

RAPPORT SUR LES COUVERTS VEGETAUX 2021



Photo CREABio : couvert de trèfle violet semé sous couvert de blé tendre, La Hourre juin 2021

CREABio

LEGTA Auch-Beaulieu
32020 AUCH Cedex 09

Enguerrand Burel, Laurent Escalier, Eve-Anna Sanner

Tél : 05.62.61.71.29 ou eburel.creab@gmail.com
laurentcreab@gmail.com, easanner.creabio@gmail.com

Le CREABio est membre



Action réalisée avec le concours financier :

De la Région Occitanie, de l'Agence de l'Eau Adour Garonne et du compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural » géré par le Ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche¹ et du Foyer Ludovic LAPEYRERE



Avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
«développement agricole et rural»



¹ la responsabilité du ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche ne saurait être engagée

INTRODUCTION

Les fertilisants du commerce étant onéreux, l'un des enjeux majeurs de l'agriculture biologique reste la fertilisation des sols. Les couverts végétaux peuvent permettre un certain apport d'éléments nutritifs et on les appelle des engrais verts^[1] lorsqu'ils sont justement conduits entre 2 cultures d'intérêt pour fertiliser la culture de vente suivante, principalement à travers un apport d'azote.

L'objectif de ces essais est de fournir des conseils aux producteurs sur les itinéraires techniques pour la mise en place de couverts végétaux selon leur période d'implantation, de donner des informations sur la biomasse produite et les quantités d'éléments minéraux prélevés par les couverts et 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 au stade plein tallage. 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 semées en pur et pour celui testé à l'automne il s'agit de mélanges bispécifiques associant une légumineuse à une non légumineuse.

Pour chaque couvert ont été suivis :

- la biomasse produite
- la quantité d'éléments minéraux absorbés dans les parties aériennes (N-P-K)
- l'effet de biocontrôle du couvert sur le développement des adventices
- le suivi de l'azote minéral du sol
- la culture hôte afin de mesurer d'éventuels effets concurrentiels du couvert pour le dispositif semé sous couvert

Pour les deux dispositifs, il y a présence d'une modalité sans couvert qui sert de témoin.

Il est également prévu de réaliser un suivi en deuxième 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 CREABio 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. Nos remerciements vont ensuite à Semences de France, Caussade Semences, RAGT Semences, Cerience/Terrena et Jouffray-Drillaud qui nous ont gracieusement fourni les semences des couverts.

[1] Marie Thromas, Pierre Bompard, Simon Giuliano. 2018. Engrais vert : Définition. Dictionnaire d'Agroécologie, <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/engrais-vert/>

TABLE DES MATIERES

Partie I. Engrais verts semés sous couvert d'un blé	7
1. Description de l'essai.....	7
a. Situation de l'essai	7
b. Type d'essai et modalités d'expérimentation.....	7
c. Conduite de la culture hôte du couvert	8
2. Les résultats.....	9
a. Développement des couverts végétaux sous le blé	9
b. Récolte du blé	9
c. Production de biomasse des couverts et maîtrise des adventices lors de l'interculture	10
d. Teneurs en éléments minéraux des couverts	11
e. Reliquats azotés	11
3. Discussion sur les couverts de printemps : légumineuses semées dans le blé	13
Partie II. Engrais vert semés en interculture	14
1. Description de l'essai.....	14
a. Situation de l'essai	14
b. Type d'essai et modalités d'expérimentation.....	14
c. Conduite de la culture.....	15
Partie III. Suivi des arrières effets des couverts végétaux 2020 sur la culture suivante (soja)	16
1. Suivi des arrières effets des couverts végétaux de printemps semés au printemps 2020	16
a. Description de l'essai	16
b. Les résultats	18
2. Suivi des arrières effets des couverts d'automne légumineuses/non-légumineuses semés en 2020.....	20
a. Description de l'essai	20
b. Les résultats	22
3. Discussion sur les effets des couverts sur soja	24
Annexe 1 : Plans d'essais.....	26
26	
Annexe 2 : Climatologie campagne 2020-2021	27

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Texture de la parcelle LH7.....	7
Figure 2 : Photos des couverts de printemps, 30 août 2021. Crédit photographique : CREABio.	9
Figure 3 : Moyenne (\pm écarts-types) des biomasses des couverts et des adventices à la destruction. Les barres d'erreur donnent les écart-types calculés à partir des 3 répétitions. Les lettres correspondent aux résultats des tests de Tukey réalisés par éléments (les modalités avec la même lettre pour un même élément font partie d'un même groupe homogène et ne présentent donc pas de différences significatives pour cet élément).....	10
Figure 4 : Quantité d'éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K) absorbés (\pm écarts-types) par les couverts et les adventices (Adv) à la destruction.....	11
Figure 5 : Reliquats azotés (\pm écarts-types) dans les prélèvements de sol effectués par modalité à l'implantation et à la destruction de l'essai couverts de printemps sur 4 horizons : H1 de 0 à 30 cm, H2 de 30 à 60 cm, H3 de 60 à 90 cm et H4 de 90 à 120 cm. Les barres d'erreur donnent les écart-types calculés à partir des 3 répétitions. Les lettres correspondent aux résultats des tests de Tukey réalisés par éléments (les modalités avec la même lettre pour un même élément font partie d'un même groupe homogène et ne présentent donc pas de différences significatives pour cet élément).	12
Figure 6 Texture de la parcelle LH9.....	14
Figure 7 : Texture de la parcelle LH8.....	16
Figure 8 : Reliquats azotés (\pm écarts-types) à l'implantation du soja pour chaque modalité sur l'horizon H1 (0-30 cm).....	17
Figure 9 : Moyenne (\pm écarts-types) des biomasses des couverts et des adventices à la destruction.	19
Figure 10 : Teneurs en éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K) du soja (tiges et grains) selon la modalité en g/kg (moyenne écarts-types).....	20
Figure 11 : Texture de la parcelle LH8.....	20
Figure 12 : Reliquats azotés (\pm écarts-types) à l'implantation du soja pour chaque modalité sur un horizon : H1 = horizon 1 (0-30 cm).....	21
Figure 13 : Biomasses aériennes des couverts bispécifiques semés à l'automne et des adventices. Les barres d'erreur correspondent aux écart-types calculés sur les 3 répétitions pour chaque catégorie.	23
Figure 14 : Rendements aux normes (moyenne \pm écarts-types) du soja implanté à la suite des couverts d'automne.	23
Figure 15 : Rendements et teneurs en protéines des grains (moyennes \pm écarts-types) du soja pour les différentes modalités. Les rendements sont donnés à 14% d'humidité.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Teneurs en éléments absorbés (abs) azote (N), phosphore (P) et potassium (K) des grains et des tiges de soja à la récolte exprimées en kg/ha. Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 17 : Climat sur la campagne 2020-2021 des couverts de printemps et d'automne 2020 (données station météo INRA). La moyenne des températures et des précipitations sur 20 ans à Auch (respectivement Tmoy 20 ans et Pmoy 20 ans) sont également données à titre de comparaison (données de Météo France).	27

Tableau 1 : Variétés et densités de semis des couverts. Le trèfle violet est diploïde.	8
Tableau 2 : Itinéraire technique de l'essai. BTH = blé tendre d'hiver.....	8
Tableau 3 : Rendement, PMG, impuretés, teneurs en protéines et PS des blés hôtes du couvert (± écarts-types). Les impuretés sont exprimées en % du poids frais. Le poids spécifique (PS) est exprimé pour une humidité aux normes de 15%, de même que le PMG (Poids de Mille Grains) et le rendement. La teneur en protéines est celle mesurée à l'Inframatic.	9
Tableau 4 : Espèces et densités de semis pour l'essai couvert d'automne. Les semences des différents couverts ont été fournies par les sociétés Semences de France, Caussade Semences, RAGT Semences et Jouffray-Drillaud. Les noms des variétés sont spécifiés entre parenthèses.	15
Tableau 5 : Variétés et densités de semis des couverts. Le trèfle violet est diploïde.	17
Tableau 6 : Itinéraire technique de l'essai couverts de printemps 2020.	18
Tableau 7 : Espèces et densités de semis pour l'essai couvert d'automne 2019. Les semences des différents couverts ont été fournies par les sociétés Semences de France et Caussade Semences. Les noms des variétés sont spécifiés entre parenthèses.....	21
Tableau 8 : Itinéraire technique de l'essai couverts d'automne 2020.	22
Tableau 9 : Teneurs en éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K) du soja (tiges et grains) selon la modalité en g/kg (moyenne ± écarts-types).....	24

Partie I. Engrais verts semés sous couvert d'un blé

L'objectif de cet essai est d'évaluer les services rendus, la facilité et la réussite d'implantation de différentes légumineuses semées au printemps sur les terres argilo-calcaires du site de La Hourre, représentatives des terres des côteaux de Gascogne. Leur production de biomasse et leur capacité à maîtriser les adventices est également évaluée.

1. Description de l'essai

a. Situation de l'essai

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : argilo-calcaire profond, teneur en matières organiques : 2.8% (0-30cm) parcelle LH7 (**Figure 1**)

Climat : océanique dégradé, la campagne climatique est donnée en **Annexe 2**

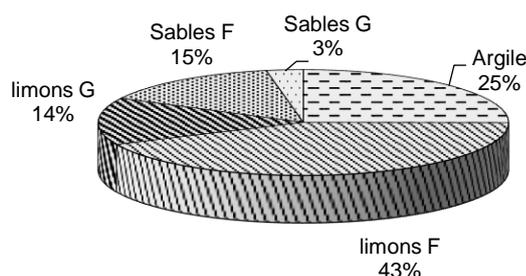


Figure 1 : Texture de la parcelle LH7

b. Type d'essai et modalités d'expérimentation

L'essai se présente en blocs à trois répétitions (**Annexe 1**), avec observations et mesures réalisées sur quatre placettes (cadre de 0,25 m² : 0,5 m x 0,5 m) par parcelle élémentaire. Des prélèvements de biomasse sont réalisés juste avant la destruction des couverts, 11 à 12 mois après leur implantation. Le facteur étudié est le couvert végétal pour lequel il y a 4 modalités (Cette année, du lotier, du sainfoin et du trèfle violet sont comparés à une modalité sans couvert. Le lotier et le sainfoin sont appréciés comme culture fourragère car ce sont des espèces non météorisantes. Elles présentent ainsi un intérêt pour l'alimentation animale et peuvent être fauchées ou pâturées. Ce sont des plantes faciles à implanter et à détruire, peu sensibles au froid et au manque d'eau ce qui est particulièrement intéressant sur les terres peu profondes des côteaux du Gers. Ces deux cultures ont été délaissées au profit de la luzerne mais elles jouissent aujourd'hui d'un regain d'intérêt auprès des éleveurs pour leurs nombreuses qualités. Le trèfle violet est notre référence, il s'agit d'une espèce bien adaptée à nos terres et notre climat.

Tableau 1).

Cette année, du lotier, du sainfoin et du trèfle violet sont comparés à une modalité sans couvert. Le lotier et le sainfoin sont appréciés comme culture fourragère car ce sont des espèces non météorisantes. Elles présentent ainsi un intérêt pour l'alimentation animale et peuvent être fauchées ou pâturées. Ce sont des plantes faciles à implanter et à détruire, peu sensibles au froid et au manque d'eau ce qui est particulièrement intéressant sur les terres peu profondes des côteaux du Gers. Ces deux cultures ont été délaissées au profit de la luzerne mais elles jouissent aujourd'hui d'un regain d'intérêt auprès des éleveurs pour leurs nombreuses qualités. Le trèfle violet est notre référence, il s'agit d'une espèce bien adaptée à nos terres et notre climat.

Tableau 1 : Variétés et densités de semis des couverts. Le trèfle violet est diploïde.

Espèce	Code	Variété	Dose de semis (kg/ha)	Remarques
Absence couvert	CV1	-	-	Témoin sans couvert
Lotier	CV2		8	
Sainfoin	CV3		50	
Trèfle violet	CV4	Sangria	10	Référence actuelle

Les résultats sont analysés par analyse de variance (ANOVA) au risque alpha de 5%. Si l'ANOVA s'avère significative sur le facteur étudié, elle est complétée d'un test de Tukey pour former des groupes homogènes entre les modalités.

c. Conduite de la culture hôte du couvert

Le précédent cultural était un soja, récolté en novembre 2020. Le blé a été mis en place le 15 novembre 2020 (**Tableau 2**) et récolté le 19 juillet 2021. Un apport d'engrais (500kg de 10-5-0 soit 50 unités d'azote) a été réalisé au stade tallage le 20 février 2021.

Les couverts de légumineuses ont été implantés fin mars 2021 dans un blé au stade tallage et ont été détruits à deux dates différentes. Une première destruction a eu lieu le 1^{er} mars 2022 (D1) et la seconde le 7 avril 2022 (D2).

La campagne climatique de 2021 a été très favorable au développement des couverts de printemps avec des pluies fréquentes qui ont favorisé la levée et la production de biomasse des légumineuses.

Tableau 2 : Itinéraire technique de l'essai. BTH = blé tendre d'hiver

Date	Stade culture	Intervention	Matériel utilisé	Remarques
02/11/2020	Maturité	Récolte soja	Moissonneuse	
12/11/2020	Interculture	Travail du sol	Chisel	
15/11/2020	Semis BTH	Semis Forcali fermier	Semoir combiné	Pesée semis : 164 kg/ha
20/02/2021	Tallage	Engrais 10-5-0	Epandeur centrifuge	500kg
24/02/2021	Tallage	Désherbage	Houe rotative	
10/03/2021	Tallage	Désherbage	Herse étrille	Réglage 4,5
23/03/2021	Epi 1 cm	Préparation sol	Herse étrille	
23/03/2021	Semis	Semis essai	Semoir d'expérimentation	
19/07/2021	Maturité	Récolte blé	Moissonneuse	
22/02/2022	Végétaux	Prélèvement biomasse maximum	Cadre 0,25 m ²	4 cadres/répétition, blocs 1,2,3

04/04/2022	Végétaux	Prélèvement biomasse maximum	Cadre 0,25 m ²	4 cadres/répétition, blocs 1,2,3
------------	----------	------------------------------	---------------------------	----------------------------------

La levée du blé a été observée le 1^{er} décembre 2020. L'essai est resté propre grâce aux passages de houe rotative et herse étrille. Pour le semis des couverts dans la culture de blé, un semoir pour essais a été utilisé (semoir en ligne à socs) en ne mettant aucune pression sur les descentes. Une quantité de semoule fine de 12g a été mélangée aux grains de trèfle violet et de lotier à semer pour homogénéiser leur implantation.

2. Les résultats

a. Développement des couverts végétaux sous le blé

Les couverts ont été semés dans de bonnes conditions. La levée a été homogène. Les légumineuses se sont ensuite bien développées (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



Figure 2 : Photos des couverts de printemps, 30 août 2021. Crédit photographique : CREABio.

b. Récolte du blé

Les blés ont été récoltés à la moissonneuse le 19 juillet. Cette année encore, le développement des couverts végétaux (CV) à la récolte du blé a été faible et aucun effet des couverts n'a été observé sur la culture en place (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**). Les rendements 2021 ont été plutôt faibles (18,2 q/ha en moyenne) de même que la teneur en protéines (en moyenne 10,7%). L'analyse de variance ne montre pas de différences significatives entre les modalités en termes de rendement et de teneur en protéines. Ce résultat rejoint les constats fait les années précédentes, à savoir que la présence des légumineuses semblerait n'avoir qu'un effet limité et potentiellement dépendant de l'espèce.

Tableau 3 : Rendement, PMG, impuretés, teneurs en protéines et PS des blés hôtes du couvert (\pm écarts-types). Les impuretés sont exprimées en % du poids frais. Le poids spécifique (PS) est exprimé pour une humidité aux normes de 15%, de même que le PMG (Poids de Mille Grains) et le rendement. La teneur en protéines est celle mesurée à l'Inframatic.

Modalité	Rendement (q/ha)	PMG (g)	Impuretés (%)	Taux de protéines (%)	PS (kg/hl)
Témoin sans CV	17,1 \pm 1,2	36,1 \pm 0,4	2,3 \pm 0	10,7 \pm 0,2	72,5 \pm 0,5
Lotier	16,9 \pm 3,9	36,4 \pm 0,9	3,3 \pm 0,01	10,7 \pm 0,5	72,3 \pm 0,1
Sainfoin	18,9 \pm 2,9	36,2 \pm 1	3 \pm 0	10,9 \pm 0,2	72,6 \pm 0,4
Trèfle violet	19,8 \pm 5,1	35,4 \pm 0,2	2,9 \pm 0,01	10,8 \pm 0,2	72,4 \pm 0,7

c. Production de biomasse des couverts et maîtrise des adventices lors de l'interculture

Dans l'ensemble, la levée des légumineuses a été hétérogène (**Figure 3**), néanmoins les bonnes conditions au semis ainsi que les bonnes conditions climatiques qui ont suivi ont permis un bon développement du couvert. Le lotier est le couvert qui a produit le plus de biomasse aérienne, 2,9tMS/ha au 1^{er} mars 2022 et 3,6tMS/ha au 7 avril 2022 (+22%). La date de destruction du couvert a donc un impact significatif sur la production de biomasse. Le sainfoin a produit 65% de biomasse aérienne de moins que le lotier en D1 soit 1,9tMS/ha. En revanche, sa biomasse a plus que doublé par la suite (+78%) et se situait à 3,4tMS/ha en D2. Le trèfle violet a quant à lui produit une biomasse aérienne proche de celle du sainfoin en D1, à 2,1 tMS/ha. Celle-ci a augmenté en D2 mais de façon moins significative (+41%) et a atteint 2,9 tMS/ha.

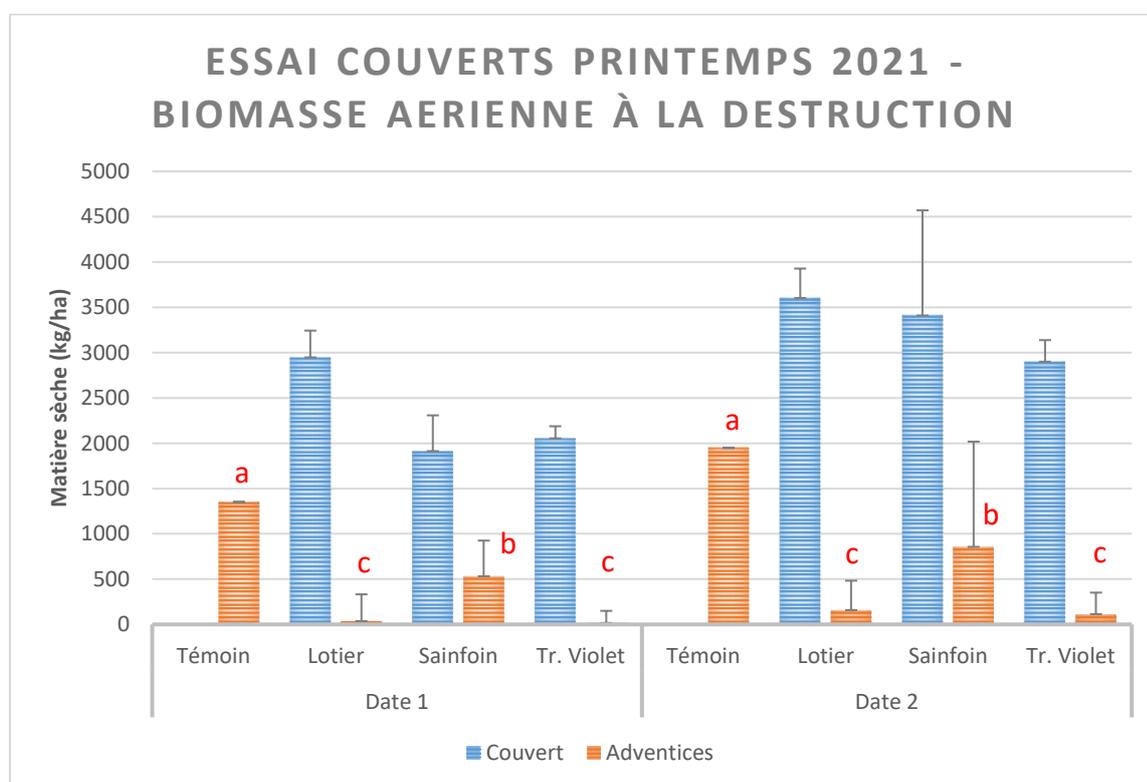


Figure 3 : Moyenne (\pm écarts-types) des biomasses des couverts et des adventices à la destruction. Les barres d'erreur donnent les écart-types calculés à partir des 3 répétitions. Les lettres correspondent aux résultats des

tests de Tukey réalisés par éléments (les modalités avec la même lettre pour un même élément font partie d'un même groupe homogène et ne présentent donc pas de différences significatives pour cet élément).

Les adventices étaient présentes cette année pour une biomasse produite de 485 kg/ha en moyenne sur l'ensemble de l'essai. La biomasse adventice la plus forte est celle de la modalité témoin sans couvert (1,3tMS/ha en D1, 1,95tMS/ha en D2)). Les plus faibles biomasses d'adventices se retrouvaient dans les modalités lotier et trèfle violet, respectivement 38 kg/ha et 17 kg/ha en D1. La modalité sainfoin comptait une biomasse d'adventices à 532 kg/ha. Les biomasses d'adventices ont augmenté entre les deux dates de destruction, +598 kg/ha pour le témoin sans couvert, +122 kg/ha pour la modalité lotier, +325 kg/ha pour la modalité sainfoin, +97 kg/ha pour la modalité trèfle violet.

L'effet d'une destruction plus tardive a permis au sainfoin de doubler sa biomasse aérienne par rapport à la D1 pour atteindre un niveau de biomasse proche de celle produite par le lotier et ce malgré une présence plus importante d'adventices. Cet effet devra cependant être confirmé lors des prochaines campagnes.

d. Teneurs en éléments minéraux des couverts

Pour la deuxième année consécutive, le lotier affiche les teneurs en azote les plus importantes (69kg/ha) tandis que le sainfoin affiche des teneurs en potassium plus élevées (24kg/ha) que les deux autres espèces de légumineuses lors de la première destruction des couverts végétaux. Si le lotier affiche toujours des teneurs en azote plus importantes (110kg/ha) que les autres légumineuses en D2, il affiche également les teneurs en potassium (54kg/ha) et phosphore (11kg/ha) les plus importantes. En lien avec la production de biomasse plus importante, la date D2 permet de restituer plus d'éléments après destruction.

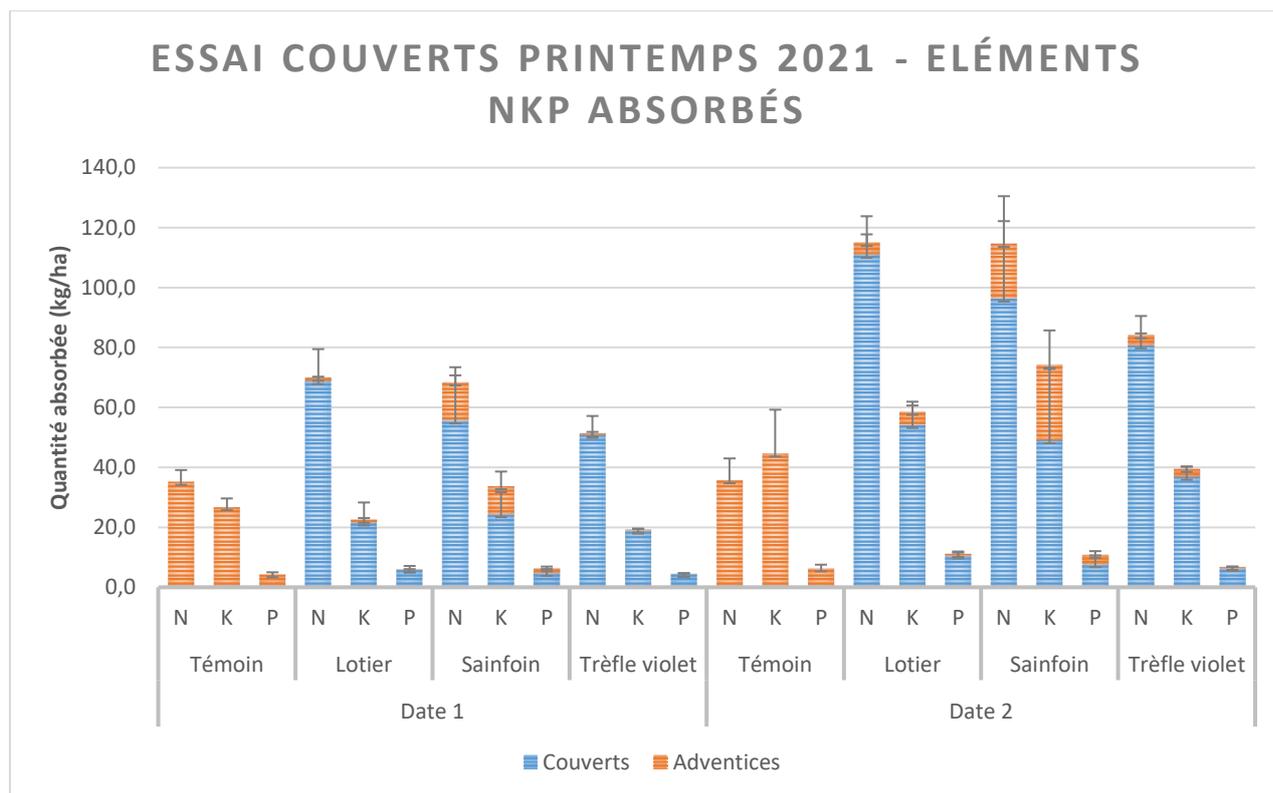


Figure 4 : Quantité d'éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K) absorbés (\pm écarts-types) par les couverts et les adventices (Adv) à la destruction.

e. Reliquats azotés

Les reliquats azotés ont été mesurés à la mise en place de l'essai au printemps 2021 ainsi qu'après destruction des couverts végétaux (**Figure 5**).

Des mesures de reliquats azotés ont été réalisées sur quatre horizons de l'essai au printemps 2021 au moment de l'implantation puis au printemps 2022 à la destruction. A l'implantation, la modalité sainfoin présente un reliquat sur l'horizon 1 significativement différents des trois autres modalités. Les résultats obtenus sur cette modalité doivent être interprétés au regard de ce biais potentiel à l'implantation. Des différences significatives de reliquats azotés se retrouvent également en D2, sur l'horizon 1 et 4 pour la modalité trèfle violet.

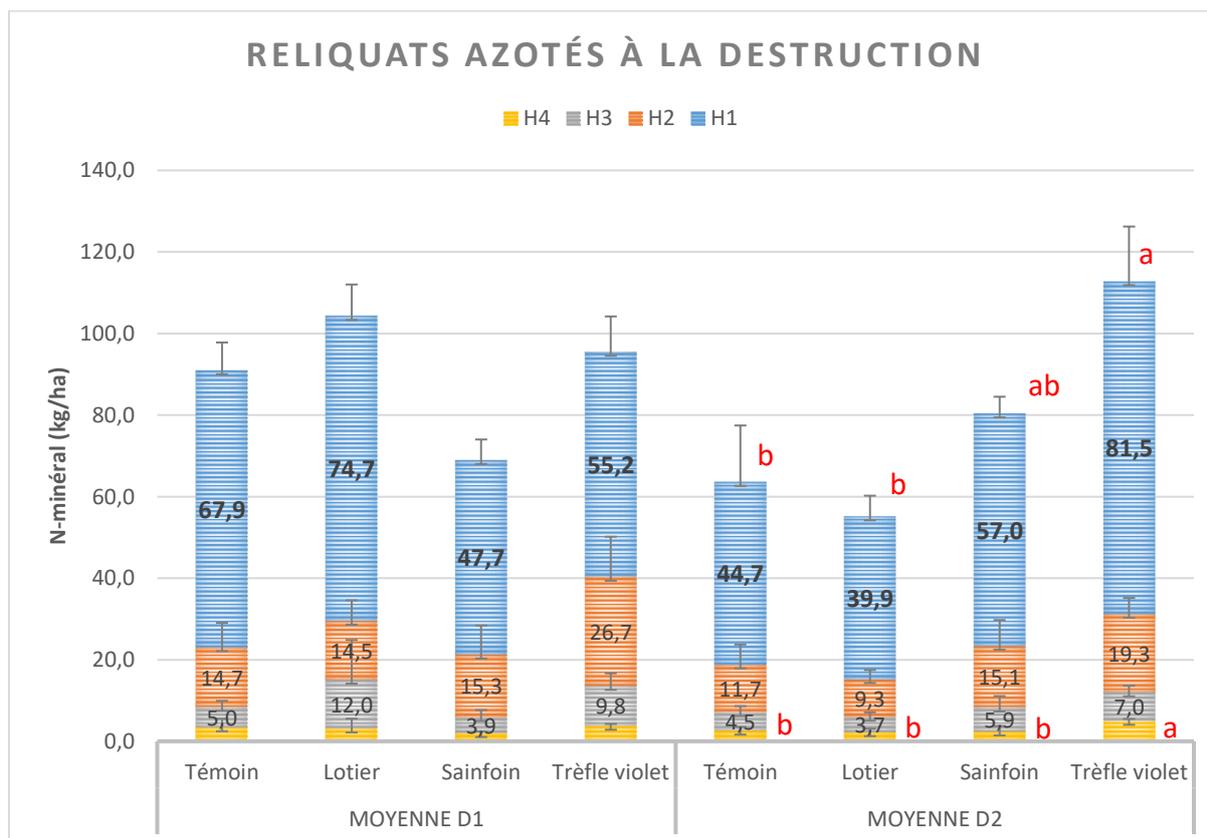
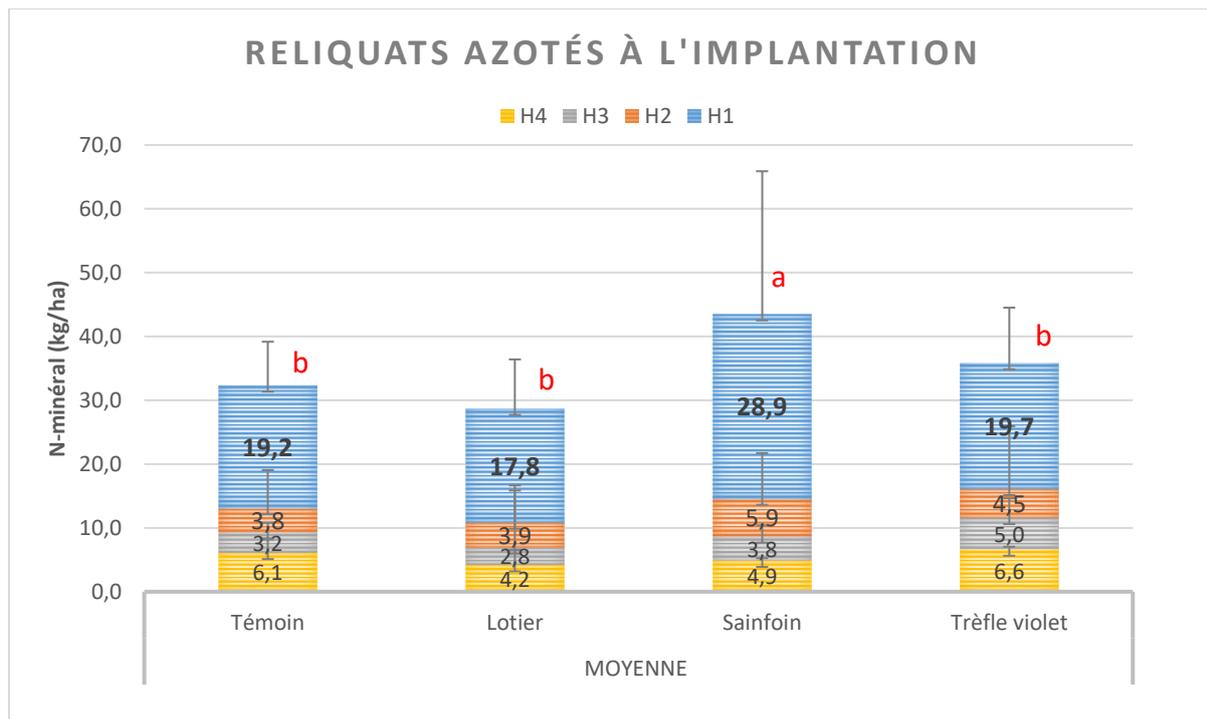


Figure 5 : Reliquats azotés (\pm écarts-types) dans les prélèvements de sol effectués par modalité à l'implantation et à la destruction de l'essai couverts de printemps sur 4 horizons : H1 de 0 à 30 cm, H2 de 30 à 60 cm, H3 de 60 à 90 cm et H4 de 90 à 120 cm. Les barres d'erreur donnent les écart-types calculés à partir des 3 répétitions. Les lettres correspondent aux résultats des tests de Tukey réalisés par éléments (les modalités avec la même lettre pour un même élément font partie d'un même groupe homogène et ne présentent donc pas de différences significatives pour cet élément).

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

La campagne 2021/2022 a permis de mettre en place une deuxième année d'essais de couverts de printemps avec le sainfoin et le lotier comme espèces de légumineuses sur les sept années d'expérimentation de couverts végétaux semés dans du blé. Les cinq premières années, deux espèces de trèfle et plusieurs luzernes (une luzerne annuelle puis une luzerne méditerranéenne plus adaptée aux conditions pédoclimatiques de la région) ont été testées. Pour la deuxième année consécutive, seul le trèfle violet a été gardé comme référence et les autres espèces ont été remplacées par du lotier et du sainfoin, des légumineuses très demandées par les éleveurs du fait de leur qualités fourragères.

Comparé au trèfle violet, le lotier a produit une biomasse aérienne plus importante tant en D1 (+30%) qu'en D2 (+20%) sans que la différence soit significative cette année. La mise en place des trois couverts de légumineuses permet d'augmenter significativement la quantité d'éléments N et P piégés lors de l'interculture par rapport à une modalité de couvert spontané (sol nu).

Cette année le biocontrôle des adventices par les couverts était significatif avec toutefois une différence de biomasse adventice significative entre le sainfoin et le lotier/trèfle violet ; ces deux couverts ayant permis de contenir les adventices de manière équivalente (respectivement 97 et 99% en D1 et 92 et 94% en D2 par rapport au témoin sans couvert). Cependant, au vu du pouvoir couvrant observé du sainfoin notamment, il est intéressant de poursuivre l'expérimentation pour évaluer ces légumineuses dans de meilleures conditions d'implantation et de développement. Par ailleurs, les précédents essais ont clairement mis en évidence l'absence de corrélation entre biomasse produite par les couverts et le rendement observé sur un soja qui succède. Il est donc nécessaire de produire des références supplémentaires sur les arrières effets des couverts afin de quantifier un potentiel effet sur la culture de rente qui succède.

Partie II. Engrais vert semés en interculture

L'objectif de cet essai est d'évaluer des couverts de mélange bispécifique composés d'une légumineuse et d'une non-légumineuse (graminée ou brassicacée) en termes de facilité et de réussite d'implantation, de production de biomasse et de capacité à prélever les éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K). Cet essai s'inscrit également dans le projet Phosphobio qui s'intéresse aux questions de l'évolution de l'élément phosphore dans les systèmes agricoles en agriculture biologique.

1. Description de l'essai

a. Situation de l'essai

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire profond, parcelle LH9 (**Figure 6**)

Climat : Océanique dégradé, le contexte annuel est détaillé en **Annexe 2**

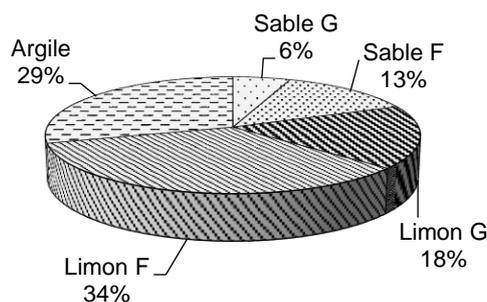


Figure 6 Texture de la parcelle LH9

b. Type d'essai et modalités d'expérimentation

L'essai se présente en blocs à trois répétitions (**Annexe 1**), avec observations et mesures réalisées sur quatre placettes (cadre de 0,25 m² [0,5 m x 0,5 m]) par parcelle élémentaire. Le facteur étudié est le couvert végétal dont les différentes modalités sont présentées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : deux légumineuses sont testées (une vesce pourpre et un radis fourrager) associées à 4 espèces non-légumineuses (moutarde blanche ou avoine rude avec la vesce, radis fourrager ou sorgho fourrager avec le trèfle).

Le mélange vesce pourpre + moutarde blanche est notre référence pour les mélanges bispécifiques semés à l'automne. La vesce pourpre est vigoureuse à l'implantation ce qui est intéressant pour une conduite en association avec la moutarde et peut être facilement détruite. L'autre légumineuse choisie, le trèfle incarnat, a un développement plus rapide que la majorité des autres trèfles à l'automne et semble adapté à des destructions tardives au printemps.

L'avoine rude/brésilienne/diploïde (Avoine de printemps) est allélopathique et très compétitive. Les composés à la base de son allélopathie sont des composés phénoliques qui

sont produits dans toute la biomasse de la plante et qui sont exsudés en végétation par les racines. Leur action est directe en végétation mais aussi indirecte par dégradation des tissus de la plante lors de l'incorporation des résidus.

Le radis fourrager est très tolérant à la chaleur et au stress hydrique, sa floraison est plus tardive que celle de la moutarde blanche. Il est facile à planter, se développe rapidement et semble plus adapté que la moutarde aux associations avec des légumineuses.

Le sorgho fourrager est résistant au stress hydrique mais est très sensible au froid et au gel. Il sera donc plus adapté à des semis juste après la moisson pour avoir le temps de produire de la biomasse. C'est une plante qui produit beaucoup de biomasse, dont la mesure devra être effectuée plus précocement que pour les autres espèces, dès que les températures descendront en dessous des 10-12°C.

Le choix variétal de ces différentes espèces se base sur les travaux de l'INRAE, le caractère intéressant sélectionné étant la capacité à prélever du phosphore.

Tableau 4 : Espèces et densités de semis pour l'essai couvert d'automne. Les semences des différents couverts ont été fournies par les sociétés Semences de France, Caussade Semences, RAGT Semences et Jouffray-Drillaud. Les noms des variétés sont spécifiés entre parenthèses.

Espèces	Dose légumineuse + non-légumineuse	Remarques
Absence couvert	-	Témoin sans couvert
Vesce pourpre (VIOLINE) + moutarde blanche (ARCHITECT)	20 kg/ha + 5 kg/ha	Témoin mélange engrais vert
Vesce pourpre (VIOLINE) + Avoine rude (OCEANE)	20 kg/ha + 20 kg/ha	
Trèfle incarnat (CEGALO) + Radis fourrager (ROMESA)	8 kg/ha + 5 kg/ha	
Trèfle incarnat (CEGALO) + Sorgho fourrager (SUDAL)	8 kg/ha + 13 kg/ha	Sorgho gélif

Les résultats sont analysés par ANOVA (analyse de variance) réalisée avec Expé R au risque alpha de 5%. Si l'ANOVA s'avère significative sur le facteur étudié, elle est complétée d'un test de Tukey pour former des groupes homogènes entre les modalités.

c. Conduite de la culture

Le semis a été réalisé dans de bonnes conditions le 13 septembre 2021. Un passage de rouleau a été réalisé pour augmenter le contact entre le sol et la graine et pour favoriser la levée. Une période de sécheresse a suivi le semis et des dégâts importants de limaces ont provoqué une levée trop faible et trop hétérogène pour que l'essai soit maintenu en place. Aussi, il faudra attendre l'automne prochain et la mise en place d'un nouvel essai pour obtenir des résultats.

Partie III. Suivi des arrières effets des couverts végétaux 2020 sur la culture suivante (soja)

1. Suivi des arrières effets des couverts végétaux de printemps semés au printemps 2020

a. Description de l'essai

Situation de l'essai

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : argilo-calcaire profond, parcelle LH8 (**Figure 7**)

Climat : océanique dégradé

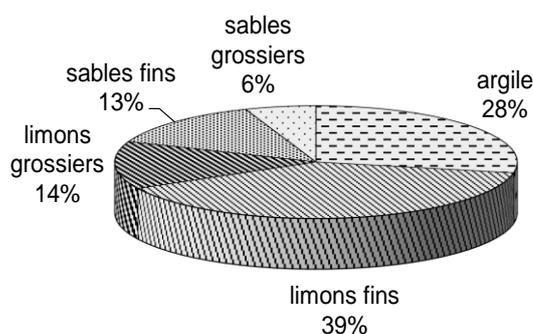


Figure 7 : Texture de la parcelle LH8

Des mesures de reliquats azotés ont été effectuées sur le premier horizon de l'essai à l'implantation du soja en juin 2021. Un petit effet bloc est à noter qui devra être pris en compte lors de l'analyse de l'impact des couverts végétaux sur le soja, pour autant les différentes modalités ne présentent pas de reliquats significativement différents au moment de l'implantation. (**Figure 8**).

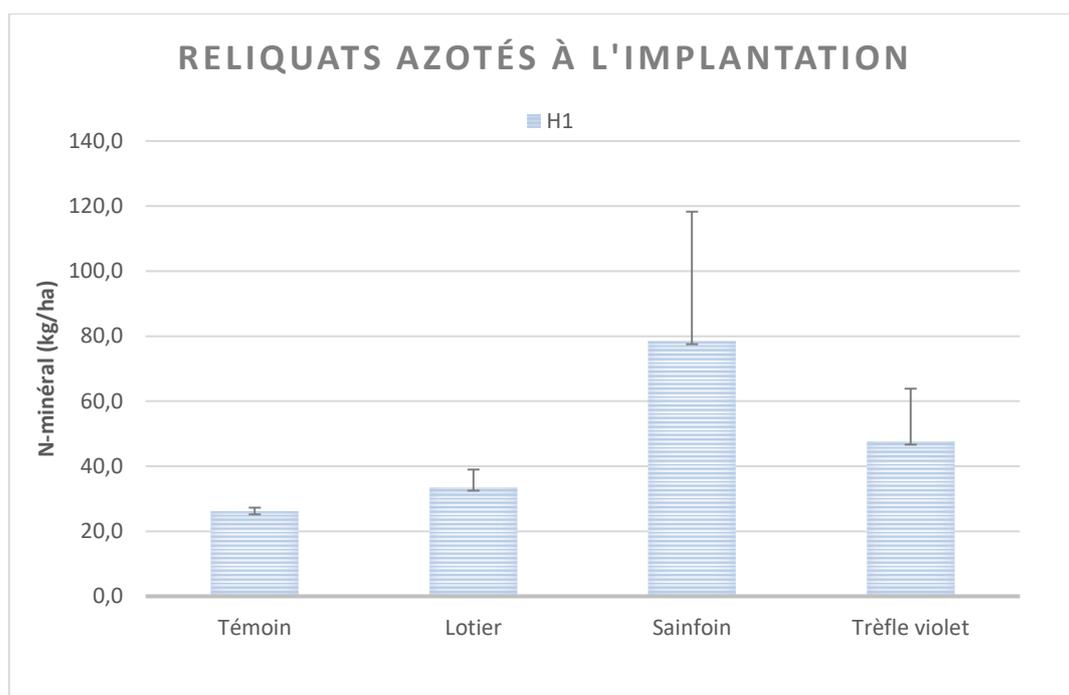


Figure 8 : Reliquats azotés (\pm écarts-types) à l'implantation du soja pour chaque modalité sur l'horizon H1 (0-30 cm)

Type d'essai et modalités d'expérimentation

L'essai se présente 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. Le facteur étudié est le couvert végétal, décliné en 4 modalités, comparé à une cinquième modalité sans couvert qui sert de témoin (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Variétés et densités de semis des couverts. Le trèfle violet est diploïde.

Espèce	Code	Variété	Dose de semis (kg/ha)	Remarques
Absence couvert	CV1	-	-	Témoin sans couvert
Lotier	CV2		8	
Sainfoin	CV3		50	
Trèfle violet	CV4	Sangria	10	Référence actuelle

Conduite de la culture

Le précédent cultural était un soja, récolté en octobre 2019. Du fait des conditions climatiques très pluvieuses de l'automne 2019, le blé a été mis en place très tardivement, le 15 janvier 2020 (**Tableau 6**). Il n'a pas été fertilisé et a été récolté dans de bonnes conditions le 16 juillet 2020. Les couverts de légumineuses ont été implantés tardivement en avril dans un blé au stade tallage et ont été détruit le 22 mars 2021 avec un passage de cover-crop. Le sol a ensuite été préparé avec un passage de herse rotative le 19 avril puis un passage de vibroculteur le 04 mai. Le soja (ISIDOR) a été semé le 5 mai 2021.

La levée a été très mauvaise sur la parcelle et particulièrement sur la zone où se trouvait l'essai. Même les adventives, pourtant très présente sur le reste de l'essai, n'ont pas levé dans cette zone ce qui peut s'expliquer par un sol trop compacté (aucun travail du sol en profondeur n'a été effectué). L'hétérogénéité de l'essai, le mauvais développement du soja et la forte

pression des adventices nous a obligé à détruire l'essai sans pouvoir conclure sur l'effet des couverts sur le rendement du soja. En revanche, des prélèvements ont bien été effectués afin de réaliser des analyses N, P et K et de proposer des résultats sur l'impact des couverts sur l'état nutritionnel du soja.

Tableau 6 : Itinéraire technique de l'essai couverts de printemps 2020.

Date	Stade culture	Intervention	Matériel utilisé	Remarques
10/10/2019	Maturité	Récolte soja	Moissonneuse	
14/10/2019	Interculture	Déchaumage	Déchaumeur à disques	
06/01/2020	Interculture	Travail du sol	Cracker	
15/01/2020	Semis BTH	Semis mélange fermier ENERGO + RENAN	Semoir combiné	Pesée semis : 178,5 kg/ha ; PMG : 45,22g
19/03/2020	Début tallage	Désherbage	Herse étrille	Réglage : 6/6
08/04/2020	Tallage	Désherbage	Herse étrille	Réglage : 6/6
10/04/2020	Semis	Semis essai	Semoir pour essai	
16/07/2020	Maturité	Récolte blé	Moissonneuse	
23/02/2021	Végétaux	Prélèvement biomasse maximum	Cadre 0,25 m ²	4 cadres/répétition, bloc 3 et 2
24/02/2021	Végétaux	Prélèvement biomasse maximum	Cadre 0,25 m ²	4 cadres/répétition, bloc 2 et 1
19/04/2021	Préparation sol	Herse rotative		
04/04/2021	Préparation sol	Vibroculteur		
05/05/2021	Semis	Semis soja ISIDOR	Semoir monograine	416667 graines/ha

b. Les résultats

La biomasse produite par les couverts 2020

Dans l'ensemble, la levée des légumineuses a été hétérogène et assez faible (**Figure 9**), les conditions sèches au semis et à l'été n'ayant pas permis un bon développement du couvert. Le sainfoin est le couvert qui a produit le plus de biomasse, 1,6tMS/ha, ce qui est trois fois plus important et significativement supérieur à la production du lotier, de 509 kg/ha. Le trèfle violet a une production intermédiaire aux deux autres légumineuses, de 1,1tMS/ha. Les résultats sont présentés plus précisément dans le rapport du CREABio sur les couverts 2020.

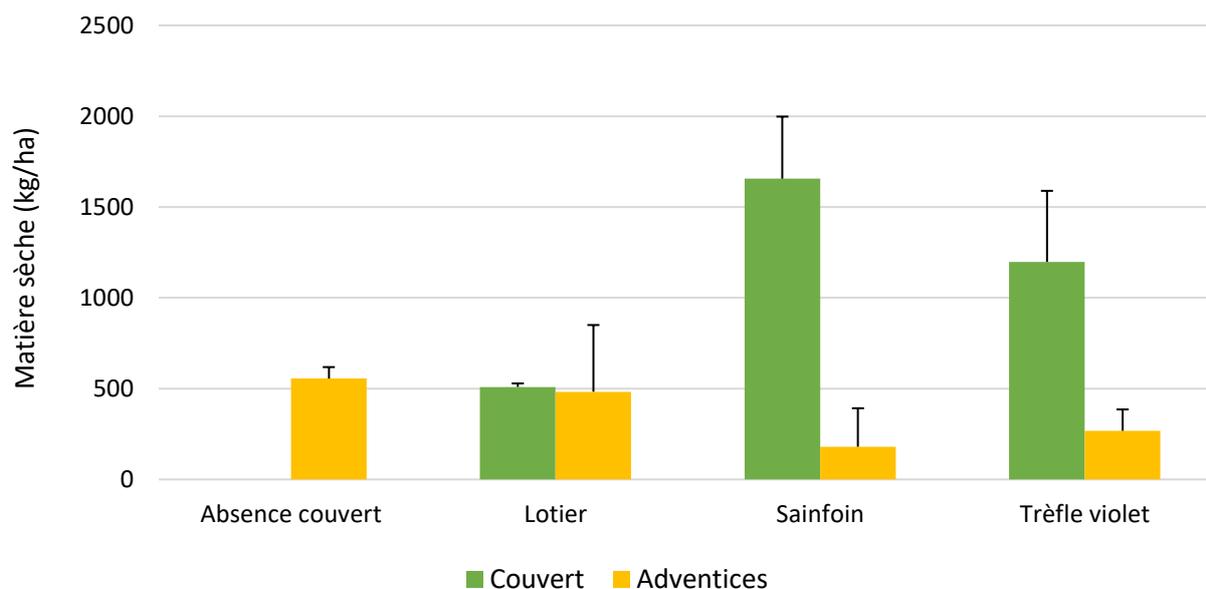


Figure 9 : Moyenne (\pm écarts-types) des biomasses des couverts et des adventices à la destruction.

Le lotier, affiche des teneurs en azote significativement plus importantes que le trèfle et le sainfoin et des teneurs en potassium significativement plus élevées que le sainfoin. Ceci peut s'expliquer par sa faible biomasse qui implique une moindre dilution des éléments dans la plante. C'est le sainfoin qui a piégé le plus d'éléments azote (55 kg/ha) et phosphore (5 kg/ha). Les quantités piégées de potassium ne sont pas significativement différentes entre les différentes légumineuses. En considérant la quantité totale d'éléments absorbés, la mise en place de sainfoin ou de trèfle violet a permis d'augmenter significativement la quantité d'éléments N, P et K qui sera potentiellement restituée par rapport à la modalité sans couvert.

Les composantes du rendement du soja

Le soja a été récolté manuellement le 30 septembre 2021. L'hétérogénéité de l'essai, le mauvais développement du soja et la forte pression des adventices nous a obligé à détruire l'essai sans pouvoir conclure sur l'effet des couverts sur le rendement du soja.

La teneur en protéines et les éléments prélevés par le soja après couverts

Le taux de protéines était correct (41,5% en moyenne sur l'ensemble de l'essai) significativement reliés à la modalité, la modalité lotier étant celle qui a eu significativement moins de protéines que les autres (37,5 % contre 42,8% en moyenne pour les restes des modalités).

Les teneurs en éléments phosphore et potassium du soja sont également liées à la modalité, le soja ayant suivi le lotier étant toujours celui avec les plus faibles teneurs en éléments (**Figure 10**). C'est après le sainfoin ou le trèfle violet que le soja présente les plus hautes teneurs en phosphore. En revanche, les teneurs en éléments des tiges ne sont pas liées à la modalité.

		Eléments absorbés dans les grains (g/kg)	Test Tukey	Eléments absorbés dans les tiges (g/kg)	Test Tukey
Sans couvert	N	69,7 (± 0,7)	a	11,3 (± 2,1)	
Lotier		60 (± 3,5)	b	8,1 (± 0,1)	
Sainfoin		67 (± 0,5)	a	8,7 (± 0,1)	
Trèfle violet		68,7 (± 2,0)	a	9,3 (± 1,5)	
Sans couvert	P	6,1 (± 0,2)	b	1 (± 0,2)	
Lotier		5,5 (± 0,1)	c	0,8 (± 0,1)	
Sainfoin		6,8 (± 0,2)	a	1,1 (± 0,3)	
Trèfle violet		6,5 (± 0,1)	ab	1 (± 0,1)	
Sans couvert	K	22,2 (± 0,4)	a	5,3 (± 2,1)	
Lotier		20,1 (± 0,3)	b	3,5 (± 0,7)	
Sainfoin		23,4 (± 1,5)	a	5,7 (± 2,8)	
Trèfle violet		22,8 (± 0,8)	a	4,1 (± 0,4)	

Figure 10 : Teneurs en éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K) du soja (tiges et grains) selon la modalité en g/kg (moyenne écarts-types).

2. Suivi des arrières effets des couverts d'automne légumineuses/non-légumineuses semés en 2020

a. Description de l'essai

Situation de l'essai

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : argilo-calcaire profond, parcelle LH8 (**Figure 11**)

Climat : océanique dégradé

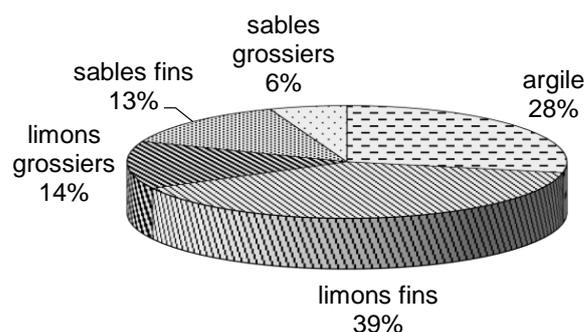


Figure 11 : Texture de la parcelle LH8

Des mesures de reliquats azotés ont été réalisées sur un horizon de l'essai à l'implantation du soja en mai 2021. Les reliquats sont homogènes au sein de l'essai, les différentes modalités ne présentent pas de reliquats significativement différents au moment de l'implantation (**Figure 12**).

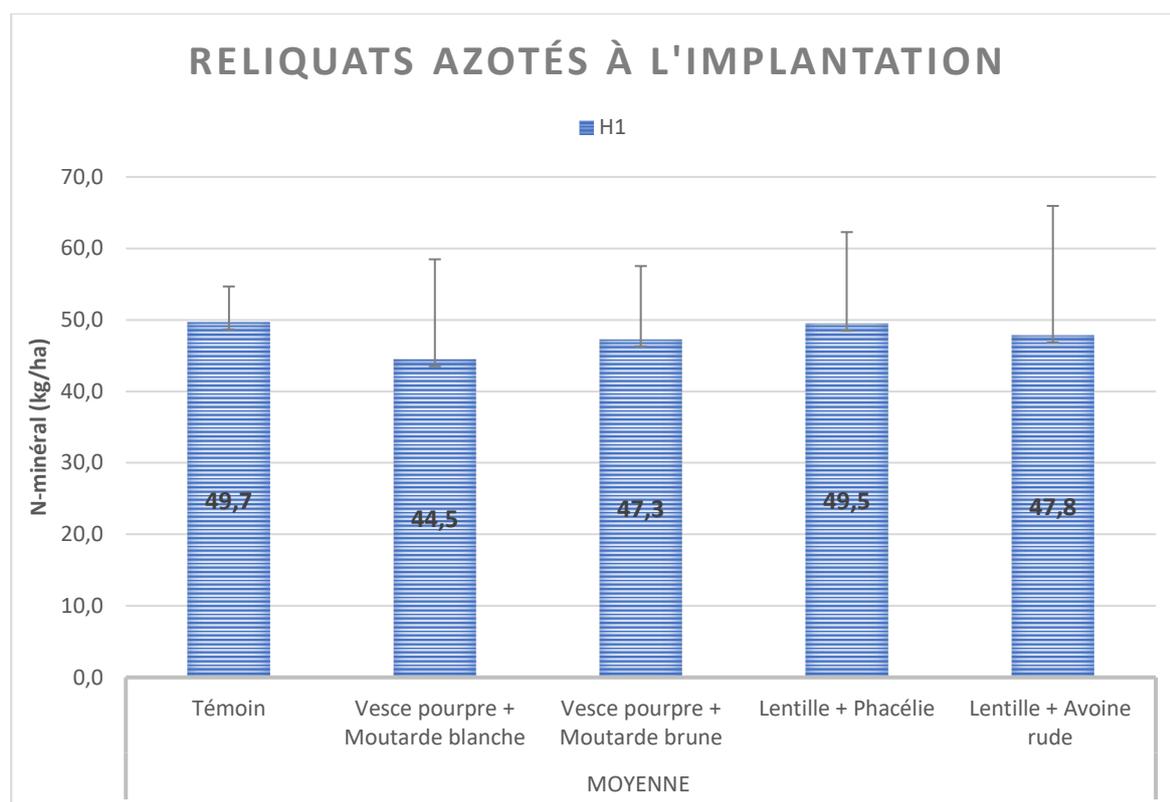


Figure 12 : Reliquats azotés (\pm écarts-types) à l'implantation du soja pour chaque modalité sur un horizon : H1 = horizon 1 (0-30 cm)

Type d'essai et modalités d'expérimentation

L'essai se présente 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. Le facteur étudié est le couvert végétal, décliné en 4 modalités, comparé à une cinquième modalité sans couvert qui sert de témoin (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Tableau 7 : Espèces et densités de semis pour l'essai couvert d'automne 2019. Les semences des différents couverts ont été fournies par les sociétés Semences de France et Caussade Semences. Les noms des variétés sont spécifiés entre parenthèses.

Espèces	Code	Dose légumineuse + non-légumineuse	Remarques
Absence couvert	CV1	-	Témoin sans couvert
Vesce pourpre + moutarde blanche (VERTE)	CV2	20 kg/ha + 5 kg/ha	Couvert de référence mélange engrais vert
Vesce pourpre + moutarde brune (ETAMINE)	CV3	20 kg/ha + 5 kg/ha	Effet allélopathique
Lentille (FLORA) + Phacélie (STALA)	CV4	20 kg/ha + 5 kg/ha	Effet structurant
Lentille (FLORA) + Avoine rude (OTEX)	CV5	20 kg/ha + 20 kg/ha	Effet allélopathique

Conduite de la culture

Les différents couverts ont été détruits le 22 mars 2021 par un passage de cover-crop. Après un passage de herse rotative le 19 avril et de vibroculteur le 4 mai, un soja a été semé le 5 mai

sur la parcelle. La levée a été très mauvaise mais suffisamment homogène pour que l'essai soit maintenu en place. La fréquence des pluies au printemps et au début de l'été n'ont pas permis le passage de herse étrille dans de bonnes conditions. Seul un binage a pu être réalisé le 9 juin, au stade 2 nœuds. La pression adventice a été très forte sur l'ensemble de la parcelle.

Tableau 8 : Itinéraire technique de l'essai couverts d'automne 2020.

Date	Stade	Intervention	Matériel	Remarques
13/07/2020	Maturité	Récolte blé tendre	Moissonneuse	
28/07/2020	Interculture	Déchaumage	Déchaumeur à disques	
14/09/2020	Interculture	Reprise du sol	Chisel	
14/09/2020	Interculture	Préparation du sol	Herse rotative	
15/09/2020	Semis	Semis essai	Semoir pour essai	
15/09/2020	Post-semis	Roulage semis	Rouleau squelette	
01/03/2021	Végétation	Prélèvement biomasse maximum	Cadre 0,25 m ²	
02/03/2021	Végétation	Prélèvement biomasse maximum	Cadre 0,25 m ²	
13/07/2020	Maturité	Récolte blé tendre	Moissonneuse	
19/04/2021	Préparation sol	Herse rotative		416667 graines/ha
04/04/2021	Préparation sol	Vibroculteur		
05/05/2021	Semis	Semis soja ISIDOR	Semoir monograine	
09/06/2021	Désherbage	Binage		

b. Les résultats

La biomasse produite par les couverts 2020

Le sorgho a très vite gelé, atteignant à peine le stade 3 feuilles, du fait de l'implantation assez tardive des couverts et des températures qui ont rapidement baissées cette année (-2°C en moyenne au mois d'octobre par rapport à la moyenne sur 20 ans). Ainsi, aucune valeur de biomasse n'a été mesurée pour cette espèce et le couvert « Trèfle incarnat et sorgho fourrager » correspond à un couvert de trèfle incarnat uniquement dans la suite du rapport.

Les autres couverts se sont bien développés, le radis fourrager étant l'espèce non-légumineuse qui a produit le plus de biomasse (2 741 kg/ha). Vesce et trèfle incarnat ont produit des biomasses équivalentes, dépendantes de leur association avec la non-légumineuse : le trèfle incarnat associé au sorgho a produit une biomasse deux fois plus importante que celui associé au radis fourrager, ce qui peut s'expliquer par la différence de développement de la non-légumineuse associée. En revanche, la vesce pourpre a produit deux fois plus de biomasse lorsqu'elle était associée à l'avoine rude par rapport à la moutarde blanche alors qu'il n'y a pas de différence significative de production de biomasse entre

moutarde et avoine. Cependant, l'écart de biomasse de la vesce entre ces deux modalités n'est pas significatif.

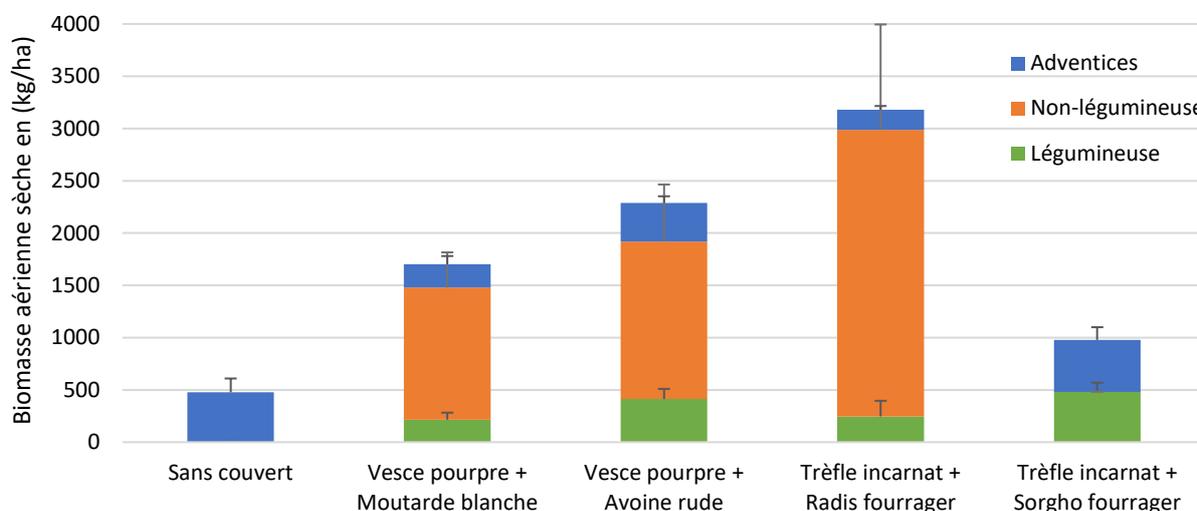


Figure 13 : Biomasses aériennes des couverts bispécifiques semés à l'automne et des adventices. Les barres d'erreur correspondent aux écart-types calculés sur les 3 répétitions pour chaque catégorie.

Les composantes du rendement et la teneur en protéines du soja après couverts

Les rendements ont été corrects (de 23 q/ha en moyenne sur l'ensemble de l'essai) bien que certainement surestimés par la méthode de récolte manuelle (**Figure 14**). Le rendement le plus élevé est celui de la modalité vesce pourpre + moutarde blanche (27 q/ha) mais l'analyse statistique ne permet pas de montrer d'effet de la modalité sur les rendements.

Les teneurs en protéines, calculées avec la méthode DUMAS ont été bonnes (de 43% en moyenne sur l'ensemble de l'essai) mais sans lien statistique avec la modalité.

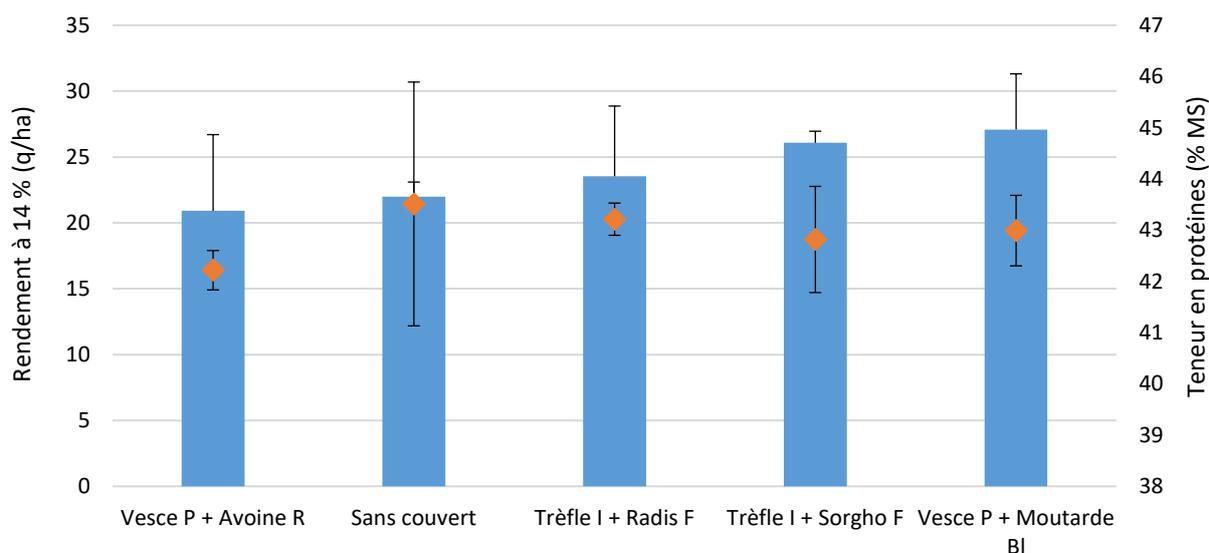


Figure 14 : Rendements aux normes (moyenne ± écarts-types) du soja implanté à la suite des couverts d'automne.

En termes d'absorption des éléments azote, phosphore et potassium, les analyses statistiques ont permis de montrer quelques différences, mais pas de différences significatives entre modalités de couvert et modalité sans couvert. Ainsi, le soja implanté à la suite d'un mélange vesce pourpre + avoine rude a significativement plus de phosphore dans ses grains que celui implanté à la suite du mélange vesce pourpre + moutarde blanche (**Tableau 9**).

Les éléments prélevés par le soja

		Eléments absorbés dans les grains (g/kg)	Test Tukey	Eléments absorbés dans les tiges (g/kg)	Test Tukey
Sans couvert	N	69,6 (± 3,4)		10,9 (± 0,5)	
Vesce P + Moutarde Bl		68,8 (± 1,1)		8,9 (± 1,2)	
Vesce P + Avoine R		67,6 (± 0,6)		12,9 (± 4,9)	
Trèfle I + Radis F		69,1 (± 0,5)		10,2 (± 0,5)	
Trèfle I + Sorgho F		68,5 (± 1,7)		10,9 (± 0,7)	
Sans couvert	P	6,4 (± 0,2)	ab	1,0 (± 0,1)	
Vesce P + Moutarde Bl		6,4 (± 0,2)	b	0,9 (± 0,2)	
Vesce P + Avoine R		6,7 (± 0,3)	a	1,5 (± 0,4)	
Trèfle I + Radis F		6,3 (± 0,1)	ab	1,0 (± 0,1)	
Trèfle I + Sorgho F		6,2 (± 0,3)	ab	1,1 (± 0,1)	
Sans couvert	K	22,6 (± 0,3)		5,1 (± 1,2)	a
Vesce P + Moutarde Bl		22,2 (± 0,2)		5,1 (± 0,5)	ab
Vesce P + Avoine R		22,6 (± 0,5)		7,4 (± 2,6)	a
Trèfle I + Radis F		21,6 (± 0,6)		5,7 (± 0,4)	ab
Trèfle I + Sorgho F		21,2 (± 0,5)		5,7 (± 0,8)	b

Tableau 9 : Teneurs en éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K) du soja (tiges et grains) selon la modalité en g/kg (moyenne ± écarts-types).

3. Discussion sur les effets des couverts sur soja

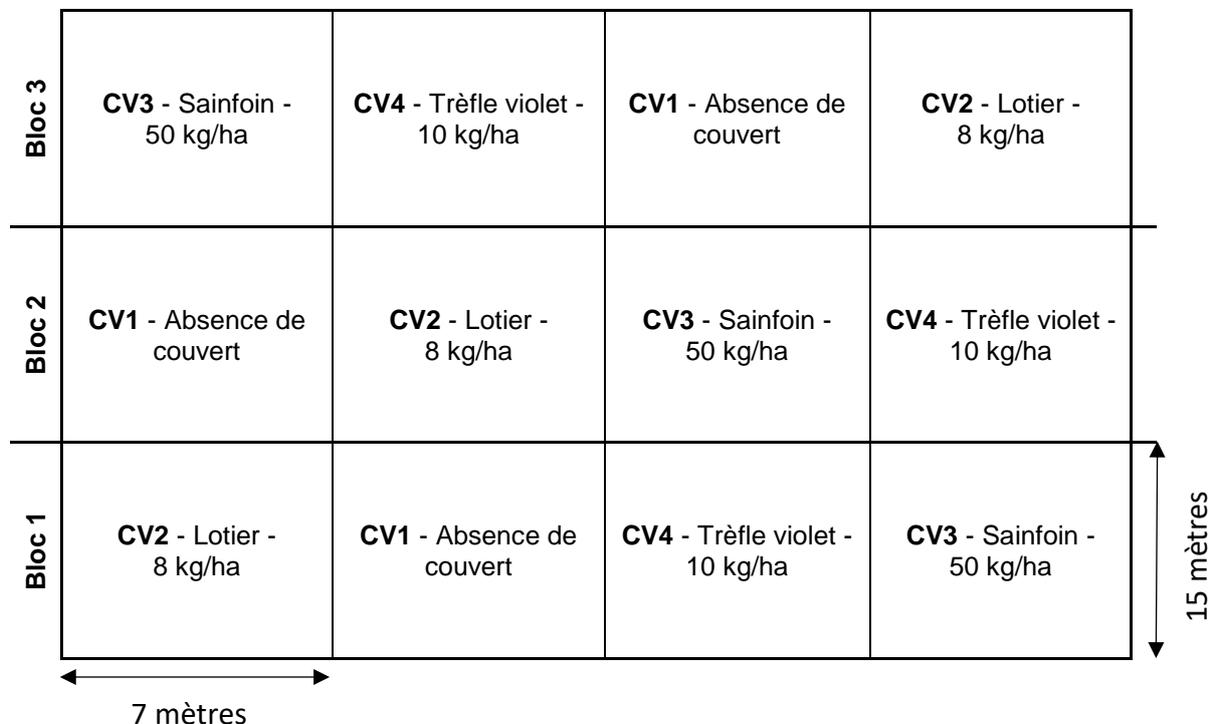
Cette année, les données des arrières-effets des couverts de printemps n'ont pas pu être obtenues. En effet, l'hétérogénéité de l'essai, le mauvais développement du soja et la forte pression des adventices nous a obligés à détruire l'essai sans pouvoir conclure sur l'effet des couverts sur le rendement du soja. En revanche, des prélèvements ont bien été effectués afin de réaliser des analyses N, P et K et de proposer des résultats sur l'impact des couverts sur l'état nutritionnel du soja. Ainsi, c'est après le sainfoin ou le trèfle violet que le soja présente les plus hautes teneurs en phosphore.

Il a été montré les années passées que **la luzerne est le meilleur couvert de légumineuses**, parmi les trois semées au printemps, **si l'effet recherché est d'améliorer le rendement du soja** qui suit. Les résultats précédents permettent également de conclure que **le trèfle violet** est celui qui **permet de produire le plus de biomasse** et que **le trèfle blanc** semble plus adapté aux contextes de stress hydrique important sur la période estivale.

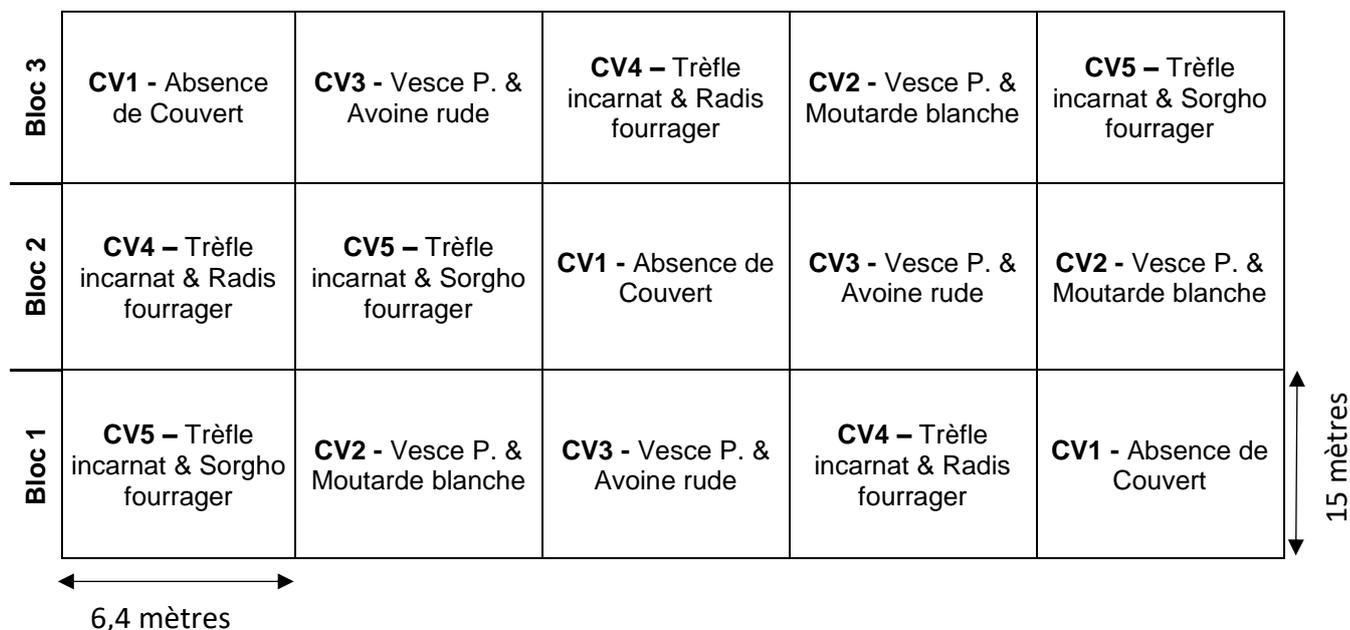
Concernant l'effet de la mise en place des couverts d'automne sur la culture de soja suivante, les rendements ont de nouveau été assez faibles cette année et aucune différence n'est visible sur les mesures de rendement ou de teneurs en protéines. Les résultats obtenus jusqu'ici avec les couverts bispécifiques semés en été ne permettent pas de mettre en évidence un gain de rendement sur soja. Le rendement le plus élevé est celui de la modalité vesce pourpre et moutarde blanche (27 q/ha) mais l'analyse statistique ne permet pas de montrer d'effet de la modalité sur les rendements. Néanmoins il est à noter que le soja implanté à la suite d'un mélange vesce pourpre et avoine rude a significativement plus de phosphore dans ses grains que celui implanté à la suite d'un mélange vesce pourpre et moutarde blanche.

Annexe 1 : Plans d'essais

Essai couverts de printemps



Essai couverts d'automne



Annexe 2 : Climatologie campagne 2020-2021

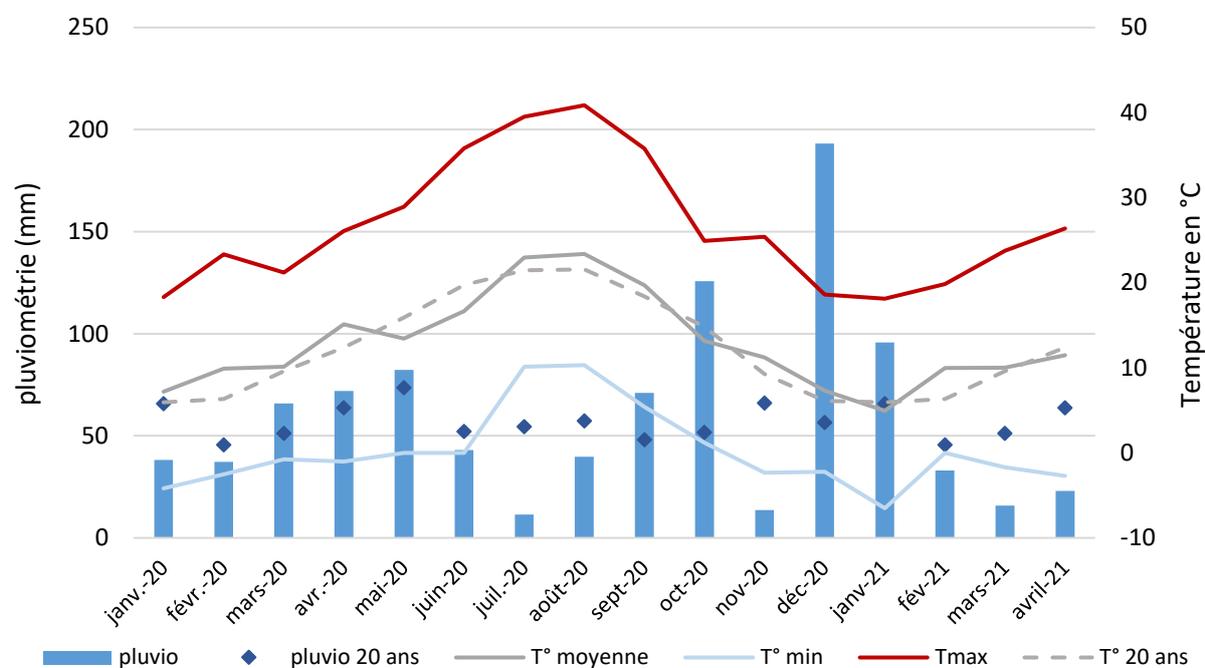


Figure 15 : Climat sur la campagne 2020-2021 des couverts de printemps et d'automne 2020 (données station météo INRA). La moyenne des températures et des précipitations sur 20 ans à Auch (respectivement Tmoy 20 ans et Pmoy 20 ans) sont également données à titre de comparaison (données de Météo France).

Hiver 2020 (janvier à mars)

L'hiver a été très doux avec des températures supérieures à la moyenne, notamment en mars où la moyenne des températures a été plus élevée de 3°C par rapport à la moyenne sur 20 ans. Cela a très certainement permis aux cultures d'hiver de rattraper un peu leur retard de développement, mais elles ont dû faire face à une pluviométrie moins importante (-35 mm par rapport à la moyenne sur 20 ans au cours de ces deux mois).

Printemps 2020 (avril à juin)

Le printemps 2020 a été marqué par de nombreux mais courts épisodes de sécheresse ponctués d'orages parfois violents. En moyenne, les températures ont été assez élevées (+2°C en avril par rapport à la moyenne sur 20 ans) et la pluviométrie assez bonne. Le mois de juin a en revanche été un peu plus frais et un peu plus sec que d'habitude, ce qui a pu limiter le remplissage des grains et porter préjudice à la luzerne et aux cultures d'été comme le soja.

Été 2020 (juillet à septembre)

Les mois de juillet et août ont été chauds et secs (presque + 2°C et – 60 mm par rapport à la moyenne sur 20 ans). Les récoltes de la lentille et des céréales à paille ont donc pu être réalisées dans de bonnes conditions mais les cultures d'été ont souffert du manque d'eau. Les

pluies sont revenues en septembre mais la récolte du soja a pu elle aussi être réalisée dans de bonnes conditions.

Automne 2020 (octobre à décembre)

Le mois d'octobre 2020 a été plus froid que la moyenne (-1,7°C par rapport à la moyenne sur 20 ans) avec des températures fraîches arrivées très précocement qui ont détérioré le sorgho rapidement. Au contraire, les mois de novembre et décembre ont été plus chauds que la moyenne (+ 1,6°C par rapport à la moyenne sur 20 ans). Dans l'ensemble, l'automne 2020 a été très pluvieux (+ 159 mm par rapport à la moyenne) mais avec une répartition très hétérogène de la pluviométrie : octobre et décembre (respectivement +74 mm et +136 mm) ont été très excédentaires tandis que novembre a été sec (-52 mm).

Hiver 2021 (janvier à mars)

L'hiver a été doux avec cependant des températures qui ont alterné au long de l'hiver entre douceur et nets refroidissements. Un épisode de froid mi-février a été suivi par des records de douceur par la suite. Un cumul de précipitations élevé est à noter pour le mois de janvier : +30mm par rapport à la moyenne sur 20 ans. Le mois de mars a été bien plus sec, portant le cumul de précipitations à un déficit de 18mm par rapport à la moyenne sur 20 ans pour ces trois mois d'hiver.

Printemps 2021 (avril à juin)

Le printemps 2021 a été marqué par des températures fraîches avec de sévères gelées nocturnes en avril malgré quelques périodes de douceur. Le mois de juin a été chaud, un degré plus chaud par rapport à la moyenne sur 20 ans. Les mois d'avril et de juin ont été assez secs, portant le cumul de précipitations à un déficit de 57mm sur la période.

Eté 2021 (juillet à septembre)

Le début de l'été a commencé sous la chaleur, avec un mois de juin chaud. Or cette période de chaleur s'est estompée puisque les mois de juillet et août ont été plus frais (-0.5 °C de moins par rapport à la moyenne sur 20 ans) même si globalement les températures ont été proches des valeurs saisonnières. La pluviométrie a en revanche été faible et a conduit à un déficit de 90 mm par rapport à la moyenne sur 20 ans.