

Les engrais verts font partie intégrante de la gestion de la fertilité des sols, pilier fondamental du mode de production en agriculture biologique. Dans le Sud-Est de la France, le créneau principal pour introduire les engrais verts sous abris est l'été, après des cultures de printemps, ou des cultures d'été courtes (melon, courgette). Les références locales sur le choix des engrais verts sur ce créneau se sont beaucoup étoffées ces 10 dernières années (essais GRAB, PAIS, Centrex, Serail, APREL). Elles ont montré l'intérêt de certaines espèces comme le sorgho fourrager, le millet perlé, le moha de Hongrie ou le sarrasin, appartenant à la famille des graminées ou des hydrophyllacées qui permettent une bonne coupure dans la succession des cultures maraîchères car ces familles ne sont pas présentes dans les rotations. Cependant, certains engrais verts peuvent avoir un effet négatif sur la culture suivante s'ils sont pauvres en azote et mobilisent de l'azote du sol pour leur dégradation (« faim d'azote »). Ce dernier risque n'est pas négligeable avec les intercultures de sorghos classiquement mises en place dans les tunnels l'été et qui produisent une biomasse assez lignifiée si on ne les broie pas rapidement.

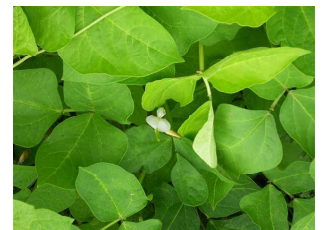
Les légumineuses, qui sont elles aussi peu présentes dans les rotations maraîchères, ont été beaucoup moins étudiées en engrais verts. Elles peuvent pourtant contribuer positivement à la fourniture d'azote aux cultures suivantes, d'une part parce qu'elles peuvent fixer de l'azote de l'air *via* les nodosités 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 pour améliorer la disponibilité en azote du sol, l'autonomie des producteurs vis-à-vis des intrants pourrait être grandement améliorée.

Afin d'étudier les possibilités et l'intérêt de cultiver des légumineuses sous abri l'été, le GRAB a repris des essais sur les engrais verts en 2013. Les objectifs de ces essais sont d'évaluer le comportement agronomique de différentes espèces de légumineuses, seules et en mélange, et leur intérêt en tant que précédent favorable pour les fournitures d'azote.

## UN PREMIER SCREENING DES LEGUMINEUSES POUR L'ETE

Pendant l'été 2013, nous avons observé le comportement de 9 légumineuses, seules pour 2 d'entre elles, ou en mélange avec une espèce utilisée comme « tuteur », principalement des graminées ou du sarrasin, dans un essai de type « screening », avec 21 modalités réparties dans 4 tunnels (tableau 1). Les semis ont eu lieu début juillet, et la coupe environ 50 jours après.

		Graminées					Polygonacées
		Seul	Sorgho	Millet	Avoine brésilienne	Moha	Sarrasin
Légumineuses	Seul						
	Niébé						
	Lablab						
	Pois fourrager						
	Gesse						
	Mélicot jaune						
	Vesce commune						
	Vesce pourpre						
	Trèfle d'Alexandrie						
Trèfle de Perse							
			espèces	2 espèces			
			seules	3 espèces			



LABLAB



NIEBE

**Tableau 1** : Représentation synthétique des mélanges à 2 ou 3 espèces de l'essai

- **Comportement et compétitivité face aux adventices**

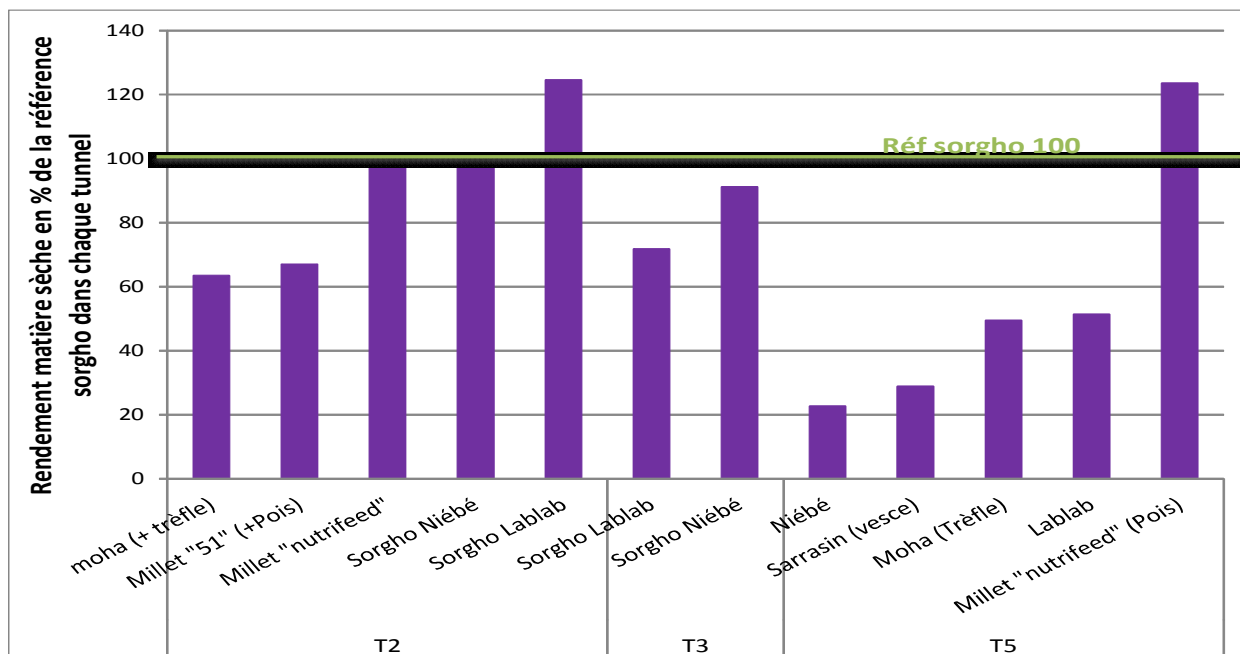
Les conditions ont été particulièrement sélectives sur le développement des légumineuses : température moyenne journalière de 24,5 °C sur la durée de l'essai avec des maxima supérieurs à 30°C, et forte pression des adventices. Dans ces conditions, le niébé et le lablab, espèces tropicales, se sont très bien développées. Parmi les espèces « locales », le pois s'est le mieux

comporté, le trèfle d'Alexandrie a bien germé mais a été rapidement étouffé par les adventices et les autres espèces, gesse, mélilot et vesces ont été quasiment absentes (faible germination et étouffement). Le pouvoir concurrentiel des légumineuses face aux adventices est assez limité, mais leur association avec un tuteur diminue fortement l'enherbement.

Parmi les tuteurs de l'essai, sorgho et millet perlé se développent parfaitement bien, mais tellement bien que même semés à dose réduite (20 kg/ha et 12 kg/ha respectivement), ils étouffent les plantes qui leur sont associées. Le moha de Hongrie et le sarrasin, associés à des légumineuses qui ne se sont pas développées, donnent des résultats insuffisants. Le sarrasin donne toutefois de meilleurs résultats que le moha, même si son cycle est court, la pleine floraison ayant eu lieu 30 jours après semis dans l'essai. L'avoine brésilienne n'a pas du tout germé, soit parce qu'elle n'est pas adaptée à ces conditions, soit à cause d'un problème de semences.

- **Productivité et caractéristiques des couverts**

Le rendement du sorgho fourrager, variété Piper, en témoin dans chacun des 4 tunnels d'essai, varie de 7,3 à 13,3 tonnes de matière sèche à l'hectare. Le rendement des différents couverts est donc exprimé en pourcentage du rendement du sorgho dans chacun des tunnels (graphique 1). Les engrais verts les plus productifs sont de loin les engrais verts à base de graminées fourragères : sorgho fourrager et millet perlé, notamment la variété « nutritfeed » (Caussade semences) dont le rendement sec atteint jusqu'à 25 % de plus que celui du sorgho.



**Graphique 1** : Rendement (biomasse sèche) de différents engrais verts exprimé en pourcentage de la référence sorgho (100) de chaque tunnel

Parmi les légumineuses, le lablab seul est le plus productif avec un rendement de 6,8 tonnes de matière sèche à l'hectare (50 tonnes de matière fraîche/ha), alors que le niébé produit moins de la moitié (3 t MS/ha) (tableau 2). Dans les associations, les légumineuses indiquées dans le graphique 1 contribuent peu à la biomasse produite car elles étaient soit chétives et peu développées (vesces et trèfles), soit avec un nombre de plantes faibles et un peu étiolées (lablab, pois). La part de légumineuses dans la biomasse des couverts est donc faible car elles sont étouffées par les tuteurs trop végétatifs : de moins de 1% pour le pois dans le mélange avec le millet à 8 % maximum pour le niébé en association avec le sorgho. Une tige de niébé ne pèse que 6 grammes en mélange avec du sorgho, alors qu'elle pèse 41 grammes dans la modalité niébé seul.



**Sorgho + Niébé, S+42 jours**

Les principales caractéristiques des couverts de l'un des tunnels d'essai 53 jours après semis figurent dans le tableau 2. Le sorgho fourrager et le millet, avec respectivement 13,4 et 16,5 tonnes de MS/ha fournissent une biomasse abondante et sont les seules espèces qui ont limité efficacement les adventices (pourpier). Étonnamment, la teneur en azote du millet, 1,5 %, est équivalente à celle des légumineuses, et son rapport C/N est parmi les plus faibles des couverts. Le sorgho fourrager se distingue par une teneur en azote plus faible et un C/N plus élevé. Dans 2 modalités à base d'avoine brésilienne, vesces et trèfle, seul du pourpier – avec un rendement de 90,9 t MF/ha ! - s'est développé. Les quantités d'azote contenues dans la partie aérienne des engrais verts est extrêmement variable, de 39 kg N/ha pour le Niébé à 247 kg N/ha pour le millet. Le pourpier, dont la biomasse est importante et la teneur en azote parmi les plus élevées, contient 114 kg N/ha.

Modalité	Biomasse fraîche		% MS	Biomasse sèche EV		C/N	N (kg/ha) contenu dans l'EV
	Rendement EV (t MF/ha)	% adventices		Rendement (t MS/ha)	% N		
<b>Sorgho fourrager</b>	77,3	5,4	17,3	13,4	0,8	57	<b>107</b>
<b>Niébé</b>	22,2	40,7	14	3	1,3	44	<b>39</b>
<b>Lablab</b>	48,4	31,1	14,2	6,8	1,4	32	<b>96</b>
<b>Millet perlé (+ pois)</b>	127,9	4,0	12,5	16,5	1,5	28	<b>247</b>
<b>Moha (+ trèfle)</b>	31,5	39,3	21,2	6,6	1,2	37	<b>79</b>
<b>Sarrasin (+ vesce)</b>	22,9	48,0	16,8	3,8	1,1	42	<b>42</b>
<b>Avoine + vesce = POURPIER</b>	90,9	100	8,0	7,1	1,6	26	<b>114</b>

**Tableau 2** : Caractéristiques des Engrais Verts (T5) 53 jours après semis



*Pourpier présent pour 100 % de la biomasse dans la modalité « avoine + vesce », à gauche et 48% dans la modalité « sarrasin + vesce », à droite.*

### Observation des racines

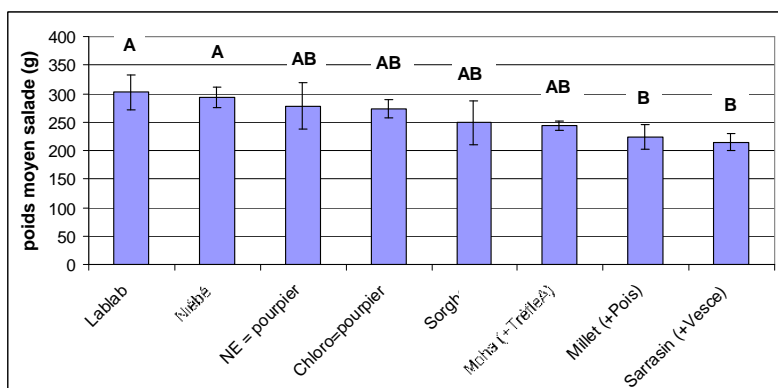
L'objectif principal de l'introduction de légumineuses était l'amélioration de la disponibilité de l'azote grâce aux nodosités. Nous n'avons pourtant observé de nodosités sur aucune des légumineuses présentes dans l'essai. Les engrais verts sont restés environ 7 semaines en culture et les références bibliographiques indiquent, suivant les sources, entre 2-3 et 7 semaines pour la formation des nodosités, avec des durées variables selon les espèces. L'absence de nodosités est donc peut-être due à un cycle de culture trop court. Parmi les explications possibles, on peut également avancer 1) de fortes températures de sol sous abri l'été pouvant limiter l'activité des rhizobium, 2) l'absence de rhizobium dans le sol, notamment pour les espèces spécifiques des légumineuses tropicales 3) l'excès d'azote dans le sol, mais les teneurs en nitrates, de 30 à 100 ppm, étaient peu élevées dans nos tunnels avant semis. La première hypothèse, d'un cycle trop court pour la formation des nodosités semble l'hypothèse la plus probable.

## DES EFFETS POSITIFS SUR LA CULTURE SUIVANTE

L'effet des engrais verts dont les caractéristiques figurent dans le tableau 2 a été évalué sur une culture de batavia blonde (variété Curtis, AB). Les engrais verts ont été broyés et enfouis le 20 août, la culture de salade a été plantée le 1er octobre et récoltée le 5 décembre sans aucune fertilisation.

Les résultats obtenus sur les poids moyens montrent que les légumineuses seules génèrent le meilleur rendement avec un poids moyen de batavia de 300 grammes (graphique 2). Le millet et le sarrasin sont les moins bons précédents avec 220 g, alors que la référence sorgho fourrager donne un résultat intermédiaire, similaire à celui du Moha... et du pourpier ! Ces résultats confirment les observations visuelles réalisées pendant la culture, avec des salades visiblement plus développées sur les précédents lablab et niébé. Par ailleurs, les teneurs en azote nitrique du sol, suivies pendant la culture de salades, sont restées comprises entre 6 et 38 ppm et ne différaient pas selon le précédent engrais vert.

La levée de pourpier au début de la culture de salade a été importante, malgré le paillage biodégradable, et clairement liée à sa présence dans les différents engrais verts d'été (tableau 2). Même si le pourpier, freiné par les températures plus fraîches de novembre, n'a pas pénalisé la culture et qu'il a même permis des rendements très corrects en tant qu'engrais vert, l'augmentation du stock de graines dans le sol est un risque réel qu'il faut éviter.



**Graphique 2** : Poids moyen des batavias blondes en fonction du précédent Engrais vert.  
Test de Newman-Keuls significatif au seuil de 5%

Les effets d'un engrais vert ne sauraient être réduits au seul effet nutrition sur la culture suivante, mais il apparaît dans cet essai, que conformément à ce que l'on pouvait attendre, les légumineuses sont de meilleurs précédents. Cet effet n'est pas lié à une fourniture d'azote plus importante car nous n'avons pas observé de nodosités sur les racines, et que les teneurs en azote ne sont pas plus élevées que dans les autres couverts de l'essai. On peut supposer que la minéralisation de ces plantes est plus rapide et qu'elles bénéficient donc davantage à une culture courte comme la salade, alors qu'un précédent de graminées pourrait être à l'origine de phénomènes d'immobilisation d'azote minéral du sol pour sa décomposition. Cette hypothèse n'est cependant pas confortée par l'indicateur du rapport C/N, qui est le plus faible dans cet essai pour le millet et relativement élevé pour le niébé.

Les essais se poursuivront cet été, en ciblant sur les légumineuses, identifiées en 2013, ayant un réel potentiel de développement sous abri l'été et en recherchant de bonnes combinaisons avec des tuteurs moins compétitifs (espèce et densité). Leur effet sur la culture suivante doit également être mieux précisé dans des expérimentations analytiques.

Des essais similaires sont par ailleurs conduits au GRAB pour les cultures de plein champ sur le créneau automne-hiver avec un choix de légumineuses adaptées beaucoup plus vaste !

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