (€/ha)	Intrants + Méca + MO (€/ha)
implantation	Travail du sol + semis	98,00	52,00	66,30	164,30	51,68	91,00	120,90	172,58
	Limaces, rongeurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fertilisation	Fertilisation minérale	98,27	12,00	16,68	114,95	0,00	0,00	0,00	0,00
	Apports organiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
protection phytosanitaire	Desherbage	145,29	24,00	27,58	172,87	129,83	24,00	28,29	158,12
	Insecticide	0,00	0,00	0,00	0,00	32,23	8,00	9,43	41,66
	Fongicide	142,15	16,00	18,86	161,01	25,89	8,00	9,43	35,32
	Régulateur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
irrigation	Irrigation	0,00	0,00	0,00	0,00	13,20	89,60	102,60	115,80
entretien	Entretien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	50,40	50,40
récolte	Récolte	0,00	50,00	56,50	56,50	47,61	101,00	120,24	167,85
	Post-récolte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	9,69	9,69
TOTAL		483,72	154,00	185,92	669,63	300,43	367,00	450,98	751,41
								Total des deux cultures :	1421

Méthodes de calcul des charges directes pour l'implantation de trèfle violet sous couvert (récolte du couvert en 2012 et de la porte-graine en 2013), avec prise en compte des postes intrants, mécanisation et main d'œuvre. Méca=Mécanisation, MO=Main d'œuvre.

	<p>Diplôme / Mention : Master 2 Sciences Technologie Santé, mention Biologie et Technologie du Végétal</p> <p>Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV)</p> <p>Parcours : Productions Végétales Spécialisées</p> <p>Option : Produits Phytosanitaires, règlementation, méthodes alternatives</p>
<p>Auteur(s) : Vincent Cordier</p> <p>Date de naissance* : 11/11/1990</p>	<p>Organisme d'accueil : FNAMS</p> <p>Adresse :</p>
	<p>Impasse du verger 49800 Brain sur l'Authion</p>
<p>Année de soutenance : 2013</p>	<p>Maître de stage : F. Deneufbourg</p>
<p>Titre français : Légumineuses et graminées porte-graine : Optimisation des techniques d'implantation sous couvert et analyse technico-économique</p>	
<p>Titre anglais : Legumes and grasses seed production : Optimization of cover crop implantation, technical and economical analysis</p>	
<p>Résumé (1600 caractères maximum) :</p> <p>La production de semences est bien implantée en France et possède des caractéristiques propres. Par exemple, pour faciliter le développement des porte-graines fourragères, leur semis se fait sous couvert. La combinaison des deux cultures peut générer un bon revenu pour l'agriculteur. Mais la diminution du rendement et du prix de vente du principal couvert utilisé (le pois) a entraîné une perte d'intérêt des agriculteurs pour cette culture. La FNAMS a donc initié une étude visant à optimiser les techniques d'implantation sous couverts, plus précisément pour deux porte-graines, le trèfle violet et la fétuque élevée. Ce travail s'inscrit dans ce programme de recherche. Outre le suivi du développement de la culture, les rendements du couvert et de la porte-graine ont été analysés, ainsi que l'impact de cet itinéraire sur la consommation d'intrants (via l'Indice de Fréquence de Traitement). Enfin, l'analyse des coûts a été réalisée pour déterminer la marge directe dégagée pour chaque mode.</p> <p>Pour la fétuque, deux techniques d'implantation ont présenté des résultats meilleurs que pour la conduite classique (semis simultané sous blé). La marge directe dégagée est plus importante dans le cas d'un semis sous orge ou dans le cas d'un semis sous blé (en décalé au printemps). Pour le trèfle, le semis en sol nu (référence actuelle) reste un des modes de semis les plus intéressantes. De plus, un autre couvert encore à l'étude a été testé : le maïs, dont les premiers résultats semblent très prometteurs. Les résultats présentés ici devront être confirmés dans l'avenir à échelle réelle.</p>	
<p>Abstract (1600 caractères maximum) :</p> <p>The seed production sector is well established in France and has its own specification. As an example, forage seed are usually sown under a cover crop in order to facilitate their development. In addition, the association of two crops could provide a good benefit for the farmer. However, the yield and sell price reduction of the main cover crop (protein pea) has led to a loss of interest in this crop for farmers. That's why the FNAMS has started a research study in order to optimize under cover sown technics. More specifically, they focus on two seed bearers, the red clover (a legume), and the tall fescue (a grass). Our report fit into this research project. Apart from the crop development follow-up, yields of cover and seed bearer are analysis, as well as the crop management effect on input consumption (via the Treatment Frequency Index). Finally, a cost analysis has been done in order to determine the direct benefit for each technical process.</p> <p>For the fescue, two implantation technics have shown better results than the classical (undersowing wheat at the same time). The direct benefit is higher in the case of undersowing barley or in the case of spring shifted undersowing wheat. For the red clover, the classical way (bare soil sowing) is still one of the best technic. In addition, one other cover crop (still under studying) has been tested: the maize, which first results seem to be promising. Conclusions reported in our study have to be confirms in the future at a bigger scale.</p>	
<p>Mots-clés : Fétuque élevée, trèfle violet, semence, couvert, coût de production, graminée, légumineuse</p> <p>Key Words: Tall fescue, red clover, seed, cover crop, production cost, grass, legume</p>	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires