

Les engrais verts font partie des techniques culturales à mettre en œuvre pour entretenir la fertilité des sols dans les systèmes biologiques. Ils peuvent améliorer les propriétés physiques des sols, stimuler l'activité biologique, augmenter la matière organique et améliorer le recyclage des éléments nutritifs. L'introduction de légumineuses peut également améliorer la disponibilité en azote du sol, d'une part parce qu'elles peuvent fixer de l'azote de l'air *via* les nodosités et d'autre part parce que leur rapport carbone sur azote (C/N) est en général faible, et qu'elles sont donc plus rapidement minéralisées. En favorisant ce processus naturel, les producteurs peuvent améliorer leur autonomie vis-à-vis des intrants.

Sous abris, c'est souvent l'été qui est le créneau principal pour introduire les engrais verts, après des cultures de printemps, ou des cultures d'été courtes (melon, courgette). Les références locales sur les engrais verts de légumineuses cultivés à cette période sont cependant très limitées.

Les essais conduits au GRAB entre 2013 et 2015 ont permis d'étudier la possibilité de cultiver des couverts de légumineuses pendant l'été sous abri, et d'évaluer leurs effets sur la culture suivante. Chaque été, les performances de différents couverts ont été mesurées en termes de production de biomasse, teneurs en azote et rapport C/N (indicateurs de la disponibilité de l'azote pour la culture suivante) et compétition avec les adventices. L'effet de différents couverts a été mesuré sur des cultures de salade d'automne en 2013 et 2015.

QUELLES LEGUMINEUSES PEUT-ON CULTIVER L'ETE ?

• Les couverts sélectionnés en 2013 et 2014

Un premier screening réalisé pendant l'été 2013 avait permis d'évaluer 9 espèces de légumineuses, seules ou en mélange avec différentes graminées ou du sarrasin (voir dossier « fertiliser les légumes avec des plantes », MBI n°80, 2^{ème} trimestre 2014).

Parmi les légumineuses de l'essai, les légumineuses tropicales, Niébé et Lablab, se sont révélées les mieux adaptées aux conditions estivales sous abri : elles ont montré des taux de germination et de croissance élevés, avec une production de biomasse intéressante de 3 à 7 tonnes de matière sèche par hectare. Parmi les espèces tempérées, le pois fourrager a donné de bons résultats, même s'il a produit moins de biomasse, et le trèfle d'Alexandrie germait correctement mais était rapidement étouffé par les adventices. Les autres légumineuses se sont révélées inadaptées aux conditions estivales sous abri : gesse, mélilot, vesce commune et vesce pourpre, trèfle de Perse.

Les légumineuses seules se sont révélées peu compétitives face aux adventices qui représentaient 30 à 40 % de la biomasse fraîche. Ces espèces doivent donc être semées à des doses plus élevées que celle de 80 kg.ha⁻¹ qui a été réalisée, ou être semées dans des mélanges. La proportion d'adventices était inférieure à 10% dans les mélanges de niébé ou lablab à la dose de 60 kg.ha⁻¹ avec le sorgho à 20 kg.ha⁻¹ ou le millet perlé à 12 kg.ha⁻¹. Cependant, la compétition avec les graminées associées était importante et le pourcentage de légumineuses dans la biomasse fraîche était inférieur à 10%.

Dans l'essai réalisé en 2014, nous avons obtenu de meilleures proportions de légumineuses dans les mélanges avec des doses de semis inférieures de moitié pour les graminées associées de sorgho fourrager ou millet perlé, 10 et 6 kg.ha⁻¹ respectivement, et une dose supérieure pour les légumineuses. Le mélange de sorgho + niébé avec 10+80 kg.ha⁻¹ a donné 22.7 % de niébé dans la biomasse récoltée en 2014, contre 8% en 2013 avec un mélange de 20+60 kg.ha⁻¹. Les mélanges à base de niébé ont permis d'obtenir les pourcentages de légumineuses les plus élevés, compris entre 22 et 26 %, alors que le lablab et le pois ont donné de moins bons résultats. Enfin, la dose de semis de 6 kg.ha⁻¹ pour le millet perlé dans les mélanges s'est avérée trop faible pour assurer un bon contrôle des adventices.

• Productivité et caractéristiques des couverts cultivés en été 2015

Les couverts ont été semés le 3 juillet dans un tunnel de la station expérimentale du GRAB, dans un essai à 5 modalités et 2 répétitions, avec les traitements suivants :

- 1 : modalité témoin «sorgho», correspondant à la pratique courante des maraîchers,

- 2 : modalité témoin sans engrais vert. Bâchage avec une bâche plastique noire « à ensilage »
- 3 : modalité «Sorgho + Niébé», référence 2014
- 4 : modalité «Millet perlé + Niébé»
- 5 : modalité légumineuses seules «Niébé + trèfle d'Alexandrie»

Les engrais verts ont été récoltés après 39 jours pour évaluer leurs performances en termes de production de biomasse, teneurs en azote, rapport C/N et compétition avec les adventices. Les principales caractéristiques des couverts sont résumées dans le tableau 1.



Photos des Engrais verts le 4 août 2015 (S+32 j)
sorgho + niébé (gauche) – millet niébé (haut droit) – niébé trèfle (bas droit)

Les engrais verts à base de sorgho fourrager sont les engrais verts les plus productifs avec des biomasses sèches produites de l'ordre de 7 tonnes/ha. Le mélange millet + niébé permet une production de 5,9 tonnes de MS/ha, et le niébé environ 5 t/ha, dont 25% d'adventices. Les proportions de légumineuses sont intéressantes, de 26,6 et 31 % dans les mélanges de niébé avec le sorgho ou le millet.

Les teneurs en azote, comprises entre 1,3 et 2 %, sont peu élevées, la teneur de 2% étant logiquement obtenue pour le niébé, ce qui est faible pour une légumineuse.

Les couverts les moins riches en azote étant les plus productifs (sorgho), on a très peu de différences d'azote total contenu dans les parties aériennes : les valeurs s'échelonnent entre 92 et 107 unités d'azote/ha.

Modalité	Espèces (dose kg.ha ⁻¹)	Biomasse fraîche			% MS	Biomasse sèche		C/N	N (kg/ha) contenu dans l'EV
		Rdt (t/ha)	% légum.	% adv.		Rdt (t/ha)	% N		
1	Sorgho (50)	53,3		3,4 (B)	13,5 (A)	7,1	1,3	33,7	92,5
3	Sorgho (10) + niébé (80)	46,7	26,6	20,4 (A)	14,1 (A)	6,6	1,6	28,0	107,5
4	Millet (10) + niébé (110)	54,6	31,0	4,2 (B)	10,8 (AB)	5,9	1,6	27,4	91,7
5	Niébé (130)	48,7	75,5	24,5 (A)	10,1 (B)	4,9	2,0	22,4	94,9

Tableau 1 : Rendements, teneurs en matière sèche et en azote des engrais verts d'été 39 jours après semis (Groupes homogènes de Newman Keuls au seuil de 5%).

L'objectif principal de l'introduction de légumineuses est l'amélioration de la disponibilité de l'azote grâce aux nodosités. Cette année, tout comme en 2013, nous avons observé très peu de nodosités sur les racines du niébé. L'absence de nodosités peut-être due à un cycle de culture trop court, à de fortes températures de sol sous abri l'été pouvant limiter l'activité des rhizobium, à l'absence de rhizobium dans le sol, notamment pour les espèces spécifiques des légumineuses tropicales ou à un excès d'azote dans le sol. Cette dernière hypothèse est peu probable dans notre cas car les teneurs en nitrates étaient peu élevées dans le tunnel avant semis, comprises entre 40 à 80 ppm. La formation des nodosités est sans doute limitée par le cycle de culture très court et des températures élevées. La présence de nodosités effective n'a été observée qu'en 2014 dans nos essais, pour un cycle à peine plus long (42 jours) mais des températures moins élevées qu'en 2013 et 2015.

L'intérêt potentiel des légumineuses tropicales en tant que précédent favorable à la fourniture d'azote pour la culture suivante semble donc limité pour le niébé dans cet essai : les racines ne présentaient quasiment pas de nodosités, la teneur en azote, de 2%, est faible, et le rapport C/N, de 22, contre 34 pour le sorgho, est relativement élevé.

QUELS EFFETS DE CES COUVERTS SUR UNE CULTURE DE SALADE D'AUTOMNE ?

L'effet des différents engrais verts a été évalué sur une culture de batavia blonde (variété Donertie AB) plantée le 1^{er} octobre, 3 semaines après enfouissement des couverts. Ces salades n'ont reçu aucune fertilisation azotée complémentaire.

- **Dynamique de minéralisation de différents engrais verts avec ou sans légumineuses après enfouissement**

Les teneurs en azote nitrique du sol sont faibles à la fin des engrais verts, de l'ordre de 15 ppm, alors que le sol est riche dans la modalité sans couvert, avec 115 ppm en moyenne. Elles augmentent légèrement après enfouissement et au début de la culture de salades, en lien avec la minéralisation de l'azote du sol et des engrais verts, et les teneurs sont à nouveau faibles dans toutes les modalités en fin de culture de salade (graphique 1). En tendance, il semble que les couverts à base de sorgho minéralisent un peu moins, tandis que les teneurs en azote nitrique restent plus élevées dans la modalité 2 sans couvert pendant toute la durée de culture.

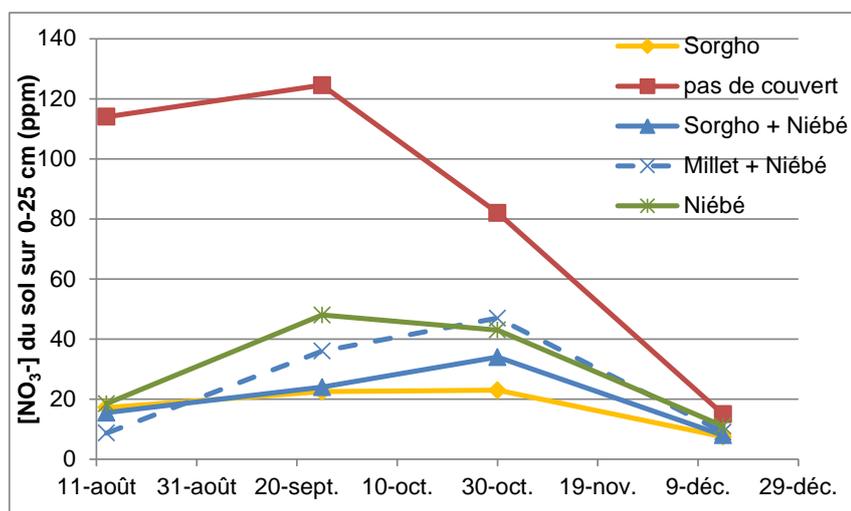
- **Performances culturales**

La culture a eu une croissance rapide liée à un climat automnal très doux, et a été récoltée 2 mois après la plantation. Les poids moyens obtenus pour les salades sont compris entre 270 et 305 grammes (graphique 2). On obtient en tendance un poids légèrement plus important pour le précédent sans couvert et le précédent légumineuse seule mais il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les traitements d'été. Les écarts-type sont relativement élevés et traduisent une certaine hétérogénéité de la parcelle, visible en cours de culture entre les 2 blocs, et notamment liée à des entrées d'eau dans le tunnel suite à de fortes précipitations pendant le mois d'octobre.

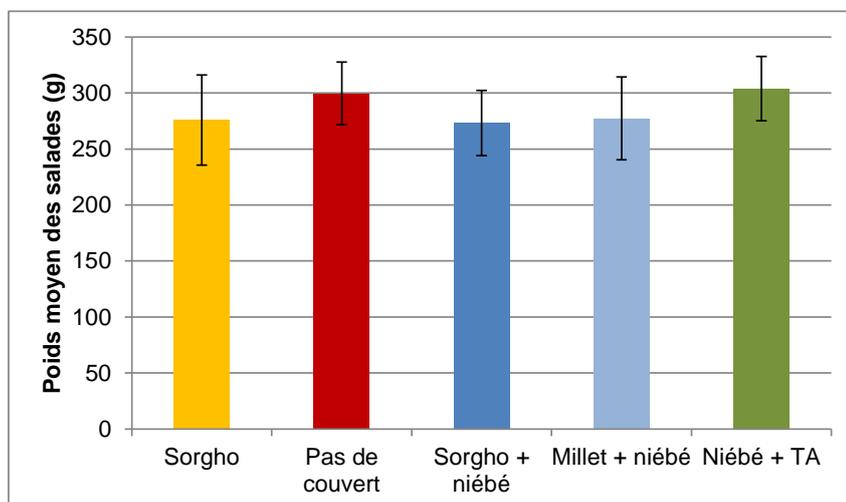


Photos de la culture de salade
le 20 novembre 2015, P+51 j

On en conclut que des caractéristiques similaires des engrais verts ont conduit à des effets similaires sur la productivité de la salade, et qu'il n'y a pas eu de manque d'azote par rapport au témoin sans couvert, malgré des teneurs en azote nitrique du sol très inférieures.



Graphique 1 : Evolution des teneurs en azote nitrique du sol (ppm) sur l'horizon 0-25 cm pendant la culture des salades, plantées le 1^{er} décembre. Valeurs moyennes pour les 2 blocs.



Graphique 2 : Poids moyen des batavias blondes en fonction du précédent Engrais vert. Valeurs moyennes pour les 2 blocs

L'introduction de légumineuses en engrais vert sous abri l'été, souvent souhaitable pour augmenter les ressources en azote du système cultural, est en général compromise si on utilise des espèces tempérées dont la croissance est lente et la compétitivité trop faible vis-à-vis des adventices. Certaines espèces tropicales comme le niébé sont mieux adaptées aux conditions chaudes, mais il est recommandé de les associer à des graminées pour mieux contrôler les adventices. Dans les conditions de nos essais, la libération d'azote pour une culture suivante de salade d'automne n'a pas toujours été meilleure après une légumineuse tropicale qu'après un témoin de sorgho. Nous avons obtenu un rendement légèrement supérieur en 2013, mais pas en 2015. Ceci peut partiellement s'expliquer par de très faibles différences de teneurs en azote et de rapport C/N entre les différents couverts. De plus, nous avons rarement observé de nodosités sur les racines des légumineuses, qu'elles soient d'origine tropicale ou tempérée : aucune en 2013, et très peu en 2015. On en conclut que les conditions de températures élevées et le cycle de culture très court des engrais verts sous abri l'été (39 à 55 jours dans nos essais) sont probablement des facteurs limitants de la nodulation avec des semences non inoculées par du rhizobium. La capacité d'engrais verts à base de légumineuses à améliorer la disponibilité de l'azote pour la culture suivante reste donc à confirmer dans de prochains essais.

Les résultats complets des essais sont disponibles sur demande auprès de l'auteur

Nous tenons à remercier les sociétés Agro-semences, Semfor et Caussade semences pour leur soutien à ces essais. Cette action est financée par France Agrimer PACA.