BILAN EXPERIMENTATION ENGRAIS VERT EN CULTURE D'ETE ET SOUS ABRIS

Eté 2021, 2ème année d'essai

Rédaction : Frédéric Furet, IR DEPHY ferme GAB65

Décembre 2021

2

Table des matières

CONTEXTE : 4
LES OBJECTIFS : 5
Impacts attendus : 5
Ce qu'on veut observer 5
RAPPEL DES PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS EN 2020 5
PROTOCOLE 6
Lieu de l'expérimentation 6
Préparation sol, semis 6
Mise en place 6
Destruction 6
Modalités testés 7
OBSERVATIONS ET MESURES : 7
RESULTATS 8
Concurrence avec les adventices 8
Taux de salissement 8
Hauteurs 9
Production de biomasse 10
Production de biomasse fraiche 10
Production de matière sèche 11
Valeurs fertilisantes des différents engrais verts 12
Le rapport C/N 12
Apport total en azote 14
Unités d'azote au cours de la culture 15
CONCLUSIONS : 16
Efficacité par rapport aux adventices 16
En production de biomasse: 16
En termes de valeur fertilisante 16
Modalité du cycle de 45j 16
Modalité de la coupe 16
Modalité de destructions (broyé-enfouie et cassé-couché) 17
Modalité variétal 17

Comparaison des performances de différents engrais verts en culture d'été, année 2021, 2ème année d'essai

CONTEXTE :

L'utilisation des engrais verts par les maraîchers biologiques Pyrénéennes a fortement progressé ces dernières années avec plus ou moins de réussite et de recul sur l'intérêt agronomique et sur l'itinéraire culturel. Lorsque les engrais verts sont mis en place il est d'autant plus important de réussir la culture qu'elle prend potentiellement la place à une culture commerciale. Selon la saison l'engrais vert doit rester en place de quelques semaines à 6 mois pour se développer de façon satisfaisante.

Les fenêtres d'implantation les plus utilisées sont sous serre en été (juin à juillet) ou en plein champ en hiver (octobre à avril). Afin de tirer le maximum de bénéfices de l'engrais vert il est nécessaire de choisir des plantes qui sont adaptées aux conditions particulières de chaque créneau de culture, qui se développent rapidement, concurrencent efficacement les adventices, et produisent un maximum de biomasse.

La grande majorité des expérimentations menées sur les différents mélanges d'engrais vert ont été effectuées en plaine (Essais du GRAB, SEFerSol, Terre d'essais…)

Partenariats :

- Les essais engrais verts sont réalisés en partenariat avec le **réseau DEPHY fermes**.
- Célia Dayraud, expérimentatrice au **Civam Bio 66**
- Antoine BEDEL, chef produits à **Caussade Semences**, intervient dans le choix et la fourniture des semences

Bibliographie :

- Engrais verts d'été sous abri en maraîchage biologique : Screening des potentialités de différentes légumineuses, seules ou en mélange – GRAB – 2013
- Engrais verts d'été en maraîchage biologique sous abri : Mélanges de graminées et légumineuses – GRAB – 2015
- Engrais verts d'hiver en maraîchage biologique sous abri : Mélanges de graminées et légumineuses en période froide – GRAB – 2015 - Les Engrais Verts pour la fertilisation des cultures légumières bretonnes – Terre d'Essais – 2018
- Bilan expérimentation engrais verts d'été sous serre - APABA – 2019
- Bilan expérimentation engrais verts d'été sous serre – GAB65 - 2020

Rédaction : Frédéric Furet, IR DEPHY ferme GAB65

Décembre 2021

LES OBJECTIFS :

Comparer les performances de différents engrais verts, pour **un créneau de culture donné**. 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 maraichère suivie, il sera possible de **reproduire ou d'adapter** les résultats obtenus sur d'autres fermes maraichères voire de **tester de nouveaux mélanges d'engrais verts** selon le contexte.

Après les essais de 2020, en 2021, l'expérimentation a été reconduite pour confirmer les résultats et tester de nouvelles modalités.

Impacts attendus :

- Aider les maraîchers à choisir les mélanges d'engrais verts les plus pertinents en fonction de leur créneau de culture.
- **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.

Ce que l'on veut observer

La concurrence avec les adventices, la **biomasse** créée sur le cycle choisi, la **valeur fertilisante**. Plus difficilement **la valeur fertilité du sol** (impact sur la structure, teneur en matière organique, rétention d'eau dans le sol, stimulation de la vie du sol…).
L'impact de deux **modes de destructions** (broyé-enfoui et cassé-couché), l'impact de **coupes intermédiaires** pour tester l'influence sur la biomasse totale et la minéralisation.

RAPPEL DES PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS EN 2020

Bonne concurrence adventices avec millet et sorgho.
Développement important de biomasse de 9-10T/ha de matière sèche pour sorgho et millet (comparable aux résultats du GRAB d'Avignon).
Un C/N en moyenne autour de 25, suite à un trop grand cycle de culture (80j). La biomasse produite a été du coup plus difficilement biodégradable.

.

PROTOCOLE

Lieu de l'expérimentation

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.

Préparation sol, semis

Précédent : poireau botte (nov à juin) 275N
Fertilisation : aucune
Préparation sol : cultibutte → rotovateur → semis à la main → herse étrille
Irrigation : arrosage régulier, une fois par jour jusqu'à la levée, puis deux fois une heure chaque semaine.
Remarque : le passage de herse étrille facilite l'assimilation au sol des graines. On pourrait finir par un passage de rouleau.

Mise en place

2ème année d'essai avec 3 céréales SORGHO, MILLET, SARASIN et Légumineuses (Trèfle Alexandrie, Vesce pourpre) en mélange avec Sorgho. L'ensemble des semences ont été fournies par Antoine BEDEL, chef produits à **Caussade Semences**.

2 planches avec essais de Sorgho, millet, sarrasin selon différentes modalités
1 planche avec essai mélange de légumineuse (vesce pourpre + trèfle alexandrie) et mélange sorgho (2 densités) + mélange légumineuse.
Remarque : **pour le sarrasin, nous testons la variété hajnalka fourni par Caussade**
8 autres planches semées mi-juillet serviront de réplique des essais et seront semées et suivies librement par Terraferma

Densités prévues (kg/ha) : Millet (50), sorgho (80), sarrasin (150), mélange légumineuse vesce poupre (50) + trèfle alexandrie (20), mélange légumineuse avec sorgho (10 et 20)

3 planches de 50 m de long (largeur 1,2 m)					
planche 1 (couché)	SORGHO tondu	MILLET tondu	SARRASIN	SHORGO	MILLET
planche 2 (broyé)	SORGHO tondu	MILLET tondu	SARRASIN	SORGHO	MILLET
planche 3 (broyé)	mélange légumineuse (20M2)		shorgo 20 + melange (20M2)	shorgo 10 + melange (20M2)	

Destruction

Nous n'avons pas pu tester comme en 2020 l'impact de 2 **modes de destructions** (broyé-enfoui et cassé-couché) car la planche 2 a subi un déficit d'irrigation et de développement, nous l'avons donc exclue du test pour ne retenir que les planches 1 et 3. La planche 1 a été broyée.

Modalités testées

- **Fertilisation** : pas de fertilisation complémentaire (à la différence des essais de 2020).
- **1 coupe** normalement à mi-cycle, du **sorgho et millet**. Pour tester l'influence sur la biomasse totale et la minéralisation au bout du cycle.

Remarque : Mais en réalité la coupe a été effectuée plus tardivement, 5 jours avant la destruction.

- D**estruction à la fin du cycle (45 jours 6-7 semaines)** . En 2020, nous étions sur un cycle de 80j.

Soit « Broyé et incorporé au sol » soit « coupé-couché. Nous testerons la différence de restitution de l'azote selon les 2 modalités et l'effet paillage de l'engrais vert couché.

Pour la modalité *broyé* on préfèrera un broyeur à marteau (permet un broyage plus fin). Pour la modalité *couché*, on préfèrera un outil type rouleau FACA et un bâchage d'un mois avec paillage plastique noir pour accélérer la destruction. La 2ème modalité est préférée pour des plantations/semis qui peuvent un peu attendre.

OBSERVATIONS ET MESURES :

- **Test bèche en début et fin de cycle** pour observer la texture du sol
- **Mesure des nitrates** dans le sol avant la mise en place des engrais verts et après leur restitution
- **Taux de germination des engrais verts**
- **Mesure de la croissance** (hauteur et stade de développement des plantes) en cours de culture, ainsi que du **pourcentage d'adventices** présentes sur les parcelles
- A la destruction, pesée de la **matière fraîche**
- Détermination de la teneur de la matière sèche en carbone et azote (analyse labo ou méthode Merci)

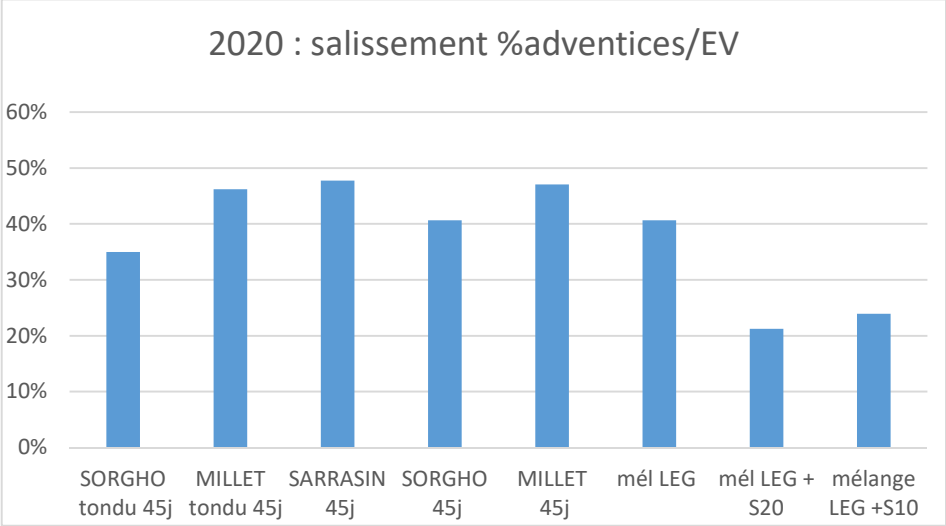
RESULTATS

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**.

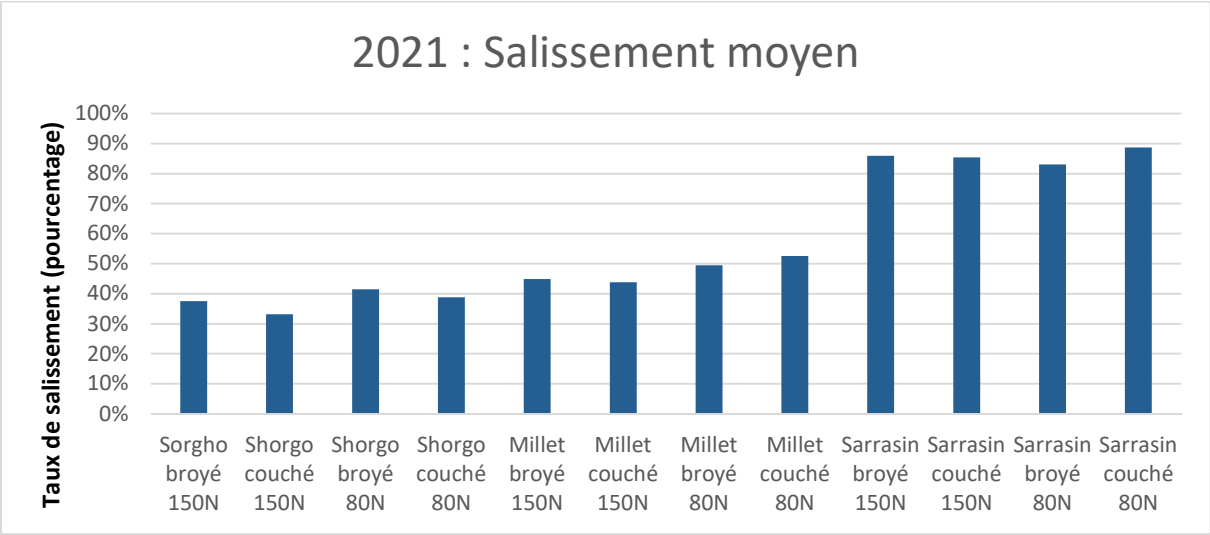
Taux de salissement

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.



Analyse : comparable à 2020 pour millet, sorgho. Mieux pour sarrasin. Faible salissement des mélanges de légumineuses + sorgho. En dehors des mélanges de légumineuse, c'est le sorgho qui s'en sort mieux, comme en 2020.

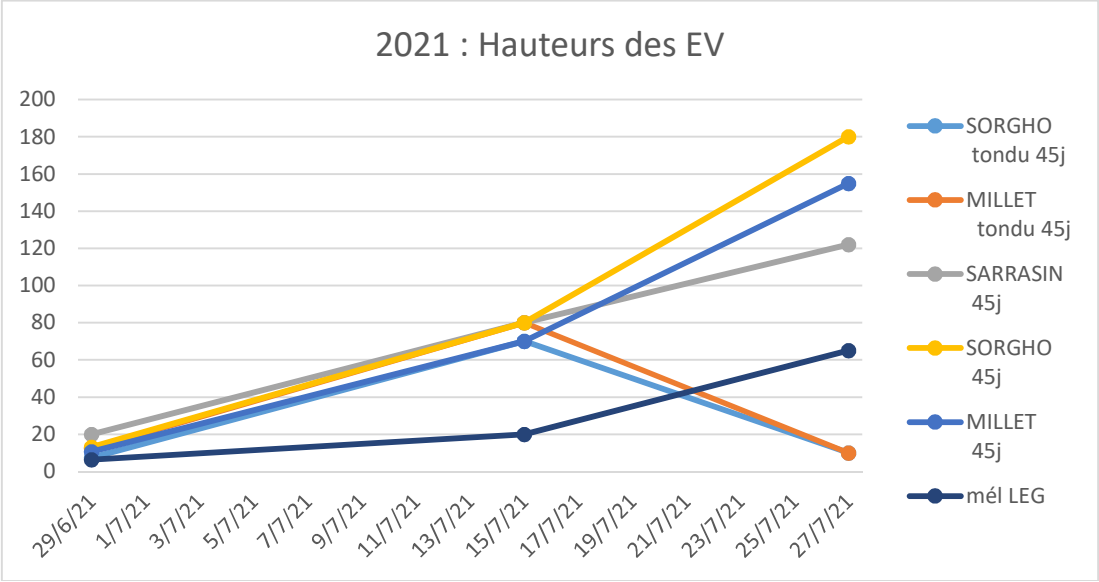
2020



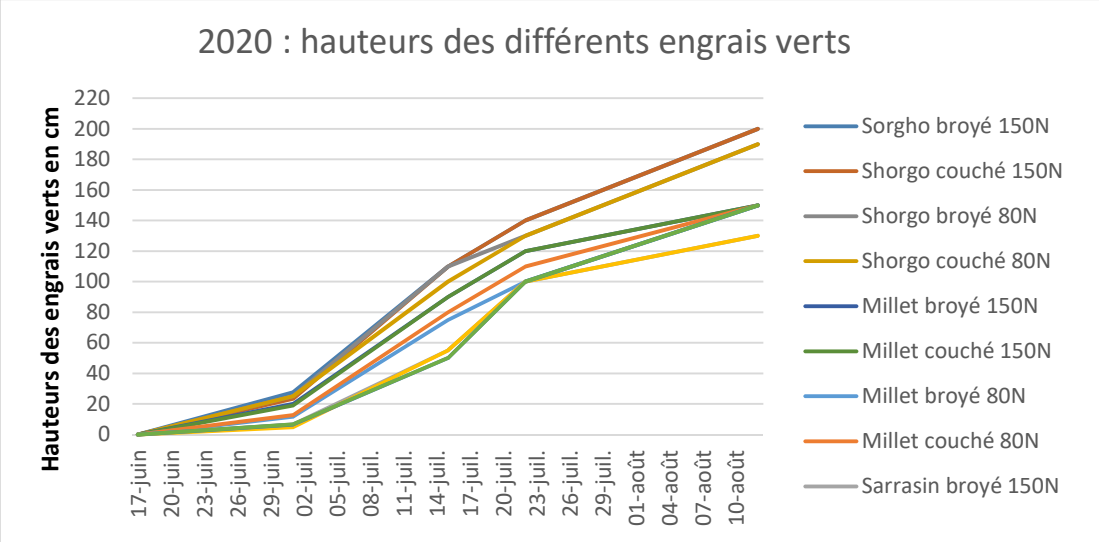
Hauteurs

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

Analyse : en 2020 on avait atteint 200 cm pour sorgho et millet. En 2021 on est entre 160 et 180 cm au bout de 45j. C'est un bon résultat. La hauteur de 60 cm du mélange légumineuse reste correcte. La coupe trop tardive a limité la reprise de pousse.



2020

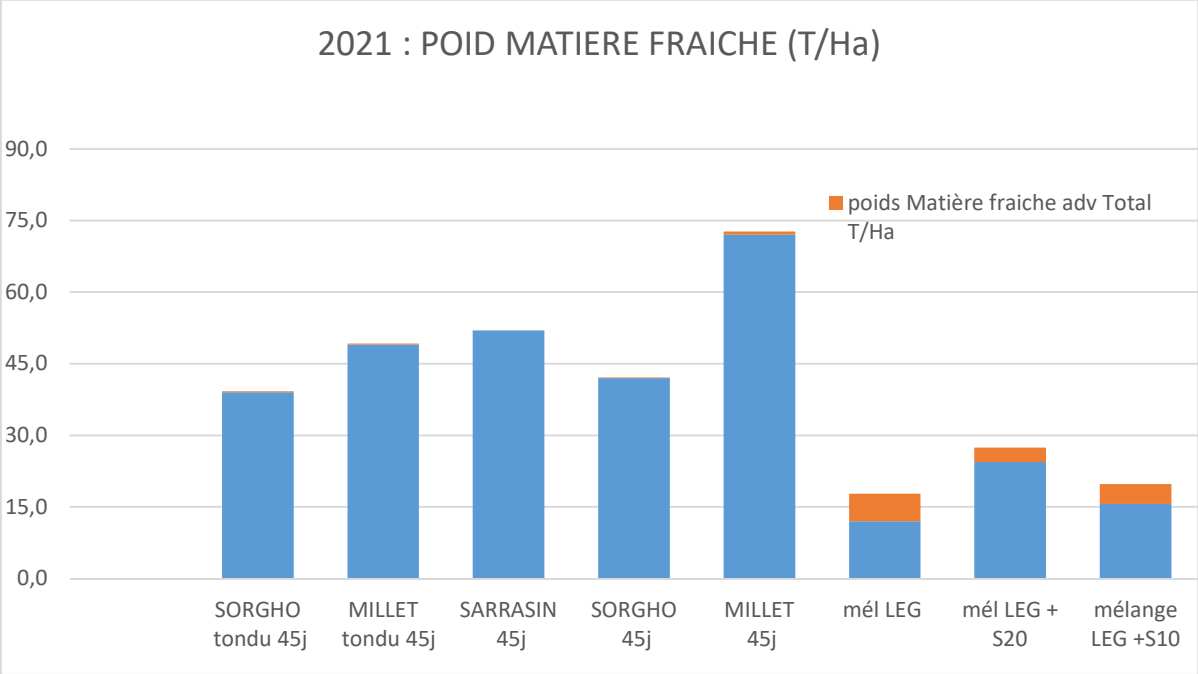


Sorgho 150N à gauche, millet 150N à droite, mi-aout 2020

Production de biomasse

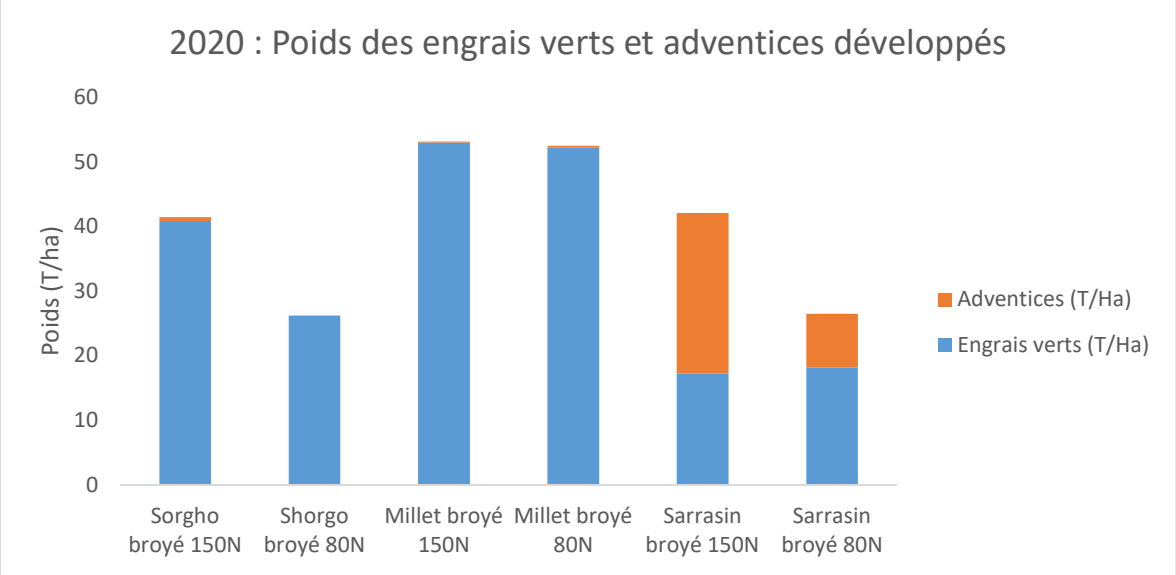
Un des grands enjeux de la culture d'engrais vert estivaux est leur capacité à produire une quantité importante de biomasse en peu de temps.

Production de biomasse fraiche



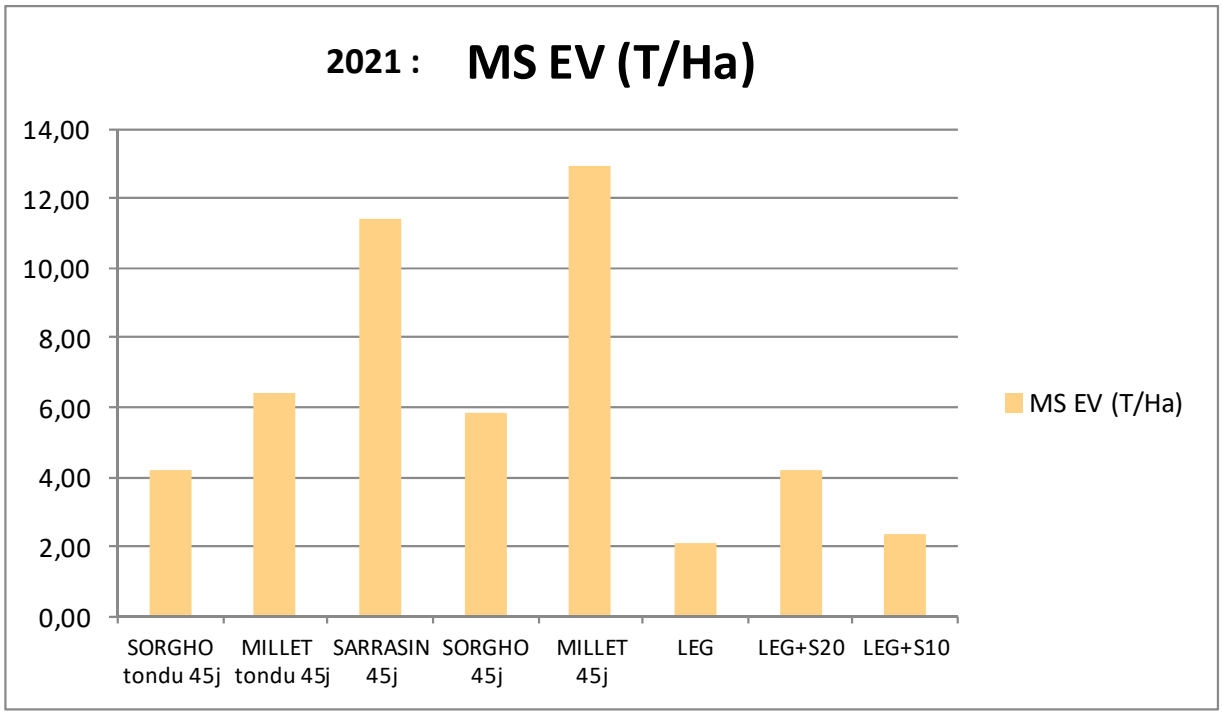
Résultat : Biomasses Millet et Sarasin plus importantes que Sorgho. Les mélanges légumineuses seul ou avec sorgho développent peu de biomasse fraiche.
Les résultats se confirment pour le millet par rapport à 2020.
Remarque : l'écart est très important entre millet tondu et non tondu, un artefact ?

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.

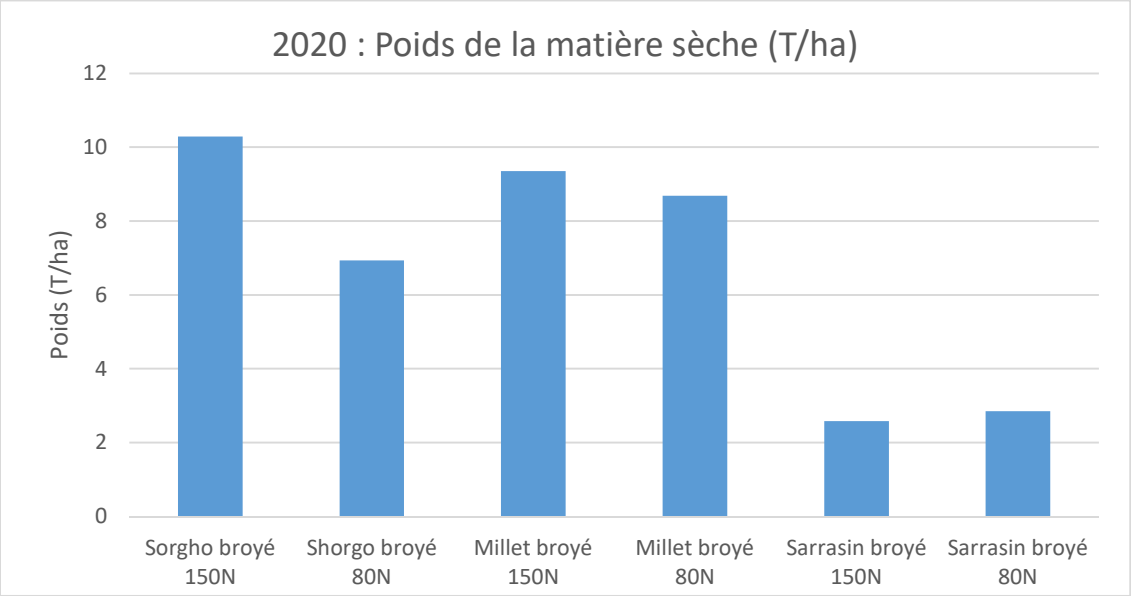


Analyse : Le Millet présente de meilleurs résultats par rapport au sorgho. La biomasse totale des céréales est diminuée suite à la coupe. Le sarrasin présente le meilleur résultat qui est d'ailleurs supérieur au meilleur résultat de 2020, la variété hajnalka semble très intéressante. Les résultats de biomasse sèche des légumineuses ne sont pas convainquant.

Si on exclut le millet non tondu, on constate une production plus faible de biomasse pour le millet et le sorgho par rapport à 2020. Le cycle plus court de 45j l'explique.

Remarque : le résultat pour le millet 45j (non tondu) est mis en doute.

2020

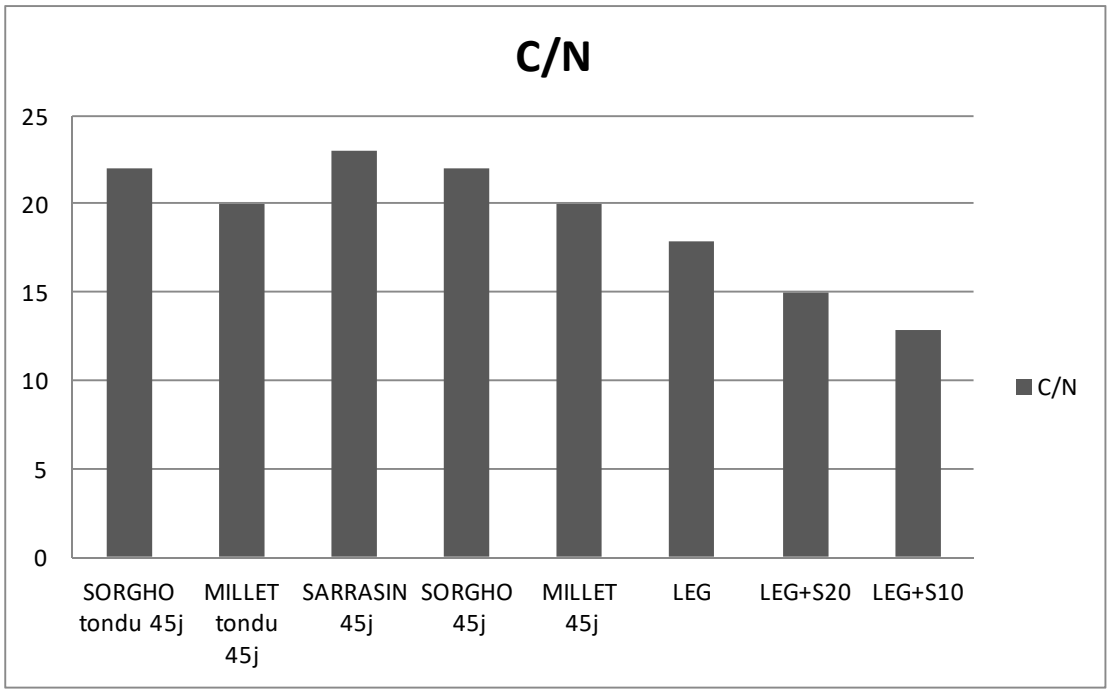


Valeurs fertilisantes des différents engrais verts

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.

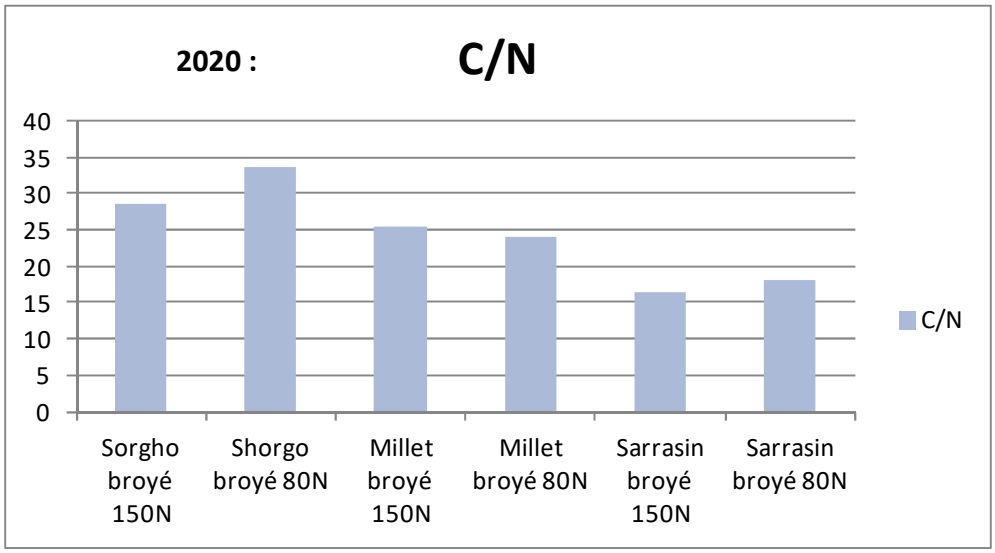


Minéralisation C/N

Pour les céréales le C/N est en moyenne autour de 20, la tonte ne change pas grand-chose. En 2020, on était autour de 25. Le raccourcissement du cycle de 80j à 45j se fait ressentir. La minéralisation devrait être en conséquence plus rapide qu'en 2020.

Pour les légumineuses, avec un C/N <15, il faut s'attendre à une minéralisation encore plus rapide, mais avec une faible biomasse.

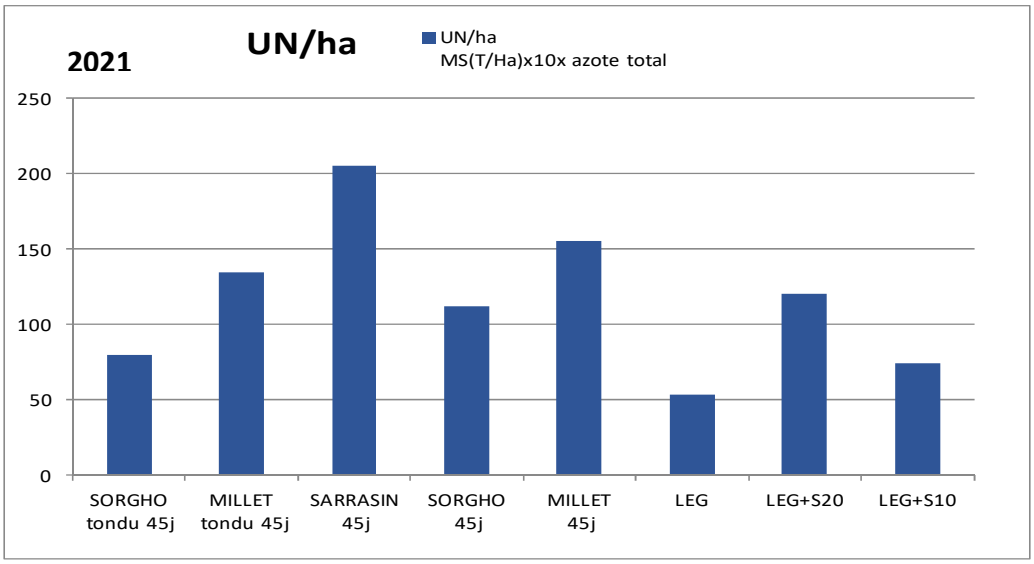
La tonte ne donne pas l'effet attendu, de faciliter la minéralisation. Il est à noter qu'elle a été faite trop tardivement, quelques jours avant la destruction. Deux autres coupes complémentaires pourraient apporter d'autres résultats et devraient être testées sur un nouvel essai.



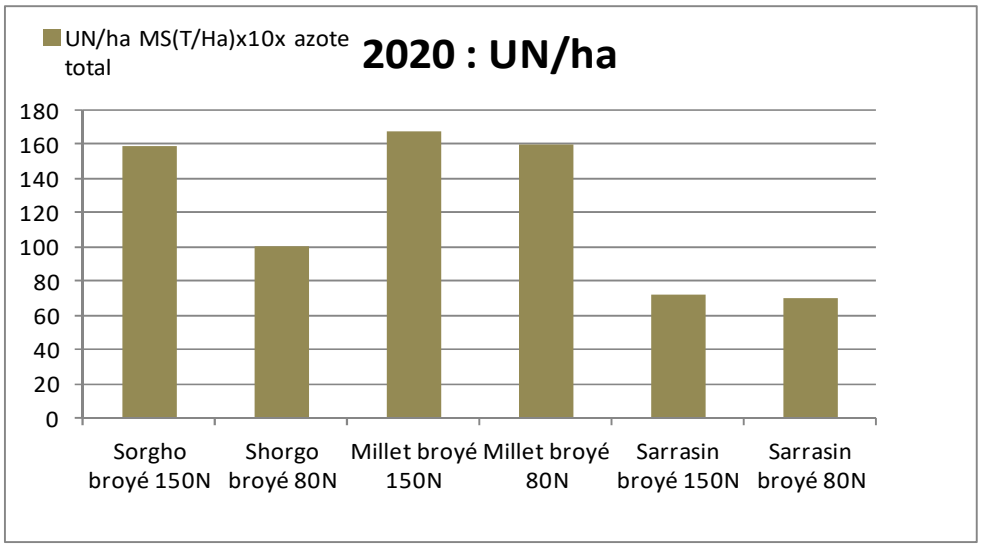
Apport total en azote

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.

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.

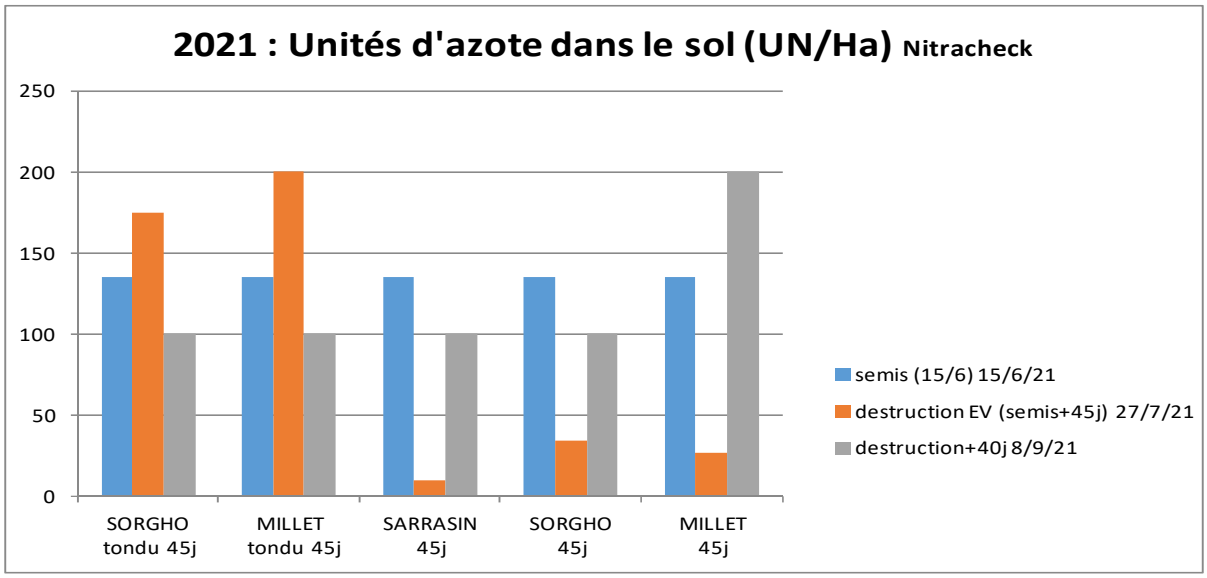


On constate que c'est le sarrasin qui a le mieux assimilé l'azote du sol, suivi par le millet. Le mélange légumineuses + sorgho 20kg/ha donne un bon résultat, mais il faut relativiser par rapport à la biomasse faible de ce mélange. En 2020, le millet était autour de 150 UN.



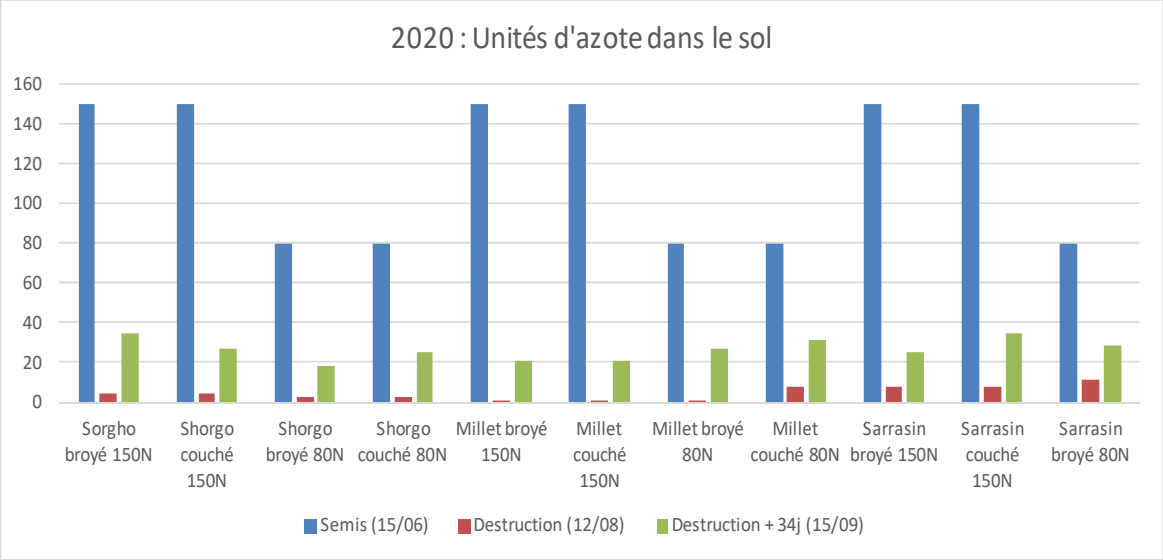
Unités d'azote au cours de la culture

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.



Les apports initiaux ne sont pas négligeables, comme le révèle le premier Nitrachek. A la destruction la fonction d'assimilation de l'azote est démontrée. Il est à noter une forte restitution d'azote suite à la tonte du sorgho et millet, ce qui parait curieux sachant que la coupe a été effectué seulement 5j avant la destruction.

Le dernier test, 40j après la destruction, révèle un relargage logique de l'azote et qui est plus marqué qu'en 2020. Nous constatons une meilleure capacité de minéralisation des couverts après un cycle de 45j par rapport à ceux de 2020 avec un cycle de 80j.



CONCLUSIONS :

Efficacité par rapport aux adventices

Si on ne prend pas en compte les mélanges de légumineuses, on confirme les résultats de 2020 avec un **sorgho plus agressif sur les adventices** :

Sorgho > millet > sarrasin

En production de biomasse:

Si on ne retient que la production de biomasse sèche, nous avons des résultats inversés par rapport à 2020 :

Sarrasin > millet > sorgho

Nous constatons **un effet négatif de la coupe** des céréales sur la biomasse. Ce résultat a été observé dans les essais le l'APABA en 2019 (Bilan expérimentation engrais verts d'été sous serre - APABA – 2019)

La variété de sarrasin hajnalka est convaincante pour la création de biomasse, mais demande des essais complémentaires pour confirmer.

Les mélanges de légumineuses ne sont pas convainquant en termes de production de biomasse sur des créneaux d'été. Ce résultat confirme les essais du GRAB ou de l'APREL.

Pour le millet et le sorgho la production de biomasse est plus faible par rapport à 2020, ceci est dû à un cycle plus court passant de 80j à 45j.

En termes de valeur fertilisante

Millet > sorgho > sarrasin

2020 : sarrasin>millet>sorgho

Le millet s'en sort mieux sur 2 années consécutives.

Mais les résultats du C/N pour les 3 céréales restent proches avec une valeur moyenne de 20. D'ailleurs les résultats sur l'évolution de l'azote dans le sol montrent une dynamique similaire pour **les 3 céréales qui semblent donc intéressantes en termes de valeur fertilisante.**

Les mélanges de légumineuses apportent de meilleurs résultats et surtout en mélange avec du sorgho, mais la production de biomasse reste trop faible.

Modalités du cycle de 45j

Il y a un arbitrage à prendre entre un cycle de couvert plus court pour un objectif de « valeur fertilisante » plus rapide, nécessaire pour sécuriser la reprise de la culture suivante ou un objectif « valeur biomasse » pour renforcer la fertilisation de fond sur du plus long terme, mais nécessitant un ajustement de fertilisation rapide complémentaire en fonction de la culture suivante.

Modalités de la coupe

Nous constatons une diminution de la biomasse des céréales tondues (millet et sorgho). Néanmoins la coupe a été effectuée 5j avant la destruction et nous avions prévu au moins 2 coupes. Cette modalité demande à être de nouveau testée. Nous pourrions faire un nouvel essai avec des coupes dès que le couvert atteint 50 cm (préconisé par l'APABA suite à ses essais).

Modalités de destruction (broyé-enfouie et cassé-couché)

Comme expliqué en début, nous n'avons pas pu mettre en place ce test.

Modalités variétales

La variété de sarrasin hajnalka fournie par la société Caussade demande d'être testée à nouveau pour confirmer ces bons résultats.