

# 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 Campagnes 2015 et 2016



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  
[loiccreab@gmail.com](mailto:loiccreab@gmail.com) ou  
[laurentcreab@gmail.com](mailto:laurentcreab@gmail.com)

Le CREAB MP est membre du



Mars 2017

### Action réalisée avec le concours financier :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, de l'Agence de l'Eau Adour Garonne et du Ministère de l'Agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (CASDAR)<sup>1</sup>



<sup>1</sup> La responsabilité du Ministère en charge de l'agriculture ne saurait être engagée





**Résultats des essais :**  
**Couverts végétaux en AB**  
*Campagnes 2015 et 2016*



### **PRESENTATION ET OBJECTIF DES ESSAIS**

L'objectif général de ces essais est de fournir des conseils aux producteurs sur : i) les itinéraires techniques (choix des espèces et interventions culturales) pour la mise en place de couverts végétaux selon leur période d'implantation, ii) de donner des informations sur la biomasse produite et les quantités d'éléments minéraux prélevés par les couverts et iii) de quantifier les quantités d'azote disponibles pour la culture suivante. Pour cela, deux dispositifs sont mis en place chaque année correspondant à des périodes d'implantation différentes. La 1<sup>ère</sup> période d'implantation se situe au printemps avec le semis de couverts végétaux sous couvert d'une céréale à paille, la deuxième période d'implantation se situe en fin d'été / début d'automne en interculture. Pour le dispositif semé au printemps il s'agit de tester des légumineuses pures, pour celui testé à l'automne il s'agit de mélange bispécifique associant une légumineuse à une non légumineuse. 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.

Il est également prévu de réaliser un suivi en 2<sup>ème</sup> année pour mesurer les quantités d'azote minéral disponibles au semis de la culture suivante pour les différents couverts, et l'impact de ces derniers sur la culture suivante : rendement, qualité, ainsi que le développement des adventices.

Le CREAB MP tient à remercier l'UMR AGIR de l'INRA Toulouse pour l'aide apportée à ces essais aussi bien pour la réalisation des analyses de sols, le choix des couverts et son appui pour le protocole et l'interprétation des résultats.

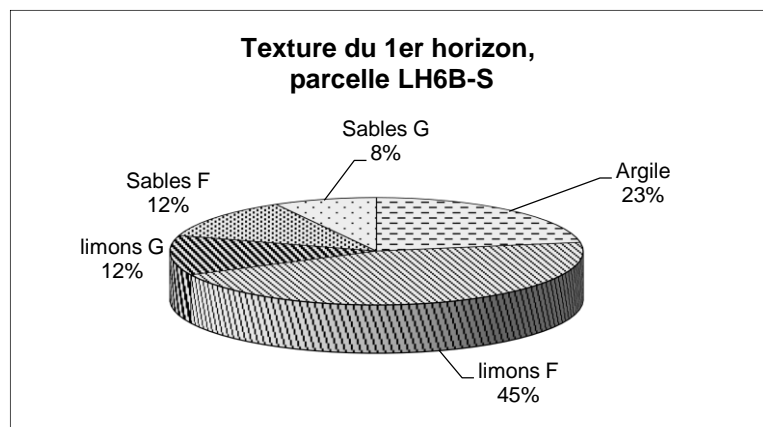


## PARTIE 1.1 : Engrais verts semés sous couvert d'un blé

### SITUATION DE L'ESSAI

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire profond, parcelle LH6B-Sud, 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 m<sup>2</sup> : 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	Pastor	10	Référence actuelle
Luzerne méditerranéenne	CV4	Icon	12	Remplacement de la luzerne annuelle testée l'an dernier

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.



## CONDUITE DE LA CULTURE

Le précédent cultural est une féverole d'hiver, les nombreuses repousses observées suite à un été humide ont été conservées comme couvert végétal. La culture mise en place est un blé tendre d'hiver. Les interventions réalisées sur l'essai sont présentées dans le tableau 2.

**Tableau 2 : itinéraire technique réalisé**

Date	Outil	Remarque
29 juil-14	Moissonneuse	Récolte féverole
17 oct-14	Déchaumeur à disques	Biomasse : féverole = 1,12 t <sub>MS</sub> /ha + adventices = 1,15 t <sub>MS</sub> /ha
12 nov-14	Cultivateur	Profondeur ≈ 20 cm
13 nov-14	Herse rotative + semoir en ligne	Semis BTH Renan à 180 kg/ha
12 mars 2015	Epandeur centrifuge	Apport fertilisant 10-4-0 à 800 kg/ha (80 unités d'N)
12 mars 2015	Herse étrille	Enfouissement + préparation pour petites graines
12 mars 2015	Semoir pour essai	Semis des couverts
2 juillet 2015	Moissonneuse	Récolte blé

Le blé Renan a été semé à 180 kg/ha avec une semence certifiée AB d'un PMG de 52g, soit une densité de 346 grains/m<sup>2</sup>. Les levées furent rapides compte tenu des conditions climatiques favorables (cf. annexe 1 année climatique), la date de levée fut notée au 24 novembre.

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. Le semis des couverts fut réalisé alors que le blé était au stade plein tallage.

## OBSERVATIONS EN VEGETATION

### Développement des couverts :

Les couverts ont rapidement levés après le semis grâce aux précipitations reçues (39 mm entre le semis et fin mars) et aux températures assez douces, conformes à la moyenne sur 20 ans. Le mois d'avril fut moins arrosé qu'en moyenne (53,9 mm pour une moyenne de 65,6 mm) et les températures furent plus élevées qu'en moyenne (13,5°C pour une moyenne de 12,0°C). Les mois de mai et juin furent sec et chaud ce qui a pénalisé le développement des couverts. L'été fut également sec et chaud ce qui ne leurs a pas permis de bien se développer pendant la période estivale.

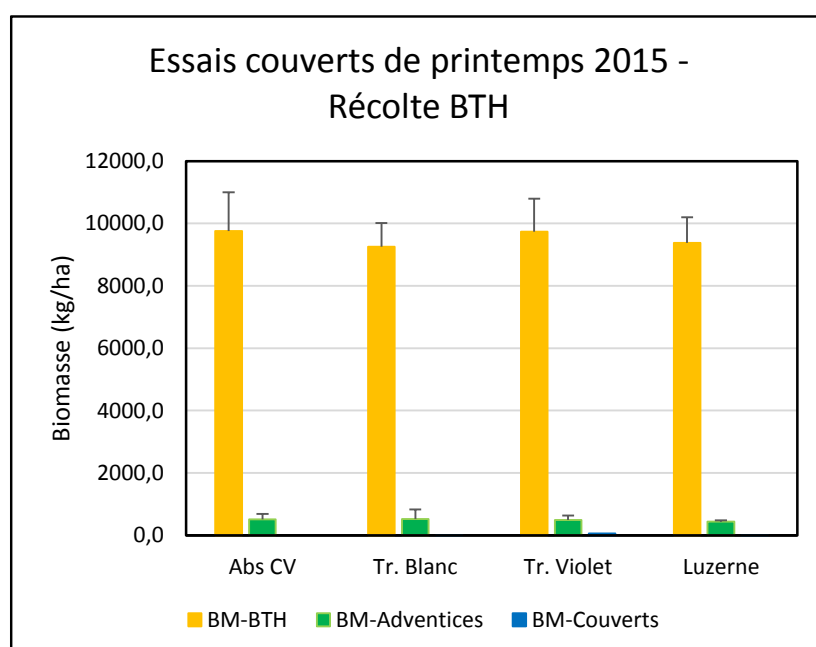
### Prélèvement à la récolte du blé (tableau 3 et graphe n°1):

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.



**Tableau 3 : Résultats à la récolte du blé**

Couverts	Aucun	Tr. Blanc	Tr. Violet	Luzerne
Epis/m <sup>2</sup> BTH	402,0	370,7	396,7	391,3
Biomasse BTH (pailles + grains) kg/ha	9760,9	9255,0	9734,6	9376,0
Biomasse adventices (kg/ha)	509,7	523,1	490,1	442,2
RDT BTH à 15% (q/ha)	42,2	39,7	42,5	40,6
PMG BTH à 15% (g)	46,7	47,1	46,6	47,5
% Protéine BTH	9,5	9,0	9,4	9,4
PS (kg/hl)	78,5	78,5	78,4	78,3
Biomasse couvert (kg/ha)	-	4,8	59,9	9,1

**Graphe n°1 : prélèvement à la récolte du blé****Tableau 4 : Résultats à la destruction**

Couverts	Aucun	Tr. Blanc	Tr. Violet	Luzerne
Biomasse couverts (kg/ha)	-	1004,0	741,4	509,5
Biomasse adventices (kg/ha)	1103,1 a	599,4 ab	724,1 ab	373,6 b
N absorbé couvert (kg/ha)	-	28,3	21,7	19,8
N absorbé adventices (kg/ha)	29,5 a	14,3 b	18,2 ab	9,8 b
K absorbé couvert (kg/ha)	-	14,9 a	12,3 a	8,3 b
K absorbé adventices (kg/ha)	24,6 a	13,3 ab	14,8 ab	7,5 b
P absorbé couvert (kg/ha)	-	1,79	1,27	1,36
P absorbé adventices (kg/ha)	3,5 a	1,8 ab	2,2 ab	1,1 b
N absorbé CV+Adv (kg/ha)	29,5	42,6	39,9	29,6
K absorbé CV+Adv (kg/ha)	24,6	28,2	27,1	15,8
P absorbé CV+Adv (kg/ha)	3,5	3,6	3,4	2,5

Le premier constat est que le développement des couverts est quasi nul le 1<sup>er</sup> juillet en lien avec les conditions sèches et du fait de la concurrence par le blé. La valeur un peu plus élevée pour le trèfle violet est à modérer car elle est issue d'une valeur plus importante présente sur une seule des trois répétitions.

Au niveau du blé tendre on n'observe aucune différence significative entre les modalités, que ce soit pour les densités épis, le rendement, la teneur en protéine ou le poids spécifique. La biomasse totale est un peu moindre pour le blé avec le trèfle blanc mais ceci vient plus de l'hétérogénéité des sols que d'un effet compétitif du couvert qui n'a produit que 5 kg de matière sèche par hectare. De plus cette différence ne s'observe pas au niveau du rendement grain.

Nous n'observons pas non plus de différence significative pour les biomasses des adventices, mais ces dernières sont faibles et ne représentent en moyenne que 4,9% de la biomasse totale produite. Les adventices présentes étaient : l'anthémis cotule, la moutarde sanve et des coquelicots.

Compte tenu des très faibles développements des couverts à cette période nous pouvons dire que ces derniers n'entrent pas en compétition avec le blé, et qu'ils ne permettent pas non plus de contrôler les adventices sur la fin de cycle du blé, les biomasses d'adventices sont équivalentes avec ou sans couvert.

#### **Prélèvements à la destruction des couverts :**

Les couverts ont été prélevés les 1 et 2 décembre 2015, la destruction eu lieu le 7 décembre avec une charrue déchaumeuse (absence de rasette, profondeur  $\approx$  20 cm). La biomasse produite par les différents couverts et les adventices est présentée dans le tableau 4 et le graphe n°2.

Le développement des couverts végétaux lors de cette année sèche présente une certaine hétérogénéité. Pour les deux trèfles, la biomasse mesurée sur le bloc 3 est nettement plus importante que celle observée sur les deux autres blocs, ainsi cette variation ne permet pas de distinguer des différences significatives pour la biomasse produite, même si le trèfle blanc en moyenne produit le double de la luzerne.

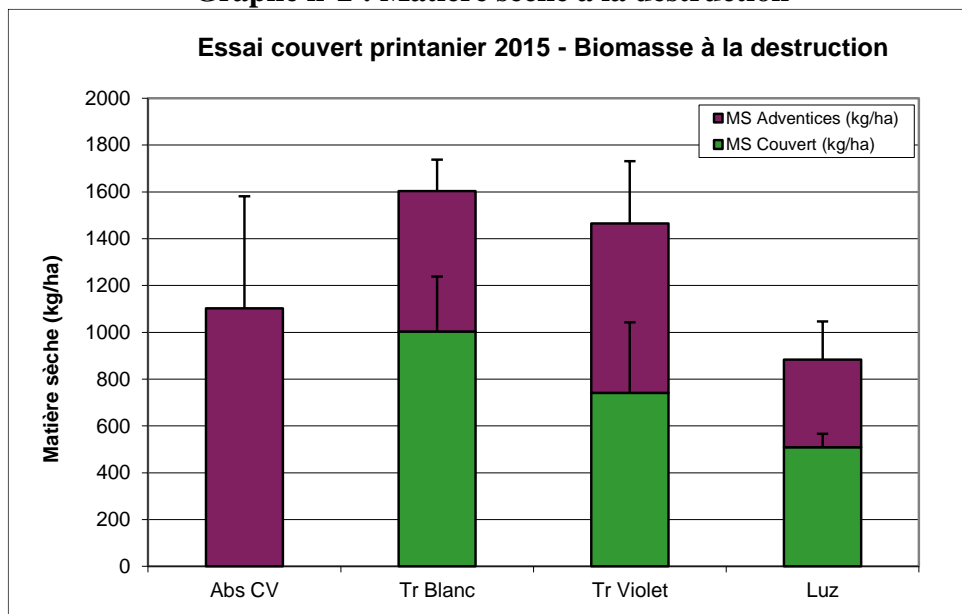
Au niveau des adventices présentes, il convient de préciser qu'il n'y a eu aucune intervention sur l'essai depuis la récolte du blé, y compris sur la zone sans couverts. L'analyse de variance distingue des différences sur la biomasse des adventices à la destruction. La zone sans couvert présente la biomasse la plus importante avec 1,1 t<sub>MS</sub>/ha (groupe homogène A) ; les deux modalités avec trèfle présentent une biomasse moyenne de 0,66 t<sub>MS</sub>/ha (groupes homogènes A et B) et la modalité avec luzerne qui a pourtant moins produit que les trèfles est celle sur laquelle les adventices sont les moins importantes avec 0,5 t<sub>MS</sub>/ha (groupe homogène B).

Au niveau des quantités d'éléments minéraux prélevés dans les parties aériennes des couverts (graphe n°3) on observe :

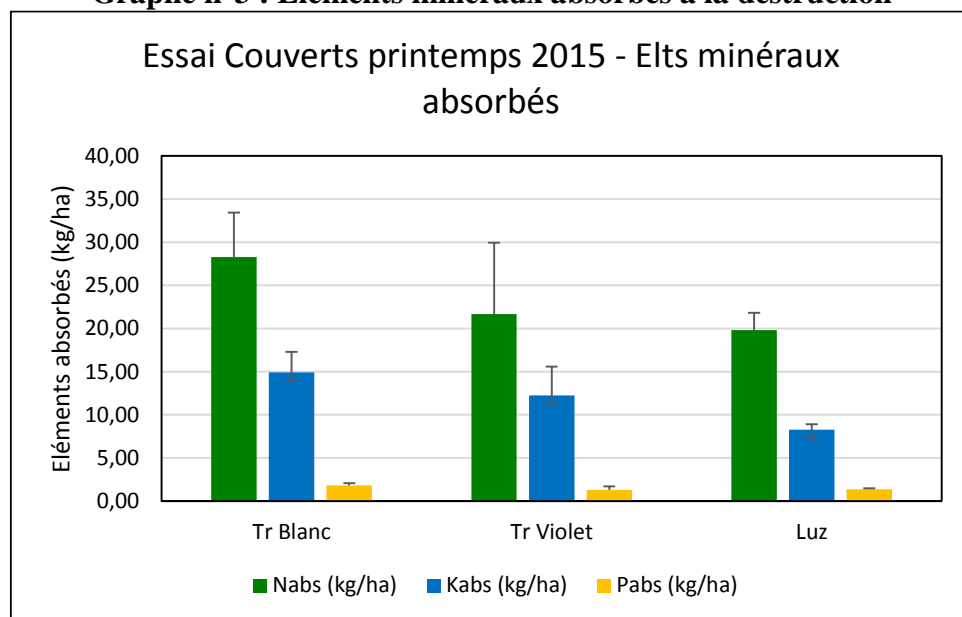
Pour l'azote absorbée, les variations au sein des répétitions, déjà observées pour la biomasse produite, font qu'on n'observe pas de différence significative entre les trois couverts, même si le trèfle blanc a plus absorbé d'azote que les deux autres couverts. La quantité moyenne d'azote absorbée est de 23,3 kg/ha. Au niveau des teneurs en azote dans la matière sèche des couverts, la luzerne présente la valeur la plus élevée avec 3,9% d'N (groupe A) et les deux trèfles ne se distinguent pas avec en moyenne 2,9 % d'N dans leurs parties aériennes (groupe B).

Pour le potassium, on observe des différences entre les couverts en lien avec la biomasse produite car les teneurs en K dans les parties aériennes sont équivalentes pour les 3 couverts (2,1% en moyenne). Les trèfles blanc et violet ont prélevé plus de potassium que la luzerne (13,6 kg/ha de K pour les trèfles contre 8,3 kg/ha pour la luzerne).

**Graphe n°2 : Matière sèche à la destruction**



**Graphe n°3 : Eléments minéraux absorbés à la destruction**



Enfin pour le phosphore les quantités prélevées restent très faibles. On observe des différences significatives pour la teneur en P des parties aériennes. La luzerne présente une teneur (0,27%) significativement supérieure aux deux trèfles (0,18%). Par contre les quantités absorbées dans les parties aériennes étant faibles (1,5 kg/ha de P en moyenne) on n'observe pas de différence entre les couverts.

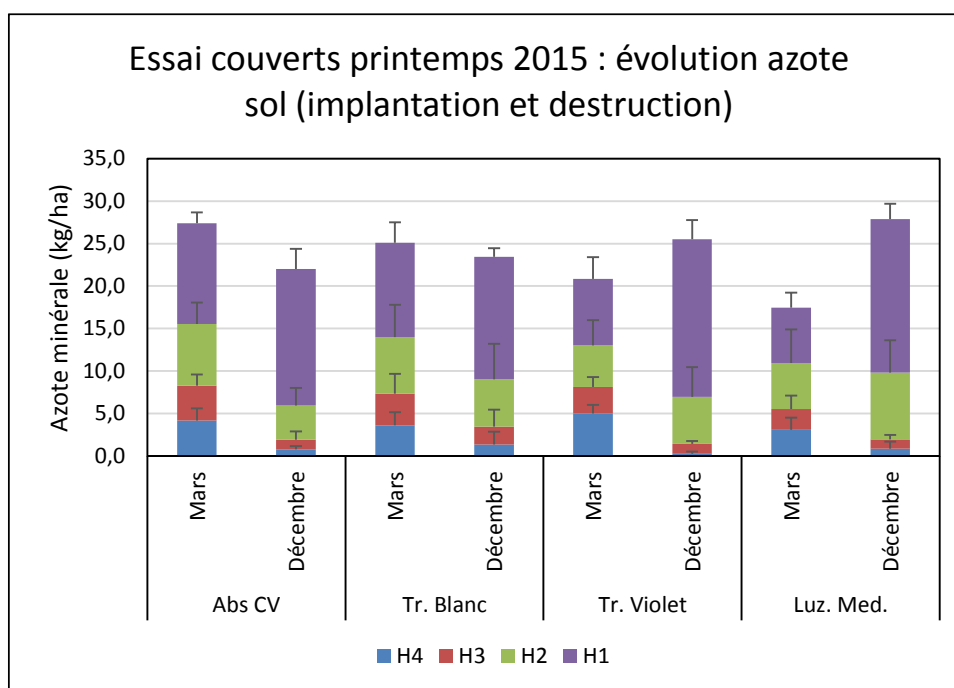
Pour les adventices, les quantités des trois éléments minéraux absorbés sont directement en lien avec la biomasse des adventices, les quantités absorbées sont toujours supérieures pour la modalité sans couvert, intermédiaire pour les deux trèfles et moindre pour la luzerne (cf. tableau 4).

Le détail des éléments minéraux prélevés par les couverts et les adventices est présenté dans les graphes en annexe 2. En annexe 3 est présenté un suivi photographique des différents couverts.

### Suivi azote du sol :

Le suivi de l'azote présent dans le sol fut réalisé à deux dates : à l'implantation du dispositif (mars 2015) et à la destruction (décembre 2015).

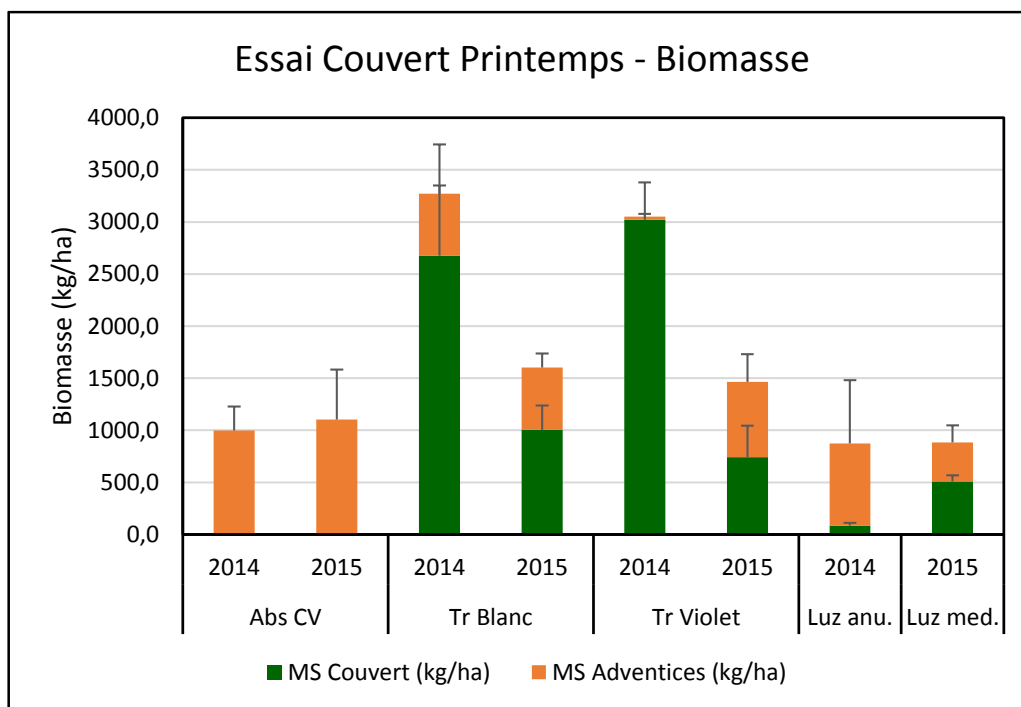
**Graph n°4 : Evolution de l'azote minérale du sol (120 cm)**



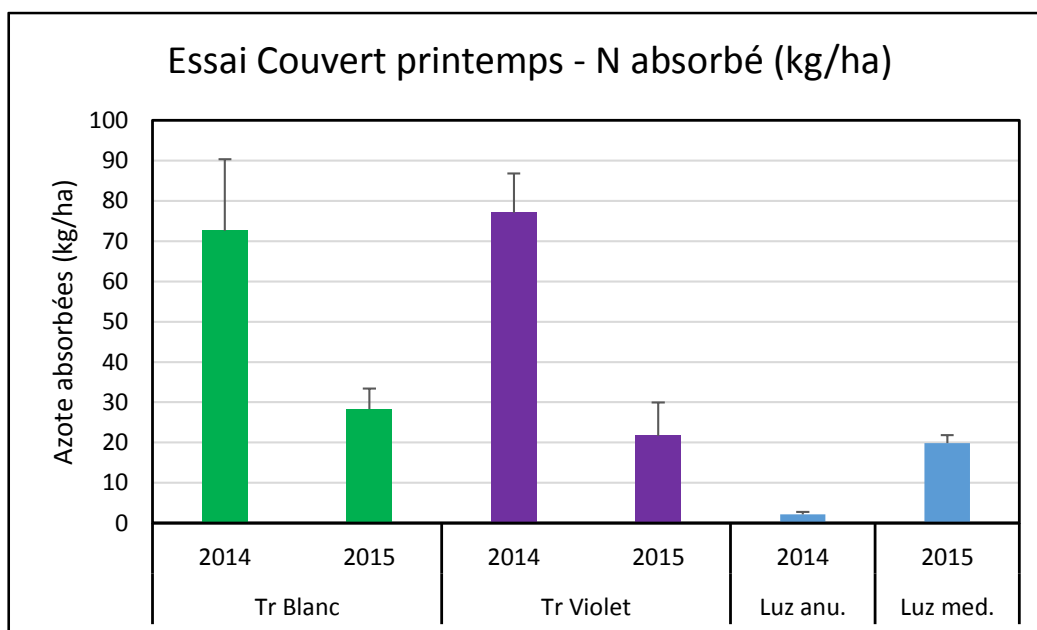
A la mise en place du dispositif, on observe des différences liées à des hétérogénéités de sol (malgré des modalités disposées aléatoirement) entre les modalités pour les quantités d'azote disponibles sur 120 cm de profondeur. Les modalités sans couverts et trèfle blanc présentent les quantités les plus importantes avec en moyenne 26,2 kg/ha d'azote minérale (groupe A), vient ensuite le trèfle violet avec 20,8 kg d'N/ha, la modalité avec luzerne présente une quantité d'azote minérale plus faible avec 17,4 kg/ha. Les différences observées sont principalement liées à des différences de quantités d'azote dans le premier horizon.

A la destruction des couverts, les quantités d'azote dans le sol ont peu évoluées et restent proche entre les modalités. Il ne faut pas oublier que le dispositif fut mis en place sous couvert de blé et que le blé a prélevé de l'azote du sol entre mars et sa maturité physiologique. De même les couverts y compris les légumineuses prélèvent de l'azote du sol pour leur croissance. On constate également que 70% de l'azote total se situe dans le 1<sup>er</sup> horizon, y compris pour les modalités avec couverts, ce qui laisse supposer une minéralisation automnale peu de temps avant la destruction.

**Graphe n°5 : Biomasse à la destruction, comparaison 2014 et 2015**



**Graphe n°6 : Azote absorbée à la destruction, comparaison 2014 et 2015**



Si la minéralisation avait eu lieu plus tôt, les couverts auraient probablement prélevés plus d'azote dans le 1<sup>er</sup> horizon, à moins que la sécheresse n'est fortement limité les prélèvements d'azote du sol. Le fait que l'on mesure un peu plus d'azote après trèfle violet et luzerne peut s'expliquer par le fait que pour ces deux espèces une parties des feuilles étaient déjà tombées au sol et ont pu débiter leur minéralisation.

Par contre, à cause d'une panne du préleveur de sol, nous n'avons pas pu réaliser de prélèvements de sol avant la mise en place de la culture suivante pour mesurer l'impact de la minéralisation des couverts détruits sur la culture suivante (azote sol au semis).

### **Discussion sur les couverts :**

Cet essai fut conduit durant les printemps 2014 et 2015 (seule la luzerne annuelle testée en 2014 fut remplacée par la luzerne de type méditerranéenne en 2015). Entre ces deux années, la climatologie fut très différente. Si on regarde la période de développement du 1<sup>er</sup> mars au 31 octobre on observe les différences suivantes :

- Les sommes de températures sont quasi identiques sur la période, mais la période de mars à fin juin fut plus fraîche en 2015 et plus chaude pendant l'été
- Les précipitations sont contrastées avec 349,5 mm en 2015 et 469,6 mm en 2014 soit un écart de 120 mm.

Ces différences au niveau des précipitations se retrouvent pour les biomasses produites. En 2014 le trèfle violet s'était plutôt bien développé à la récolte du blé avec presque 300 kg de matière sèche par hectare, en 2015 nous n'obtenons que de l'ordre de 60 kg<sub>MS</sub>/ha. Les autres couverts produisent très peu entre leur semis et début juillet.

A la destruction en 2014, le trèfle blanc avait quasiment rattrapé le trèfle violet en terme de production (2,68 t<sub>MS</sub>/ha pour le trèfle blanc et 3,0 t<sub>MS</sub>/ha pour le trèfle violet), cette année les niveaux de production sont bien moindres (graphe n° 5) avec 1,0 t<sub>MS</sub>/ha pour le trèfle blanc et 0,7 t<sub>MS</sub>/ha pour le trèfle violet.

Pour le développement des adventices, entre la moisson du blé et la destruction du couvert, l'an dernier le trèfle violet avait très bien contenu les adventices de par sa présence dès la récolte, cette année il présente une biomasse d'adventices supérieure à celle du trèfle blanc mais sans différence significative.

Pour les quantités d'azote absorbées, ces dernières varient très fortement selon l'année, de 72,6 à 28,3 kg/ha pour le trèfle blanc et de 77,1 à 21,7 kg/ha pour le trèfle violet. Bien que les résultats obtenues avec la luzerne méditerranéenne soient inférieurs aux deux trèfles, cette dernière et nettement plus productive que la luzerne annuelle malgré les fortes différences entre les deux années (2,1 kg/ha en 2014 pour la luzerne annuelle et 19,8 kg/ha cette année).

Ainsi sur ces deux années contrastées du point de vue climatique on constate :

- Qu'en année humide, les trèfles blanc et violet produisent une biomasse presque équivalente mais avec une dynamique de croissance différente, le trèfle blanc se développe principalement à l'automne.
- En année sèche, la dynamique de développement reste la même, le trèfle blanc se développe tardivement mais dans ce cas il produit plus que le trèfle violet, il semble donc plus adapté aux conditions sèches
- Pour le développement des adventices, il semble que le facteur prépondérant soit le développement du couvert à la récolte du blé, si ce dernier couvre le sol il limite très fortement leur développement (cas du trèfle violet en 2014), si le développement à la récolte du blé est limité alors les adventices se développent (cas des deux trèfles en 2015).

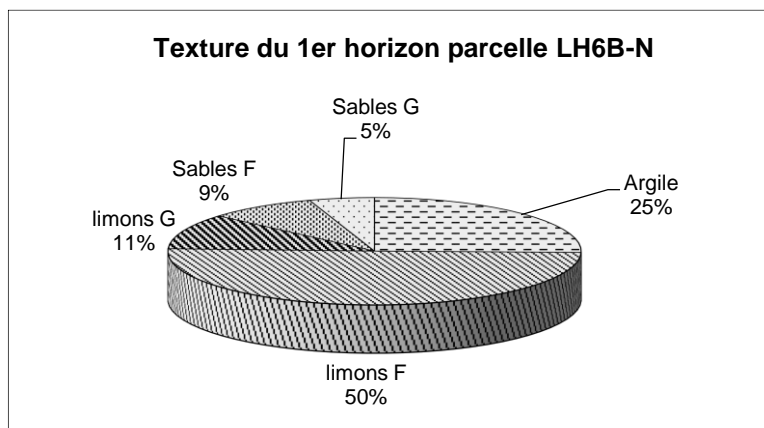


## PARTIE 1.2 : Engrais vert semé en interculture

### SITUATION DE L'ESSAI

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire profond, parcelle LH6B-N, 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 m<sup>2</sup> [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. Suite aux résultats de l'an passé les modalités ont été modifiées : la féverole fut abandonnée car semée tôt elle est sensible aux attaques de maladies. La vesce pourpre qui a donné de bons résultats l'an dernier est à nouveau testée avec deux types d'orge et le sarrasin. Nous avons également testé un mélange gélif à base de trèfle d'alexandrie (considéré comme vigoureux en semis d'automne) et moha.

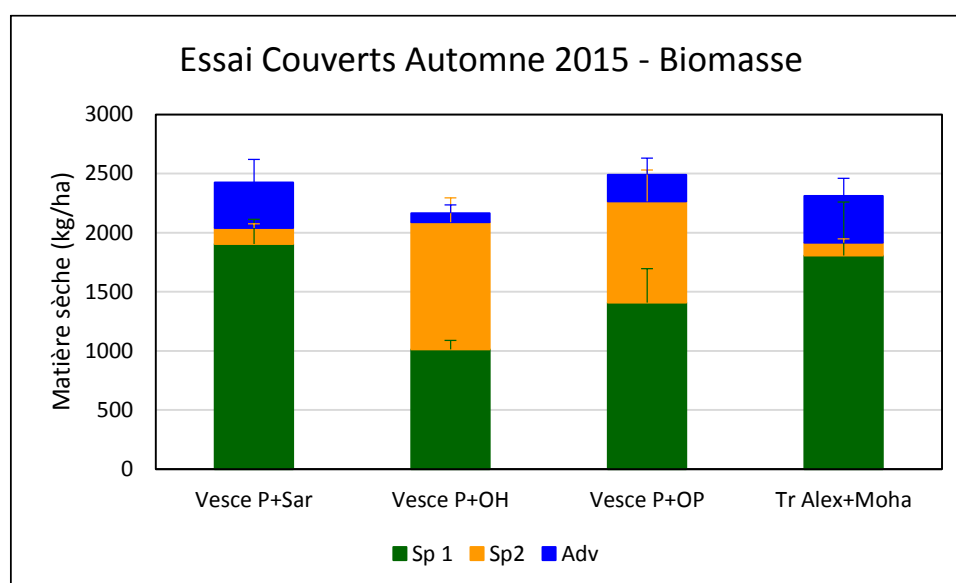
**Tableau 5 : Présentation des couverts automnaux**

Espèces	Code	Dose semis (kg/ha)	Remarques
Absence couvert	CVE1	-	Témoin sans couvert
Vesce pourpre + Sarrasin	CVE2	25 + 50	1 espèce gélive
Vesce pourpre + orge hiver	CVE3	25 + 180	
Vesce pourpre + orge ptps	CVE4	25 + 180	
Trèfle alex. + moha	CVE5	10 + 20	2 espèces gélives

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



### Graphe n°7 : Biomasse des couverts



**Tableau 7 : Biomasse des couverts**

Couverts	Espèces	Biomasse (kg/ha)	Biomasse couvert (kg/ha)	Biomasse couvert + adventices (kg/ha)
CV2	Vesce P	1 903,0 a	2 039,0	2 425,0
	Sarrasin	136,1 b		
	Adventices	386,0 a		
CV3	Vesce P	1 012,0 b	2 089,5	2 165,2
	Orge hiver	1 077,5 a		
	Adventices	75,7 b		
CV4	Vesce P	1 407,7 ab	2 264,3	2 489,8
	Orge ptps	856,6 a		
	Adventices	225,5 ab		
CV5	Trèfle Alex.	1 807,0 a	1 914,7	2 310,0
	Moha	107,7 b		
	Adventices	395,3 a		

*La lettre après la valeur est le groupe homogène du test de comparaison de moyenne*



Complexe de maladies foliaires sur orge de printemps

## CONDUITE DE LA CULTURE

Le précédent cultural est un blé d'hiver. Les interventions réalisées sur l'essai sont présentées dans le tableau 6.

**Tableau 6 : itinéraire technique réalisé**

Date	Outil	Remarque
2 juil-15	Moissonneuse	Récolte BTH
7 sept-15	Déchaumeur à ailettes	
7 sept-15	Herse étrille	Affiner le sol
7 sept-15	Semoir pour essai	Semis des couverts en 1 seul passage
7 sept-15	Rouleau	
18 nov-15	Déchaumeur à ailettes	Lutte contre adventices sur zone sans couverts
18 nov-15	Manuel au cadre	Prélèvement sarrasin
24 nov-15	Manuel au cadre	Prélèvement moha détruit par le gel
17 mars-16	Manuel au cadre	Prélèvement autres espèces
24 mars-16	Déchaumeur à ailettes	Destruction et enfouissement

## OBSERVATIONS EN VEGETATION

Les petites pluies ayant suivies le semis (20,4 mm entre le 10 et le 17 septembre) associées à des températures chaudes, ont permis aux couverts de lever rapidement. Les dates de levée des différentes espèces sont : le 15 septembre pour le sarrasin et les deux orges, le 16 septembre pour le moha, le 17 septembre pour le trèfle d'Alexandrie et le 18 septembre pour la vesce.

Par contre, après la levée, une climatologie chaude et sèche a fortement limité le développement automnal des couverts.

Le sarrasin et le moha ont été détruit par le gel les 23 (-3,3°C) et 24 (-4,3°C) novembre. Le trèfle d'Alexandrie n'a pas gelé mais son développement était encore très faible à cette date. Le moha fut prélevé le 24 novembre, mais le sarrasin dès le 18 novembre car avant sa destruction par le gel il avait subi des attaques de lièvres, il était en floraison dès le 19 octobre.

Entre les deux orges, le comportement fut très différemment (cf. annexe 3), l'orge de printemps a montré un port très dressé avec une montaison rapide (novembre), alors que l'orge d'hiver est restée au ras du sol avec un port très étalé, ce qui lui a permis de mieux contrôler les adventices. On notera également que l'orge de printemps était attaquée par diverses maladies (helminthosporiose, rynchosporiose et septoriose) lors du prélèvement (photo ci-contre). L'orge d'hiver présentait des taches d'helminthosporiose sur les feuilles les plus âgées.

Ce dispositif devait être détruit vers la fin du mois de février. Toutefois les conditions très pluvieuses de janvier et février (104,4 mm et 85,4 mm) n'ont pas permis de réaliser les prélèvements dans les temps. Le prélèvement des autres espèces eu lieu le 17 mars, une fois que les sols furent ressuyés, et la destruction avec enfouissement eu lieu le 24 mars à l'aide du déchaumeur à ailettes.

### Biomasse produite (graphe n° 7 et tableau 7)

L'étude statistique concernant la biomasse produite fut réalisée pour chaque espèce des couverts et des adventices, pour l'ensemble du couvert (les 2 espèces) et pour l'ensemble couvert et adventices.

**Tableau 8 : Eléments minéraux absorbés par les couverts**

Couvert	Espèces	%N	Nabs (kg/ha)		%K	K abs (kg/ha)		%P	Pabs (kg/ha)				
CVE 2	Vesce P	3,84 b	73,08 a	75,51	83,47	1,64 b	33,29 a	36,21	42,76	0,34	5,60 a	5,89	6,99
	Sarrasin	1,77 b	2,43 c			2,19 ab	2,92 c			0,21 b	0,29 b		
	Adventices	2,17	7,95 a	1,75		6,55 a	0,29	1,11 a					
CVE 3	Vesce P	4,30 a	43,64 b	62,85	64,38	1,60 b	17,10 b	35,63	36,82	0,34	2,50 b	6,44	6,63
	Orge hiver	1,78 b	19,21 a			1,74 b	18,52 a			0,37 a	3,94 a		
	Adventices	1,95	1,53 b	1,69		1,20 b	0,25	0,19 b					
CVE 4	Vesce P	3,86 b	54,21 b	68,44	73,00	1,88 a	28,20 a	41,39	45,51	0,34	4,18 ab	7,37	7,95
	Orge ptps	1,67 b	14,22 b			1,57 b	13,18 b			0,37 a	3,19 a		
	Adventices	2,19	4,56 b	1,99		4,13 a	0,29	0,58 ab					
CVE 5	Trèfle Alex.	2,93 c	52,90 b	55,30	64,18	1,96 a	31,10 a	33,76	40,53	0,33	5,07 a	4,46	6,55
	Moha	2,27 a	2,40 c			2,49 a	2,67 c			0,37 a	0,39 b		
	Adventices	2,27	8,88 a	1,72		6,77 a	0,28	1,09 a					

Les lettres à côté du chiffre sont le résultat du test de comparaison de moyenne présentant les groupes homogènes. L'étude statistique fut réalisée espèce par espèce, puis pour le couvert et pour le couvert + adventices.

La production de vesce pourpre fut différente selon les couverts, elle a bien produit (1,9 t<sub>MS</sub>/ha) en association avec le sarrasin qui avait été détruit mi-novembre, elle fut un peu concurrencée par l'orge de printemps où elle produit 1,4 t<sub>MS</sub>/ha et fut encore plus concurrencée avec l'orge d'hiver où elle a produit 1,0 t<sub>MS</sub>/ha.

Le trèfle d'Alexandrie après avoir stagné longtemps en terme de production à l'automne, s'est bien développé durant l'hiver doux et humide pour produire 1,8 t<sub>MS</sub>/ha, soit autant que la vesce associé au sarrasin. Comme pour ce dernier couvert, le trèfle d'Alexandrie n'a pas souffert de concurrence par la 2<sup>ème</sup> espèce détruite par le gel mi-novembre.

Pour la 2<sup>ème</sup> espèce, le sarrasin et le moha détruit par le gel sont les espèces ayant le moins produit avec de l'ordre d'une centaine de kilogramme par hectare. Pour les orges, les biomasses produites ne se distinguent pas du point de vue statistique, même si l'orge d'hiver (1,1 t<sub>MS</sub>/ha) a plus produit que l'orge de printemps (0,86 t<sub>MS</sub>/ha).

Vis-à-vis du contrôle des adventices, le couvert vesce pourpre + orge d'hiver fut le plus efficace probablement en lien avec la bonne couverture du sol de l'orge d'hiver. Nous obtenons 75 kg/ha de matière sèche d'adventices seulement. Le couvert vesce pourpre + orge de printemps fut également compétitif vis à vis des adventices, ces dernières ont produit 225 kg/ha de matière sèche. Les deux couverts avec une espèce gélive furent moins performants vis-à-vis du contrôle des adventices, elles ont produit presque 400 kg/ha de matière sèche.

#### **Quantités d'éléments minéraux absorbés par les couverts (tableau 8 et graphes 8 à 10) :**

Pour la première espèce appartenant à la famille des légumineuses (vesce pourpre ou trèfle d'Alexandrie) l'analyse de variance montre que la vesce associée au sarrasin est l'espèce ayant le plus absorbé d'azote dans ces parties aériennes avec 73,1 kg/ha. Les trois autres modalités ne se distinguent pas avec en moyenne 50,3 kg d'N/ha dans leurs parties aériennes. La plus grande quantité d'azote absorbée par la vesce associée au sarrasin provient du fait qu'elle a plus produit car la concurrence avec le sarrasin fut faible ce dernier ayant été détruit par le gel. Le trèfle d'Alexandrie malgré une biomasse équivalente à la vesce associée au sarrasin a absorbé moins d'azote du fait d'une moindre teneur dans ces parties aériennes (3,85% d'N pour la vesce et 2,93% pour le trèfle d'Alexandrie).

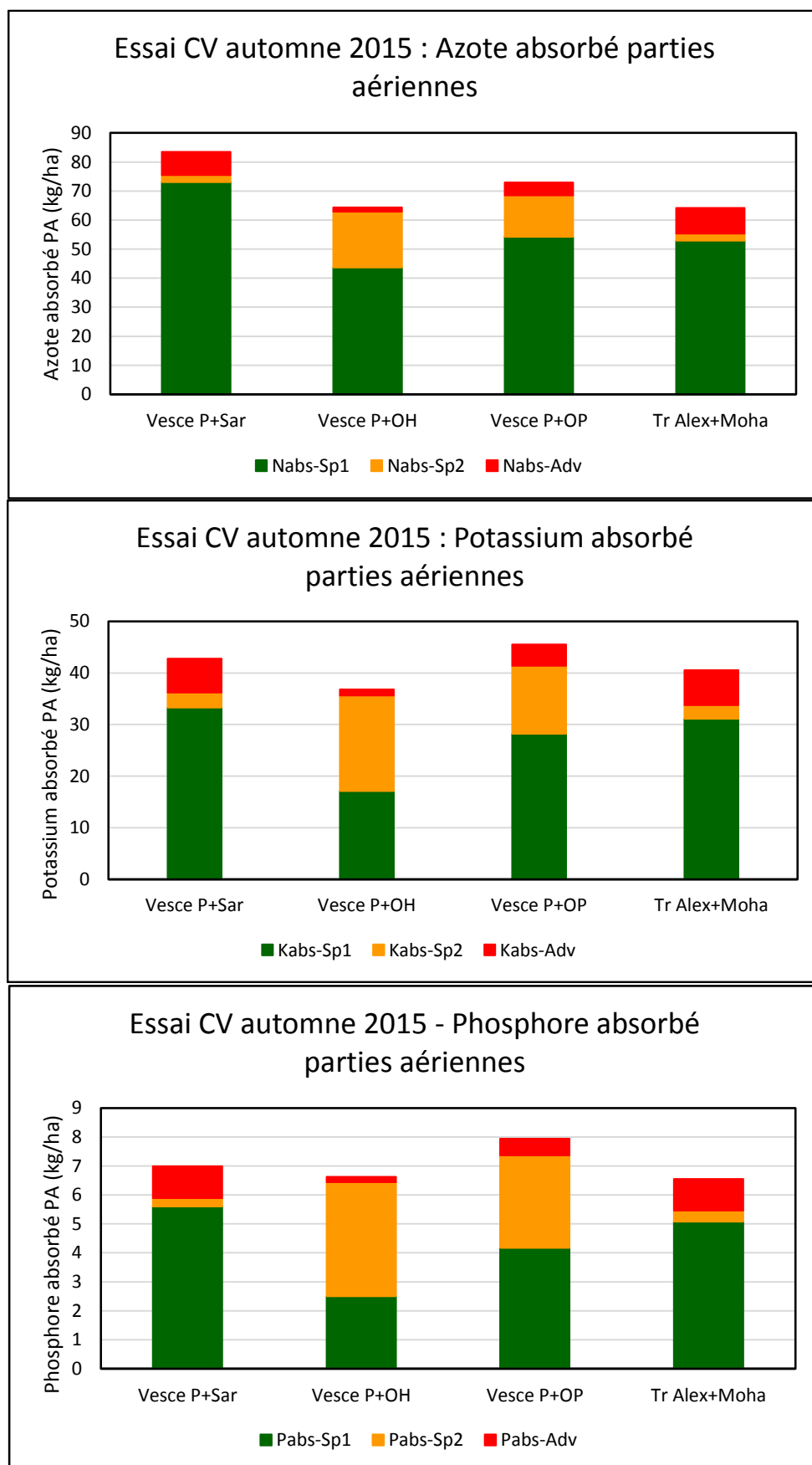
Pour les quantités de potassium absorbées, l'analyse de variance distingue la vesce pourpre associé à l'orge d'hiver qui a le moins absorbé de potassium (17,1 kg de K/ha, en lien avec sa faible biomasse produite) des autres légumineuses associées qui ont absorbées en moyenne 30,6 kg de K/ha. Enfin, pour le phosphore, l'analyse de variance distingue : la vesce pourpre associée au sarrasin et le trèfle d'Alexandrie avec 5,3 kg de P absorbé dans les parties aériennes. Vient ensuite la vesce associée à l'orge de printemps (4,2 kg de P/ha) et en dernier la vesce associée à l'orge d'hiver (2,5 kg de P/ha). Ces résultats sont à nouveau en liens directs avec les biomasses produites.

Pour la 2<sup>ème</sup> espèce, l'orge d'hiver qui a produit le plus de biomasse a également permis d'absorber les quantités d'azote les plus importantes avec 19,2 kg d'N/ha, suivi par l'orge de printemps (14,2 kg d'N/ha). Le sarrasin et le moha ne se distinguent pas avec seulement 2,4 kg d'N/ha en lien avec les faibles biomasses produites. On observe le même classement pour les quantités de potassium absorbées. Pour le phosphore où les quantités absorbées sont nettement plus faibles, l'analyse regroupent les deux orges ensemble et le sarrasin et le moha avec 3,6 kg de P/ha pour les orges et seulement 0,3 kg de P/ha pour le moha et le sarrasin.

Les adventices ont absorbé entre 1,5 et 8,9 kg d'N/ha ; entre 1,2 et 6,8 kg de K/ha et entre 0,2 et 1,1 kg de P/ha en lien avec les biomasses produites.

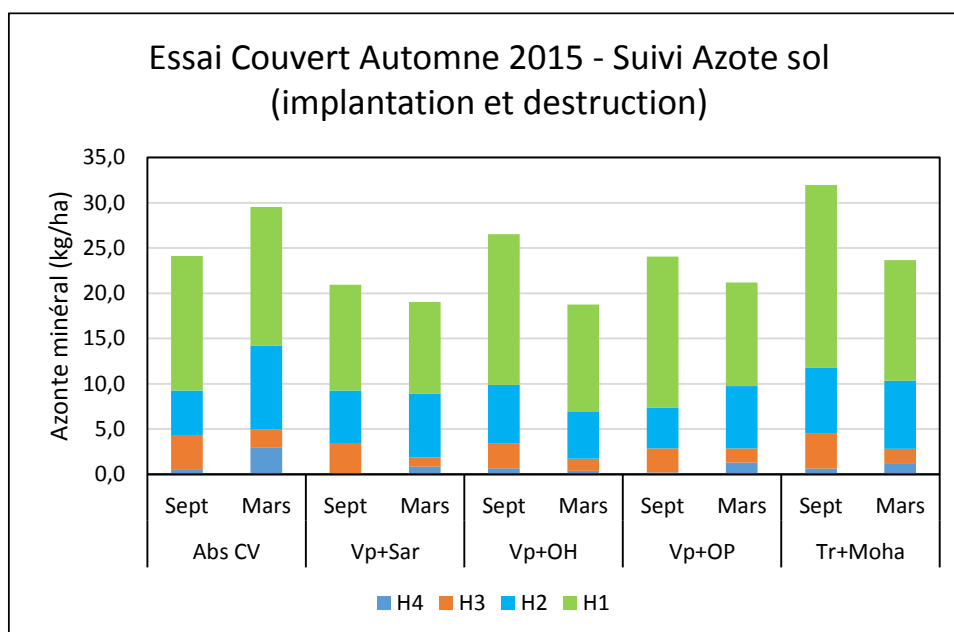
Au niveau de l'ensemble du couvert (les 2 espèces) on n'observe aucune différence significative entre les quatre couverts testés. Les faibles quantités d'éléments minéraux absorbés par le sarrasin et le moha sont compensées par les plus fortes absorptions de la 1<sup>ère</sup> espèce associée.

**Graphes 8 à 10 : quantités d'éléments minéraux absorbés par les couverts**



## Evolution des quantités d'azote minérale dans le sol

Des prélèvements de sols furent réalisés sur 120 cm de profondeur (4 horizons de 30 cm) à l'implantation (10 septembre) et à la destruction du dispositif (22 mars). Les résultats sont présentés dans le graphe ci-dessous



A l'implantation du dispositif, bien qu'il y ait un peu plus d'azote minéral dans le sol pour la modalité trèfle d'Alexandrie + moha (32 kg d'N/ha pour 24 kg d'N/ha en moyenne sur les autres modalités), l'analyse de variance ne distingue pas de différence significative entre les modalités.

A la destruction du dispositif on observe :

- que pour l'ensemble des modalités avec couverts les quantités d'azote dans le sol sont moindres à la destruction qu'à l'implantation, ce qui n'est pas le cas pour le témoin sans couvert.
- des différences significatives entre modalités, il y a plus d'azote minéral sur le témoin sans couvert (29,5 kg d'N/ha) que pour les autres modalités qui ne se distingue pas les unes des autres avec 20,6 kg d'N/ha en moyenne.

Ainsi sur leur période de croissance, les différents couverts ont montré un effet piège à nitrate en limitant les quantités d'azote susceptible d'être lixivée (ou lessivée) pendant l'hiver. L'azote soustrait du sol a été intégré à la biomasse des couverts (azote absorbée). Il restera donc à observer si pour la culture suivante, la minéralisation de la biomasse des couverts permet de restituer des quantités d'azote plus importante que sur la zone sans couvert (cf. partie 2.2).

### Discussion sur les couverts :

Le contexte climatique fut particulier cette année, avec un automne chaud et sec suivi par un hiver doux et humide. Ainsi les couverts ont eu du mal à se développer pendant l'automne mais ont bien produit durant l'hiver. Les deux couverts avec une espèce gélive (sarrasin et moha) ont souffert de la sécheresse et ont donc peu produit avant leur destruction par le gel (en automne 2014, le sarrasin qui fut détruit par le gel le 10 décembre avait produit 800 kg/ha de matière sèche). Leur destruction précoce a toutefois permis à la vesce de produire beaucoup plus qu'en association avec les orges.



Les deux couverts associant vesce et orge ont montré des résultats intéressants notamment vis-à-vis du contrôle des adventices, en particulier le couvert avec l'orge d'hiver qui fut particulièrement compétitif.

Compte tenu du fait qu'on observe peu de différence entre couverts sur les quantités d'azote, de potassium et de phosphore absorbées, le choix du couvert se portera sur son effet bio-contrôle vis-à-vis des adventices. A l'heure actuelle le couvert associant vesce pourpre et orge d'hiver semble être un bon compromis entre une production de biomasse importante et un bon contrôle de la flore adventice.

Vis-à-vis de l'utilisation d'espèces gélives, cette pratique nous semble être assez aléatoire car l'arrivée des premières gelées peut être précoce et dans ce cas limiter très fortement le développement de ces espèces. De plus le sarrasin semble également être très apprécié par le gibier ce qui limite son développement, notamment sur les essais.

Le développement des couverts sur la période automnale reste très dépendant des conditions climatiques et notamment des précipitations. Ainsi pour obtenir une biomasse conséquente la destruction doit avoir lieu vers la fin du mois de février ou le début du mois de mars. Actuellement le CREAB préfère détruire les couverts assez tôt en sortie d'hiver pour deux raisons principales : pour laisser du temps disponible à la réalisation de faux semis avant la culture suivante, car les couverts végétaux ne permettent pas actuellement de bien maîtriser l'enherbement, et pour éviter les risques d'assèchement de la réserve utile du sol (un sol avec couvert évapotranspire plus qu'un sol nu) qui pourrait pénaliser la levée de la culture suivante.



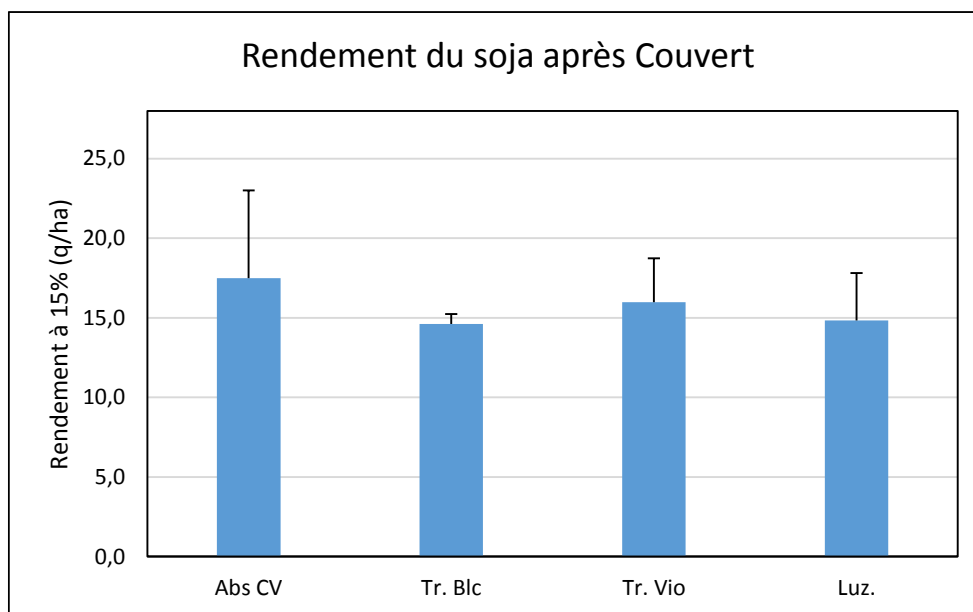
**Tableau 9 : composante du rendement soja après couverts**

	Plantes/m <sup>2</sup>	Gousses/plantes	Gousses/m <sup>2</sup>	Grains/gousse	Grains/m <sup>2</sup>
Absence CV	48,7	9,76	463,7	2,18	1019,6
Tr. Blanc	49,0	9,71	473,3	1,97	927,8
Tr. Violet	48,3	9,10	436,3	2,16	945,4
Luzerne	51,0	8,68	436,0	2,11	924,3

**Tableau 10 : PMG, rendement et teneur en protéine des sojas après couverts**

	PMG à 15% (g)	Rendement à 15% (g)	% protéine
Absence CV	203,6	21,0	39,3
Tr. Blanc	189,1	17,6	38,5
Tr. Violet	202,1	19,3	39,9
Luzerne	191,9	17,7	39,5

**Graphe n°11 : Rendement du soja après couverts**



## **PARTIE 2.1 : Arrières effets des Engrais vert semé sous couvert**

Après la destruction des couverts en décembre 2015, la culture suivante implantée est un soja cultivé sans irrigation. L'itinéraire technique réalisé est présenté dans le tableau ci-dessous

Date	Outil	Remarque
7 décembre-15	Charrue déchaumeuse	Destruction / enfouissement des couverts
23 mars-16	Vibroculteur	Tracteur jumelé
24 mars-16	Déchaumeur à ailettes	Lutte contre chardon sur la parcelle
29 avril-16	Déchaumeur à ailettes	
4 mai-16	Herse rotative	Reprise avant semis
6 mai-16	Semoir monograine	Semis Isidor à 555 556 grains/ha
7 juin-16	Herse étrille	
23 juin-16	Bineuse	
4 oct-16	Cadres	Récolte manuelle

Les sojas ont levés autour du 24 mai, les levées furent assez homogènes.

### **Composantes du rendement, soja (Cf. tableau 9) :**

Les pertes à la levée furent de 26,1% en moyenne, causées en grande partie par des dégâts d'oiseaux sur les plantules émergentes. Ainsi nous obtenons en moyenne 41,0 plantes levées/m<sup>2</sup> pour un semis réalisé à 55,56 plantes/m<sup>2</sup>. Pour cette composante comme pour les suivantes, les différences entre modalités étant faibles et plus petites que la variation des trois répétitions d'une même modalité, nous n'obtenons aucune différence significative en lien avec le précédent couvert.

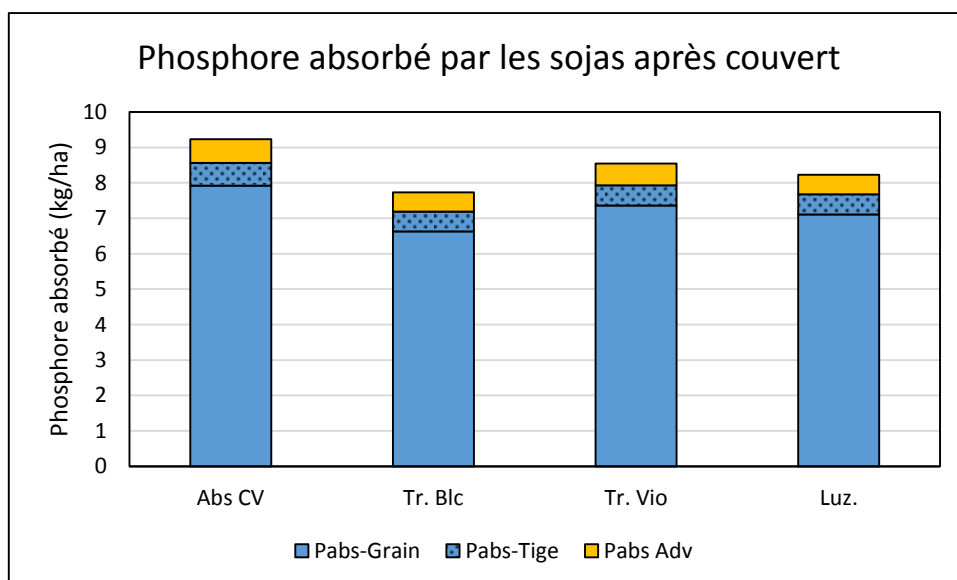
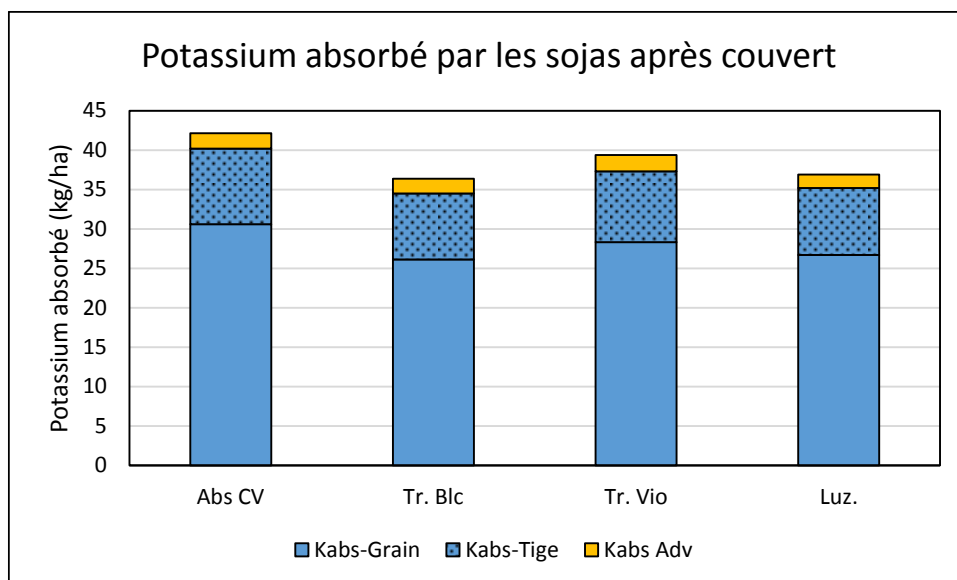
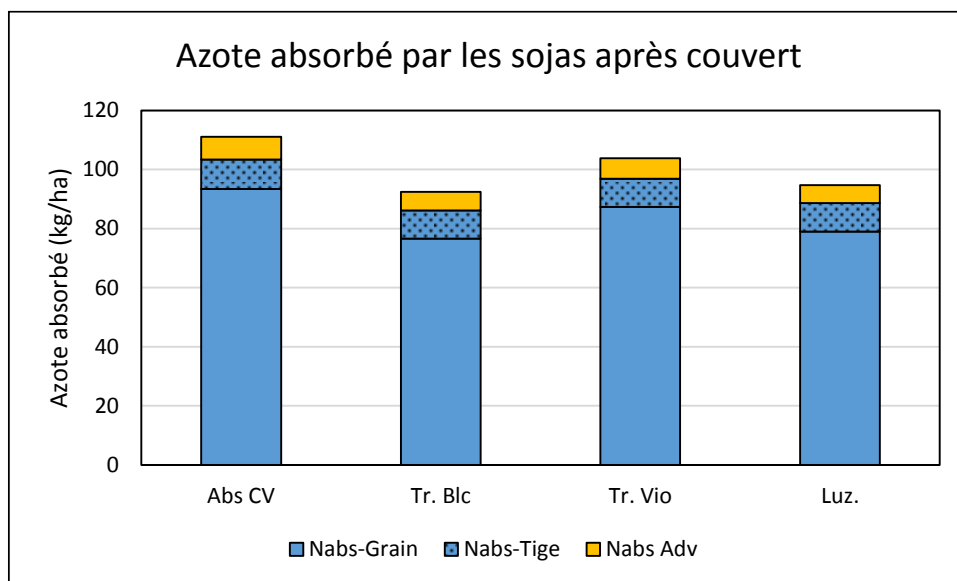
Les composantes mesurées sont à un niveau plus faible que la moyenne observée sur La Hourre, notamment pour ce qui concerne le nombre de gousses et de grains/m<sup>2</sup>. Le PMG est également un peu faible (le PMG de la semence était de 269 g). Ces faibles valeurs sont à mettre en lien avec les conditions climatiques estivales qui après un mois de juillet peu différent de la normale, sont devenues chaudes et sèches ensuite et notamment pendant la phase de remplissage des grains, ce qui a fortement impacté le potentiel des sojas.

### **Rendement et teneur en protéines (cf. tableau 10 et graphe n°11)**

Le rendement moyen sur l'essai est de 15,8 q/ha avec de faibles variations entre les modalités testées. L'analyse de variance ne distingue aucune différence de rendement en lien avec les différents précédents couverts. La valeur un peu plus élevée pour la modalité avec absence de couvert n'est pas significative et vient du fait que le rendement est bien supérieur sur une répétition parmi les trois, ce qui s'observe sur le graphe avec l'importance de la barre d'erreur qui donne une idée de la variation des différentes répétitions.

Nous n'observons pas non plus de différence significative en lien avec la teneur en protéines des grains. On constate tout de même que la fin de cycle fut difficile car la teneur en protéines est particulièrement basse pour la variété Isidor, par ailleurs bien connue pour sa teneur élevée. Les conditions de fin de cycle chaudes et sèches ont donc perturbé le remplissage des grains tout comme leur teneur en protéines.

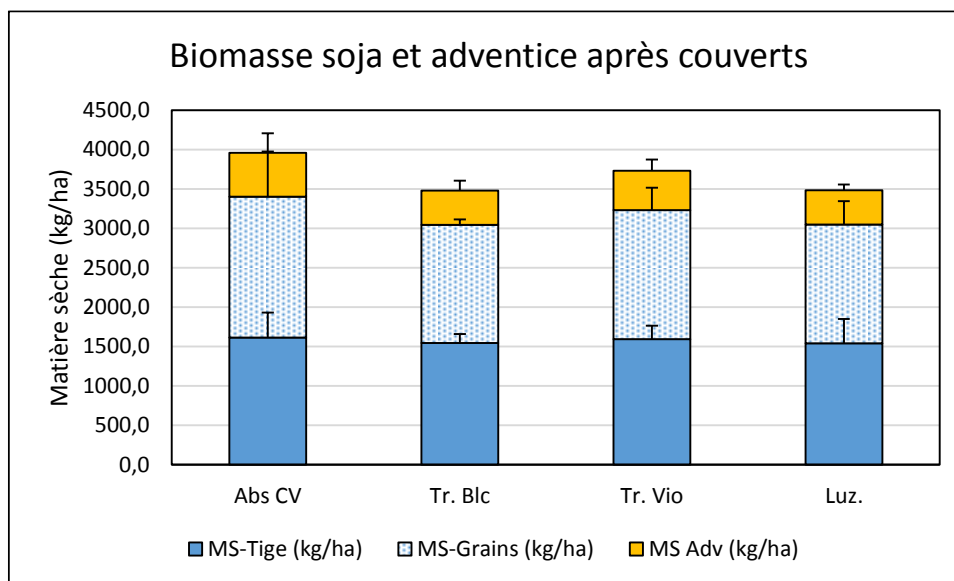
**Graphes 13 à 15 : éléments minéraux absorbés par le soja et les adventices après couvert**



## Biomasses et quantités d'éléments minéraux absorbés par le soja et les adventices, après couverts.

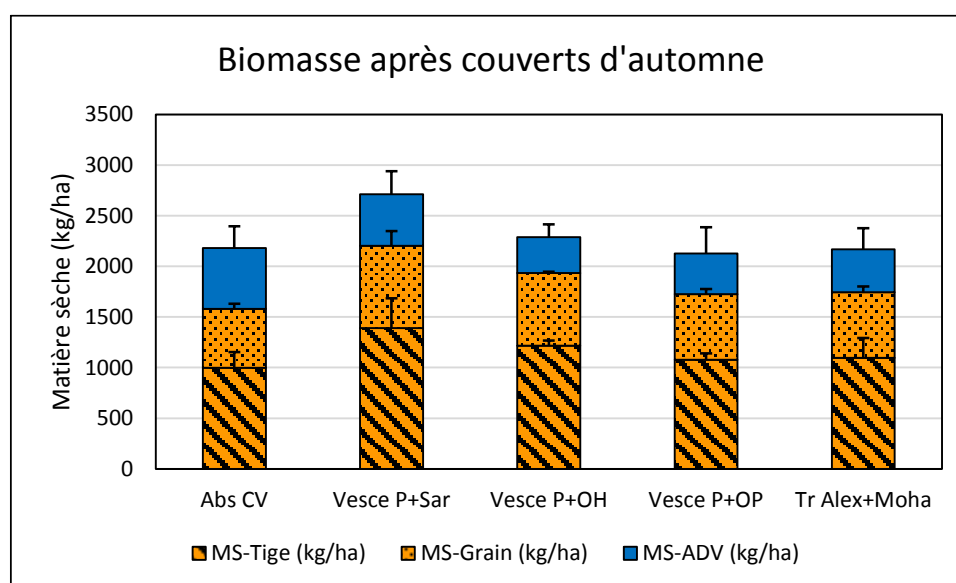
Comme pour les composantes et le rendement, les valeurs de biomasses tiges et grains produites sont très peu différentes entre les modalités (graphe N°12). Il en va de même pour la biomasse des adventices qui est relativement constante sur l'ensemble des modalités avec en moyenne 481 kg/ha de matière sèche, soit 13,1% de la biomasse totale produite. L'itinéraire technique de désherbage avec le binage des inter-rangs permet de limiter fortement la flore adventice et gomme les différences d'enherbement entre modalités.

**Graphe n°12 : biomasse du soja et des adventices après couverts**



Pour les trois éléments minéraux suivis, nous n'observons pas non plus de différence significative entre modalités, les teneurs mesurées tout comme les quantités absorbées sont équivalentes pour les 4 modalités testées (graphes n° 13 à 15).

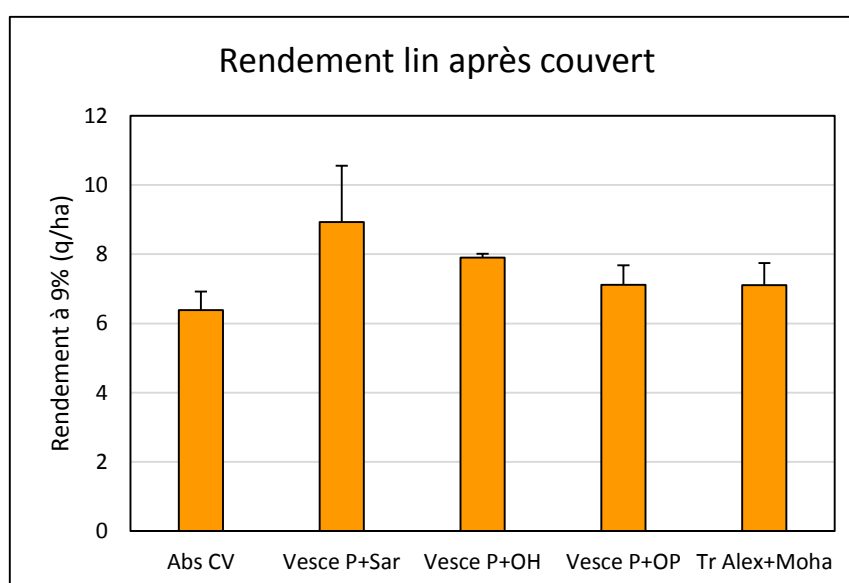
**Graphe n°16 : Biomasses produites par le lin et les adventices**



**Tableau 11: Biomasses du lin et des adventices**

Couverts	Biomasse tige (kg/ha)	Biomasse grains (kg/ha)	Rendement à 9% (q/ha)	Biomasse adventices (kg/ha)
Aucun	999,3 b	580,9 b	6,38 b	602,0
Vesce+Sar.	1 389,1 a	812,5 a	8,93 a	511,5
Vesce+OH	1 216,5 ab	718,6 ab	7,90 ab	353,9
Vesce+OP	1 078,1 ab	647,0 b	7,11 b	403,1
Moha+Tr Alex.	1 096,8 ab	646,3 b	7,10 b	424,5
Moyenne	1 155,9	681,1	7,48	459,0

**Graphe n°17 : Biomasses produite par le lin et les adventices**



## PARTIE 2.2 : Arrières effets des Engrais vert semé en interculture

Après la destruction des couverts hivernaux en mars 2016, la culture suivante implantée est un lin de printemps. L'itinéraire technique réalisé est présenté dans le tableau ci-dessous

Date	Outil	Remarque
24 mars-16	Déchaumeur à ailettes	Destruction et enfouissement des couverts
30 mars-16	Semoir + H. rotative	Semis Lin Altess, 70 kg/ha
29 avril 16	Herse étrille	
11 août 16	Moissonneuse	Récolte

Après le semis du lin, la levée fut observée le 10 avril. Après divers essais de désherbage mécanique avec la houe et la herse étrille, le désherbage eu lieu le 29 avril à l'aide de la herse étrille, mais son efficacité fut modérée car l'agressivité fut réglée pour ne pas abimer le lin.

Le lin s'est assez bien développé en début de cycle, puis a souffert de déficit hydrique à partir du mois de juin, ainsi dès début août la culture avait atteint sa maturité, son potentiel fut probablement limité par ces conditions climatiques très sèches.

Lors des prélèvements nous obtenons en moyenne, 786 plantes/m<sup>2</sup> pour un semis de l'ordre de 965 grains/m<sup>2</sup> (PMG = 7,25 g) ainsi la perte moyenne est de 18,5%. Le nombre de plante/m<sup>2</sup> est identique après les couverts : Vesce + sarrasin, vesce + orge printemps et absence de couvert (813,5 plantes/m<sup>2</sup>, groupe A) ; un peu moindre après vesce + orge hiver (759,9 plantes/m<sup>2</sup>, groupes AB) et la plus faible après moha + trèfle d'Alexandrie (727,6 plantes/m<sup>2</sup>, groupe B).

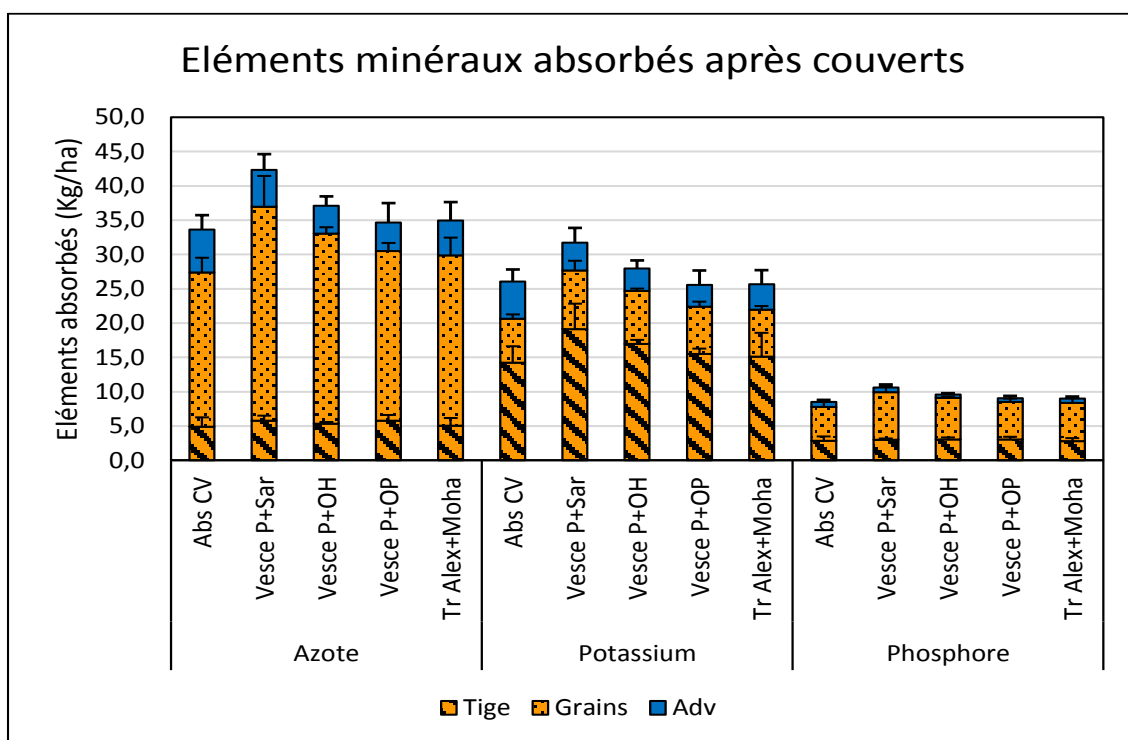
### **Biomasse du lin et des adventices (graphes n°16 et 17 et tableau n°11) :**

Pour la biomasse des tiges, nous obtenons des différences significatives selon le précédent couvert : le précédent vesce + sarrasin permet la biomasse la plus élevée et le témoin sans couvert présente la biomasse des tiges la plus faible. Les autres couverts se situent en position intermédiaire.

Pour les grains c'est à nouveau après le couvert vesce + sarrasin que la biomasse est la plus élevée. Après vesce + orge hiver la biomasse des grains est un peu moindre. Les biomasses grains les plus faibles sont obtenues pour les autres couverts et l'absence de couvert. Nous obtenons le même classement pour la biomasse totale (tige + grains) du lin. La biomasse des grains étant équivalente au rendement (exprimé à 0% d'humidité), le classement pour le rendement est donc identique. Par rapport au témoin sans couvert, les gains de rendement sont de : +2,55 q/ha après vesce + sarrasin (+40%) ; +1,51 q/ha après vesce + orge hiver (+24%) et de +0,7 q/ha (+11%) après les deux autres couverts.

Pour les adventices, étant donné qu'il s'agit de développement spontané, nous n'observons pas de différence significative du fait d'une forte variation entre parcelle. On constatera tout de même que la biomasse d'adventices la plus élevée se situe sur le précédent sans couvert, et que la moindre biomasse se situe après vesce + orge hiver (couvert qui était le plus couvrant en végétation).

**Graphe n°12 : Quantités d'éléments minéraux absorbés par le lin et les adventices**



**Tableau 10: Quantités d'éléments minéraux absorbés par le lin et des adventices**

Couverts	N absorbés (kg/ha)			K absorbés (kg/ha)			P absorbés (kg/ha)		
	Tige	Grains	Adv	Tige	Grains	Adv	Tige	Grains	Adv
Aucun	4,92	22,47 c	6,23	14,24	6,40 b	5,41	2,85	4,92 b	0,77
Vesce+Sar.	5,77	31,18 a	5,36	19,11	8,56 a	4,05	3,02	6,92 a	0,66
Vesce+OH	5,35	27,70 b	4,04	16,99	7,68 ab	3,27	3,07	6,04 ab	0,52
Vesce+OP	5,79	24,71 bc	4,15	15,53	6,89 ab	3,16	3,05	5,46 ab	0,5
Moha+Tr Alex.	5,06	24,82 bc	5,09	15,14	6,80 ab	3,74	2,83	5,56 ab	0,63
Moyenne	5,38	26,18	4,98	16,20	7,27	3,93	2,96	5,78	0,63

## **Quantités d'éléments minéraux absorbés par le lin et les adventices après couverts**

Les teneurs en N, P et K dans les tiges, les grains de lin et les adventices ne présentent pas de différence entre les modalités, par contre les quantités absorbées (teneur x biomasse) présentent des différences significatives pour les grains.

Les quantités d'azote absorbées par les grains sont les plus importantes après vesce + sarrasin (groupe A) ; puis après vesce + orge hiver (groupe B) ; viennent ensuite moha + trèfle d'Alexandrie et vesce + orge printemps (groupes B et C). Les quantités les plus faibles se situent après absence de couvert (groupe C).

Pour le potassium, les quantités absorbées les plus élevées dans les grains sont après vesce + sarrasin (groupe A) ; puis viennent les trois autres modalités (groupes A et B), et enfin la modalité sans couvert avec des quantités plus faibles (groupe C).

Pour le phosphore, les grains les plus riches sont après vesce + sarrasin (groupe A), puis après les 3 autres couverts (groupes A et B). A nouveau les quantités les plus faibles se retrouvent après absence de couvert (groupe B).

Ainsi on observe des différences significatives pour les quantités des trois éléments minéraux absorbés par les cultures. A chaque fois, les quantités sont maximisées après le couvert vesce + sarrasin. Les autres couverts se distinguent moins mais présentent des quantités supérieures au lin présent derrière la modalité sans couvert qui se classe toujours dernière. On observe également des différences significatives sur le rendement du lin après couverts qui est maximisé après vesce + sarrasin, également supérieur au témoin sans couvert après vesce + orge hiver mais qui ne se différencie pas pour les deux autres couverts et l'absence de couvert.

## **Discussion sur les couverts et leurs arrières effets**

Tout d'abord il convient de préciser que la cinétique et le taux de minéralisation des couverts est en lien avec leur rapport C/N. Pour les C/N faibles (10 à 12) la minéralisation se fait dès l'enfouissement et peut atteindre un taux de 40 à 50% (ce qui veut dire que 40 à 50% de l'azote absorbé dans les parties aériennes est restitué après enfouissement) ; pour des C/N de l'ordre de 15-20 la cinétique est décalé dans le temps avec une période de l'ordre d'un mois où minéralisation et organisation se compense puis il y a minéralisation nette avec un taux moindre de l'ordre de 15 à 30%. Les C/N plus élevé engendrent une cinétique encore plus décalée avec une phase d'organisation (ou faim d'azote) de quelques mois et un taux de minéralisation très faible, mais ce cas de figure ne s'observe généralement pas pour des couverts végétaux.

Ainsi pour observer un effet significatif du couvert sur la culture suivante, il faut des couverts jeunes (C/N faible) ayant absorbé des quantités d'azote non négligeable de l'ordre de 70 à 80 kg d'N/ha afin d'obtenir une minéralisation de 30 à 40 kg d'N pour la culture suivante. La proportion du couvert qui n'est pas minéralisé après enfouissement contribue à la matière organique du sol, et permet ainsi d'obtenir après plusieurs années un effet cumulatif permettant une augmentation de la quantité d'éléments minéraux minéralisés.

Avec les deux types de dispositif nous avons obtenu des quantités d'azote de cette ordre de grandeur qu'une année sur deux actuellement : en 2014 pour les couverts semés au printemps dans le blé grâce à une climatologie estivale favorable, et en 2015 avec les couverts semés en interculture qui ont été détruit le 24 mars 2016. Après les couverts de printemps de 2014 nous n'avons pas pu voir d'effet sur la culture suivante car le tournesol n'a pas levé suite au sec et aux attaques de ravageurs (limaces et taupins). Par contre pour les couverts semés 2015 nous avons pu observer un effet significatif des couverts d'interculture sur le rendement du lin, le rendement est d'autant plus élevé que le couvert précédent a absorbé d'azote.





Ainsi la mise en place d'un couvert végétal ne garantit pas forcément un gain de rendement pour la culture suivante, le gain ne s'observe que pour les couverts ayant une biomasse élevée permettant d'absorber de l'ordre de 70 à 80 d'N/ha dans leurs parties aériennes.

Pour des biomasses moindres, l'effet du couvert ne s'observe pas forcément après sa destruction, mais des études réalisées par d'autres structures (INRA, ARVALIS), ont montré qu'on pouvait observer des effets cumulatifs y compris pour des couverts ayant faiblement produit. Ainsi l'utilisation des couverts ne doit pas se juger sur une seule année de présence, après une pratique régulière des gains de minéralisation ont pu être montrés.

Pour le potassium les observations vont dans le même sens que pour l'azote, par contre l'impact des couverts sur le phosphore reste modéré car les quantités absorbées restent particulièrement faibles.

Les couverts et les adventices : A l'heure actuelle, nous n'avons pas encore trouvé de couverts permettant une bonne gestion des adventices, mais l'essai montre que la biomasse des adventices est plus faible après un couvert ayant une biomasse élevée mais aussi après un couvert couvrant comme l'orge d'hiver. Il convient donc de choisir des espèces couvrantes (orge d'hiver) et permettant une forte biomasse. Pour les couverts printaniers semés dans le blé, les couverts ne permettent pas de limiter l'enherbement au sein de la culture de blé, mais peuvent le limiter lors de leur développement à l'automne. Si le trèfle violet est bien implanté à la récolte du blé il est très compétitif ensuite sur les adventices (année 2014), sur une année comme 2015 où les développements furent plus limités, il semble que la luzerne ait permis un meilleur contrôle des adventices en automne.

## **Annexe 1 : 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<sup>ème</sup> 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<sup>er</sup> janvier avec -6,5°C, en février les gelées n'ont pas excédé -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 chauds 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 secs 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.

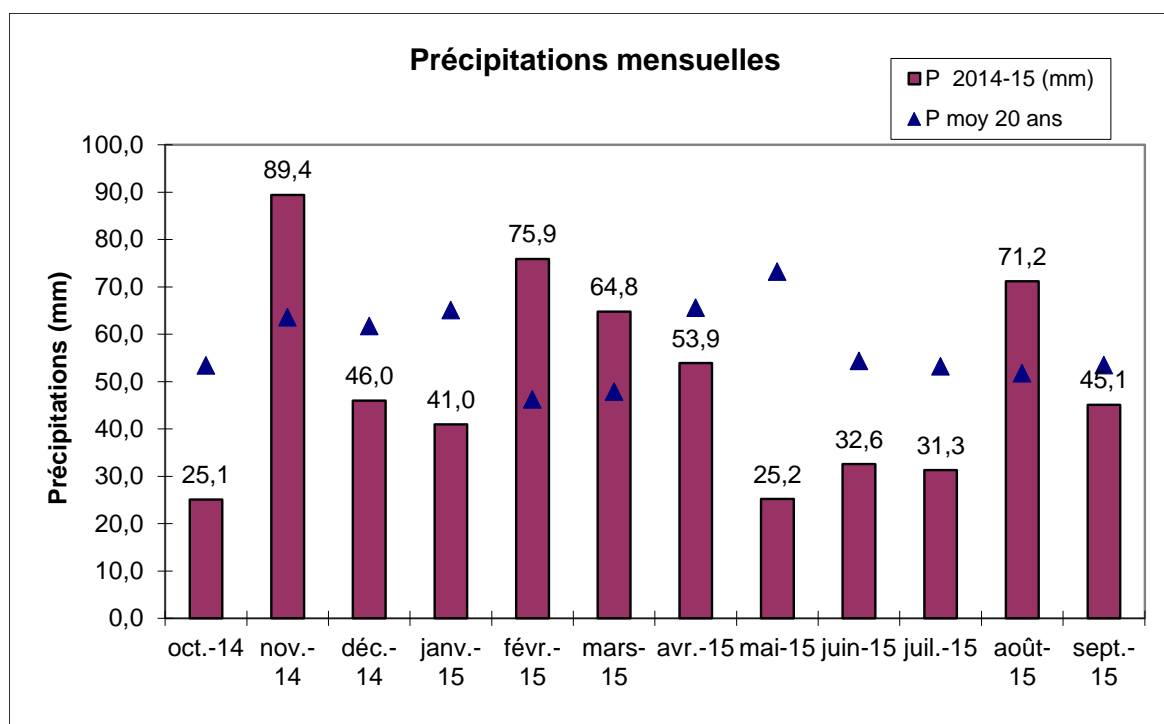
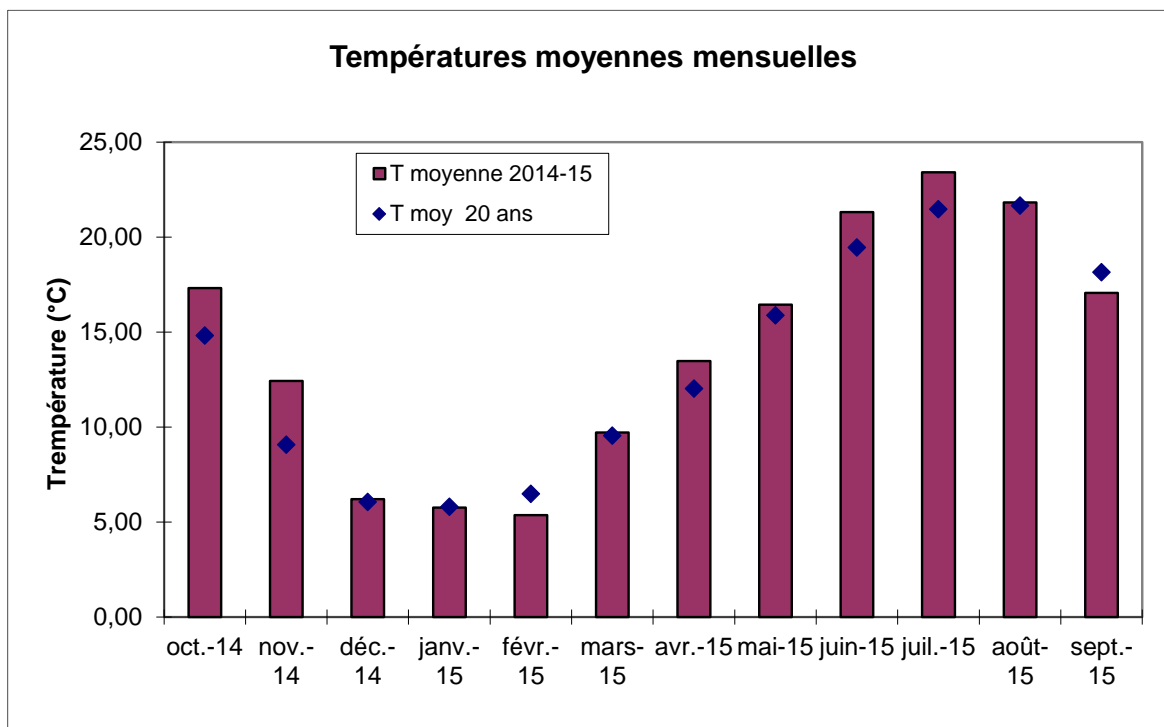
### **Conséquences pour les cultures**

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 limitée 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 levée. 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.



## **Climatologie campagne 2015-2016**

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

### **Automne 2015 (octobre à décembre)**

Après un mois d'octobre assez frais (-1,3°C par rapport à la moyenne) novembre et décembre furent très doux (+2,1°C et +2,9°C) Les 1ères gelées sont arrivées les 23 et 24 novembre (-3,3 et -4,3 °C). En décembre il y eut huit jours avec des gelées matinales mais peu prononcées (maximum -2,6°C). L'automne fut également très sec avec un cumul de 71 mm en trois mois pour une moyenne de 174 mm avec un mois de décembre très sec (8,4 mm). Les semis furent donc réalisés en conditions de sols secs. Le 18 décembre nous avons réalisé le 1<sup>er</sup> désherbage à agressivité modéré sur blé (stade 2 feuilles) et sur féverole (stade levée) sans dégâts sur les cultures.

### **Hiver 2015-2016 (janvier à mars)**

Le début de l'hiver fut toujours très doux, un peu moins en mars (+2,6°C en janvier, +1,8°C en février et -0,5°C en mars). Par contre janvier et février furent très arrosés avec 203 mm pour une moyenne de 111 mm. Mars présente des pluies au niveau de la moyenne. Par contre pour ces trois premiers mois de l'année l'ensoleillement fut déficitaire. Les températures douces sans gel, associée à des pluies abondantes ont engendré des sols tassés limitant l'effet des désherbages mécaniques. De plus le nombre de jours disponibles pour réaliser les travaux sur sols ressuyés fut très réduit.

### **Printemps 2015 (avril à juin)**

Les trois mois du printemps sont très proches de la moyenne pour les températures et les précipitations, à l'exception de juin un peu sec. Avril et mai présente encore des durées d'ensoleillement limitées.

Les températures fraîches de fin avril et début mai (2,1°C le 19 avril, 2,2°C le 2 mai, 3°C le 4 et 3,9°C le 5 mai) associées à une faible insolation peuvent avoir engendré des problèmes de stérilité male sur blé tendre (froid à la méiose environ 10 jours avant épiaison). Ces conditions furent également favorables au développement de la septoriose sur blé et du botrytis sur les fèves.

### **Été 2016 (juillet à septembre)**

Le mois de juillet présente une température et des précipitations proches de la moyenne sur 20 ans. Août présente également une température moyenne au niveau de la moyenne mais des précipitations déficitaires. Septembre se caractérise par une température élevée (+2,16°C) et par des précipitations déficitaires. A l'exception du mois de juillet, l'été fut particulièrement sec surtout à partir de la mi-août où les températures ont régulièrement dépassées les 30°C associé à du vent d'Auran qui a asséché les sols. Les 15 premiers jours de septembre furent très chauds avec 9 jours avec des maximales supérieures à 30°C.

### **Etat des cultures**

Compte tenu des précipitations les levées furent rapides. Suite aux températures douces, les stades de développement du blé sont apparus précocement : sur l'essai fertilisation (variété Nogal, très précoce) le stade épi 1 cm est apparu le 14 mars, pour Renan aux alentours du 24 mars.

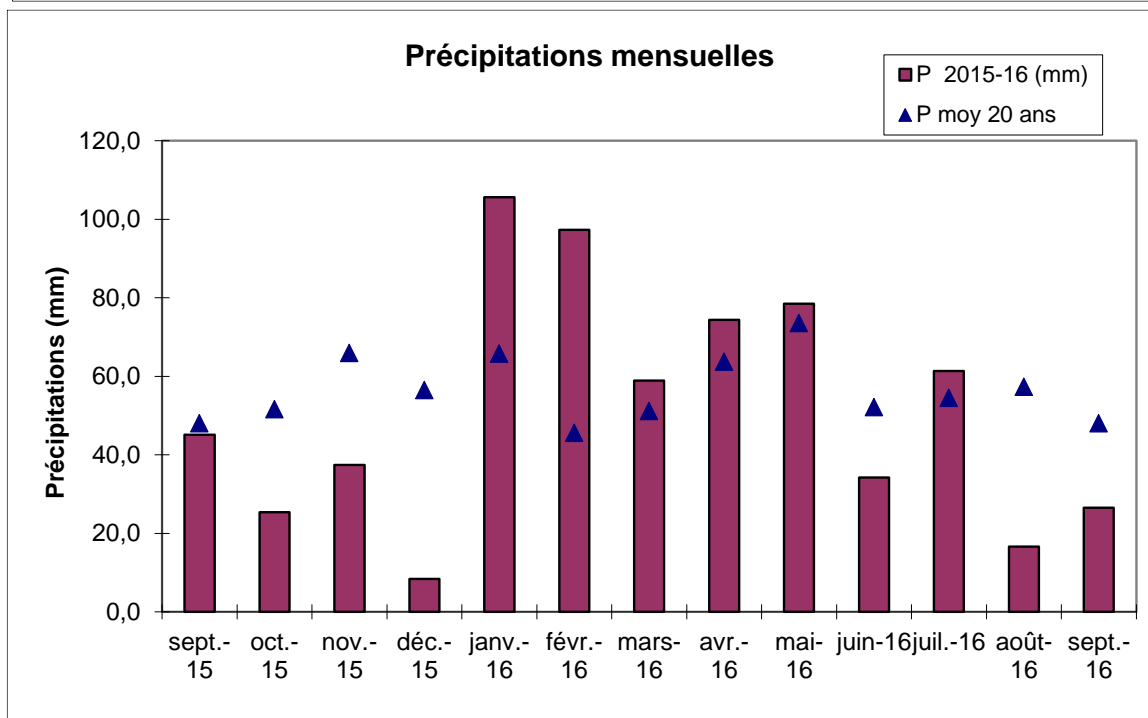
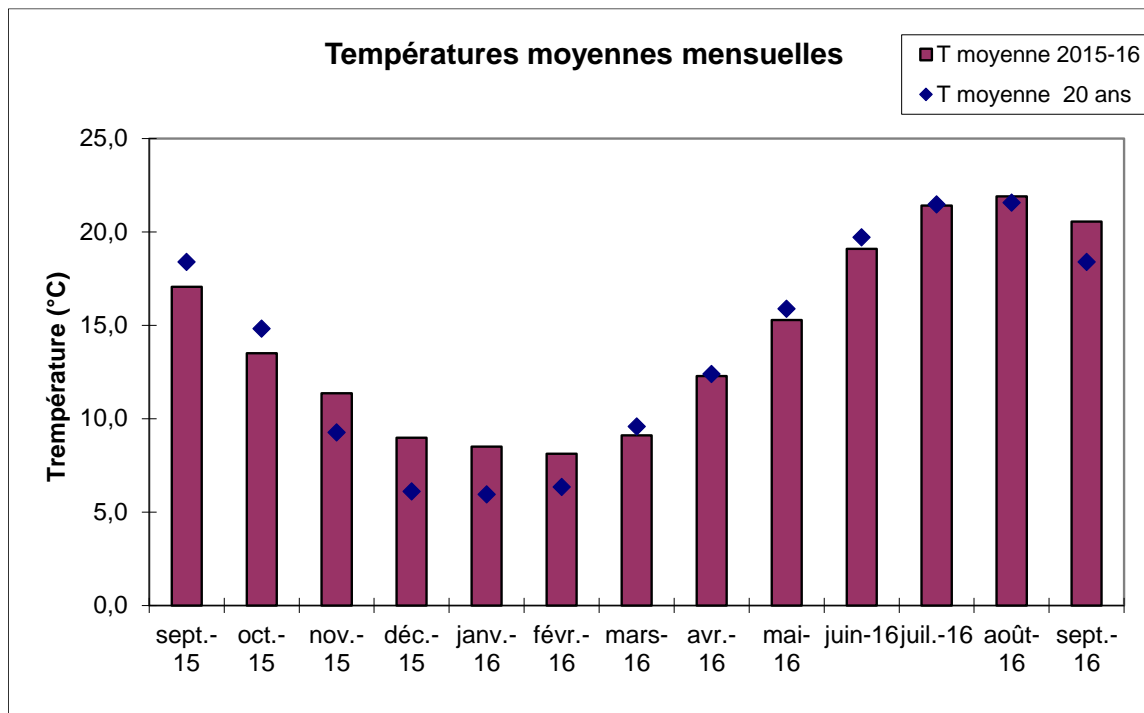
Maladies : la variété Nogal a été fortement impactée par la rouille jaune qui est apparue sur feuille en mars et est montée jusqu'aux épis en juin.

Les féveroles présentent des développements en taille hétérogène selon les zones de la parcelle, les attaques de botrytis et anthracnose sont fortes, la rouille a fait son apparition mi-avril. Le botrytis a engendré de forts avortements de fleurs et gousses.

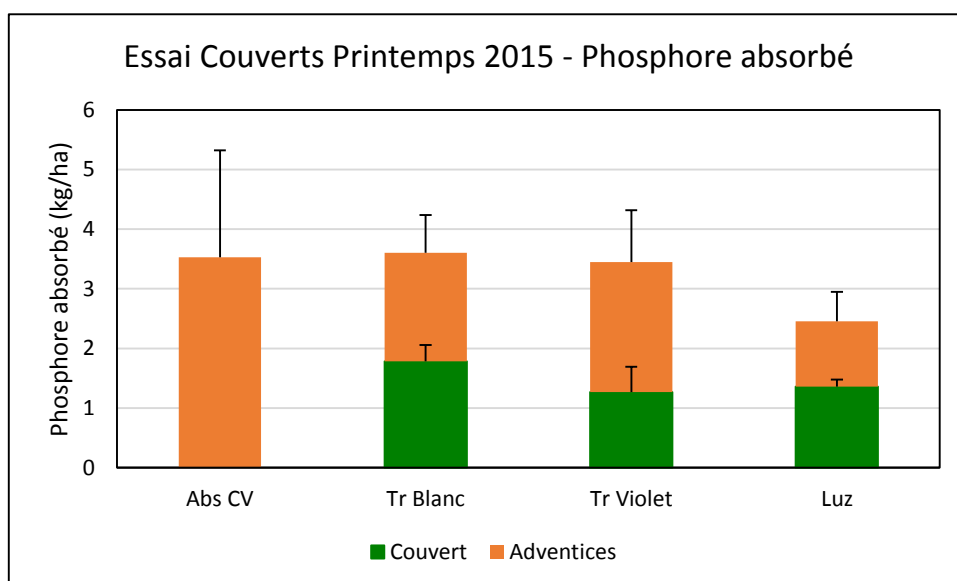
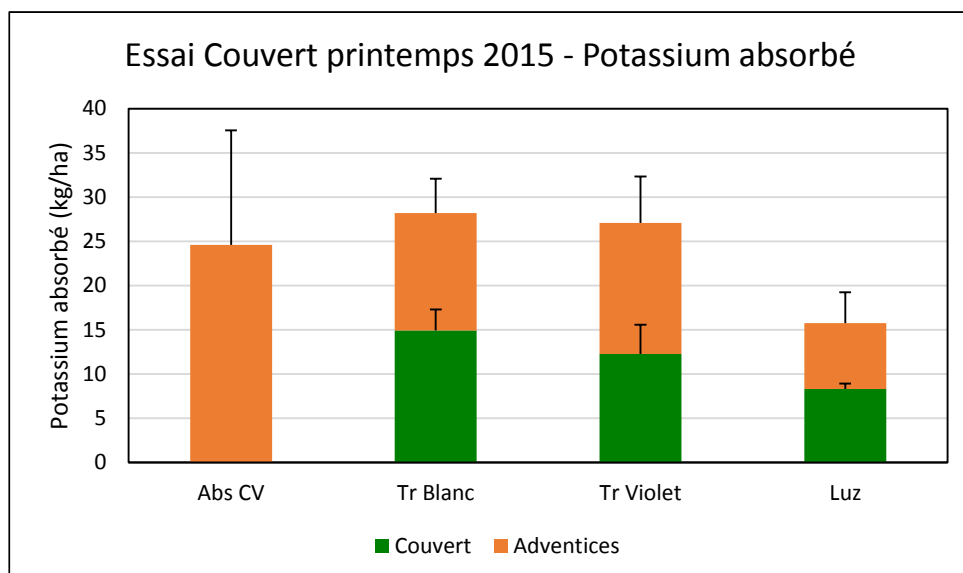
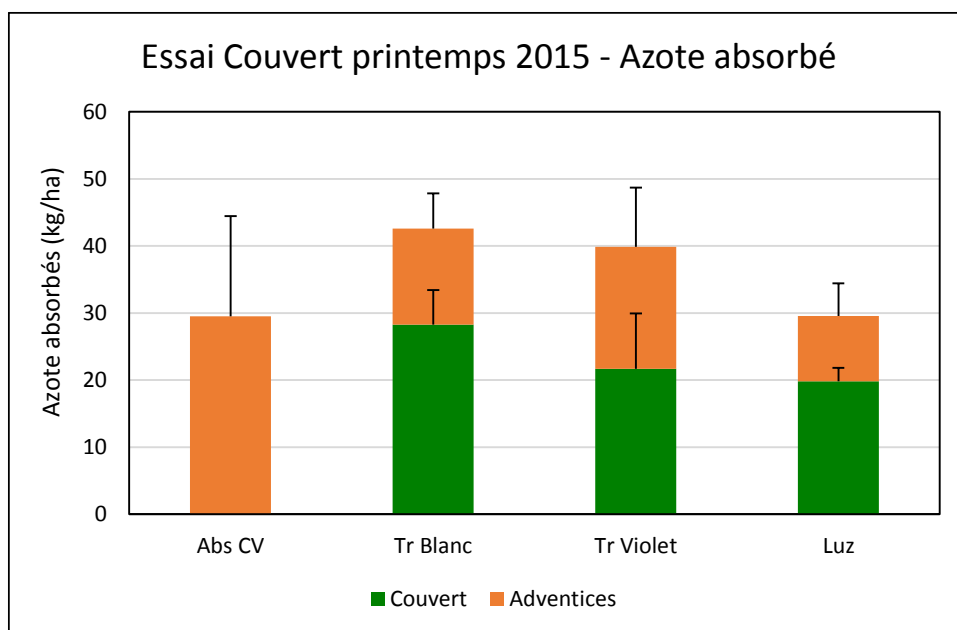
Les cultures de printemps (lin et lentille) furent semés le 30 mars dans des conditions de ressuyage satisfaisante mais sur des sols un peu motteux. Par contre les conditions climatiques humides ont comme souvent ces dernières années fortement limitées la réalisation de faux

semis, ainsi de très nombreuses moutardes sont présentes sur les parcelles en culture de printemps (lin et lentille). Le lin a séché dès le mois de juillet.

Le soja a pu être semé dans de bonnes conditions, avant le retour des pluies. Par contre peut être du fait de l'absence de tournesol, les sojas subissent de nombreux dégâts d'oiseaux. Les précipitations n'ont pas permis la réalisation de désherbages précoces. Par la suite les sojas ont fortement souffert du chaud et du sec, ils présentaient un nombre de gousses sans grains plus importants que les années précédentes, et les PMG sont nettement plus faibles que d'habitude.



## Annexe 2 : Eléments minéraux absorbés par les couverts et les adventices.



### Annexe 3 : suivi photos– Couvert printemps 2015

10 juin 2015



28 août 2015



Trèfle blanc



Trèfle violet



Luzerne méditerranéenne



15 octobre 2015



17 novembre 2015



Trèfle blanc

Trèfle violet

Luzerne méditerranéenne

#### Annexe 4 : suivi photos- Couvert automne 2015

15 octobre 2015



25 octobre 2016



Vesce pourpre + sarrasin

Vesce pourpre +orge hiver

Vesce pourpre + orge printemps

Trèfle alexandrie + moha

27 novembre 2015



18 mars 2016



Vesce pourpre + sarrasin

Vesce pourpre + orge hiver

Vesce pourpre + orge printemps

Trèfle alexandrie + moha