



Expérimentation Engrais Vert

Eté 2020



Table des matières

CONTEXTE.....	3
OBJECTIFS	3
PROTOCOLE	4
Lieu de l’expérimentation et précédents	4
Mise en place.....	5
Mesures prises en cours d’expérimentation.....	5
RESULTATS.....	6
Concurrence avec les adventices	6
Taux de salissement	6
Densité de population des engrais verts	7
Densité de population des différents essais	7
Hauteurs	8
Production de biomasse.....	9
Production de matière fraîche	9
Production de matière sèche	11
Valeurs fertilisantes des différents engrais verts.....	11
Le rapport C/N.....	11
Apport total en azote	12
Unités d’azote au cours de la culture.....	13
CONCLUSIONS	15



CONTEXTE

La mise en culture d'engrais verts par les maraîchers biologiques diversifiés des Hautes-Pyrénées et du Gers a fortement progressé ces dernières années pour devenir une pratique courante mais sa complexité nécessite d'approfondir et de préciser les itinéraires techniques cultureux.

En effet, de nombreux maraîchers mettent en place des essais sur leur ferme de manière isolée, puis pris par leur travail quotidien manquent de temps pour suivre précisément le développement de la culture et noter les indicateurs de suivis qui valideraient l'intérêt de chaque couvert. De plus, lorsque des engrais verts sont mis en place, il est d'autant plus important de les réussir qu'ils prennent potentiellement la place d'une culture commerciale.

Pour atteindre les objectifs recherchés d'amélioration de la fertilité aussi bien physique que chimique et biologique, les engrais verts mis en place doivent être considérés comme une culture à part entière. Il est nécessaire que les maraîchers préparent avec attention le sol pour les implanter, soient en capacité de les irriguer si besoin, de les faucher en temps voulu et de les détruire au bon moment.

De même, les choix d'espèces, de variétés, d'associations, de densités doivent être faits finement pour bénéficier des apports recherchés : précocité, développement, créneau de production adapté, etc.

Les fenêtres d'implantation utilisées par les maraîchers sont aussi bien sous serres qu'en plein champ durant l'été et plutôt en plein champ l'hiver.

OBJECTIFS

Comparer les performances de différents engrais verts, pour un créneau de culture donné, afin de pouvoir accompagner les maraîchers dans leurs choix. Plus les cultures d'engrais verts mises en place par les maraîchers seront réussies plus leurs effets sur la fertilité du sol (structure, teneur en matière organique, rétention d'eau dans le sol, stimulation de la vie du sol...) seront palpables.

Suite à l'expérimentation sur la ferme maraîchère suivie, il sera possible de **reproduire ou d'adapter** les résultats obtenus sur d'autres fermes maraîchères voire de **tester de nouveaux mélanges d'engrais verts** selon le contexte.

Les objectifs sont donc :

- Améliorer l'efficacité des pratiques des maraîchers biologiques concernant l'utilisation des engrais verts.
- Produire des références sur le comportement de différentes espèces et mélanges d'engrais verts dans les créneaux de production les plus utilisés par les maraîchers biologiques.
- Diffuser largement les références obtenues afin d'en faire bénéficier les maraîchers d'Occitanie.

PROTOCOLE

Trois espèces différentes ont été utilisées dans le cadre de douze essais différents :

Espèces testées :	Modalités d'essais : Avec ou sans fertilisation	Modalités d'essais : Destruction du couvert broyé ou couché
Sorgho (piper)	Avec fertilisation	Broyé
Sorgho (piper)	Sans fertilisation	Couché
Sorgho (piper)	Avec fertilisation	Broyé
Sorgho (piper)	Sans fertilisation	Couché
Millet	Avec fertilisation	Broyé
Millet	Sans fertilisation	Couché
Millet	Avec fertilisation	Broyé
Millet	Sans fertilisation	Couché
Sarrasin	Avec fertilisation	Broyé
Sarrasin	Sans fertilisation	Couché
Sarrasin	Avec fertilisation	Broyé
Sarrasin	Sans fertilisation	Couché

Lieu de l'expérimentation et précédents

Les essais sont accueillis par le jardin d'insertion Terraferma, membre du groupe DEPHY des « maraichers diversifiés et engrais vert du Gers ». Cette ferme compte 8 Ha de jardin depuis 2013, 3 Ha de légumes cultivés, et 4000 m² de serre. Le sol est argilo-limoneux avec 20 à 30% d'argile. La ferme fonctionne avec 18 postes en insertion et 4 postes dans l'équipe dont 2 encadrants techniques.

Le travail se fait en planches permanentes.

L'itinéraire technique ayant précédé les essais est le suivant :



Les planches ayant accueillies les engrais verts ont été préparées de la même manière, c'est-à-dire :



Mise en place

Mise en place sur deux planches de 1,2m x 50m, soit une surface totale de 120 m². Chaque espèce a été semée sur deux planches, une broyée en fin de culture et l'autre couchée. Chaque planche est divisée en deux, une moitié étant fertilisée à 150UN et l'autre non. Il y a donc 12 micro-parcelles de 10m² environ disposées ainsi :

	FERTILISATION 150N			SANS FERTILISATION 80N restitué		
Planche A broyée	SORGHO 100KG/Ha	MILLET 50KG/Ha	SARRASIN 100KG/Ha	SORGHO 100KG/Ha	MILLET 50KG/Ha	SARRASIN 100KG/Ha
Planche B couché (Roloflex)	SORGHO 100KG/Ha	MILLET 50KG/Ha	SARRASIN 100KG/Ha	SORGHO 100KG/Ha	MILLET 50KG/Ha	SARRASIN 100KG/Ha

Le semis des différents essais a eu lieu le 17 juin, par semis à la volée effectué par les maraichers du groupe DEPHY ferme. La restitution des engrais verts au sol a eu lieu le 14 août, soit une durée totale de presque 2 mois.

Les densités de semis sont les suivantes :

Sorgho (piper) : 100kg/ha

Millet (perle) : 50kg/ha

Sarrasin : 100kg/ha

Les semences de sorgho et de millet ont été achetées à une coopérative, dans le cadre d'un achat groupé avec l'APABA. La semence de sarrasin provient d'un céréalier bio du secteur.

Les micros parcelles n'ont pas fait l'objet d'entretien spécifique à part un arrosage régulier : une fois par jour jusqu'à la levée, puis deux fois une heure chaque semaine.

Mesures prises en cours d'expérimentation

Avant le semis :

- Nitrachek

En cours de culture :

- Population d'engrais vert et d'adventices
- Hauteurs moyennes des engrais verts (à différentes périodes de développement)

En fin de culture :

- Nitrachek

- Poids de la matière fraîche des engrais verts
- Poids de la matière sèche des engrais verts
- Pourcentage de carbone et d'azote des matières sèches
- Test bêche pour enracinement culture

Un mois après la destruction :

- Nitrackek

RESULTATS

Les mesures effectuées sur les différents essais permettent d'évaluer la performance des engrais verts sur :

- La production de biomasse
- L'effet fertilisant
- L'efficacité de la concurrence avec les adventices

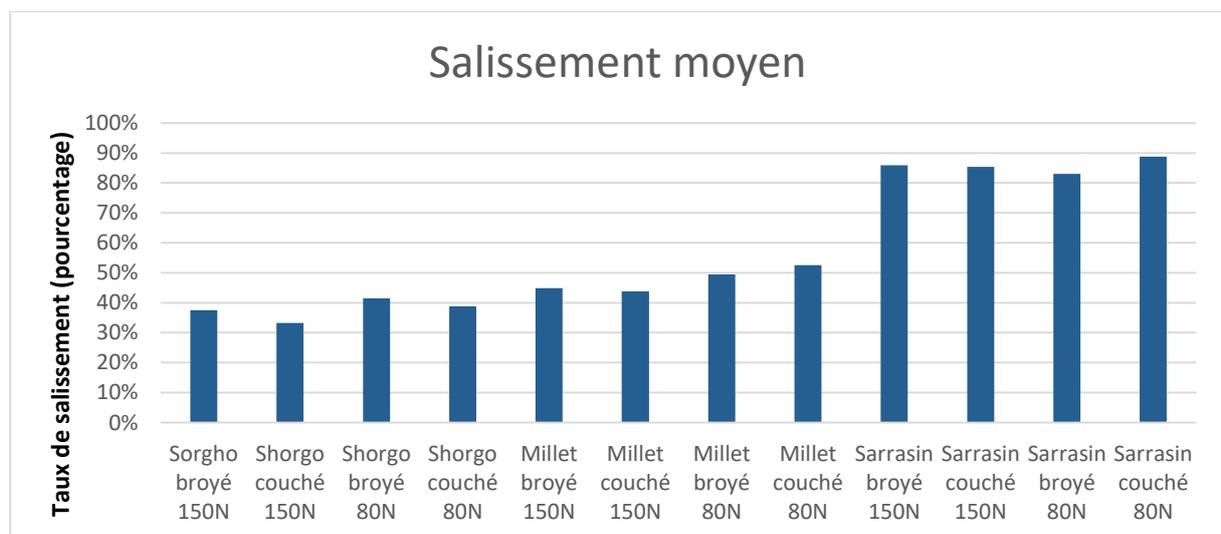
Concurrence avec les adventices

Les mesures pertinentes pour évaluer le pouvoir étouffant des différents essais sont **les taux de salissement**, la **densité de population** (plants d'engrais vert par m²), et **les hauteurs des engrais verts**.

Pour les deux premières mesures nous avons compté les plants des engrais verts et des adventices à partir de carrés de 25cm de côté répété trois fois sur chaque micro-parcelle.

Taux de salissement

Le taux de salissement est le pourcentage d'adventices présent sur chaque modalité par rapport au nombre total de plantes qui y poussent. Plus ce pourcentage est faible, plus l'engrais vert semé est majoritaire.

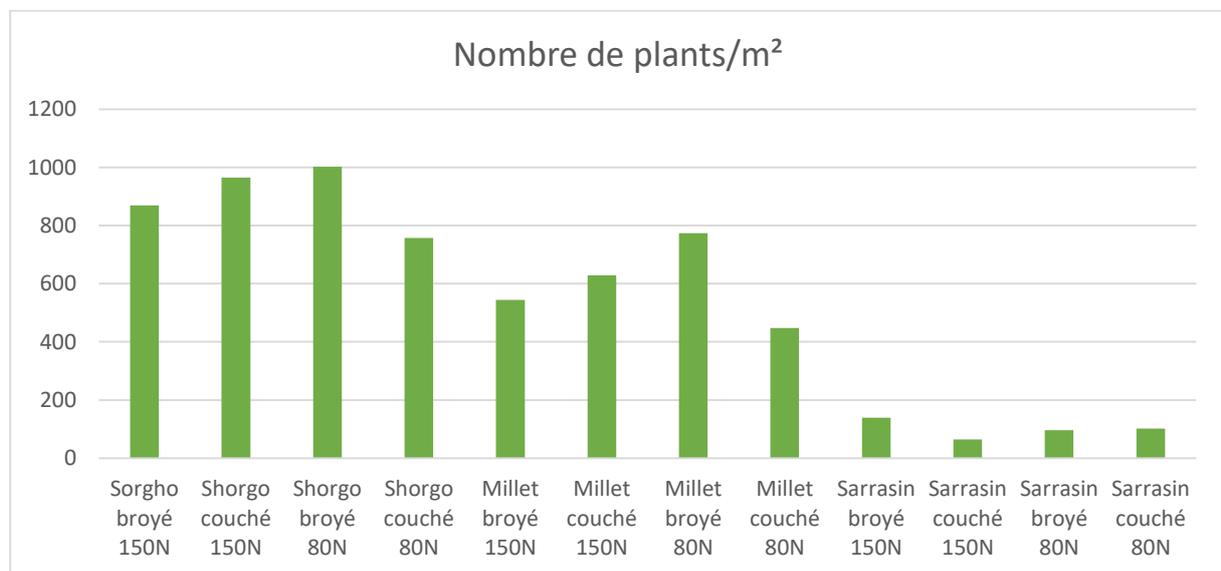


Moyenne des taux de salissement

Les séries ayant été les plus performantes en ce qui concerne le taux de salissement (taux inférieur à 40%) sont les modalités avec sorgho. Le millet connaît un taux de salissement autour de 40%. Quant aux modalités avec sarrasin, le salissement est très important, ceci peut être dû à l'espèce elle-même ou venir d'un autre paramètre. Il peut s'agir par exemple d'un problème germinatif de la semence fermière utilisée. Cela devra être vérifié par un autre essai.

Densité de population des engrais verts

La densité de population renseigne sur le pourcentage de graines semées qui ont germées (taux de germination) ainsi que sur la capacité de l'engrais vert à occuper l'espace et donc de concurrencer les adventices.



Densité de population des différents essais

Densité de population des différents essais

A partir de la dose de graines utilisées lors du semis et du PMG (Poids de Mille Graines) on peut déduire le taux de germination (pourcentage de graines ayant germées) des différentes séries :

Engrais vert	Sorgho 150N	Shorgo 80N	Millet 150N	Millet 80N	Sarrasin 150N	Sarrasin 80N
Nb plants/m ²	917	880	587	611	101	99
PMG (kg)	0,0138	0,0138	0,005	0,005	0,0215	0,0215
Dose de semis (kg/ha)	100	100	50	50	100	100
Nb graines/m ²	725	725	1000	1000	465	465
Taux de germination (%)	127	121	59	61	22	21

Le **sorgho** présente une densité importante en nombre de plants/m². Cela s'explique par le choix d'une dose de semis importante de 100kg/ha (725 graines/m²), les semis se faisant à la main. A titre de comparaison, dans les essais du GRAB les doses de semis avoisinent plutôt les 50kg/ha¹.

On note une incohérence dans le taux de germination obtenu après calcul (supérieur à 100%). Cela peut s'expliquer par un mauvais comptage. Malgré tout, au regard du très bon développement du sorgho constaté, le taux de germination doit être élevé.

On peut retenir que la dose de 100kg/ha est satisfaisante pour maintenir un taux de salissement inférieur à 40%.

Pour le **millet**, nous avons constaté une bonne densité, bien qu'inférieure à celle du sorgho. Le taux de germination est bon. La dose de semis est légèrement supérieure à celle observée dans les essais du GRAB qui est de 40kg/ha.

Le **sarrasin** a une densité très faible, à mettre en rapport au taux de salissement important. Le taux de germination est très faible, dû certainement à une mauvaise qualité des semences. La dose utilisée de 100kg/ha était pourtant forte, bien supérieure à celle utilisée dans les essais du GRAB (40/60 kg/ha).

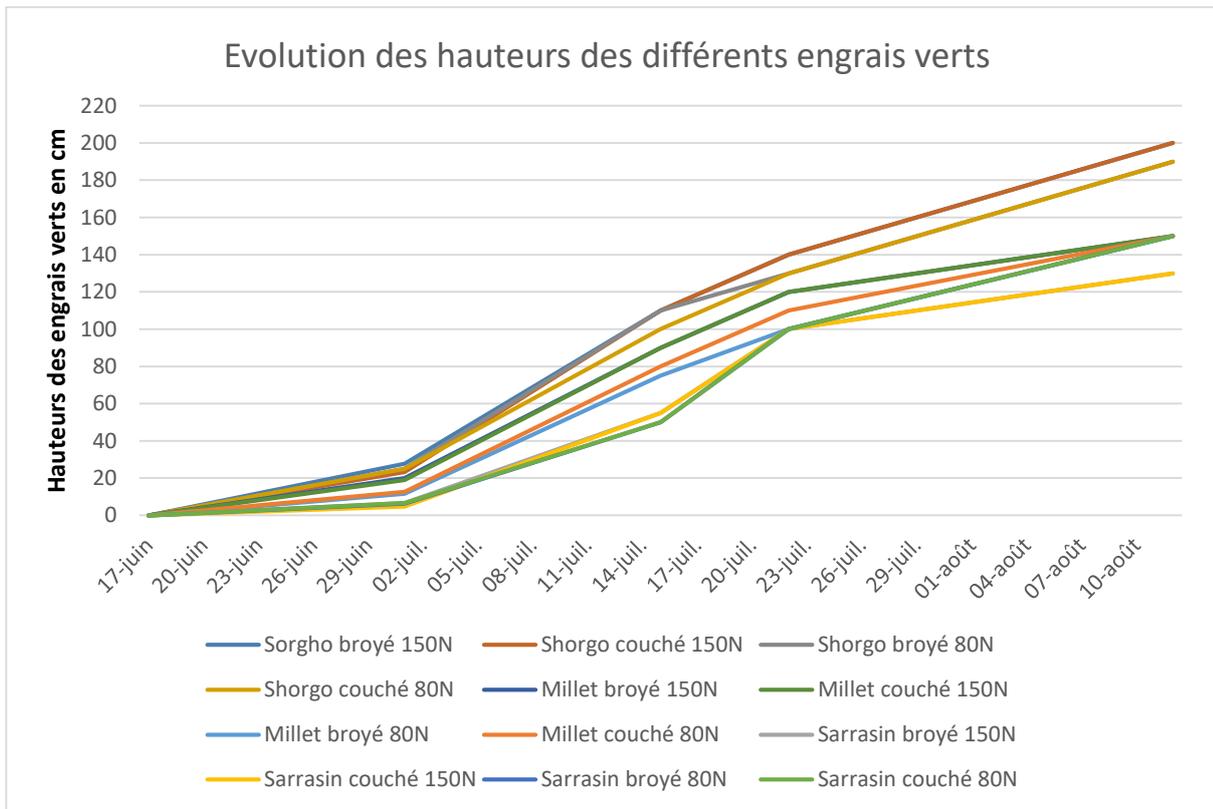
Hauteurs

La hauteur d'un engrais vert est importante pour la concurrence avec les adventices car elle permet de les priver de lumière.



Sorgho 150N à gauche, millet 150N à droite, mi-aout 2020

¹ Engrais verts d'été en maraîchage biologique sous abri : Mélanges de graminées et légumineuses, Hélène VEDIE –Edouard GILET(stagiaire) – Abderraouf Sass, GRAB 2015



Hauteurs des engrais verts en cm

L'engrais avec la croissance la plus rapide et la hauteur la plus importante est le sorgho. Le millet a une croissance plus importante que le sarrasin, mais les deux espèces ont une hauteur finale équivalente pour les essais sans fertilisation.

Les essais de sarrasin sans fertilisation ont une hauteur finale moindre, de 1,30 m.

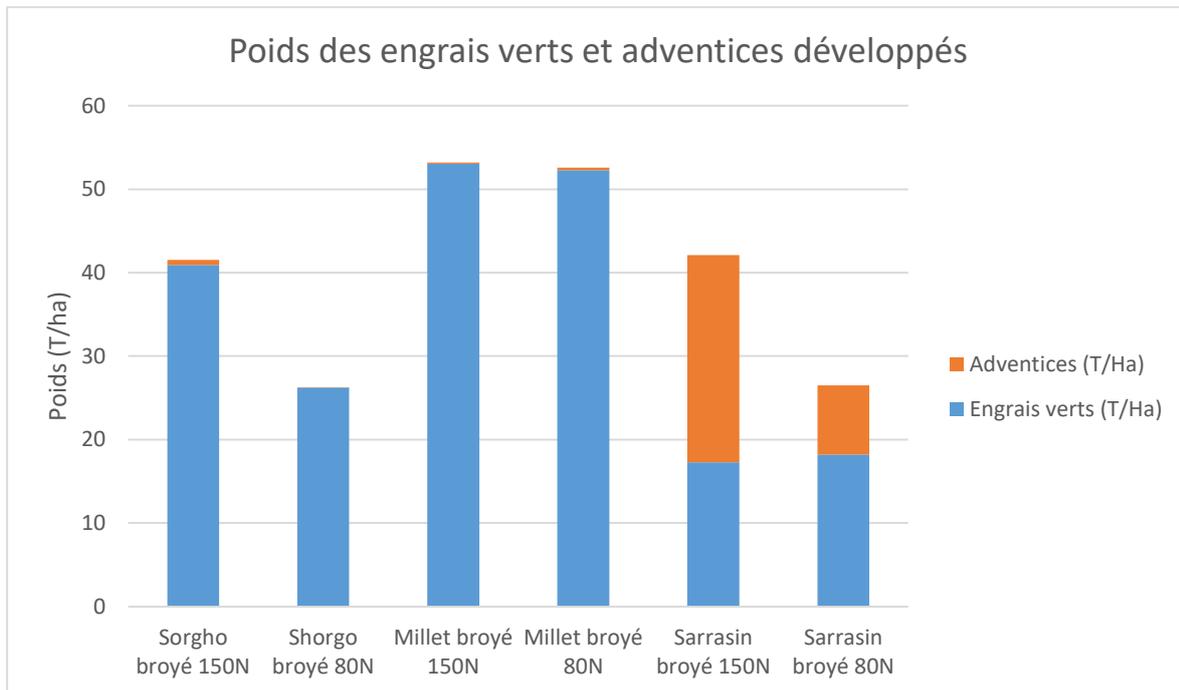
On observe que la vitesse de croissance varie au cours de l'expérimentation. La croissance est relativement lente les 14 premiers jours et s'accélère ensuite les vingt jours suivants. Pour le sarrasin, on remarque un pic de croissance entre le 15 et le 22 juillet. Ce n'est qu'après le 22 juillet que la vitesse de croissance ralentit de nouveau. Il semble donc pertinent de laisser les engrais verts au moins un mois pour qu'ils bénéficient de cette phase de croissance accélérée.

On ne note pas de différence significative entre les modalités avec et sans fertilisation.

Production de biomasse

Un des grands enjeux de la culture d'engrais vert estivaux est leur capacité à produire une quantité importante de biomasse en peu de temps.

Production de matière fraîche



Production de biomasse fraîche

Le millet a été le plus performant, avec plus de 50T/Ha de biomasse produite sur la durée de l'expérimentation, suivi par le sorgho. Le sarrasin s'est moins développé mais présente, en incluant la biomasse liée aux adventices, une production de biomasse totale se rapprochant des résultats du sorgho.

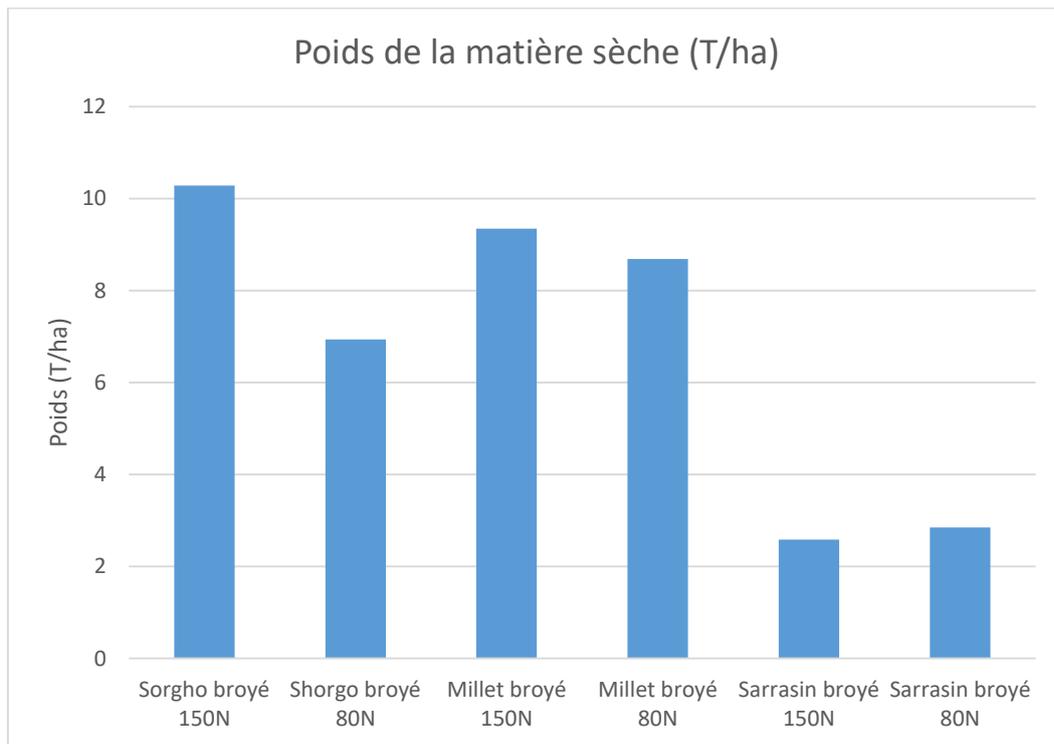
Contrairement aux résultats portant sur la hauteur des engrais verts, on remarque que l'apport de la fertilisation a une incidence notable sur la biomasse produite par le sorgho et le sarrasin.



Biomasse engrais vert / adventices pour les modalités millet 150 (à gauche) et sarrasin 150 (à droite), mi-aout 2020

Production de matière sèche

La mesure de la matière sèche produite par les engrais verts est une donnée primordiale afin de déterminer la matière organique réellement apportée par la culture.



Production de matière sèche par modalité

On constate que c'est le sorgho fertilisé qui produit le plus de matière sèche.

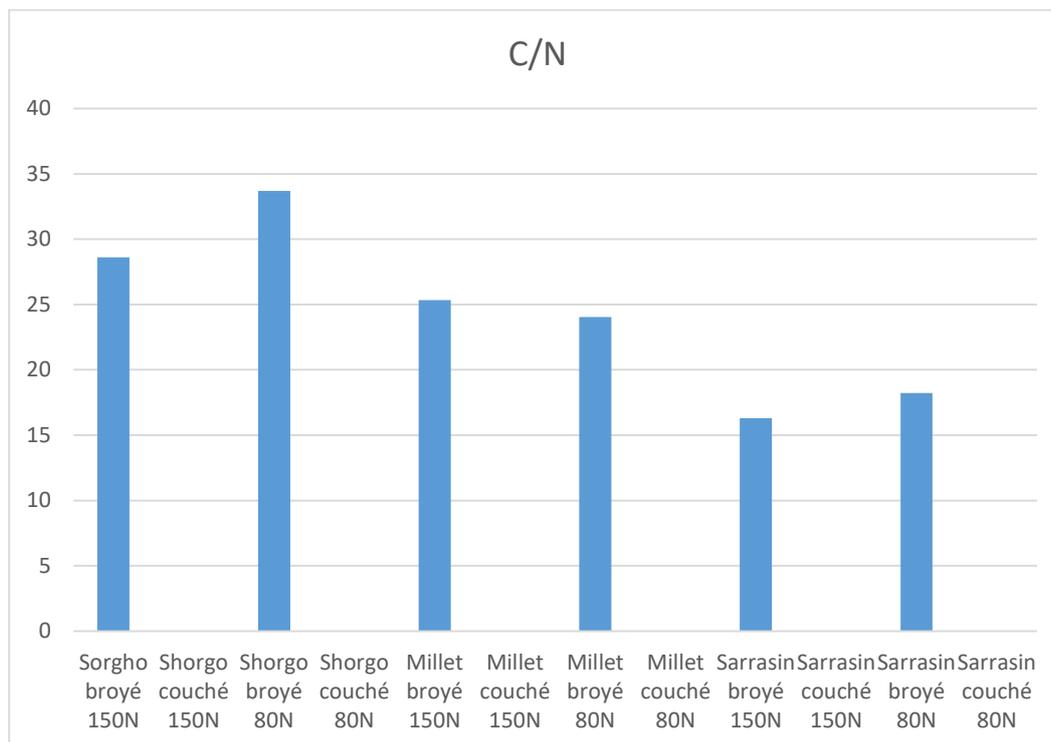
Pour le millet, la production de biomasse sèche varie peu entre les modalités non fertilisée et fertilisée. Il en est de même pour la production de biomasse fraîche et la hauteur. Dans une stratégie de recherche de biomasse, la fertilisation du millet ne semble donc pas nécessaire.

Valeurs fertilisantes des différents engrais verts

Le rapport C/N

Le rapport C/N donne une idée de la rapidité de minéralisation du couvert végétal. Les microorganismes du sol (microfaune) ont eux-mêmes un rapport C/N moyen de 8. Ils consomment les deux tiers du carbone pour l'énergie (celui-ci est alors transformé en dioxyde de carbone) et un tiers pour leur constitution. L'azote est quant à lui presque seulement utilisé pour la constitution (protéine). L'équilibre nutritionnel des microorganismes est donc situé à un rapport C/N de 24. En dessous de ce rapport, l'azote est en excès et sera donc libéré, à la disponibilité des plantes. Au-dessus, de l'azote sera prélevé dans la solution du sol pour subvenir aux besoins des microorganismes. D'où :

- $C/N < 15$: production d'azote, la vitesse de décomposition s'accroît ; elle est à son maximum pour un rapport $C/N = 10$
- $15 < C/N < 20$: besoin en azote couvert pour permettre une bonne décomposition de la matière carbonée
- $C/N > 20$: pas assez d'azote pour permettre la décomposition du carbone (il y a compétition entre l'absorption par les plantes et la réorganisation de la matière organique par les microorganismes du sol, c'est le phénomène de "faim d'azote"). L'azote est alors prélevé dans les réserves du sol. La minéralisation est lente et ne restitue au sol qu'une faible quantité d'azote minéral.

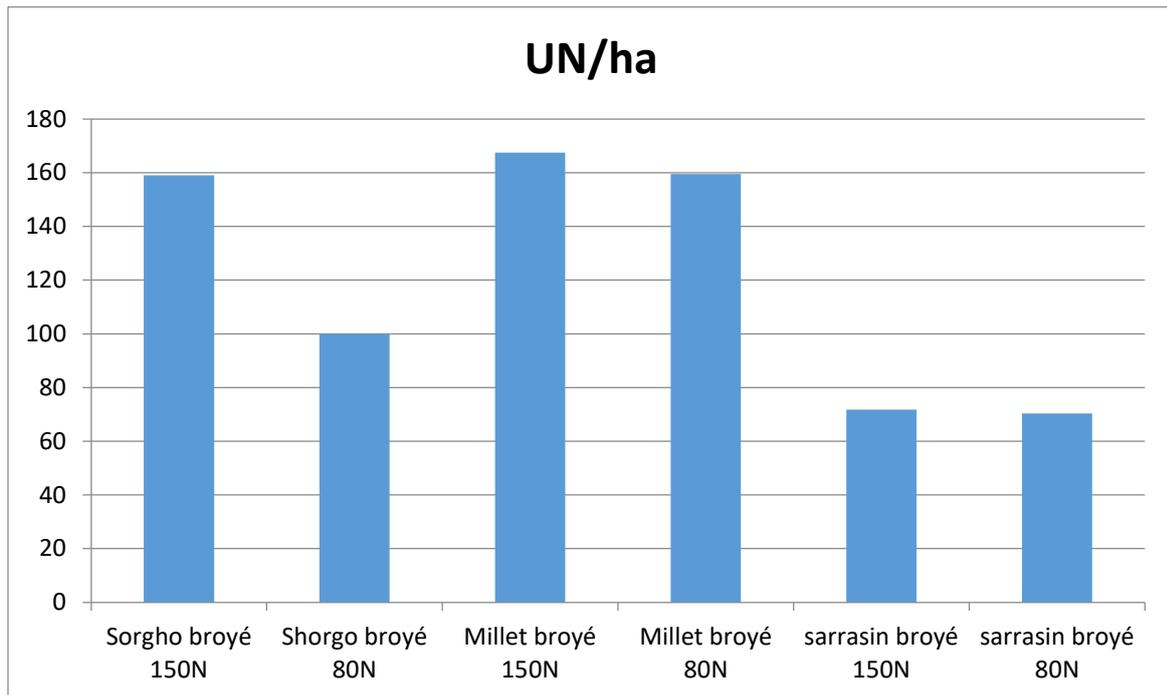


Minéralisation C/N

On observe que le sarrasin a produit une biomasse **plus facilement biodégradable** par le sol que celle du millet et du sorgho qui ont des $C/N > 20$. Le sorgho qui a un $C/N > 25$ sera le plus difficilement assimilable.

Apport total en azote

On peut également regarder les engrais verts sous l'angle de la fertilisation classique, c'est-à-dire la quantité d'unités d'azote qui seront restituées par chaque couvert. Ces valeurs ont été calculées en multipliant la biomasse sèche produite par un engrais vert par sa teneur en azote.



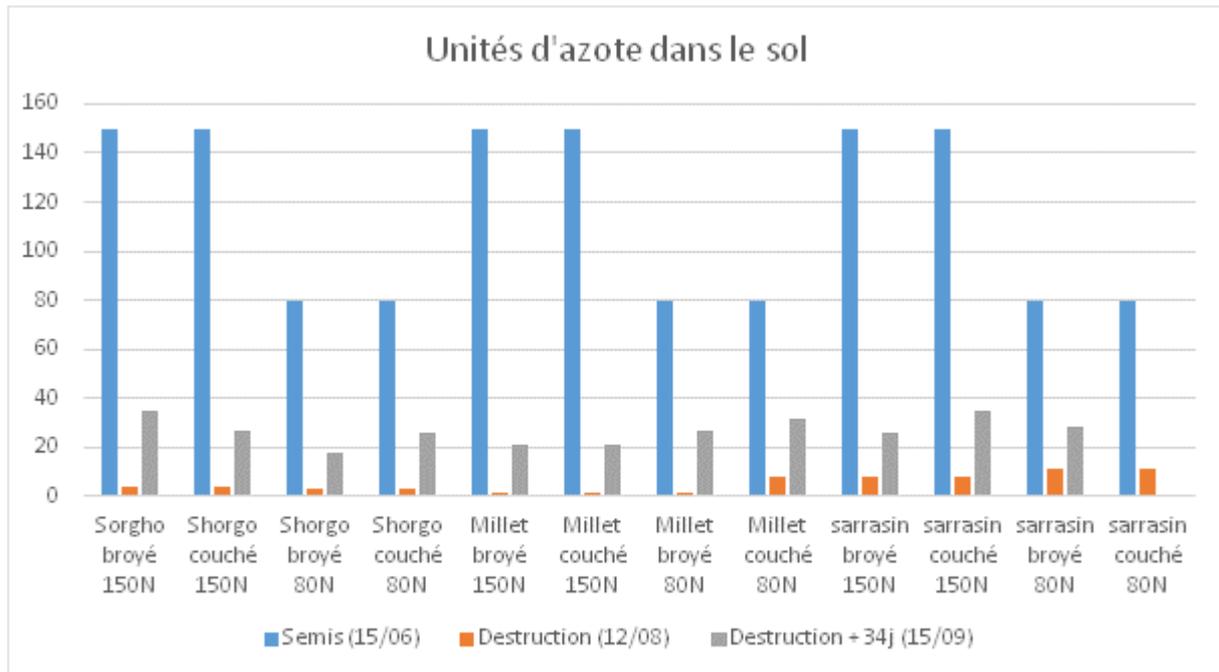
Apport total azote

Cet apport en azote n'est pas l'équivalent d'un apport en engrais. En effet, l'azote restitué provient de l'azote qu'ont assimilé les engrais verts tout au long de leur cycle.

Donc *in fine* cet azote était déjà présent dans le sol, et en fin de culture il est sous forme de matière organique fraîche. On peut considérer qu'une culture d'engrais vert assimile les éléments nutritifs solubles présents dans le sol lors du semis ainsi que les éléments nutritifs libérés par la minéralisation de la matière organique (amendements et résidus de culture) pendant la croissance de l'engrais vert. On constate que l'espèce qui a le mieux assimilé l'azote du sol est le millet.

Unités d'azote au cours de la culture

On peut aussi observer l'évolution des unités d'azote présentes dans le sol au cours de l'expérimentation grâce aux mesures effectuées au moment du semis, de la destruction, puis plus d'un mois après la destruction.



Evolution de l'azote présent dans le sol

Les unités d'azote dans le sol au moment du semis ont été standardisées pour le besoin de l'essai, grâce à un test d'azote préalable et un ajustement de la fertilisation.

A la destruction, les engrais ont bien assimilé l'azote du sol. Après 1 mois, que ce soit pour la modalité broyé ou couché, la restitution n'est pas encore au rendez-vous. Un test d'azote aurait été nécessaire deux mois après la destruction. La dynamique de restitution dépend du mode de destruction mais aussi du fonctionnement du sol.

CONCLUSIONS

En reprenant les différentes grilles de lecture des engrais verts on peut proposer le classement suivant :

Efficacité des engrais verts par rapport aux adventices, biomasse et valeur fertilisante

Lutte contre les adventices

Plus efficace		Moins efficace
Sorgho	Millet	Sarrasin

Remarques : le sarrasin a pâti d'une mauvaise qualité de semence. Le millet pourrait être semé plus dense.

Production de biomasse

Plus efficace		Moins efficace
Sorgho	Millet	Sarrasin

A la lecture de la biomasse sèche le sorgho fertilisé s'en sort mieux, mais si on se place en condition non fertilisé, c'est le millet.

Valeur fertilisante

Plus efficace		Moins efficace
Sarrasin	Millet	Sorgho

Le sarrasin avec un C/N en dessous de 25 semble apporter une fertilisation plus rapide et efficace. La minéralisation du sorgho et du millet demanderont plus de temps, d'après ces résultats.

Modalité fertilisation

La fertilisation des engrais vert a un impact sur la production de la biomasse par le sorgho, mais pas pour le millet et le sarrasin. Le sorgho semble intéressant à mettre en place pour mobiliser l'azote en excès, risquant d'être lessivé.

Nous ne reprendrons pas cette modalité pour l'expérimentation 2021.

Modalité destruction par broyage ou cassé-couché

Nous n'avons pas constaté une grande différence entre les deux modalités dans la minéralisation de l'azote, même 34 jours après la destruction. Nous avons prévu un bâchage plastique noir de la planche avec engrais vert couché pour accélérer la minéralisation mais cela n'a pas pu se faire.

On couche un engrais vert pour obtenir un effet mulch, étouffant sur les adventices. C'est intéressant quand on retarde une plantation après la destruction de l'engrais vert, cela permet d'attendre en limitant le développement des adventices.

Nous reprendrons cette modalité pour l'expérimentation 2021.

Il faut malgré tout être prudent par rapport à ces résultats issus d'une première année d'expérimentation.



2^{ème} passage au roloflex, mi-aout 2020



EV broyé et EV couché, mi-aout 2020