

C.R.E.A.B. MIDI-PYRENEES

CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION EN
AGRICULTURE BIOLOGIQUE MIDI-PYRENEES

Résultats des essais tests de couverts végétaux en agriculture biologique Campagne 2014 et 2015



Photo CREAB MP



C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées
LEGTA Auch-Beaulieu
32020 AUCH Cedex 09
Loïc PRIEUR ou Laurent ESCALIER

Tél : 05.62.61.71.29 ou
auch.creab@voila.fr

Le CREAB MP est membre du



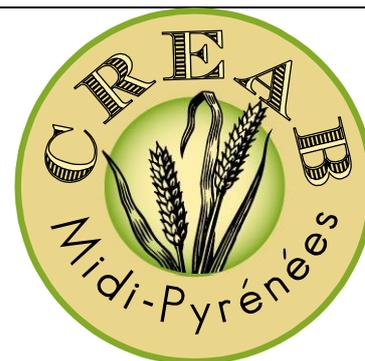
Janvier 2016

Action réalisée avec le concours financier :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées et de l'Agence de l'Eau Adour Garonne



Résultats des essais :
Couverts végétaux en AB
Campagne 2014 et arrières effets 2015



PRESENTATION GENERALE

Le CREAB a décidé de retravailler sur les couverts végétaux en agriculture biologique afin de réaliser des conseils culturels. Pour ce faire deux dispositifs expérimentaux sont mis en place : un 1^{er} dispositif avec des couverts monospécifiques de légumineuses fourragères qui sont implantés au printemps sous couvert d'une céréale à paille pour une destruction automnale, et un 2^{ème} dispositif avec des couverts bispécifiques semés en fin d'été sur sol nu pour une destruction prévue en sortie d'hiver.

Chaque dispositif est prévu sur 2 campagnes : la 1^{ère} campagne pour suivre le développement du couvert végétal, et la 2^{ème} campagne pour étudier l'effet du couvert sur la culture suivante.

OBJECTIF DES ESSAIS

L'objectif général est de fournir des conseils aux producteurs sur les itinéraires techniques (choix des espèces et interventions culturales) pour la mise en place de couverts végétaux. Pour chaque couvert sera suivi :

- La biomasse produite
- La quantité d'éléments minéraux absorbés dans les parties aériennes (N-P-K)
- L'effet bio-contrôle du couvert sur le développement des adventices
- Le suivi de l'azote minéral du sol
- Pour le dispositif semé sous couvert, un suivi de la culture hôte est réalisé afin de mesurer d'éventuels effets concurrentiels du couvert.
- Pour les deux dispositifs, il y a présence d'une modalité sans couvert.

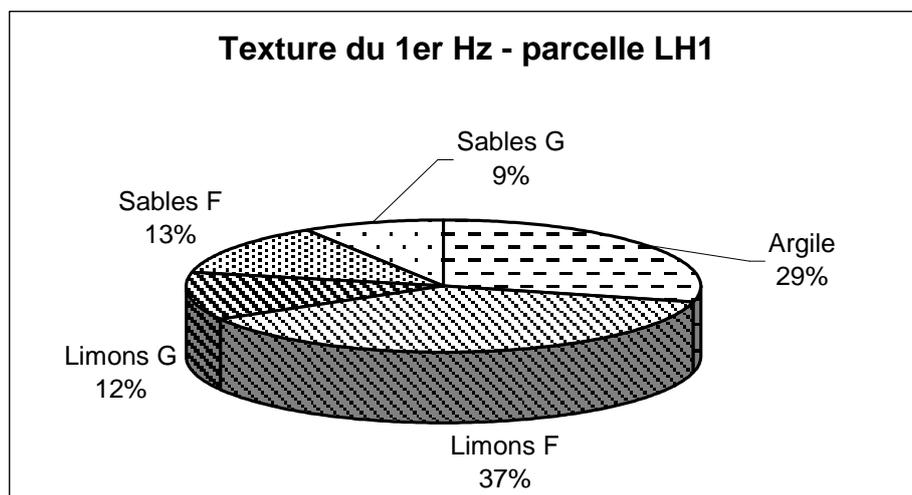
En 2^{ème} année nous suivrons les quantités d'azote minéral au semis de la culture suivante, ses résultats, ainsi que le développement des adventices.

PARTIE 1.1 : Engrais verts semés sous couvert d'un blé

SITUATION DE L'ESSAI

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire profond, parcelle LH1, Cf. texture ci-dessous



TYPE D'ESSAI

Essai en blocs à trois répétitions, avec observations et mesures réalisées sur quatre placettes (cadre de 0,25 m² : 0,5 m x 0,5 m) par parcelle élémentaire.

FACTEURS ETUDIÉS

Le facteur étudié est le couvert végétal, les différents couverts sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Présentation des espèces semées sous couvert

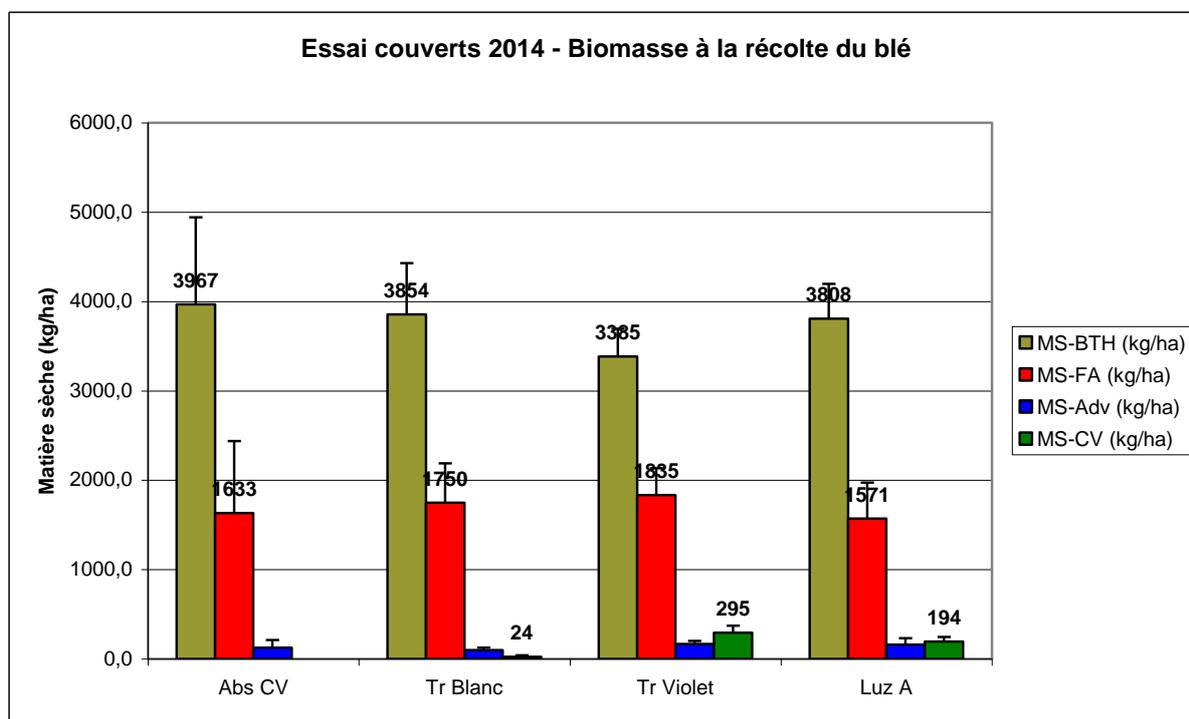
Espèces	Code	Variétés	Dose de semis (kg/ha)	Remarques
Absence couvert	CV1	-	-	Témoin sans couvert
Trèfle blanc	CV2	Tribute	3	Choix pour tolérance à la sécheresse
Trèfle violet	CV3	Justin	10	Référence actuelle
Luzerne annuelle	CV4	-	12	Nouvelle espèce

Les semences des différents couverts ont été fournies par la société Semences de France. Le trèfle blanc est un trèfle intermédiaire (ni nain, ni géant) ; le trèfle violet est diploïde.

Tableau 3 : Résultats à la récolte du blé

Couvert	Aucun	Tr. Blanc	Tr. Violet	Luz. Anuelle
Epis/m ² BTH	233,3	239,0	209,3	225,3
Biomasse BTH (pailles + grains) kg/ha	3 967,3	3 853,9	3 384,7	3 807,9
Biomasse folle avoine (kg/ha)	1 633,3	1 750,0	1 834,5	1 570,7
Biomasse autres adventices (kg/ha)	125,7	98,3	165,6	159,9
RDT BTH q/ha	18,1	18,4	15,3	17,6
PMG BTH (g)	45,1	45,6	44,3	44,2
% Protéine BTH	11,1	11,6	11,2	11,6
Biomasse couvert (kg/ha)	-	24,2	295,3	193,8

Graphe n°1 : prélèvement à la récolte du blé



CONDUITE DE LA CULTURE

Le précédent cultural est un pois protéagineux de printemps. Les interventions réalisées sur l'essai sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : itinéraire technique réalisé

Date	Outil	Remarque
29 juillet 13	Moissonneuse	Récolte pois
8 août 13	Déchaumeur à ailettes	
17 octobre 13	Charrue	Profondeur 30 cm
29 novembre 13	Herse rotative	
29 novembre 13	Semis Blé	Variété Renan semée 400 grains/m ²
18 mars 14	Houe rotative	Désherbage
20 mars 14	Fertilisation	100 kg d'N/ha 11-4-0
21 mars 14	Herse étrille	Désherbage + enfouissement
28 mars 14	Herse étrille	Préparation pour semis
28 mars 2014	Semis des couverts	Semoir céréale sans pression sur les descentes

Pour le semis des couverts dans la culture de blé nous avons choisi d'utiliser le semoir pour essais (semoir en ligne à socs) en ne mettant aucune pression sur les descentes. Ainsi le semis se fait au ras du sol sans abîmer la culture en place. Le passage de herse étrille fut réalisé avant le semis afin de donner de la rugosité au sol, mais pas après semis pour ne pas enfouir les graines trop profondément.

OBSERVATIONS EN VEGETATION

L'année climatique fut très favorable au développement des couverts (cf. annexe 1) avec de nombreuses précipitations printanières. L'année fut également favorable au développement des adventices car depuis 2 ans les passages précoces de désherbage mécanique n'ont pas pu être réalisés à cause des précipitations. Sur le dispositif nous avons notamment eu une forte présence de folles avoines, avec la sous espèce germant au printemps (Avoine stérile ludovicienne) qui a germé jusqu'à tard au printemps (mai).

Prélèvement à la récolte du blé (cf. graphe n°1):

Ce prélèvement a plusieurs objectifs : apprécier le développement des couverts à la récolte, voir si le couvert engendre une concurrence sur le blé dans lequel il a été semé, et voir si les couverts permettent de contrôler le développement des adventices en végétation.

L'année climatique fut peu propice au développement du blé de part la présence régulière d'hydromorphie temporaire. Cette hydromorphie a causé une perte de pieds de blés (le nombre d'épis est inférieur au nombre de plantes levées) et a engendré un lessivage de l'azote ce qui a entraîné de fortes carences en azote.

Ainsi pour le nombre d'épis de blé, nous obtenons en moyenne 226,8 épis/m² ce qui est particulièrement faible, sans grandes différences entre modalités, les valeurs vont de 209 à 239 épis/m². L'analyse statistique n'est pas significative pour l'étude de cette composante. Les couverts ne semblent pas avoir influencé le nombre d'épis produit (cf. tableau 3), à l'exception peut être d'un petit effet négatif (non significatif) pour le trèfle violet mais cette différence peut également s'expliquer par une plus forte présence de folles avoines.

Les résultats du blé ne font pas apparaître de différence significative entre modalités que ce soit pour la biomasse totale (paille + grains), le rendement ou la teneur en protéines.

On n'observe pas non plus de différence significative au niveau de la biomasse des adventices, que ce soit pour les folles avoines ou pour la biomasse totale des adventices.

Ces premiers résultats tendent à montrer que pour le printemps 2014 les couverts végétaux n'ont pas concurrencés la culture du blé. Les abondantes précipitations du printemps ont probablement limité les risques de concurrence hydrique entre la culture et le couvert. La moindre production du blé (sans différence significative) pour la modalité avec le trèfle violet est difficile à interpréter car il n'est pas possible de savoir si le petit écart observé sur le blé est lié à la présence du couvert ou à la présence de la folle avoine ou des deux à la fois, on remarque que la biomasse totale blé + couvert + adventice est la plus importante sur cette modalité.

Vis-à-vis de l'effet bio-contrôle sur les adventices, nous pouvons dire que les couverts n'ont pas permis de limiter le développement des folles avoines qui fut important en 2014. Pour les autres adventices, les biomasses sont faibles et ne permettent pas de conclure. Toutefois compte tenu du faible développement des couverts à cette date, il est probable que leurs effets sur les adventices furent nuls.

Au niveau de la production des couverts, les biomasses produites à ce stade sont faibles à très faibles :

- Le trèfle blanc est présent au ras du sol, un peu clair, sa biomasse est très faible avec moins de 25 kg de matière sèche par hectare
- Le trèfle violet est le couvert le plus développé avec presque 300 kg de matière sèche par hectare
- La luzerne annuelle est bien présente, mais avec une biomasse d'un peu moins de 200 kg de matière sèche par hectare. Ce couvert est peu couvrant, visuellement la luzerne annuelle ressemble à la forme sauvage de la luzerne, la luzerne lupuline également appelée minette, présentant des petites feuilles crénelées, velues et peu couvrantes.

Observation de début septembre

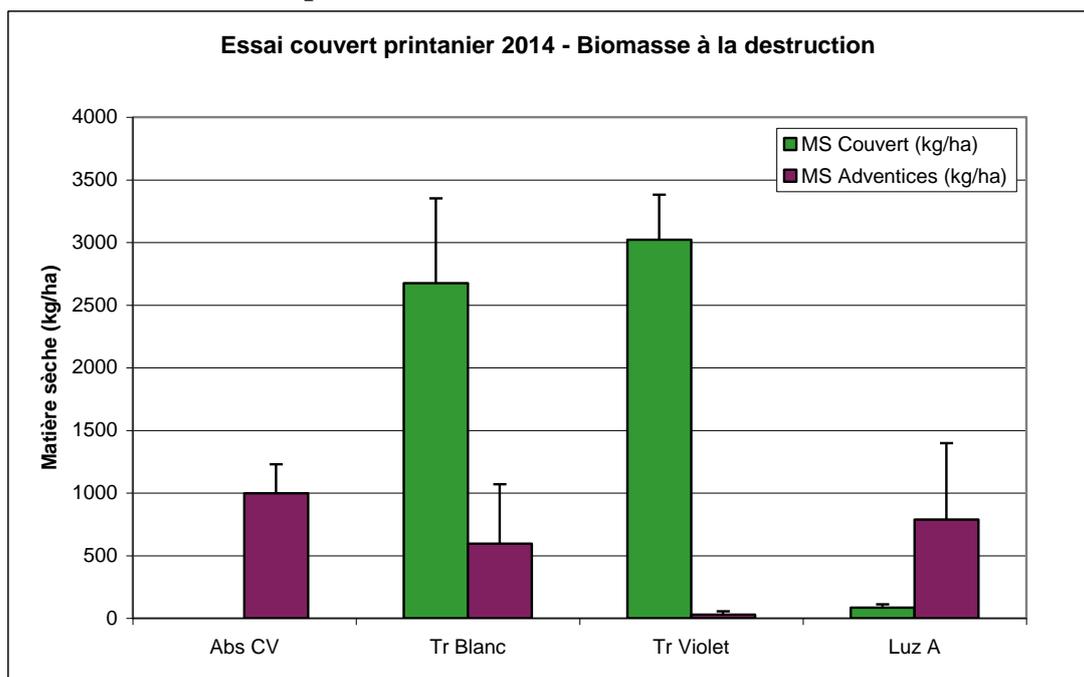
Des observations visuelles ont été réalisées lors d'une visite de l'essai le 12 septembre. A cette date le développement des couverts était le suivant :

- Trèfle blanc, très présent au ras du sol, beaucoup plus qu'en début d'été, mais il reste très court, inférieur à 10 cm de haut
- Trèfle violet, il est très présent, couvrant avec une hauteur d'environ 50 cm. Il est en fleur.
- Luzerne annuelle : cette espèce semble avoir souffert durant l'été, on observe de nombreux pieds ayant perdu des feuilles, et on observe des attaques d'oïdium. Ce couvert est clair est très peu couvrant.

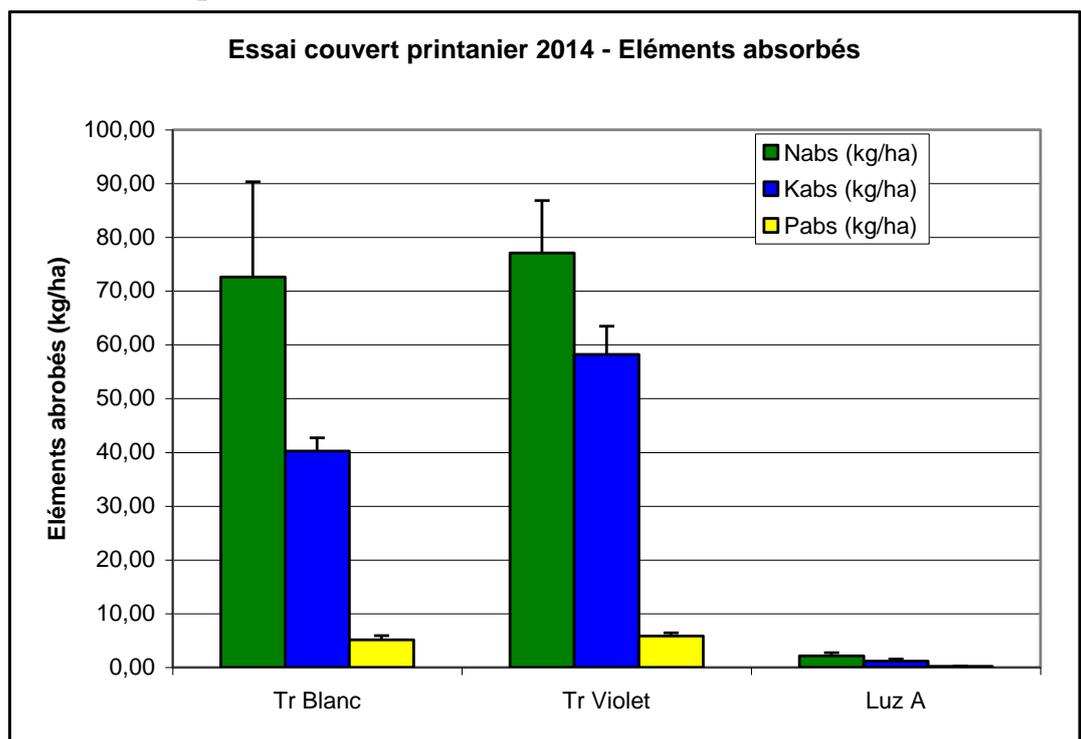
Tableau 4 : Résultats à la destruction

Couverts	Aucun	Tr. Blanc	Tr. Violet	Luz. Anuelle
Biomasse couverts (kg/ha)	-	2 675,5	3 021,1	85,0
Biomasse adventices (kg/ha)	997,4	596,3	29,6	787,3
N absorbé couvert (kg/ha)	-	72,6 a	77,1 a	2,1 b
K absorbé couvert (kg/ha)	-	40,3 b	58,2 a	1,2 c
P absorbé couvert (kg/ha)	-	5,1 a	5,8 a	0,2 b

Graphe n°2 : Matière sèche à la destruction



Graphe n°3 : Eléments minéraux absorbés à la destruction



Prélèvements à la destruction des couverts :

Les couverts ont été prélevés avant destruction le 30 octobre. Les résultats sont présentés dans le tableau 4 et le graphe n°2.

Lors des prélèvements, le trèfle blanc était très vigoureux avec de très nombreux stolons présents. Il était en train de se multiplier par voie végétative, avec un très fort recouvrement du sol. Le trèfle violet était moins couvrant au niveau sol et commençait à perdre ses feuilles. La luzerne annuelle était quasi inexistante, la quasi-totalité des feuilles avait disparu il ne restait que quelques tiges.

Les deux trèfles ont bien produit, avec 3 t_{MS}/ha pour le trèfle violet et 2,7 t_{MS}/ha pour le trèfle blanc. L'analyse de variance ne fait pas de distinction entre ces deux couverts en termes de biomasse à la destruction. Par contre la luzerne annuelle est loin derrière avec seulement 85 kg/ha de matière sèche, soit moins que lors du prélèvement à la récolte du blé.

Ainsi entre les deux trèfles testés, il semble que le trèfle blanc qui n'était pas encore en fleur lors de la visite de septembre, a continué sa croissance pendant l'automne et le début de l'hiver, alors que le trèfle violet, déjà fleuri, avait stoppé sa croissance lors du prélèvement.

En ce qui concerne les adventices, la variation importante du salissement entre répétitions ne permet pas d'obtenir de différences significatives. Toutefois on remarque :

- Que le témoin sans couvert est celui où la biomasse des adventices est la plus importante avec presque 1 t_{MS}/ha
- Le couvert avec luzerne annuelle, observé comme peu couvrant, présente un niveau d'adventices également élevé, proche du témoin avec 0,8 t_{MS}/ha
- Le trèfle blanc présente un peu moins d'adventices mais une quantité tout de même notable, car son effet couvrant a mis longtemps à se mettre en place, nous mesurons 0,6 t_{MS}/ha d'adventices
- Le trèfle violet semble très compétitif car très peu d'adventices sont présentes avec seulement 30 kg_{MS}/ha

La mise en place nettement plus rapide du trèfle violet lui permet probablement d'être beaucoup plus efficace pour la concurrence vis-à-vis des adventices.

Au niveau des éléments minéraux absorbés (cf. Tableau 4 et graphe n°3), les teneurs en azote et potassium contenues dans les parties aériennes sont identiques pour tous les couverts avec en moyenne 2,6% d'azote et 1,6% de potassium. Par contre la teneur en phosphore reste différente avec 0,25% dans la luzerne annuelle et des quantités équivalentes dans les deux trèfles avec 0,19%.

Les quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes sont équivalentes pour les deux trèfles avec en moyenne 75 kg d'N/ha, la luzerne annuelle est très en retrait avec seulement 2,1 kg d'azote absorbé par ha.

Pour le potassium, le trèfle violet permet les absorptions les plus importantes avec 58,2 kg de K/ha dans les parties aériennes, suivi par le trèfle blanc avec 40,3 kg de K/ha dans les parties aériennes, la luzerne annuelle présente toujours une valeur faible avec 1,2 kg de K/ha absorbé.

Pour le phosphore les deux trèfles ont absorbé des quantités équivalentes de l'ordre de 5 kg de P/ha, alors que la luzerne annuelle n'en a absorbé que 200 g.

Discussion sur les couverts semés au printemps sous couvert de blé :

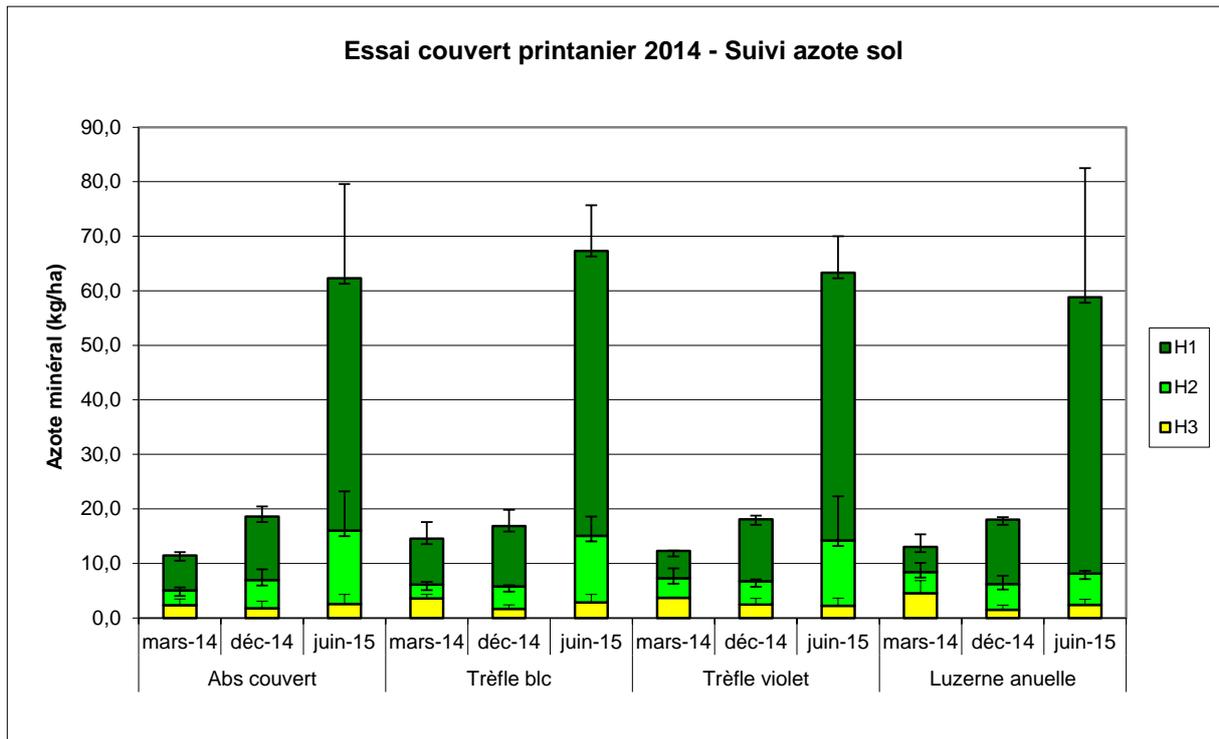
Trèfle blanc : se couvert à l'inconvénient d'être très lent à se développer, entre le semis fin mars et les observations de début septembre sa croissance fut très faible. Cette croissance lente pénalise son effet concurrentiel sur les adventices car ces dernières ont le temps de s'installer avant qu'il ne devienne concurrent. Par contre le trèfle blanc a beaucoup produit en automne ce qui lui a permis de rattraper la production du trèfle violet. Ce trèfle avait été choisi principalement pour observer son comportement pendant la période estival. Les conditions très humides de l'été n'ont pas permis d'étudier son comportement en période de sécheresse.

Trèfle violet : se couvert présente l'avantage de s'implanter rapidement, et cette année il a très bien couvert le sol dès le début de l'été ce qui lui a permis d'entrer en concurrence avec les adventices et ainsi de fortement diminuer leur pression. Sa croissance reste importante jusqu'à la floraison, ensuite la sénescence des feuilles le rend un peu moins compétitif en fin de cycle. Son cycle végétatif semble plus court que celui du trèfle blanc.

Luzerne annuelle : ce couvert a déçu, il s'est assez rapidement implantés mais s'est peu développé malgré un été humide. C'est une espèce très peu couvrante n'ayant pas d'effet sur la pression des adventices. De plus cette année son feuillage fut détruit par de l'oïdium. Compte tenu de son très faible développement, cette espèce n'est pas conseillée comme couvert en culture pure.

A l'issue de cette première année d'essai, le trèfle violet semble être le couvert le plus performant pour allier concurrence vis-à-vis des adventices avec une production de biomasse importante.

Graphe n°4 : suivi de l'azote minéral du sol (0-90 cm)



PARTIE 1.1 : Arrières effets des engrais verts semés sous couvert d'un blé

Après la destruction des couverts, il était prévu de suivre leurs arrières effets sur une culture de tournesol. L'itinéraire technique réalisé est présenté dans le tableau 5 ci-dessous :

Tableau 5 : itinéraire technique après couverts

Date	Outil	Remarque
12 décembre 2014	Charrue	Destruction des couverts
15 avril 2015	Herse rotative	Reprise 1
18 mai 2015	Déchaumeur à ailettes	Sur rond de chardons
18 mai 2015	Vibroculteur	Reprise 2
18 mai 2015	Semoir monograine	Semis tournesol 69 444 grains/m ²
29 juillet 2015	Broyeur	Destruction des rares tournesols
30 juillet 2015	Cover-crop	Déchaumage

Les précipitations de février et mars n'ont pas permis de reprendre le labour avant la mi-avril. Sous l'effet des pluies les sols étaient tassés en surface c'est pourquoi la herse rotative fut choisie afin de casser la croute et de bien détruire les adventices (cf. année climatique en annexe 2).

Les petites pluies de fin avril et début mai ont engendrées un petit décalage du semis, ce dernier fut réalisé sur un sol assez sec en surface. Après le semis, le temps est resté chaud et sec ce qui a fortement pénalisé les levées des tournesols, de plus ces derniers ont subi des attaques de taupins amplifiant les problèmes de levée. Fin juin il y avait très peu de tournesol sur la parcelle, la décision fut prise de les détruire pour pouvoir passer le déchaumeur afin de lutter contre les ronds de chardons.

Ainsi pour le suivi des arrières effets des couverts nous ne disposons que des prélèvements de sols réalisés le 25 juin. Il était prévu outre les mesures d'éléments minéraux dans la culture suivante, de suivre également l'enherbement après les différents couverts. Pour ce point les observations n'auraient probablement pas apportées d'information car après le semis du tournesol et malgré leur très faible présence, les adventices (à l'exception des chardons) ne se sont pas développées suite à la climatologie chaude et sèche.

Suivi azote sol : mise en place des couverts, destruction des couverts, après semis de la culture suivante (profondeur 0-90 cm).

Des prélèvements de sol furent réalisés : à l'implantation du dispositif (mars 2014), à la destruction (décembre 2014) et au mois de juin de l'année 2015. Ces prélèvements nous apportent des informations sur l'évolution de la teneur en eau des sols ainsi que sur les quantités d'azote minérale disponibles.

Du point de vue de la teneur en eau des sols, à aucune des trois dates de prélèvement nous n'observons pas de différence significative entre modalités. Ainsi nous pouvons dire que les couverts n'ont pas impacté la quantité d'eau dans le sol par rapport à la modalité sans couverts.

Pour ce qui est de l'azote (cf. graphe n°4), à la mise en place du dispositif les teneurs en azote du sol sont faibles avec en moyenne 12,4 kg d'N/ha sur 90 cm pour l'ensemble des 4 modalités. A la destruction du dispositif (décembre 2014) les quantités d'azote restent faibles avec 18 kg d'N/ha en moyenne sur 90 cm, toujours sans différence entre les modalités.

Nous n'observons pas une valeur supérieure sur la partie sans couvert ou après luzerne annuelle malgré des faibles biomasses produites en comparaison avec les deux modalités avec le trèfle.

Enfin au mois de juin de l'année suivante, où il y aurait dû avoir des tournesols, les quantités d'azote dans le sol sont plus conséquentes avec en moyenne 61 kg d'N/ha sur 90 cm, mais sans différence significative entre modalités.

Discussion sur les arrières effets.

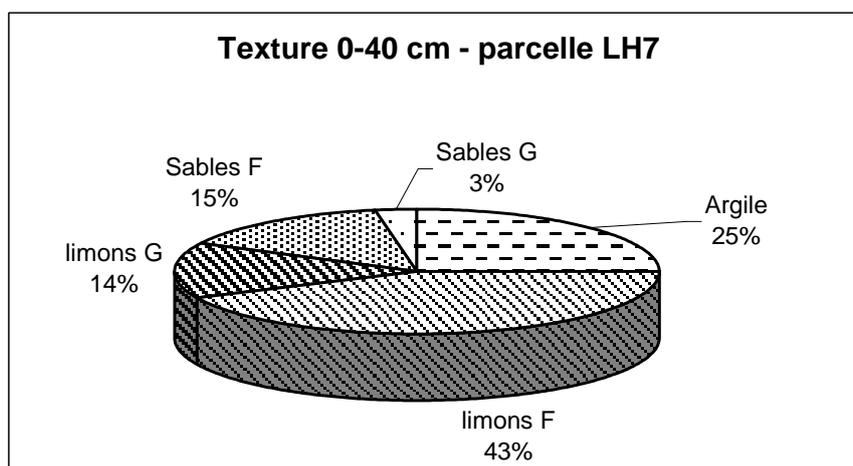
Les quantités d'azote disponibles pour la culture suivant le couvert végétal (couvert détruit en décembre et prélèvement de la culture suivante en juin) n'ont pas permis de mettre en évidence un effet « engrais verts » des différents couverts. Ce résultat est un peu surprenant compte tenu de la biomasse produite par les trèfles (de l'ordre de 3 t_{MS}/ha) correspondant à 75 kg d'N/ha dans leurs parties aériennes, et avec des C/N peu élevé (de l'ordre de 16). Toutefois des résultats de ce type ont déjà été observés et des résultats obtenus par ailleurs ont montré que l'effet « engrais vert » des couverts était significatif en tenant compte des effets cumulatifs de la pratique des couverts sur plusieurs années.

PARTIE 2.1 : Engrais vert semés en interculture

SITUATION DE L'ESSAI

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire profond, parcelle LH7, Cf. texture ci-dessous



TYPE D'ESSAI

Essai en blocs à trois répétitions, avec observations et mesures réalisées sur quatre placettes (cadre de 0,25 m² [0,5 m x 0,5 m]) par parcelle élémentaire.

FACTEURS ETUDIÉS

Le facteur étudié est le couvert végétal, les différents couverts sont présentés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Présentations des couverts automnaux

Espèces	Code	Dose semis (kg/ha)	Remarques
Absence couvert	CVE1	-	Témoin sans couvert
Féverole + vesce pourpre	CVE2	150 + 25	
Féverole + vesce commune	CVE3	150 + 25	
Féverole + Avoine rude	CVE4	150 + 40	
Féverole + Sarrasin	CVE5	150 + 50	1 espèce gélive

Les semences des différents couverts à l'exception de la féverole, ont été fournies par la société Semences de France.

Pour cet essai semé en interculture sur sol nu, le choix fut fait de mettre en place des mélanges bispécifiques associant de la féverole avec une autre espèce.

CONDUITE DE LA CULTURE

Le précédent cultural est un blé d'hiver. Les interventions réalisées sur l'essai sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7 : itinéraire technique réalisé

Date	Outil	Remarque
1 ^{er} août-14	Moissonneuse	Récolte BTH
1 ^{er} août-14	Déchaumeur à ailettes	Déchaumage
3 sept-14	Cultivateur	Profondeur ≈ 20 cm
4 sept-14	Herse rotative	
5 sept-14	Herse étrille	Enlever résidus
5 sept-14	Semoir pour essai	2 passages : 1) à 4-5 cm avec féverole, 2) 3-4 cm autres espèces
5 sept-14	Rouleau	Cultipacker
31 oct-14	Déchaumeur	Sur zone sans couvert pour lutter contre salissement
10 déc-14	Prélèvement couvert avec sarrasin	Gel du sarrasin
6 janv-15	Prélèvements autres couverts	Féverole détruite par l'anthracnose

Le semis fut réalisé dans de bonnes conditions, avec de la fraîcheur à quelques centimètres de profondeur. Le semis fut réalisé en deux fois, avec un semoir céréale en ligne. Une 1^{ère} fois avec la féverole semée à 4 ou 5 cm de profondeur et une 2^{ème} fois avec le même semoir, pour les autres espèces associées à une profondeur de 3 à 4 cm. Le passage de herse étrille avant semis sert à éliminer les résidus qui engendrent du bourrage dans le semoir pour essai.

En végétation un passage de déchaumeur à ailettes fut réalisé le 31 octobre sur les parcelles en sol nu (absence de couvert) afin de lutter contre le salissement.

OBSERVATIONS EN VEGETATION

Compte tenu de la climatologie favorable (température douce et sol humide) les levées furent rapides :

- Le sarrasin a levé en 1^{er}, le 12 septembre soit une semaine après le semis
- L'avoine rude a également levé rapidement, la levée fut notée le 13 septembre
- La vesce commune a levée le 14 septembre et la vesce pourpre le lendemain
- La féverole a levée en dernier, le 17 septembre.

Le sarrasin s'est très vite développé, le 8 octobre il était en fleur et fin octobre on observait des graines. Suite à une petite gelée le 10 décembre (-1,7°C), un prélèvement fut réalisé pour la modalité féverole + sarrasin car ce dernier avait gelé.

Le prélèvement de l'ensemble des couverts fut réalisé le 6 janvier, car à cette date la féverole était toute noire (à l'exception des feuilles sommitales pour quelques individus) détruite par l'anthracnose.

Graphe n°5 : Biomasse des couverts à la destruction

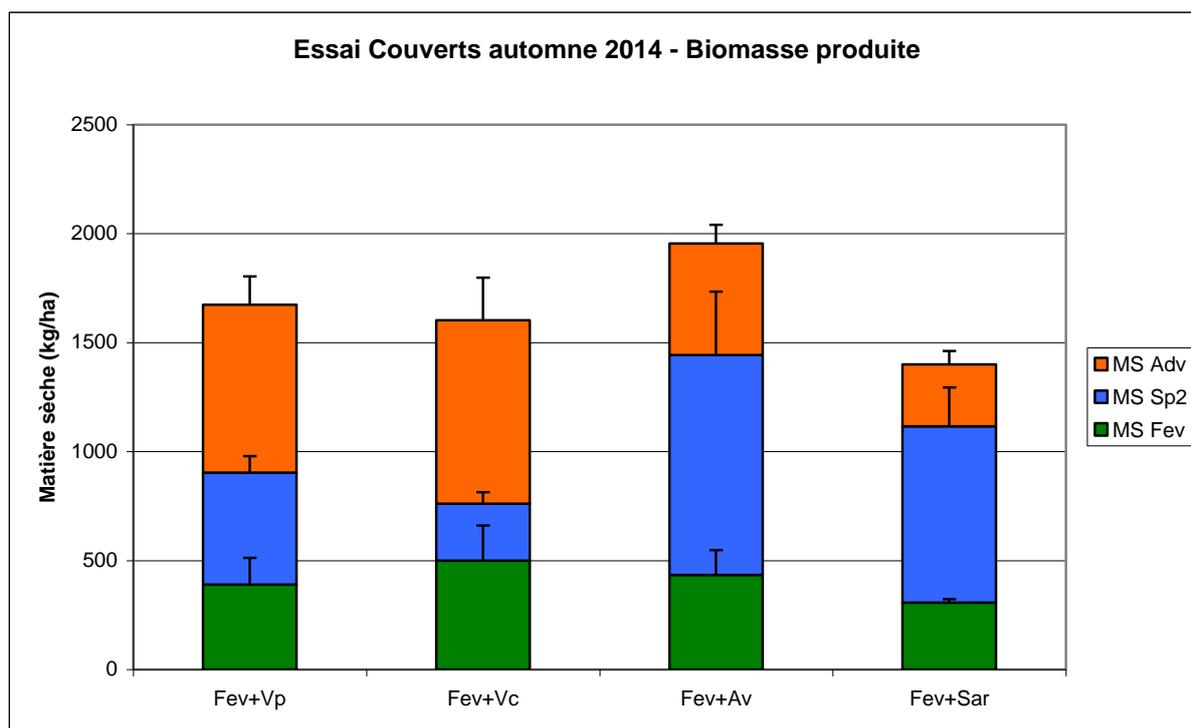


Tableau 8 : Prélèvements des couverts – Biomasse produite

	Fév+Vesce pourpre	Fév+Vesce commune	Fév+Avoine	Fév+sarrasin
Nb féverole/m ²	32,7	38,7	33,7	30,7
Biomasse féverole (kg/ha)	389,6	499,0	433,2	306,9
Nb sp 2/m ²	59,7	39,7	63,3	178,3
Biomasse sp 2 (kg/ha)	513,2 (bc)	261,6 (c)	1 009,4 (a)	808,4 (ab)
Biomasse couvert (kg/ha)	902,8 (b)	760,6 (b)	1 442,6 (a)	1 115,3 (ab)
Biomasse adventices (kg/ha)	770,9 (a)	842,2 (a)	512,8 (b)	284,7 (c)
Biomasse totale (kg/ha)	1 673,6	1 602,8	1 955,5	1 400,1
N absorbé féverole (kg/ha)	18,4	23,5	20,4	14,6
N absorbé sp 2 (kg/ha)	19,6 (ab)	9,2 (b)	22,5 (a)	14,7 (ab)
N total absorbé (kg/ha)	38,0	32,7	42,9	29,3
K absorbé féverole (kg/ha)	1,9	2,4	2,1	1,4
K absorbé sp 2 (kg/ha)	4,8 (b)	2,4 (b)	11,4 (a)	12,4 (a)
K total absorbé (kg/ha)	6,7 (b)	4,8 (b)	13,5 (a)	13,8 (a)
P absorbé féverole (kg/ha)	1,7	2,2	1,9	1,4
P absorbé sp 2 (kg/ha)	2,0 (b)	1,1 (b)	3,1 (a)	1,6 (b)
P total absorbé (kg/ha)	3,7 (b)	3,4 (b)	5,0 (a)	2,9 (b)

Prélèvements des couverts :

Les résultats qui vont suivre sont issus des deux prélèvements réalisés. Pour le couvert avec sarrasin, la biomasse du sarrasin provient du prélèvement de décembre, la biomasse de la féverole du prélèvement du 6 janvier. Pour les autres couverts les biomasses et dosages d'éléments minéraux sont issus du prélèvement du 6 janvier.

La biomasse des couverts (2 espèces + adventices) est présentée dans le graphe n° 5 et dans le tableau 8.

Les féveroles : la biomasse moyenne des féveroles au sein des couverts est de 407 kg de matière sèche par hectare ce qui est assez faible, la présence d'anthracnose ayant totalement détruit ces cultures a limité leur développement. L'analyse de variance ne distingue pas de différences de biomasse pour cette espèce, toutefois on constate une production un peu plus faible dans le mélange avec le sarrasin, et une production un peu plus forte pour le mélange avec la vesce commune. Pour ce dernier couvert la plus forte biomasse de féverole est peut être liée à un nombre de plants de féverole plus important, en effet sur cette modalité nous avons 38 féveroles/m² alors que sur les autres couverts, les densités varient entre 30 et 33 féveroles/m².

La 2^{ème} espèce (sp 2) : l'analyse de variance permet un classement de la biomasse de la 2^{ème} espèce au sein des couverts :

- L'avoine rude est l'espèce présentant la biomasse la plus forte avec 1 t_{MS}/ha
- Le sarrasin se place en 2^{ème} position avec une biomasse de 0,8 t_{MS}/ha
- La vesce pourpre vient ensuite avec une biomasse de 0,5 t_{MS}/ha
- La vesce commune est l'espèce ayant le moins produit avec à peine 0,3 t_{MS}/ha

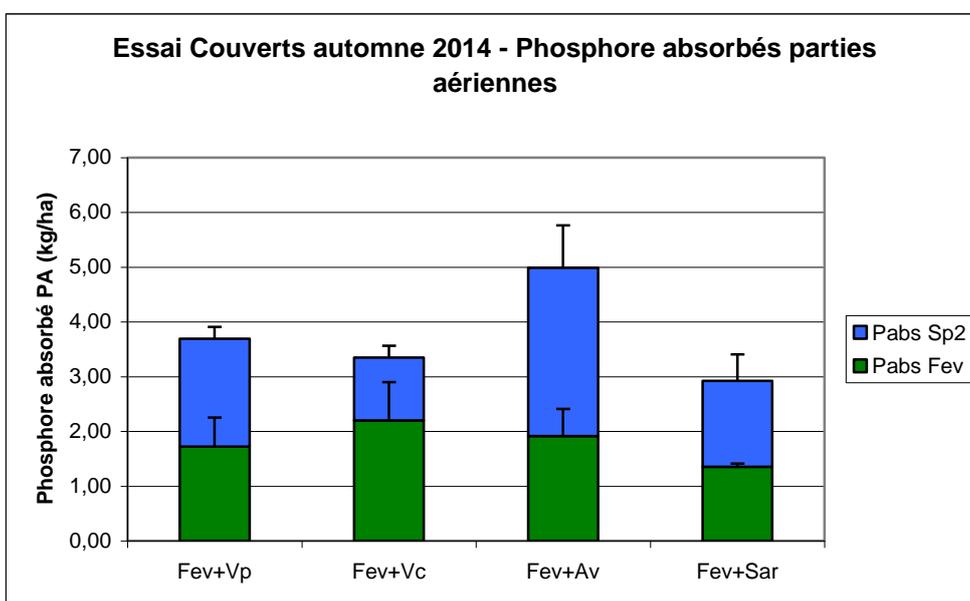
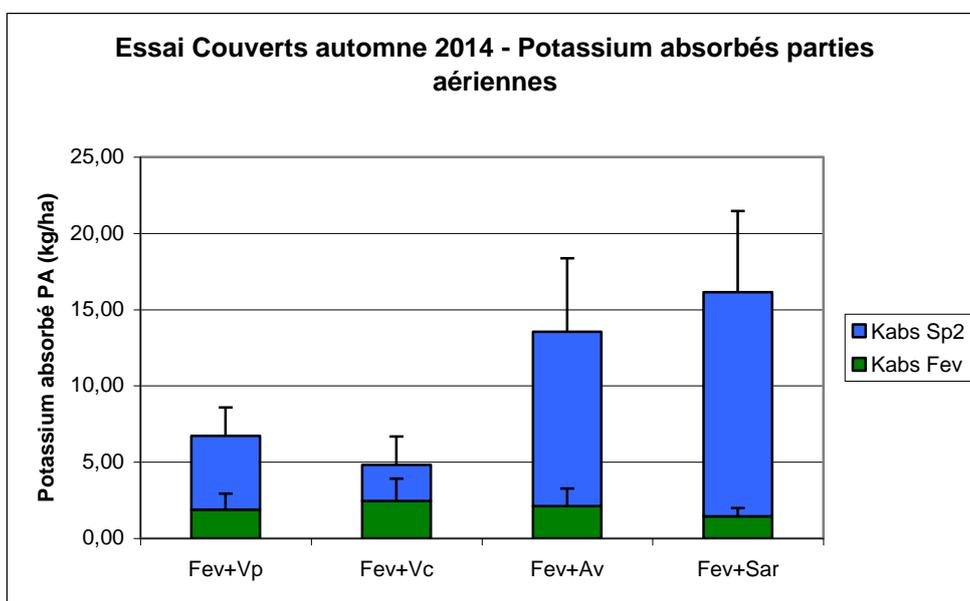
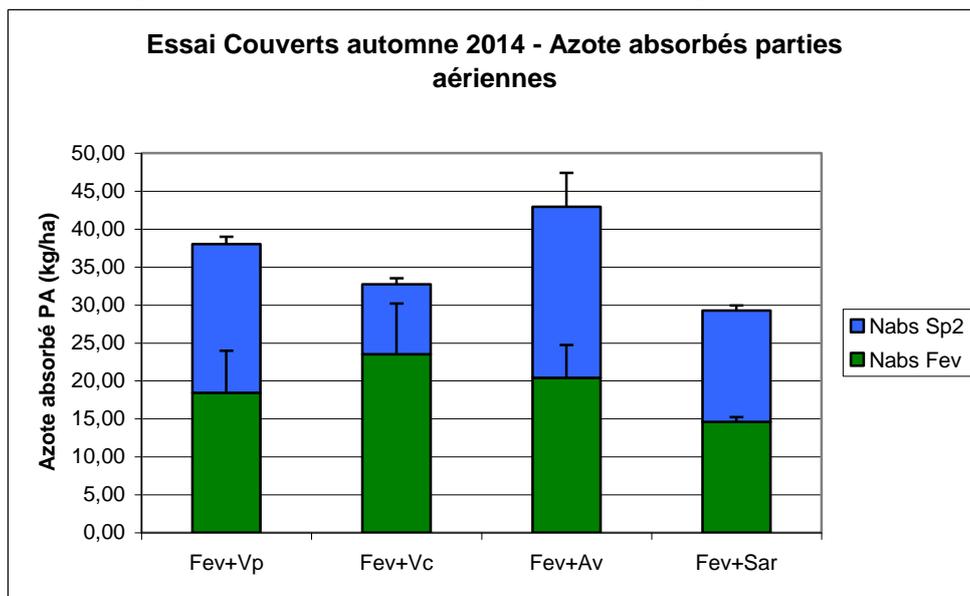
Le couvert : au niveau de l'ensemble du couvert (féverole + sp2) le classement pour la biomasse produite est identique à celui obtenu pour la 2^{ème} espèce. Comme la biomasse de féverole était équivalente pour l'ensemble des couverts, la biomasse totale des couverts est principalement liée à la biomasse de la 2^{ème} espèce.

Les adventices : De nombreuses adventices étaient présentes lors du prélèvement du 6 janvier : moutardes sanve, anthémis, coquelicot pour les principales ainsi que quelques laitersons, chénopodes et mercuriales. Toutefois du point de vue de la biomasse, la moutarde sanve est l'espèce très majoritaire car les autres espèces étaient au stade plantules.

L'analyse de variance permet de classer les modalités vis-à-vis des biomasses d'adventices présentes :

- Le couvert féverole + sarrasin est celui présentant la biomasse d'adventices la plus faible avec 0,3 t_{MS}/ha. Ce couvert n'étant pas le plus productif, et le sarrasin étant peu couvrant (et détruit depuis le 10 décembre par le gel), cette faible biomasse d'adventices est peut être à relier avec un effet allélopathique du couvert
- Le couvert féverole + avoine rude vient ensuite avec 0,5 t_{MS}/ha d'adventices. Ce couvert est celui qui a présenté la biomasse la plus élevée, ce qui est à mettre en relation avec la concurrence vis-à-vis des adventices
- Les deux couverts féverole + vesce ne se distinguent pas vis-à-vis des biomasses d'adventices, il présente en moyenne 0,8 t_{MS}/ha d'adventices.

Graphes 6 à 8 : éléments minéraux absorbés par les couverts



Les éléments minéraux (N-P-K) absorbés par les couverts sont présentés dans le tableau 7 et dans les graphes 6 à 8.

Les féveroles : les féveroles ont en moyenne absorbé 19,2 kg d'N/ha dans leurs parties aériennes sans différence significative entre modalités, même si les quantités absorbées pour les féveroles associées au sarrasin sont un peu plus faibles, de part une production également plus faible. Les teneurs en azote sont équivalentes sur toutes les modalités avec en moyenne 4,8% d'azote dans leurs parties aériennes.

Pour le potassium, les quantités absorbées sont faibles avec en moyenne 2 kg de K/ha absorbé dans leurs parties aériennes. A nouveau on n'observe pas de différence significative entre les féveroles des différentes modalités, la teneur moyenne en K est de 0,47%.

Pour le phosphore les quantités absorbées sont du même ordre de grandeur que le potassium avec en moyenne 1,8 kg de P/ha absorbé dans les parties aériennes, sans différence entre modalités, avec une teneur moyenne dans les parties aériennes de 0,44%.

La 2^{ème} espèce (sp 2) : pour l'azote, les quantités absorbées sont différentes selon les espèces. L'analyse statistique montre :

- Que l'avoine rude est la culture qui a le plus absorbé d'azote avec 22,5 kg/ha
- Inversement la vesce commune est la culture ayant le moins absorbé d'azote avec 9,2 kg/ha
- La vesce pourpre et le sarrasin se situent en position intermédiaire avec 17,1 kg/ha en moyenne d'azote absorbé.

Les différences observées sont liées à des différences de biomasse mais également de teneur en azote dans les parties aériennes. En effet la vesce pourpre (espèces qui a le moins produite) présente la teneur en azote la plus élevée (3,8%), suivi par la vesce pourpre (3,5%), puis par l'avoine rude (2,3%), le sarrasin est l'espèce présentant la teneur la plus faible (1,8%).

Pour le potassium, le sarrasin présente une teneur dans ces parties aériennes supérieures aux trois autres espèces (1,6% contre 1,0% pour les autres espèces). Compte tenu des biomasses produites et des teneurs mesurées, les quantités absorbées par la 2^{ème} espèce sont équivalentes pour le sarrasin et l'avoine rude (11,9 kg de K/ha) et significativement supérieures aux quantités absorbées par les vesces (3,6 kg de K/ha).

Pour le phosphore, on observe des différences de teneur entre les quatre espèces : la vesce commune présente la teneur la plus élevée avec 0,44%, vient ensuite la vesce pourpre avec 0,39%, puis l'avoine rude avec 0,31% et enfin le sarrasin avec 0,19%. Au niveau des quantités absorbées, l'avoine rude présente des quantités significativement plus élevées avec 3,1 kg de P/ha absorbé, que les autres espèces qui présentent une valeur moyenne de 1,6 kg/ha de P absorbé.

Ainsi pour la 2^{ème} espèce associée à la féverole on observe :

- Que l'avoine rude permet d'absorber les quantités d'éléments minéraux les plus importantes grâce à sa biomasse plus importante que les autres espèces
- Que le sarrasin maximise la quantité de potassium absorbé grâce à une teneur élevé pour cet élément
- Que les vesces présentent de faibles absorptions d'éléments minéraux de part une biomasse plus faible que l'avoine et le sarrasin.

Au niveau de l'ensemble du couvert (les 2 espèces), nous n'observons pas de différence significative pour les quantités d'azote absorbées entre les couverts. Pour les quantités de potassium absorbées, les couverts avec sarrasin et avoine rude présentent des quantités significativement plus élevées (13,7 kg de K/ha) que les couverts avec les vesces (5,8 kg de K/ha). Pour les quantités de phosphore absorbées c'est le couvert avec avoine rude qui présente des quantités significativement plus importante (5,0 kg de P/ha) que les trois autres couverts (3,3 kg de P/ha).

Discussion sur les couverts :

La première constatation vient du développement des féveroles qui fut limité par la pression de l'antracnose qui a détruit 90% du feuillage (féveroles toutes noires avec parfois les feuilles sommitales vertes). Cette observation confirmée par des partenaires ayant réalisé des essais sur les couverts tendent à dire que la féverole n'est pas adaptée pour un semis de fin août à début septembre.

Ensuite nous pouvons également dire que les couverts testés n'ont pas permis de maîtriser le salissement lors de leur période de croissance. Les biomasses d'adventices semblent tout de même être moins importante quand la biomasse du couvert est élevée, et on observe également que la biomasse des adventices est la plus faible avec le couvert intégrant du sarrasin, à nouveau se pose la question d'un éventuel effet allélopathique de cette culture.

Féverole + vesce pourpre : ce mélange présente une biomasse totale moyenne avec 0,9 t_{MS}/ha ce qui fait que ce mélange est peu compétitif vis-à-vis des adventices. Par contre il permet d'absorber des quantités d'azote assez importantes avec 38 kg d'N/ha dans les parties aériennes. Les quantités de potassium et de phosphore absorbé restent faibles par rapport aux autres couverts.

Féverole + vesce commune : ce mélange est celui qui a le moins produit de biomasse et qui présente la biomasse d'adventices la plus élevée. La vesce commune semble également avoir souffert de maladie cryptogamique, les feuilles ont présentées des traces d'oidium qui ont limité son développement. Ainsi ce mélange a absorbé peu d'éléments minéraux.

Féverole + avoine rude : ce mélange grâce à la présence de l'avoine rude présente la biomasse produite la plus élevée avec 1,4 t_{MS}/ha, grâce à cette biomasse il a permis de mieux gérer le développement des adventices que les mélanges avec les vesces. Ce mélange présente les quantités d'éléments minéraux absorbés les plus élevées que se soit pour l'azote, le potassium ou le phosphore.

Féverole + sarrasin : ce mélange produit une biomasse élevée (1,1 t_{MS}/ha) malgré une destruction plus précoce du sarrasin qui a gelé début décembre. La destruction du sarrasin par le gel n'a pas permis de constituer un mulch au niveau du sol, les feuilles se sont vite dégradées et les tiges sont restées droites. De part une faible teneur en azote dans le sarrasin, ce mélange présente la plus faible valeur pour les quantités d'azote absorbées. Inversement compte tenu de sa plus forte teneur en potassium, il permet les plus fortes absorptions pour cet élément. Pour le phosphore sa faible teneur ne permet pas à ce mélange d'absorber des quantités importantes. Par contre ce couvert, qui pourtant n'est pas celui qui a le plus produit, présente la biomasse d'adventice la plus faible avec 284 kg_{MS}/ha. On peut se demander s'il ne s'agit pas ici d'un effet allélopathique, car on observe également que c'est sur cette modalité que la levée de la féverole fut la plus faible.

Suite à cette première année d'essai, il semble que la mise en place de féverole ne soit pas adaptée à un semis de début septembre. Au niveau des couverts le choix doit se porter sur des espèces réalisant des biomasses élevées car la biomasse permet de maximiser les quantités d'éléments minéraux absorbés et de lutter contre les adventices. Les deux espèces les plus productives sont l'avoine rude et le sarrasin.

PARTIE 2.2 : Arrières effets des Engrais verts semés en interculture

Après ces couverts, la culture prévue dans la rotation est un soja cultivé sans irrigation. L'itinéraire technique réalisé est présenté dans le tableau 9 ci-dessous :

Tableau 9 : itinéraire technique réalisé

Date	Outil	Remarque
10 décembre 2014	Charrue	Parcelle hors zone de l'essai
6 janvier 2015	Cadres + sécateur	Prélèvements des couverts
12 mars 2015	Déchaumeur à ailettes	Destruction au champ
15 avril 2015	Herse rotative	Reprise 1
17 mai 2015	Déchaumeur à ailettes	Lutte contre chardons
18 mai 2015	Vibroculteur	Reprise 2
18 mai 2015	Semoir monograine	Semis soja Isidor à 555 556 grains/ha
18 juin 2015	Bineuse	
9 octobre 2015	Cadre + sécateur	Prélèvements soja + adventices
11 octobre 2015	Moissonneuse	Moisson de la parcelle

Observations en végétation

Les couverts furent prélevés le 6 janvier car les attaques d'antracnose avaient détruit la féverole qui commençait à perdre ces feuilles. Les prélèvements ont été réalisés manuellement mais la destruction de la plateforme n'était pas possible car les sols n'étaient pas suffisamment ressuyés. La destruction eu lieu le 12 mars car les sols ne furent jamais bien ressuyés avant cette date.

Sur la parcelle accueillant l'essai, nous avons le dispositif avec les couverts détruit au déchaumeur à ailettes, et le reste de la parcelle qui fut labourée en décembre. Les sojas sur les couverts n'auront donc pas reçu un travail profond.

L'itinéraire technique de reprise fut identique à celui réalisé sur l'autre dispositif (cf. partie 1.2) avec un semis un peu tardif du soja.

Les sojas ont bien levée, la date fut notée le 28 mai. Il y eu un seul passage de bineuse cette année car les conditions chaudes et sèches ont fortement limité le développement des adventices, les sojas sont restés très propre jusqu'à la fin août.

Courant juin, nous avons observé des différences visuelles de vigueur des sojas, en défaveur de ceux semés sur le dispositif couvert par rapport au reste de la parcelle. Cette différence semble surtout liée à l'itinéraire technique de labour sur la parcelle et de travail superficiel sur le dispositif après couverts. Fin août les différences visuelles n'étaient plus perceptibles entre les deux zones. Par contre le retour des précipitations le 31 août a engendré des levées de moutarde. Il y eu une grosse différence à nouveau entre la parcelle et la zone du dispositif des couverts avec presque aucune moutarde sur la parcelle et de nombreux pieds sur la zone après couverts. Il n'y avait pas de différence de pression moutarde en lien avec les différentes modalités de couverts, ainsi ce plus fort enherbement semble avant tout lié à nouveau à la différence de travail du sol en interculture.

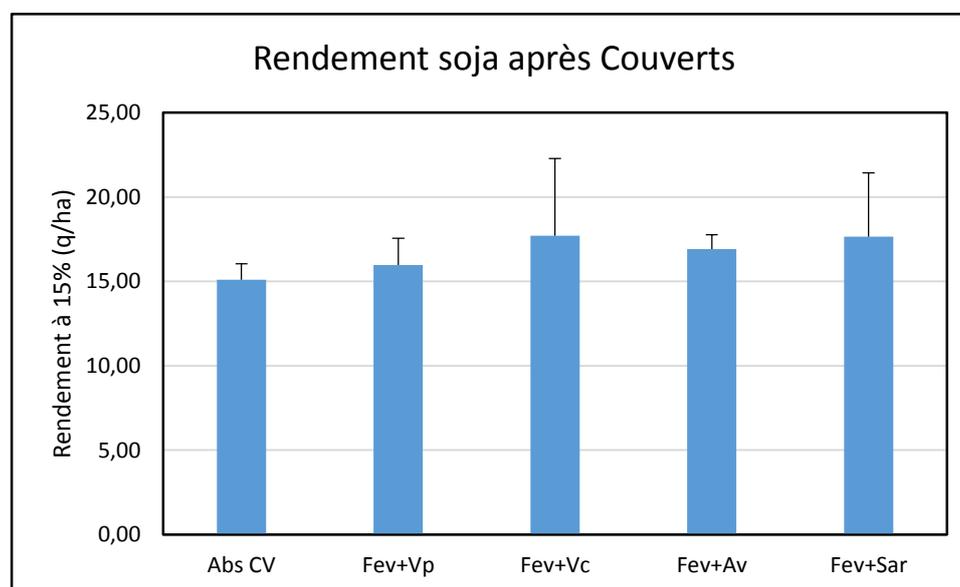
Les principaux facteurs limitant de la culture du soja furent : le stress hydrique lié aux conditions chaudes et sèches ainsi que la présence de pyrale du haricot sur des gousses de soja.

Tableau 10 : Composantes du rendement des sojas semés après couverts

Couverts	Plantes/m ²	Gousses/m ²	Grains/ gousses	PMG à 15% (g)	Rendement à 15% (q/ha)	% Protéines
Absence	47,33	483,33	1,64	196,1	15,1	48,1
Fev+Vp	46,33	481,33	1,70	196,9	16,0	48,8
Fev+Vc	45,00	504,33	1,73	201,2	17,7	48,0
Fev+Av	46,67	502,00	1,68	203,9	16,9	48,8
Fev+Sar	44,67	502,00	1,77	200,5	17,7	46,3

Tableau 11 : Biomasse produite après couverts

Couverts	BM- Tiges (kg/ha)	BM- Grains (kg/ha)	BM- Adventices (kg/ha)	N abs tige (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs soja (kg/ha)	N abs adventices (kg/ha)
Absence	2189,2	1283,8	826,8	36,4	99,0	135,3	28,5
Fev+Vp	2038,6	1357,8	678,5	30,9	105,9	136,8	25,1
Fev+Vc	1733,7	1505,3	614,7	23,8	114,4	138,2	23,6
Fev+Av	1926,0	1437,4	547,6	24,1	112,1	136,3	23,2
Fev+Sar	1958,2	1500,7	690,2	28,5	109,4	137,9	27,1

Graph n°9 : rendements des sojas près couverts

Résultats des prélèvements sur soja après couverts

Les composantes du rendement des sojas sont présentées dans le tableau 10 ci-contre. On observe très peu de différence entre les modalités. Malgré les conditions sèches à la levée, les pertes restent modérées avec une moyenne de 17% (la faculté germinative du soja exigée est de 80%). L'étude statistique de l'ensemble des composantes ne fait apparaître aucune différence significative entre modalités.

La composante la plus affectée est le nombre de gousses produite. Lors du traitement des échantillons, les sojas présentaient de nombreuses gousses sans grains qui n'ont pas été prise en compte. Le nombre de grains par gousse est lui aussi affecté, les valeurs habituelles sont légèrement supérieures à 2 alors que cette année la moyenne n'est que de 1,7. Le PMG fut lui aussi affecté, la variété Isidor présente régulièrement des PMG supérieurs à 250 g, cette année nous sommes autour des 200 g.

Le rendement moyen s'élève à 16,7 q/ha valeur un peu inférieure aux données moyennes, en lien avec le stress hydrique sans différence entre modalités (graphe n°9). Le rendement le plus faible est obtenu sur la modalité sans couvert, pour les modalités avec couverts la variation du rendement entre répétitions est plus importante.

Sur cet essai, les teneurs en protéines sont très élevées avec une moyenne de 47,9 % (graphe n°10). Malgré des différences entre modalités, nous n'obtenons pas de différence significative. On remarquera toutefois que les deux valeurs les plus élevées correspondent aux sojas après les couverts Fev+Vesce pourpre et Fev+Av. rude qui étaient les couverts ayant le plus fixé d'azote dans leurs parties aériennes.

Pour les biomasses produites (tige + grains) nous n'observons pas non plus de différence significative entre modalités (graphe n°11). Au niveau des biomasses d'adventices c'est la même chose. Attention aux valeurs, le fait qu'il y ait un peu plus d'adventices sur la modalité sans couvert provient d'une répétition sur les trois, cette différence n'est pas significative. Vis-à-vis des adventices, ce que l'on peut dire c'est qu'elles ont germées très tardivement (début septembre), et qu'il y avait quasi exclusivement que des moutardes. Il convient de noter que les moutardes étaient quasi absente sur le reste de la parcelle, il s'agit probablement d'un effet lié au travail du sol, sur la parcelle (conduite sans couvert) le sol fut labouré alors qu'après l'essai couvert il n'y eu qu'un travail réalisé au vibroculteur.

Au niveau des quantités d'azote absorbées par les sojas et les adventices (graphe n°12), les valeurs mesurées ne présentent aucune différence significative entre modalités. Si on regarde les sojas, on constate que les quantités totales (tige + grains) d'azote absorbées sont très proches les unes des autres avec 136,9 kg/ha en moyenne pour une gamme de valeur allant de 135,3 à 138,2 kg/ha. Si on regarde la répartition entre les tiges et les grains on constate que les sojas ayant le moins d'azote dans les tiges en ont plus dans les grains et inversement.

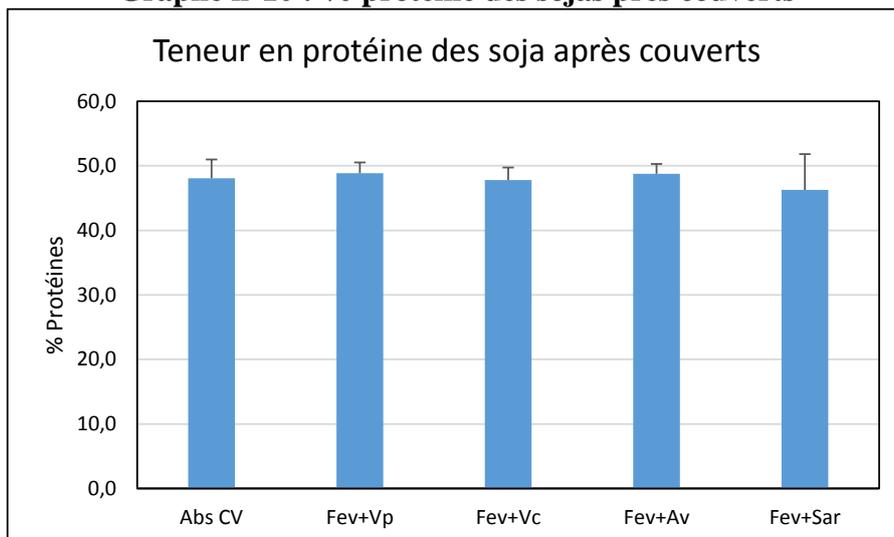
Suivi des teneurs en eau et en azote du sol sur 90 cm de profondeur (Cf. graphe n°13)

Trois campagnes de prélèvements de sols ont eu lieu : à la mise en place du dispositif (septembre 2014) après la destruction (mars 2015) et après la levée de la culture suivante (juin 2015).

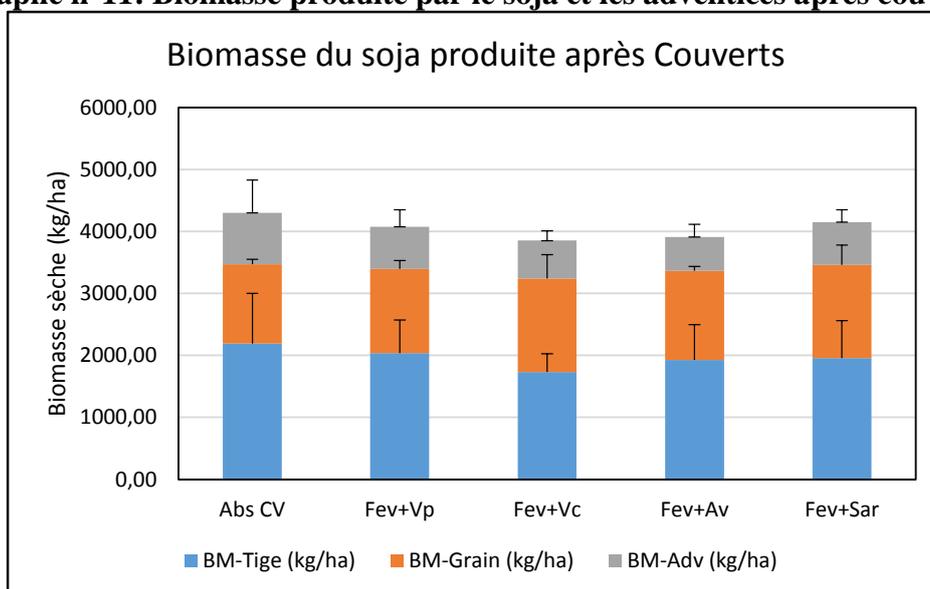
Au niveau de la teneur en eau des sols, nous n'observons aucune différence significative entre modalités pour les 3 dates, ainsi les couverts détruits début janvier n'ont pas impacté la quantité d'eau du sol pour la culture suivante.

Pour l'azote minérale, à l'implantation du dispositif après culture de blé, les quantités d'azote dans le sol sont en moyenne de 38,6 kg d'N/ha sans différence entre modalités.

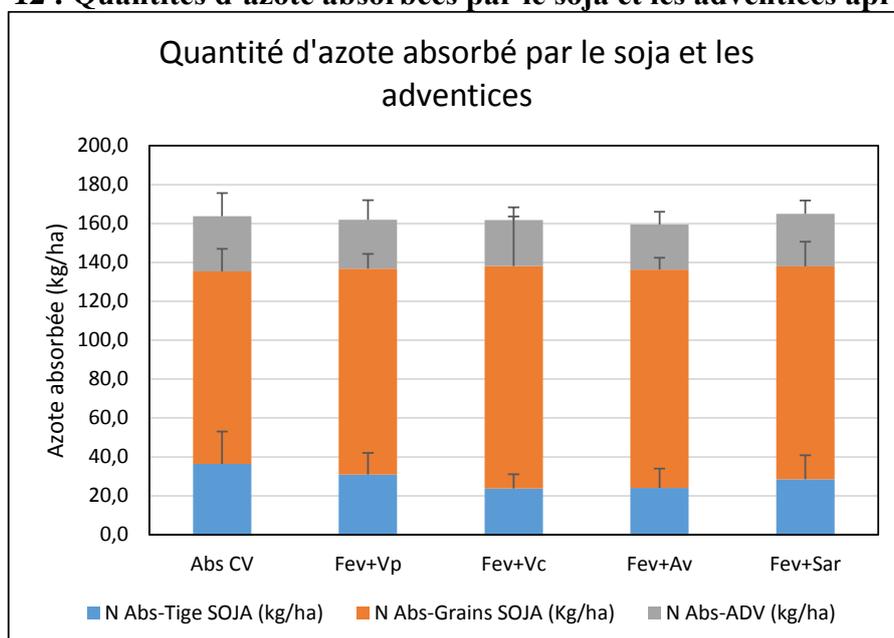
Graphe n°10 : % protéine des sojas près couverts



Graphe n°11: Biomasse produite par le soja et les adventices après couverts



Graphe n°12 : Quantités d'azote absorbées par le soja et les adventices après couverts



A la destruction, l'analyse de variance permet de mettre en évidence un effet piège à nitrate des couverts, la modalité sans couverts sort seule en tête avec 49,2 kg d'N/ha alors que pour les 4 modalités avec couverts nous avons de l'ordre de 18,1 kg d'N/ha. La quantité d'azote minérale fut donc fortement limitée en présence de couverts, ce qui est recherchée afin de ne pas perdre l'azote par lixiviation.

Au mois de juin, les quantités d'azote disponible sont importantes avec en moyenne 88,6 kg d'N/ha sur l'ensemble des modalités y compris sur celle en absence de couvert, mais sans différences significatives entre modalités.

Conclusion et discussion

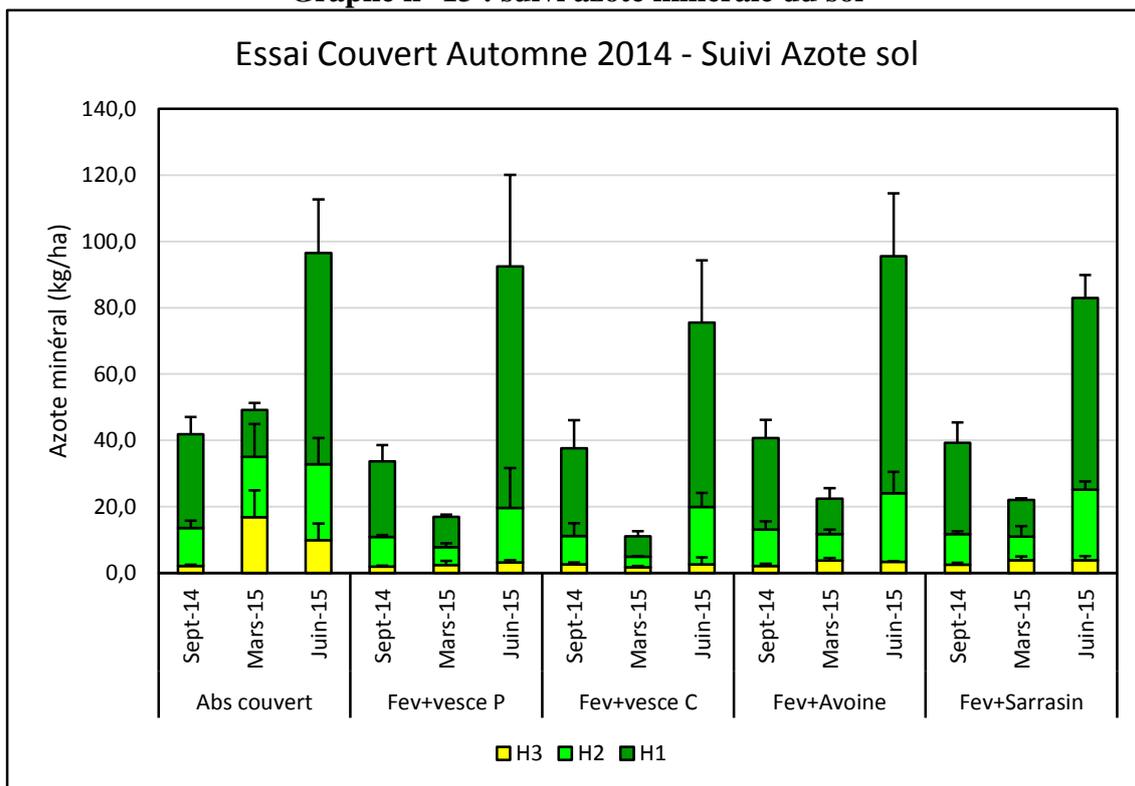
L'essai n'as pas permis de montrer de gain de rendement ou de teneur en protéine significatif après les couverts végétaux par rapport à l'absence de couvert, ni de différence entre les différents couverts testés. La culture du soja qui absorbe une quantité importante d'azote par fixation symbiotique n'est peut-être pas la plus adaptée pour observer ces différences. On peut également dire que la mise en place de couvert n'as pas impacté négativement les résultats des sojas par rapport à l'absence de couvert.

A nouveau, les suivis de l'azote du sol n'ont pas permis de montrer un effet « engrais vert » des différents couverts. Ici les résultats sont un peu moins surprenant que précédemment car les quantités totales d'azotes absorbées par les couverts étaient modérées variant de 21 à 38 kg d'N/ha dans leurs parties aériennes. Comme le taux de minéralisation dépend notamment du rapport C/N les valeurs moyennes prévoient de l'ordre de 15 à 30% de minéralisation pour des C/N compris entre 15 et 20 (ce qui est le cas pour la féverole + avoine et la féverole + sarrasin) et de 40 à 50% pour des C/N compris entre 10 et 12 ce qui est le cas des mélanges féverole + vesce. Ainsi compte tenu des quantités d'azote absorbées par les couverts de 32 à 42 kg d'azote/ha dans leur partie aérienne, les quantités disponibles pour la culture suivante restent relativement faibles, d'autant que les conditions de minéralisation ont pu être limitées par les conditions de sol sèches. Comme précédemment, il ne faut pas oublier que l'effet des couverts est principalement intéressant lors d'intégration régulière où on peut observer des gains cumulés sur plusieurs années.

Au niveau du développement des adventices, la présence de couvert en précédent cultural n'a pas permis de mieux gérer le salissement en végétation, les biomasses d'adventices restent équivalentes qu'il y ait eu ou non des couverts végétaux, à travail du sol équivalent.

Enfin le suivi des teneurs en eau du sol a permis de montrer qu'une destruction précoce des couverts (en janvier) n'impacté pas la réserve en eau du sol pour la culture suivante.

Graphe n° 13 : suivi azote minérale du sol



Annexe 1 : Année climatique 2013-2014 et incidences sur les cultures

La climatologie de la campagne est comparée à la moyenne des 20 dernières années.

1. Automne 2013 (septembre à novembre)

Températures : Les températures de l'automne sont plutôt douces (+0,8°C par rapport à la moyenne), avec un temps qui s'est rafraîchit de plus en plus à partir de mi-novembre. Les premières gelées sont apparues le 26 novembre avec un pic à -7,0°C le 28 novembre.

Précipitations : Après un début d'automne assez conforme à la moyenne, novembre se caractérise par un excès de précipitations avec 117 mm soit 57,6 mm de plus que la moyenne. Sur l'automne on enregistre un excédent de 48,7 mm par rapport à la moyenne.

Conséquences sur les cultures : septembre et octobre furent favorables aux travaux du sol. Bien que ces deux mois aient été humides, les travaux ont pu être réalisés sans tassement du sol. Par contre les pluies de novembre ont décalé les semis qui furent réalisés soit sur gel fin novembre, soit début décembre.

2. Hiver 2013-2014 (décembre à février)

Températures : l'hiver fut plus chaud que la moyenne avec +0,97°C. Toutefois décembre fut frais (-0,7°C), janvier très doux (+2,5°C) et février assez doux (+0,19°C).

Précipitations : elles furent abondantes sur la période avec un excédent de 87,9 mm. Décembre a commencé avec un temps frais et sec (-19,2 mm) mais fut suivi par un mois de janvier très arrosé (132,3 mm soit 75,2 mm de plus que la moyenne), et février fut également arrosé avec 73,7 mm (+31,8 mm par rapport à la moyenne).

Conséquences sur les cultures : le mois de décembre ayant débuté par un temps froid et sec a permis la réalisation des semis dans de bonnes conditions. La levée des cultures d'hiver fut satisfaisante avec un faible taux de perte à la levée. A partir de janvier les excès d'eau sont devenus importants ce qui a engendré de faibles enracinements à cause de l'hydromorphie et des pertes de pieds assez importantes. En effet pour toutes les céréales à pailles le nombre d'épis/m² est inférieur au nombre de plantes/m². Ces fortes précipitations ont également dû engendrer une perte d'azote par lixiviation. On notera également que des pluies violentes du 24 au 27 janvier ont engendré la présence de ravines sur les parcelles.

3. Printemps 2014 (mars à mai)

Températures : le printemps est légèrement plus chaud que la moyenne (+0,19°C) avec principalement un mois d'avril plus chaud que la moyenne (+1,7°C) alors que mai est plus frais (-1,5°C).

Précipitations : le cumul des précipitations est encore élevé (184,4 mm) toujours supérieur à la moyenne (+31,8 mm). Les pluies furent excédentaires en mars et mai.

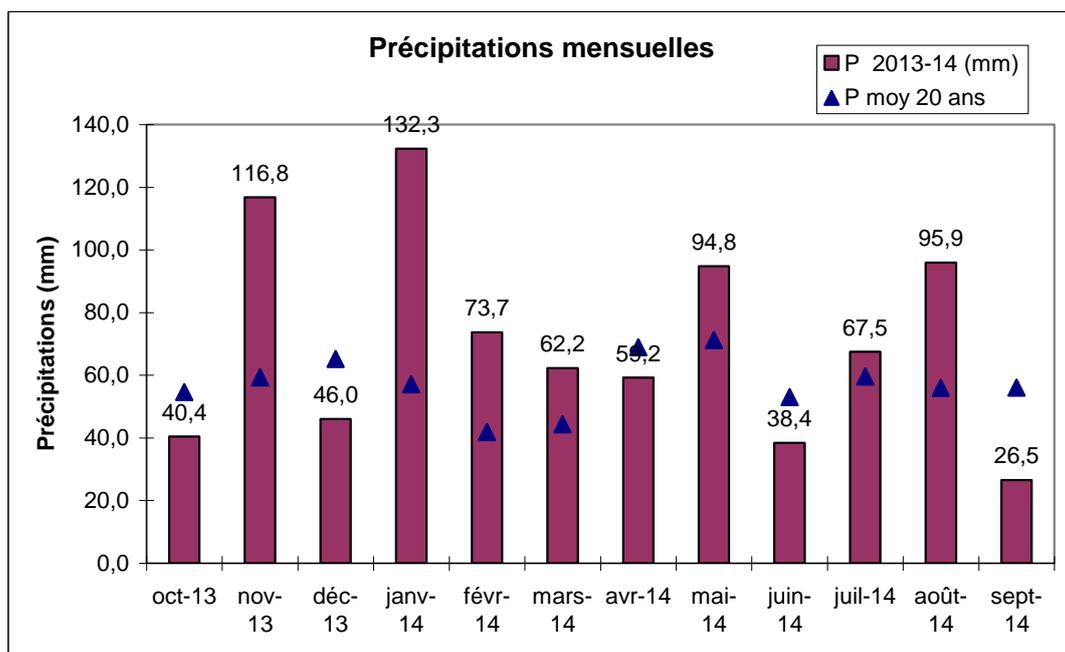
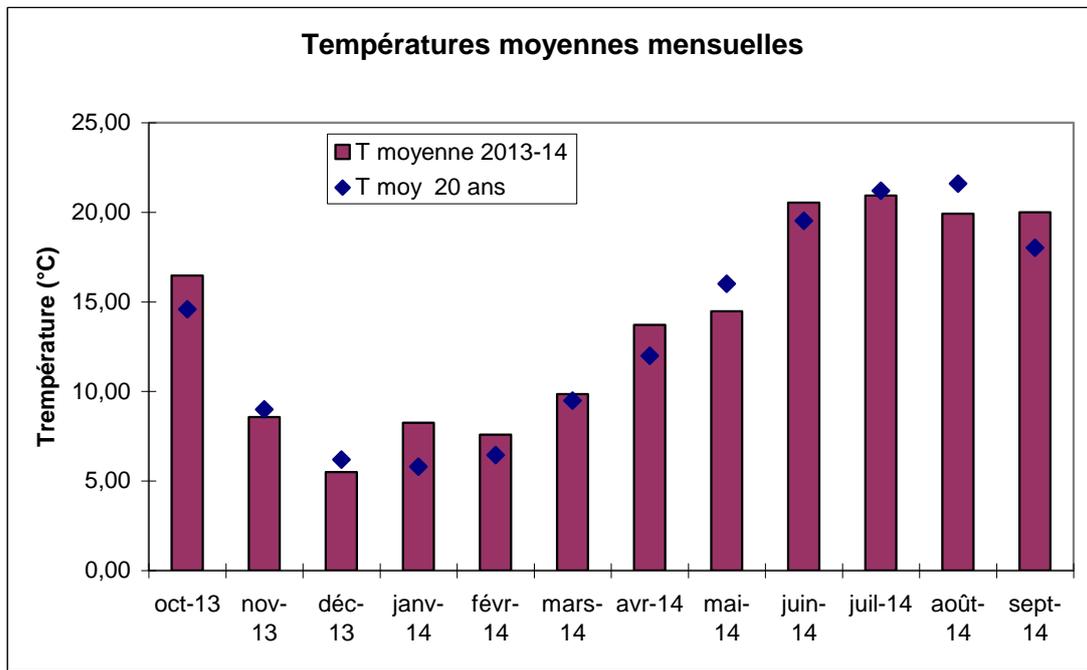
Conséquences sur les cultures : les fréquentes précipitations ont perturbé le développement des cultures en terme d'implantation. Même si l'hydromorphie n'était pas présente en surface il devait y avoir des excès d'eau dans les horizons colonisés par les racines. On ajoutera que dès le mois de mars une forte pression rouille jaune est apparue principalement sur la culture du blé tendre pour les variétés sensibles (Astaro, Pirénéo, Saturnus et flamenko). Au niveau des cultures d'été, une période de temps favorable a permis la réalisation des semis à une bonne date et dans de bonnes conditions, même si les reprises furent peu nombreuses (faible effet faux semis) et ont parfois engendré la formation de motte. Les orages de mai furent plutôt défavorables au tournesol, engendrant la formation d'une croûte qui a gêné la levée.

4. Eté 2014 (juin à août)

Températures : les températures estivales sont assez conformes à la moyenne, avec un mois de juin un peu plus chaud et un mois d'août un peu plus frais.

Précipitations : les précipitations estivales furent abondantes. Après un mois de juin faiblement arrosé, juillet et surtout août (96 mm) furent pluvieux, on obtient 202 mm de précipitations sur l'été pour une moyenne sur 20 ans de 168 mm.

Conséquences sur les cultures : pour les cultures d'hiver, la principale contrainte concerne les abondantes précipitations de juillet qui ont fortement perturbé les moissons. Sur les essais elles furent peu décalées (17 juillet) mais pour les parcelles elles furent tardives (30 juillet au 1^{er} août). Pour les cultures d'été la climatologie leur fut très favorable, avec un mois de juin chaud qui a permis des levées rapides et un été bien arrosé ayant limité les stress hydriques.



Climatologie campagne 2014-2015

Les références à la moyenne concernent la moyenne des 20 dernières années

Automne 2014 (septembre à novembre)

Les mois de septembre et octobre se caractérisent par une climatologie chaude et sèche : +1,85 °C en septembre et +2,5°C en octobre et pour les précipitations seulement 51,6 mm sur ces deux mois soit un déficit de 55,3 mm. En novembre les températures furent chaudes (+3,35°C) notamment lors de la 3^{ème} décennie. Les précipitations furent plus abondantes qu'en moyenne (89,4 mm) mais n'ont pas permis de récupérer le déficit antérieur. On notera un épisode orageux violent le 14 novembre ayant engendré des ravines.

Hiver 2014-2015 (décembre à février)

En décembre et janvier, les températures furent proches de la moyenne (+0,15°C et -0,03°C) par contre février fut plus froid avec un écart de -1,12°C. On notera toutefois les températures minimales les plus fraîches les 31 décembre et 1^{er} janvier avec -6,5°C, en février les gelées n'ont pas excédée -5,5°C. Au niveau des précipitations, décembre et janvier sont déficitaires (-15,7 et -24,1 mm) alors que février est excédentaire avec +29,6 mm. Malgré de faibles précipitations en janvier, les pluies furent fréquentes et les brouillards matinaux n'ont pas permis la réalisation de désherbage mécanique précoce car les sols ne furent jamais complètement ressuyés.

Printemps 2015 (mars à mai)

Le printemps fut plutôt chaud, notamment en avril (+1,44°C avec une température maximale de 28,4°C le 14 avril). Des températures élevées ont été enregistrées autour du 11 mai avec un maximum pour ce jour à 30,6°C. Du point de vue des précipitations, après un mois de mars un peu plus arrosé qu'en moyenne (+16,9 mm) le temps sec a commencé à s'installer en avril (-11,7 mm) et surtout en mai avec 25,2 mm soit 48 mm de moins que la moyenne.

Été 2015 (juin à août)

L'été fut particulièrement chaud et sec. Les mois de juin et juillet sont très chaud présentant tous deux une température moyenne supérieure de 1,9°C à la moyenne des 20 dernières années, août fut un peu plus doux, surtout chaud en fin de mois. Les mois de juin et juillet furent également assez sec tout comme le mois d'août car son petit excédent de précipitations (+19,5 mm) est surtout lié à un orage de 35,1 mm survenu le 31 août. Il convient de préciser que les données issues de la station météo de La Hourre (située à 5,2 km à vol d'oiseau de celle de météo France) montre que l'été fut plus sec à La Hourre avec -9,2 mm en juin, -26,7 mm en juillet et -37,8 mm en août soit un cumul de 135,1 mm à la station météo France et seulement 61,4 mm à la station de La Hourre. L'orage des 8 et 9 août a apporté 24 mm à la station météo France et seulement 6 mm à La Hourre.

Conséquences pour les cultures

Les conditions sèches du début de l'automne furent peu favorables aux faux semis compte tenu des faibles précipitations. La croissance des couverts, et notamment des repousses de féveroles fut limité par ce temps sec. Malgré un mois de novembre pluvieux, les semis d'automne ont pu être réalisés en bonnes conditions et aux bonnes dates. Par contre les conditions favorables au développement des cultures (eau et chaleur) l'ont été également pour les adventices. Malgré des précipitations faibles en décembre et janvier, les brouillards et pluies régulières n'ont pas permis au sol de se ressuyer et donc de réaliser les interventions de désherbage mécanique au bon moment vis-à-vis du stade de développement des adventices. Les précipitations de mars furent assez favorables à l'efficacité de la fertilisation organique. Par contre le temps chaud et sec du printemps a pénalisé les cultures d'hiver engendrant des

conditions échaudantes sur céréales à pailles et des avortements de fleurs et de jeunes gousses sur féverole.

Pour les cultures de printemps (lentille), les précipitations de mars n'ont pas permis de semer les lentilles avant la mi-avril, celles-ci ont ensuite été fortement pénalisées par les conditions chaudes et sèches.

Pour les couverts végétaux, après une levée satisfaisante, ils furent vite pénalisés par un temps chaud et sec qui a perduré tout l'été limitant fortement leur développement.

Pour les cultures d'été, les sols étaient secs et repris en masse ce qui a nécessité plusieurs passages pour les affiner. Le semis fut réalisé un peu tardivement (18 mai). Après le semis, la climatologie fut chaude et sèche ce qui a pénalisé les cultures. Les sojas situés sur parcelle à bonne réserve en eau ont réussi à lever ce qui ne fut pas le cas pour les tournesols situés sur des sols moins profonds (en lien également avec des attaques de taupins). Ainsi la parcelle en tournesol n'a pas levé. Le soja a levé, et le temps fut propice à une très bonne maîtrise des adventices. En fin de cycle les sojas présentaient des traces d'avortement de gousses, et lors des prélèvements manuels nous avons constaté un nombre important de gousse vide ou présentant un faible nombre de grains.

