

Résultats des essais tests de couverts végétaux en agriculture biologique Campagne 2016



Lucerne le 24 août 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
auch.creab@voila.fr

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)¹



¹ La responsabilité du Ministère en charge de l'agriculture ne saurait être engagée

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

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

Résultats des essais :
Couverts végétaux en AB
Campagne 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^{ère} 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^{ème} 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.

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

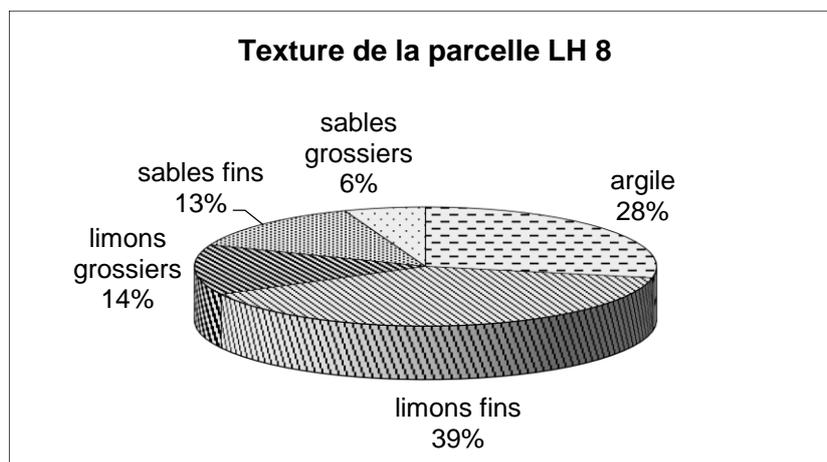
**CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION EN
AGRICULTURE BIOLOGIQUE MIDI-PYRENEES**

PARTIE 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 LH8, 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	Sangria	10	Référence actuelle
Luzerne méditerranéenne	CV4	Icon	12	

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.

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

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

CONDUITE DE LA CULTURE HÔTE DU COUVERT

Le précédent cultural est une féverole d'hiver, suivi par un couvert de moutarde + vesce pourpre. 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
6 juil-15	Moissonneuse	Récolte féverole
20 juil-15	Déchaumeur à disques	Déchaumage
8 sept-15	Déchaumeur à ailettes	Préparation sol
11 sept-15	Semoir à dents	Semis : 25 kg/ha vesce + 5 kg/ha moutarde
4 nov-15	Déchaumeur à disques	Destruction couvert
16 nov-15	Herse rotative + semoir	Semis BTH Nogal à 350 grains/m ²
17 déc-15	Herse étrille	Stade 2 feuilles
28 déc-15	Herse étrille	Stade 3 feuilles
6 fév-16	Herse étrille	Stade tallage
24 mars-16	Epandeur centrifuge	Apport fertilisant 10-4-0 à 500 kg/ha (50 unités d'N)
24 mars-16	Herse étrille	Enfouissement + préparation pour petites graines
25 mars-16	Semis pour essai	Semis des couverts
16 juil-16	Moissonneuse	Récolte blé
28 oct-16	Prélèvement	Uniquement luzerne+trèfle violet
19 déc-16	Prélèvement	Trèfle blanc + absence couvert
20 déc-16	Déchaumeur à ailettes	Destruction / enfouissement

Le blé Nogal a été semé à 120 kg/ha avec une semence certifiée AB d'un PMG de 34 g, soit une densité de 350 grains/m². Les levées furent rapides compte tenu des conditions climatiques favorables (cf. annexe 1 année climatique), la date de levée fut notée au 4 décembre.

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 :

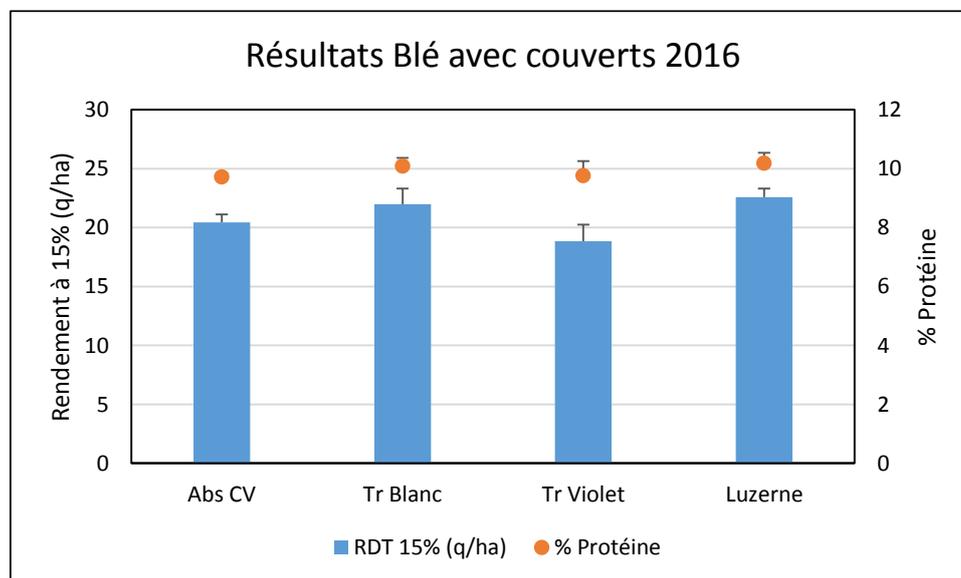
Les couverts ont rapidement levés après le semis, la date de levée fut notée le 4 avril. Les conditions climatiques furent favorables à la levée : le semis fut suivi par des précipitations et les températures de la dernière décade de mars étaient douces (11,4°C). Les couverts ont rencontré de bonne condition d'implantation jusqu'à la fin mai. Le mois de juin fut chaud et sec, mais les précipitations de juillet leurs furent bénéfiques.

Au niveau de la culture de blé, le principal problème rencontrée fut la rouille jaune qui fut particulièrement intense sur la variété Nogal car elle était présente sur feuille dès le mois mars et est ensuite montée sur les épis.

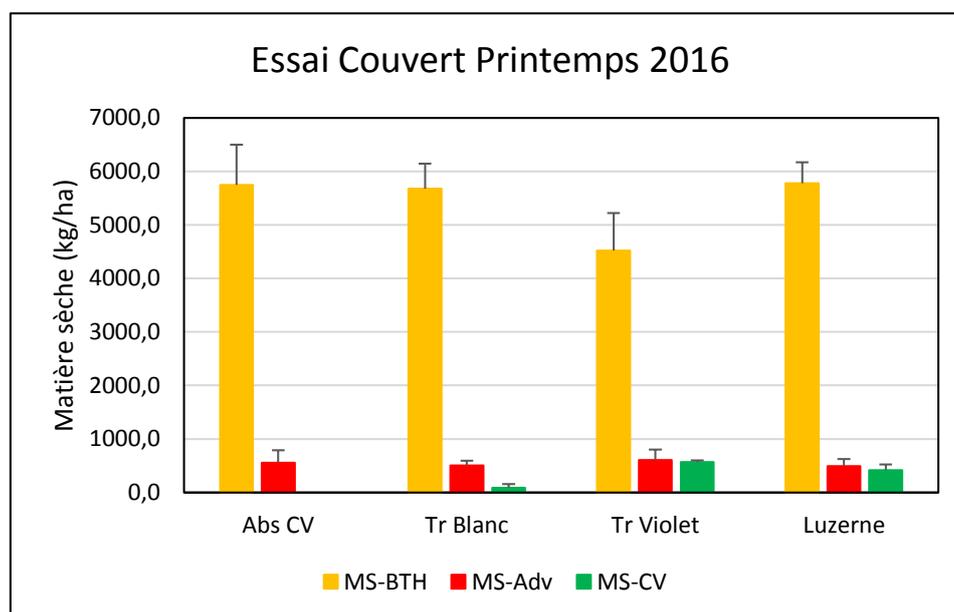
Tableau 3 : Résultats à la récolte du blé

Couverts	Aucun	Tr. Blanc	Tr. Violet	Luzerne
Epis/m ² BTH	285,9	299,1	295,3	310,0
Biomasse BTH (pailles + grains) kg/ha	5744,9	5675,8	4517,5	5776,4
Biomasse adventices (kg/ha)	557,2	504,5	606,2	490,2
RDT BTH à 15% (q/ha)	19,8	21,2	18,2	21,8
PMG BTH à 15% (g)	31,1	31,7	31,2	31,5
% Protéine BTH	9,7	10,1	9,8	10,2
PS (kg/hl)	72,8	72,6	73,0	72,5
Biomasse couvert (kg/ha)	-	857	567,3	415,1

Graphes n°1 : Rendement et teneur en protéine des blés (moissonneuse)



Graphes n°2 : prélèvement à la récolte du blé



Prélèvement à la récolte du blé (tableau 3 et graphes n°1 et 2):

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.

Cette année, le développement des couverts à la récolte du blé est plus important que d'habitude, mais les biomasses produites restent faibles avec au maximum 567 kg/ha pour le trèfle violet. Les précipitations printanières ont probablement permis aux couverts de bien se développer. On remarquera que comme pour les autres années, le trèfle blanc est toujours très lent à se développer.

Pour les blés, nous avons réalisé des prélèvements manuels pour calculer les biomasses produites et connaître les quantités d'éléments minéraux absorbés. Nous avons également réalisé des récoltes à la moissonneuse batteuse pour avoir les rendements, la teneur en protéines et le poids spécifique du blé. Les rendements tout comme les teneurs en protéines sont faibles, ces faibles valeurs ne sont pas à mettre en relation avec les couverts végétaux mais avec les attaques de rouille jaune qui ont fortement perturbées le développement des blés et les mobilisations d'azote des feuilles vers les grains. Au niveau du rendement, pour la 1^{ère} année (sur trois) nous observons des différences de rendement significatives selon les modalités : Le blé avec luzerne et avec trèfle blanc présente un rendement moyen de 22,3 q/ha (groupe A) ; vient ensuite le blé sans couvert avec 20,4 q/ha (groupes A et B) et en dernier le blé avec trèfle violet avec 18,8 q/ha (groupe B). Pour le blé avec trèfle violet, comme le développement du trèfle violet fut le plus important des couverts sur les trois années d'essais, nous pouvons penser qu'il y a eu une petite concurrence entre le blé et le couvert. Pour les autres modalités les résultats sont un peu plus difficiles à interpréter car les blés avec luzerne ou trèfle blanc permettraient de faire un rendement un peu plus élevé que le blé sans couvert. Compte tenu des gros problèmes de maladies observés, il est assez difficile de conclure sur un effet compétitif des couverts sur la culture de blé.

Au niveau des teneurs en protéines, du nombre d'épis/m², du PMG et du poids spécifique nous n'obtenons aucune différence significative entre les modalités.

Les résultats pour les prélèvements manuels intégrant la biomasse du blé, la teneur en N-P-K et les quantités d'N-P-K absorbées par les pailles et les grains on ne distingue aucune différence significative entre les modalités (graphe N°3). On ne retrouve pas de différence significative pour la biomasse des grains pour les blés associés au trèfle violet, même si on constate que les valeurs moyennes sont plus faibles au sein de cette modalité. On remarque d'ailleurs qu'en présence de trèfle violet la biomasse des pailles et plus faibles qu'avec les autres couverts.

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 8,7% de la biomasse totale produite. Les adventices présentes étaient : les mourons, coquelicot, linéaire bâtarde, luzerne sauvages, chardons, liseron des champs et la renouée des oiseaux. On remarquera qu'il y a un peu plus d'adventices sur la modalité avec trèfle violet, le fait qu'il y ait à la fois plus de couvert et plus d'adventices sur cette modalité explique peut-être le moindre rendement du blé sur cette modalité.

Ainsi mis à part le rendement un peu plus faible du blé associé au trèfle violet, l'essai confirme les observations des années précédentes vis-à-vis du non contrôle des adventices lorsque l'on réalise un semis des couverts dans la culture de blé courant mars.

Graphe n°3 : prélèvement à la récolte du blé : quantités d'éléments minéraux absorbés

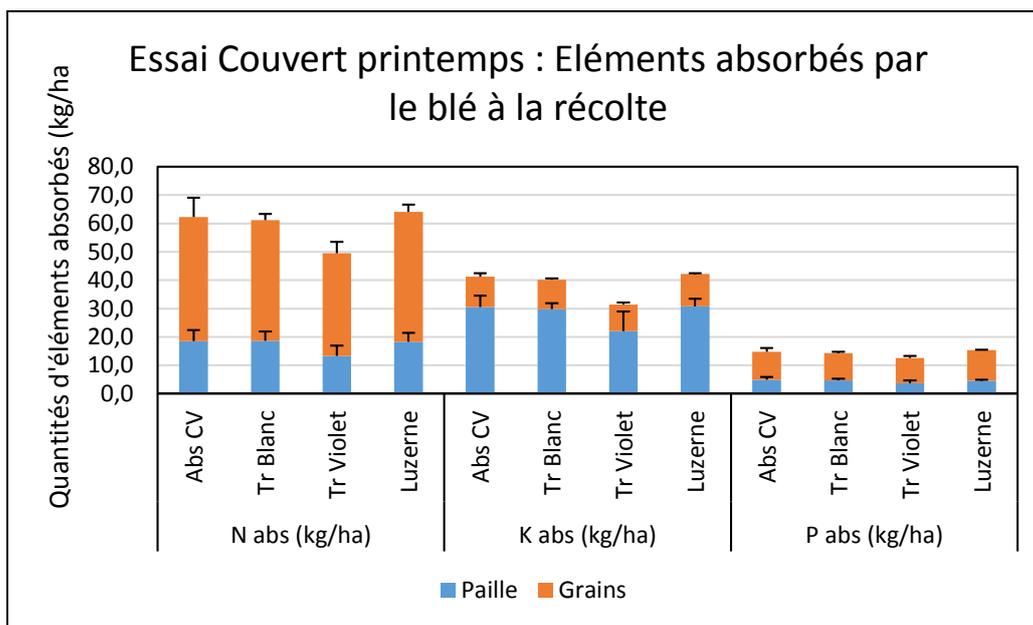
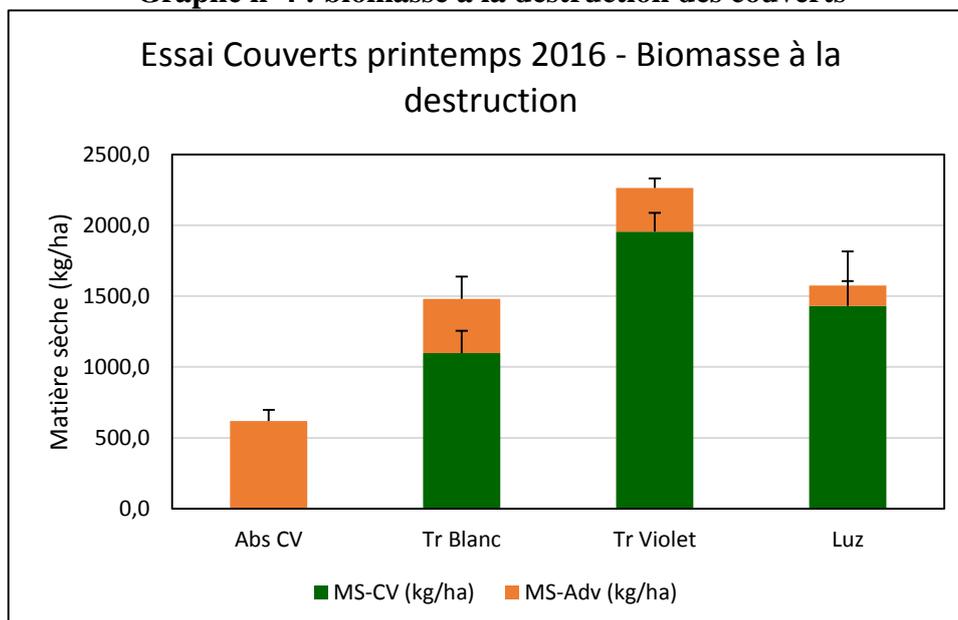


Tableau 4 : Résultats à la destruction

Couverts	Aucun	Tr. Blanc	Tr. Violet	Luzerne
Biomasse couverts (kg/ha)	-	1097,7	1955,1	1429,9
Biomasse adventices (kg/ha)	618,3	382,6	308,6	143,8
N absorbé couvert (kg/ha)	-	27,0	49,7	45,6
N absorbé adventices (kg/ha)	9,37	5,74	4,62	2,62
K absorbé couvert (kg/ha)	-	11,6	27,8	21,5
K absorbé adventices (kg/ha)	4,39	2,77	3,27	1,68
P absorbé couvert (kg/ha)	-	2,60	3,88	3,75
P absorbé adventices (kg/ha)	1,36	0,78	0,62	0,33
N absorbé CV+Adv (kg/ha)	9,37	32,7	54,3	48,2
K absorbé CV+Adv (kg/ha)	4,39	14,33	31,09	23,17
P absorbé CV+Adv (kg/ha)	1,36	3,38	4,50	4,08

Graphe n°4 : biomasse à la destruction des couverts



Prélèvements à la destruction des couverts (cf. tableau 4 et graphe n°4) :

Il convient de préciser que l'essai a rencontré un petit problème durant l'été. Après la moisson du blé, l'entrepreneur qui réalise des travaux sur la ferme a déchaumé la parcelle de blé, pour bien faire il a également déchaumé la partie sans couvert de l'essai, et ne voyant pas de trèfle blanc il a également déchaumé cette modalité sur les 3 blocs à l'aide du déchaumeur à disques. Le trèfle blanc ne fut pas totalement détruit, mais il est fort probable que cette intervention indépendante de notre volonté, a limité son développement.

Les couverts furent prélevés en deux fois, une première fois le 28 octobre 2016 pour les modalités luzerne et trèfle violet car ces deux espèces étaient en train de perdre de la biomasse : chute des feuilles pour la luzerne, et fin floraison avec dessèchement des tiges pour le trèfle violet. Le trèfle blanc ne semblait pas avoir perdu de biomasse, il fut donc maintenu jusqu'au prélèvement du 19 décembre.

La biomasse produite à la destruction des différentes espèces de couverts est présentée dans le tableau 4 et le graphe n°4.

L'analyse de variance permet de classer les couverts selon leur biomasse produite : le trèfle violet avec 1,96 t_{MS}/ha permet la biomasse la plus élevée ; viennent ensuite la luzerne et le trèfle blanc qui ne présentent pas de différence significative pour la biomasse produite.

Au niveau des adventices, nous observons des différences significatives de biomasse produite qui permettent uniquement de dire que les trois modalités avec couverts présentent moins d'adventices que la modalité sans couverts.

Pour les teneurs en éléments minéraux dans la biomasse des couverts et des adventices l'analyse de variance distingue :

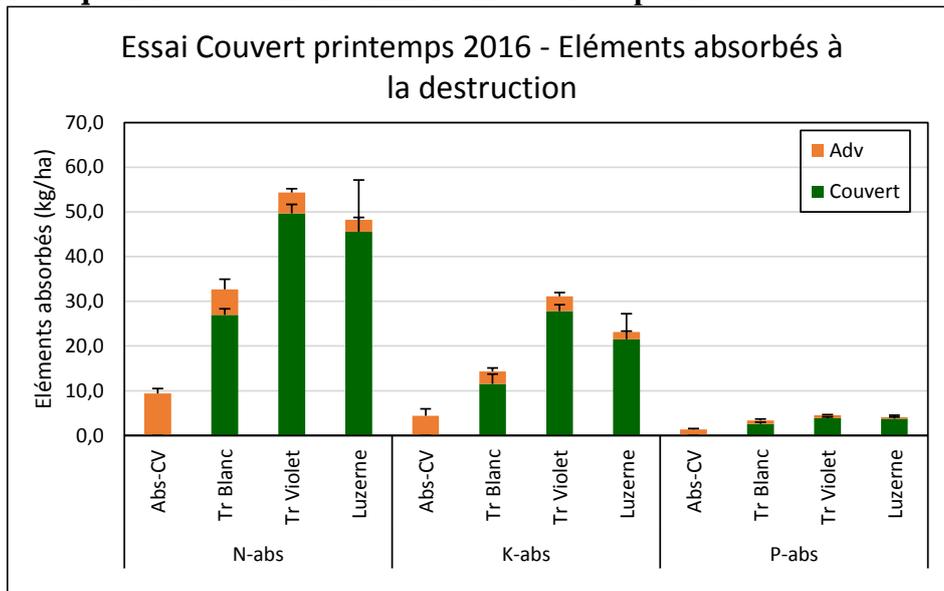
- Une teneur d'azote plus élevée pour la luzerne (3,2%) que pour les deux trèfles (2,51% en moyenne). La luzerne présente donc une teneur en azote plus élevée que les autres couverts
- Pour le potassium, la luzerne et le trèfle violet présentent une teneur plus élevée (1,46%) que le trèfle blanc (1,05%)
- Pour le phosphore ce sont luzerne et trèfle blanc qui présentent la teneur la plus élevée (0,25%) le trèfle violet est un peu en dessous avec 0,20%.

Pour les quantités d'éléments minéraux prélevées par les couverts (cf. graphe n°5) nous obtenons pour chacun le même classement que pour les biomasses produites à savoir que les deux couverts les plus productifs et ayant absorbés le plus d'éléments minéraux sont le trèfle violet et la luzerne, le trèfle blanc se classe systématiquement en dessous. Les quantités d'éléments minéraux absorbées sont :

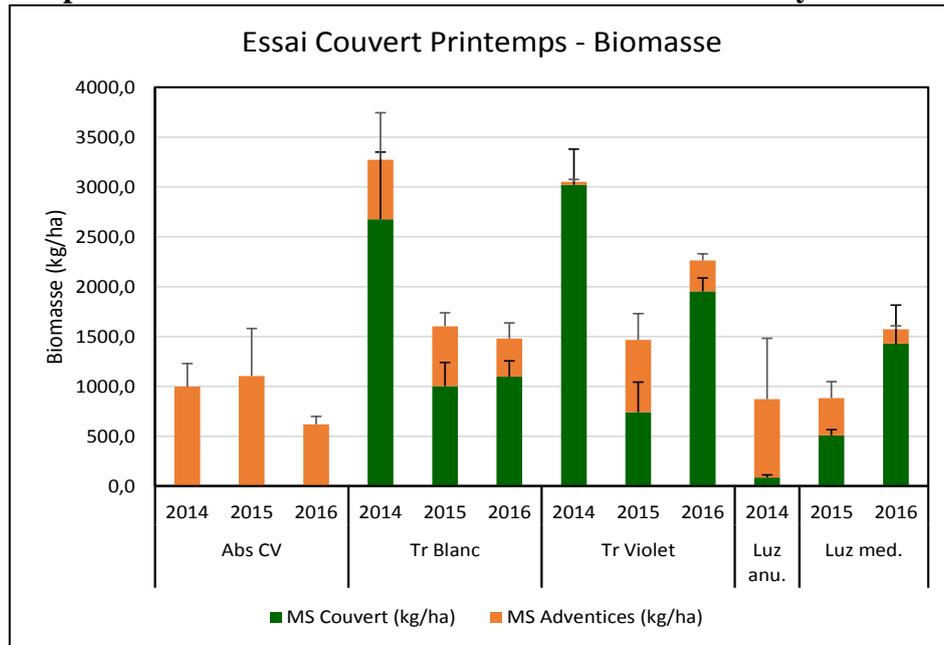
- 47,6 kg d'N/ha en moyenne dans leurs parties aériennes pour la luzerne et le trèfle violet, le trèfle blanc vient ensuite avec 27,0 kg d'N/ha dans ses parties aériennes
- 24,7 kg de K/ha en moyenne dans leurs parties aériennes pour la luzerne et le trèfle violet, le trèfle blanc vient ensuite avec 11,6 kg d'N/ha dans ses parties aériennes
- 3,82 kg de P/ha en moyenne dans leurs parties aériennes pour la luzerne et le trèfle violet, le trèfle blanc vient ensuite avec 2,60 kg d'N/ha dans ses parties aériennes

Le fait d'ajouter la biomasse et les quantités d'éléments minéraux absorbés par les adventices ne modifie pas le classement.

Graphe n°5 : quantités d'éléments minéraux absorbés par les couverts et les adventices

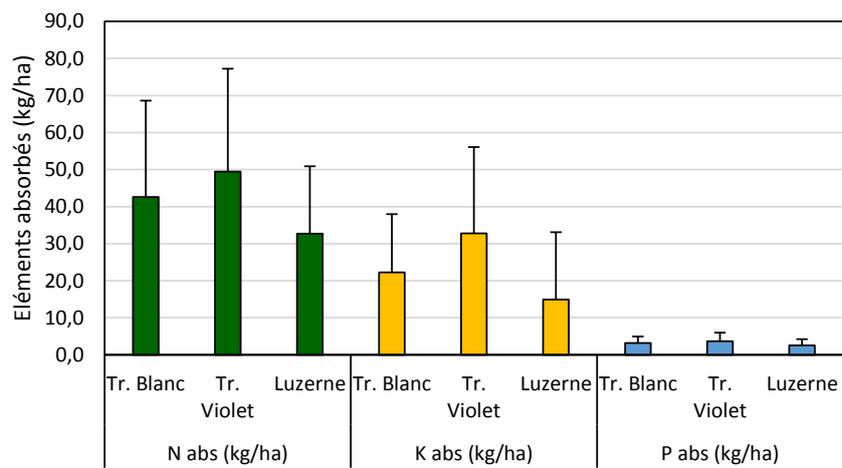


Graphe n°6 : Biomasse à la destruction des couverts – moyenne 3 ans



Graphe n°7 : Eléments minéraux absorbés à la destruction des couverts – moyenne 3 ans

Essai Couverts printemps - Eléments absorbés moyenne 3 ans



Discussion sur les couverts de printemps : légumineuses fourragères semées dans le blé

2016 est la 3^{ème} année de mise en place de l'essai, les deux trèfles furent présents les 3 années, pour la luzerne la 1^{ère} année était avec une luzerne annuelle qui a fortement déçu et les autres années avec une luzerne méditerranéenne. Pour les 3 années, les couverts furent implantés vers le 20 mars et détruit au mois de décembre suivant. Si on regarde les moyennes sur 3 ans (2 ans pour la luzerne) nous observons pour la biomasse produite une très forte variation (graphe n°6) allant du simple au triple en fonction des conditions climatiques printanières (développement du couvert sous couvert du blé et à la récolte de ce dernier) et durant l'été et l'automne pour leurs biomasses avant destruction. Les quantités d'éléments minéraux absorbés par les différents couverts (graphe n°7) restent en lien avec la biomasse produite avant tout, ainsi les couverts qui absorbent le plus d'éléments minéraux sont ceux ayant produit le plus de biomasse.

Pour les éléments minéraux absorbés, nous obtenons (graphe n°7) des quantités moyennes sur 3 ans de l'ordre de 40 à 50 kg d'azote/ha dans les parties aériennes des couverts, la valeur est moindre pour la luzerne car l'année 2014 n'est pas présentée, mais en 2015 et 2016 les quantités d'éléments minéraux absorbés sont proches de celles du trèfle violet).

Si on prend comme hypothèse de 42% de carbone dans les parties aériennes des couverts, le C/N est de l'ordre de 15 pour l'ensemble des espèces. Pour un C/N de cet ordre de grandeur le taux de minéralisation pour la culture suivante est de l'ordre 30 à 40% c'est-à-dire que les quantités d'éléments minéraux disponibles pour la culture suivante seront de l'ordre de 12 à 20 kg d'N/ha supplémentaire par rapport à une conduite sans couvert (ceci ne tient pas compte d'un éventuel lessivage hivernal de l'azote notamment pour la modalité sans couvert). Ces quantités somme toute assez faibles plaide donc pour un usage régulier des couverts végétaux afin d'obtenir des effets cumulatifs qui au bout de quelques années (environ 5 ans) permettront d'avoir un effet plus significatif sur la fourniture d'azote pour la culture suivante.

Pour le potassium, il semble que dans nos conditions, le trèfle violet permette de fixer des quantités plus importantes de cet élément que les autres couverts. Enfin pour le phosphore, les quantités absorbées dans les parties aériennes restent particulièrement faibles, elles varient de 14 à 5 kg de P/ha selon les années sans grande différence entre couvert.

Trèfle violet : ce couvert a comme principal avantage de bien se développer dès la récolte du blé, même si sa biomasse reste faible à cette période, il peut être suffisamment bien implanté pour très bien maîtriser les adventices comme ce fut le cas en 2014. Par contre sa production peut être pénalisée lors d'été sec comme en 2015, dans ce cas la concurrence sur les adventices est faible.

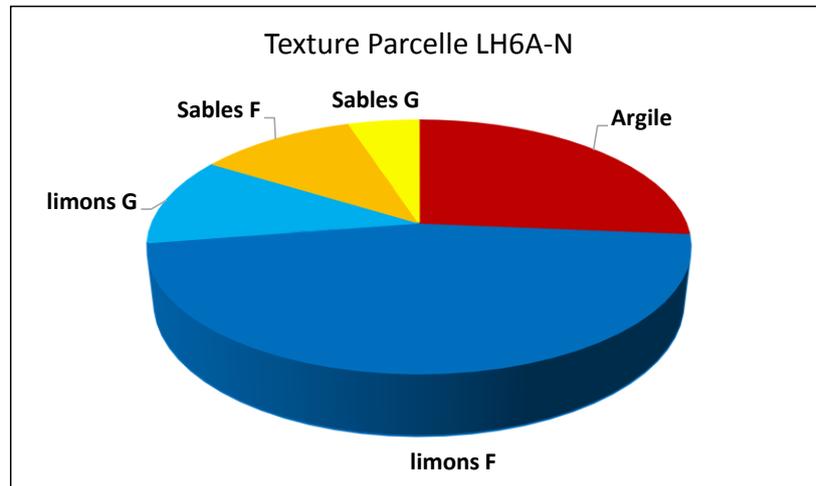
Trèfle blanc : se trèfle souffre surtout d'une implantation très lente qui fait qu'en aucun cas il ne fut satisfaisant pour concurrencer les adventices. En effet sa production débute surtout à l'automne et entre la récolte du blé et l'automne les adventices ont le temps de s'implanter. Par contre nous avons pu observer qu'en été sec comme 2015 il arrive à produire plus que le trèfle violet.

La luzerne : la luzerne annuelle testée uniquement en 2014 fut un échec car elle a subi des attaques de maladies en été et à très peu concurrencée les adventices. Les deux années suivantes nous avons testé une luzerne méditerranéenne. Cette dernière présente une faible production en 2015 (plus faible que les deux trèfles) et une production intermédiaire aux deux trèfles en 2016. Par contre sur les deux années testées elle semble être assez compétitive vis-à-vis des adventices, en 2015 et 2016 c'est avec luzerne que la biomasse des adventices est la plus faible.

PARTIE 2 : Engrais vert semé en interculture**SITUATION DE L'ESSAI**

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire profond, parcelle LH6A-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 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. 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 : Présentations des couverts automnaux

Espèces	Code	Dose semis (kg/ha)	Remarques
Absence couvert	CVE1	-	Témoin sans couvert
Vesce pourpre + avoine rude	CVE2	25 + 40	Bon résultat 2014
Vesce pourpre + orge hiver	CVE3	25 + 180	Bon résultat 2015
Vesce pourpre + sarrasin	CVE4	25 + 50	1 espèce gélive
Trèfle alex. + moha	CVE5	10 + 20	1 espèce gélive

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



Vesce gelée dans le couvert, photo du 31 janvier 2017.

CONDUITE DE LA CULTURE

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

Tableau 6 : itinéraire technique réalisé

Date	Outil	Remarque
26 juil-16	Moissonneuse	Récolte Féverole
2 août 16	Déchaumeur à disques	Déchaumage
26 août 16	Déchaumeur à ailettes	
6 septembre 16	Herse rotative	Reprise de sol
7 septembre 16	Herse étrille	Eliminer les résidus
7 septembre 16	Semoir pour essai	Semis des couverts en 1 seul passage
7 septembre 16	Rouleau	
1 décembre 16	Cadres	Prélèvement moha + sarrasin
20 décembre 16	Déchaumeur à ailettes	Désherbage modalité sans couvert
1 février 17	Cadres	Prélèvement vesce pourpre
22 février 17	Cadres	Prélèvement orge, avoine, trèfle d'Alexandrie et adventices
27 février 17	Déchaumeur à ailettes	Destruction / enfouissement

OBSERVATIONS EN VEGETATION

Le semis fut réalisé le 7 septembre dans de bonnes conditions, il fut ensuite rouler pour favoriser la levée des petites graines. Nous avons reçu 18 mm de précipitations les 13 et 14 septembre, les levées furent notées :

- Le 17 septembre pour le sarrasin
- Le 18 septembre pour l'orge d'hiver
- Le 19 septembre pour la vesce pourpre et l'avoine rude
- Le 21 septembre pour le moha et le trèfle d'Alexandrie

Le développement des couverts fut principalement limité cette année par les conditions climatiques. Elles furent tout d'abord très sèches en été et à l'automne, aout fut sec (16,6 mm) septembre fut chaud (+2,2°C par rapport à la moyenne sur 20 ans) et sec avec 26,5 mm de précipitations et octobre sec avec 24,3 mm. Novembre présente des précipitations proches de la moyenne mais nous avons reçues seulement 5,4 mm en décembre. Ainsi de début septembre à fin décembre le cumul est de 116,8 mm pour une moyenne sur 20 ans de 222 mm. Les 1^{ères} températures négatives furent mesurées le 1^{er} décembre (-1,6°C les 1^{er} et 2 décembre et -3,2°C le 3), les deux espèces gélives (moha et sarrasin) furent détruites par le gel et prélevées à cette date. Lors de ce prélèvement, le moha était peu présent, avec un stade compris entre 3 et 4 feuilles. Le trèfle d'Alexandrie était également peu présent et très peu développé.

Le mois de janvier fut également sec avec 31,6 mm reçu pour une moyenne sur 20 ans de 65,8 mm, mais se caractérise aussi par sa fraîcheur (3,4°C de moyenne mensuelle contre 5,9°C en moyenne sur 20 ans). Sur le mois de janvier il y eu 8 jours avec des températures minimales inférieures à -5°C (dont -8,8°C et -8,4°C respectivement les 19 et 26 janvier) et 7 jours avec des températures journalières négatives. Lors d'une visite réalisé le 31 janvier nous avons observé que la vesce avait gelée (probablement dès le 19 janvier, cf. photo ci-contre), elle fut prélevé dès le lendemain mais une partie de la biomasse fut probablement sous-estimée (cette espèce est considérée comme gélive entre -5 et -10°C).

Graphe n°7 : Biomasse des couverts

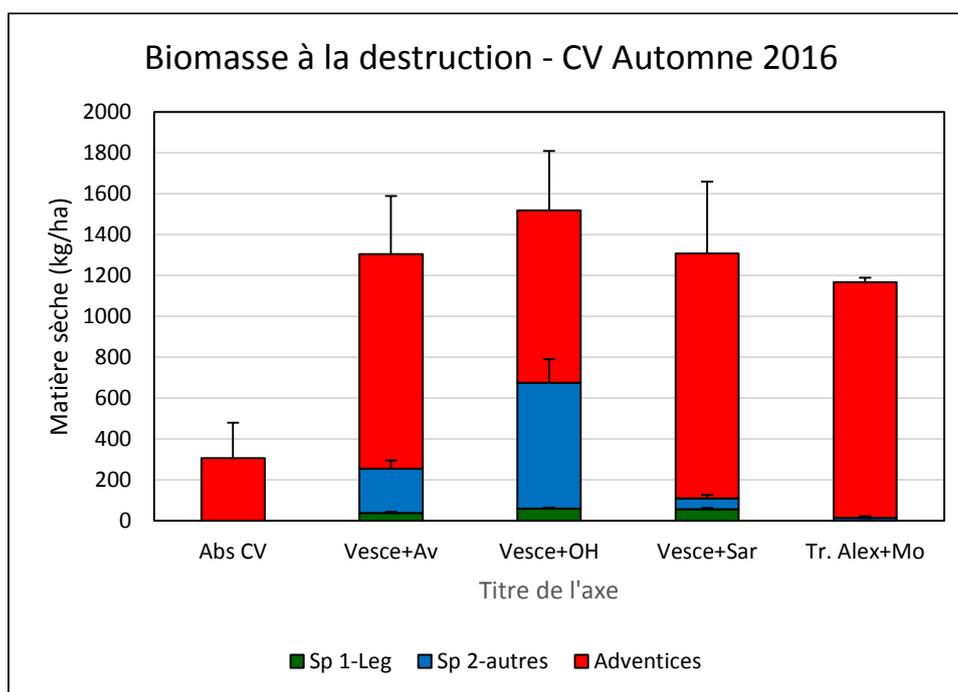


Tableau 7 : Biomasse des couverts

Couverts	Espèces	Biomasse (kg/ha)	Biomasse couvert (kg/ha)	Biomasse couvert + adventices (kg/ha)
CV1	Adventices	306,2		306,2
CV2	Vesce P	37,6	255,3	1 304,9
	Avoine rude	217,6		
	Adventices	1049,7		
CV3	Vesce P	59,6	675,3	1 519,1
	Orge hiver	615,8		
	Adventices	843,8		
CV4	Vesce P	56,5	109,0	1 308,2
	Sarrasin	52,6		
	Adventices	1199,1		
CV5	Trèfle Alex.	1,4	13,9	1 166,7
	Moha	12,5		
	Adventices	1152,8		

Pour le CV1 la moindre biomasse d'adventices vient du fait que les parcelles ont été travaillées le 20 décembre afin de détruire l'enherbement présent.

A cette date, le trèfle d'Alexandrie rare et très peu développée ne nous semblait pas avoir gelé même s'il est également considéré comme gélif entre -5°C et -10°C .

Le mois de février fut très différent, plutôt doux ($8,1^{\circ}\text{C}$ pour une moyenne de $6,3^{\circ}\text{C}$) et arrosé avec 97,3 mm reçu pour une moyenne de 45,6 mm. On notera que sur ces 97,3 mm reçus, 72,9 mm (soit 75%) sont tombés entre le 2 et le 8 février.

Les derniers prélèvements sur l'essai eurent lieu les 22 et 23 février. Lors de ces prélèvements le trèfle d'Alexandrie était quasiment absent probablement détruit plus tôt par le gel mais sans que nous nous en rendions compte.

Ainsi le développement des couverts fut fortement perturbé cette année par les conditions climatiques d'abord sèches puis froides. Il y eu en tout trois période de prélèvement : début décembre pour le moha et le sarrasin qui avait gelé. Pour le sarrasin, nous avons également observé des dégâts conséquents liés à la présence de gibier (lièvre et/ou chevreuil). Puis le 1^{er} février la vesce pourpre gelée fut prélevée et enfin fin février le reste des couverts, car ces derniers étaient peu présents, les adventices abondantes et que les conditions de sols étaient favorables à leur destruction.

A la destruction les adventices présentes étaient : la folle avoine, la moutarde, la renoncule des marais, et la véronique de perse

Biomasse produite (graphe n° 7 et tableau 7)

Les biomasses produites par les couverts sont extrêmement faibles et très inférieures aux valeurs mesurées les années précédentes.

Si on regarde la 1^{ère} espèce, c'est-à-dire la légumineuse associée (vesce pourpre ou trèfle d'Alexandrie) on constate :

- Que les biomasses de vesce pourpre sont équivalentes en association avec l'orge d'hiver et le sarrasin ($58 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$), la vesce pourpre avec le sarrasin produit significativement moins avec $37,6 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$.
- Le trèfle d'Alexandrie a très fortement décroché cette année avec seulement $1,4 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$

Pour la 2^{ème} espèce (avoine rude, orge d'hiver, moha et sarrasin)

- L'orge d'hiver est l'espèce qui a le plus produit avec $615,8 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$
- L'avoine rude vient ensuite avec $217,6 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$ alors qu'elle fut détruite en même temps que le l'orge
- Les deux espèces gélives ne se distinguent pas en terme de production qui il est vrai est restée plus que modeste

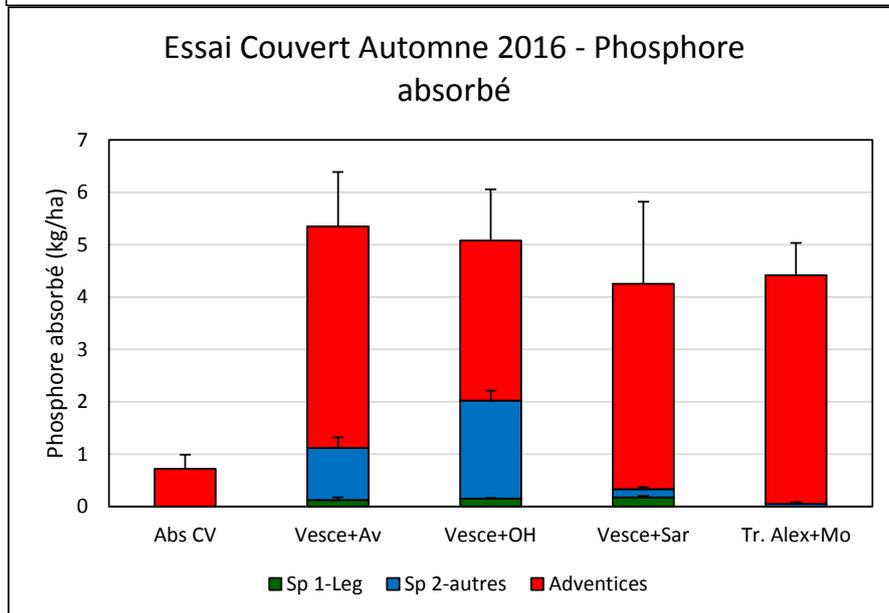
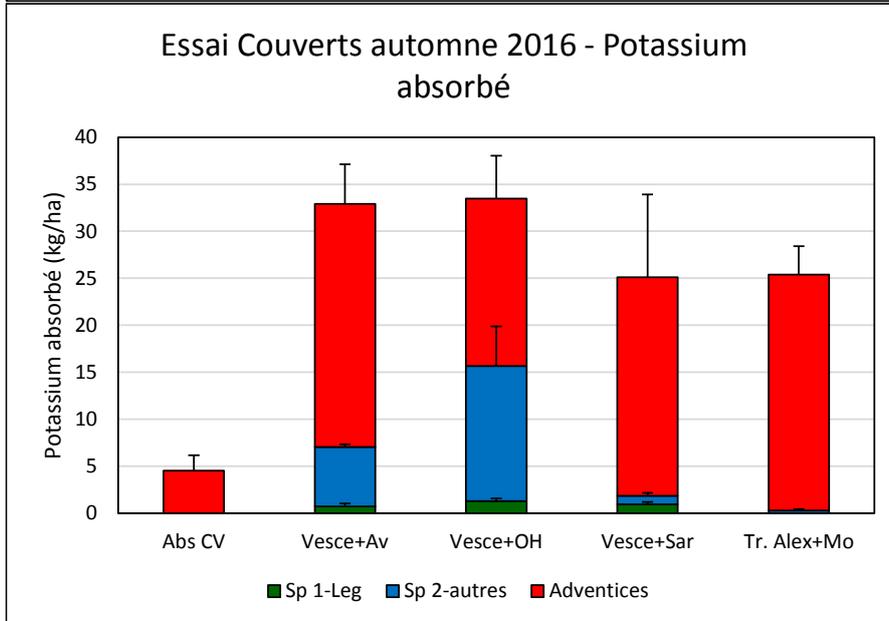
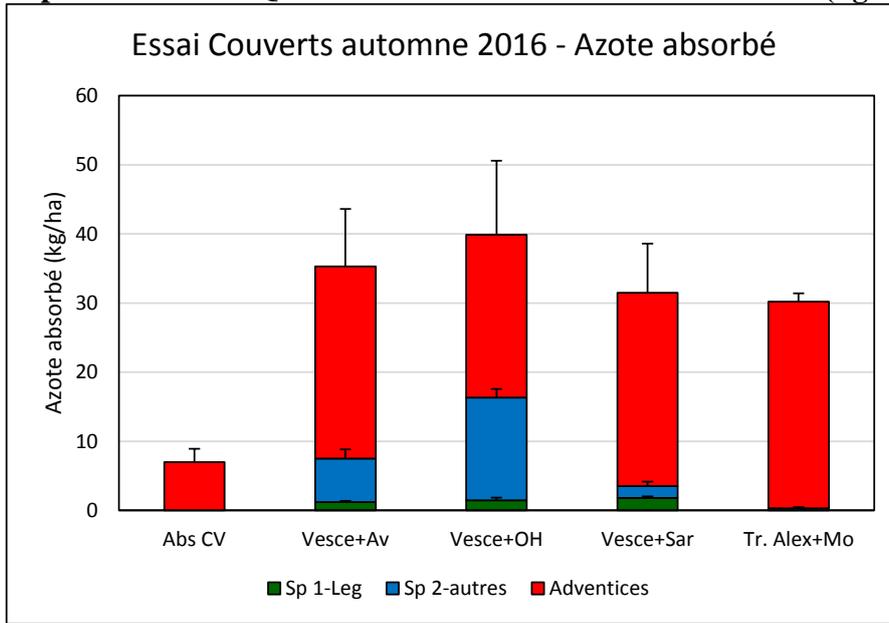
Pour les adventices, la variation de biomasse entre répétitions lié au fait qu'il s'agit d'un enherbement spontané ne permet pas de distinguer de différence entre les modalités. Toutefois on constate comme l'an dernier que c'est avec l'orge d'hiver que la biomasse d'adventice est la plus faible avec $846,8 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$ alors que sur les trois autres modalités la biomasse moyenne est de $1\ 133,9 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$.

Si on regarde l'ensemble du couvert (les 2 espèces) :

- Le mélange vesce pourpre + orge d'hiver se classe en tête avec $675,3 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$
- Vient ensuite le mélange vesce pourpre + avoine rude avec $255,3 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$
- Les deux mélanges avec espèces gélives décrochent avec $109 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$ pour le mélange vesce pourpre + sarrasin et seulement $13,9 \text{ kg}_{\text{MS}}/\text{ha}$ pour celui avec trèfle d'Alexandrie + moha.

Enfin si on étudie l'ensemble de la biomasse (2 espèces du couvert + adventices) on n'observe aucune différence significative ente modalités.

Graphes N°8 à 10 : Quantités d'éléments minéraux absorbés (kg/ha)



Quantités d'éléments minéraux absorbés (graphes 8 à 10)

Compte tenu de la très faible biomasse produite par les couverts, les quantités d'éléments minéraux absorbés sont faibles et inférieures aux quantités absorbées par les adventices.

Les quantités d'éléments minéraux absorbés par la vesce pourpre sont très faibles : 1,5 kg d'N/ha ; 1 kg de K/ha et 150 g de P/ha.

Le trèfle d'Alexandrie ayant quasiment disparu, nous n'avons pas pu réaliser le dosage sur cette espèce. Pour le moha et le sarrasin détruit par le gel les quantités absorbées sont également négligeable.

Pour les céréales semées en couvert, l'avoine rude a souffert cette année d'une faible production (0,22 t_{MS}/ha à titre de comparaison en 2014 nous avons atteint 1 t_{MS}/ha) ce qui a limité la quantité d'éléments minéraux absorbés, nous mesurons : 6,3 kg d'azote/ha ; 6,35 kg de potassium/ha et 1 kg/ha de phosphore. C'est l'orge d'hiver qui ayant plus produit s'en sort le mieux avec : 14,9 kg/ha d'azote absorbée, 14,4 kg/ha de potassium et 1,9 kg/ha de phosphore.

Ainsi pour l'ensemble des couverts, ce sont les adventices qui se sont le plus développées et qui ont absorbés le plus d'éléments minéraux.

Discussion sur les couverts :

Suite à cette troisième année d'essai de couverts végétaux semés en interculture certaines espèces semblent plus adaptées que d'autres :

- La féverole d'hiver (essai de 2014) n'est pas adaptée à un semis de fin août / début septembre car semé tôt elle est vite pénalisée par la maladie
- Les espèces gélives (moha, sarrasin) présentent un développement très dépendant de la date de la 1^{ère} gelée, si ces dernières arrivent tôt leur développement peut être très faible. De plus nous observons de très fréquents dégâts de gibier sur sarrasin, et le développement du moha reste faible et aléatoire.
- Le développement du trèfle d'Alexandrie semé tôt à l'automne reste également très faible ce qui pénalise sa biomasse et surtout le contrôle des adventices.

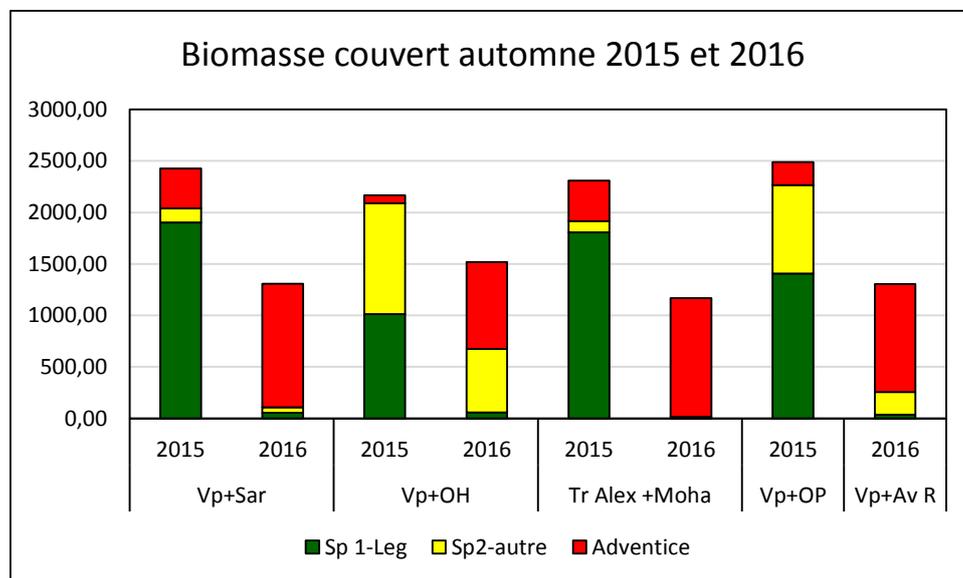
Les mélanges vesce pourpre + céréales à pailles sont ceux permettant la meilleure production de biomasse, avec une préférence pour le mélange vesce pourpre + orge hiver car grâce au port étalé de l'orge ce dernier permet d'être le couvert qui contient le mieux les adventices.

L'essai de cette année montre également que la réussite d'un couvert reste aléatoire et que l'impact des conditions climatiques sur la biomasse produite reste prépondérant. Le graphe n°11 ci-après où un seul couvert diffère entre les deux années donne une idée de la très forte variabilité de la production des couverts et de leur pouvoir concurrentiel sur les adventices. Il en va de même pour les quantités d'éléments minéraux absorbés qui sont très liés à la biomasse produite, le graphe n°12 compare les quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes entre les deux années.

A noter que sur la parcelle hôte de l'essai nous avons également implanté un couvert végétal. Ce couvert était composé d'un mélange de moutarde blanche (5 kg/ha) + sorgho fourrager (20 kg/ha) + vesce pourpre (25 kg/ha) fut semé le 9 septembre. Ce couvert fut détruit le 24 janvier, un mois avant notre essai, les résultats sont les suivants :

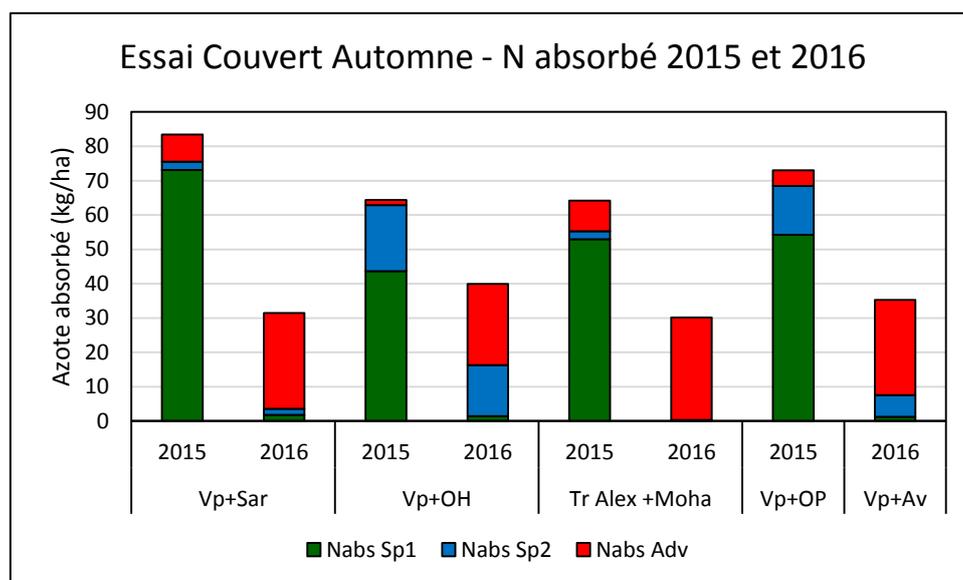
Moutarde blanche = 677,2 kg_{MS}/ha (soit l'équivalent de la biomasse de l'orge mais avec une destruction plus précoce de 1 mois) ; vesce pourpre 70,3 kg_{MS}/ha, le sorgho fourrager a subi des attaques d'anthracnose et avait complètement disparu lors du prélèvement ; et les adventices 333,6 kg_{MS}/ha. Ainsi la moutarde qui se développe vite produit autant que l'orge avec une durée en végétation d'un mois de moins, et a surtout permis un bien meilleur contrôle des adventices.

Graphe n°11 : comparaison de la biomasse produite par les couverts d'automne en 2015 et 2016



Année	Date semis	Destruction gel sarrasin et moha	Destruction vesce	Destruction couverts
2015	7 septembre	18 novembre	17 mars 2016	
2016	7 septembre	1 décembre	1 février	22 février

Graphe n°12 : comparaison des quantités d'azote absorbées par les couverts d'automne en 2015 et 2016



Annexe 1 : 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 eu 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^{er} 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 durée 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'Autan 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.

