

Engrais verts d'été sous abri en maraîchage biologique : Screening des potentialités de différentes légumineuses, seules ou en mélange

Hélène VEDIE – Julien BUFFARD (stagiaire) – Abderraouf Sassi

1- OBJECTIFS ET CONTEXTE :

Les engrais verts font partie intégrante de la gestion de la fertilité des sols, pilier fondamental du mode de production en agriculture biologique. Ceux-ci permettent notamment d'introduire une biodiversité « inter-culturelle » dans les rotations, et de contribuer au maintien et à l'amélioration des qualités agronomiques et structurales des sols.

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, Centrex, Serail, APREL). Elles ont montré l'intérêt de certaines espèces comme le sorgho fourrager, le sarrasin ou le Moha de Hongrie. Cependant, d'autres espèces, comme les légumineuses, ont été beaucoup moins étudiées en engrais verts. Elles présentent pourtant le double avantage de pouvoir améliorer la disponibilité en azote « gratuit » du sol, et de permettre une bonne coupure dans la succession des cultures maraîchères car elles sont assez peu présentes dans les rotations.

Les objectifs de cet essai sont donc :

- d'améliorer les références sur le choix des engrais verts d'été en maraîchage sous abri,
- d'évaluer le comportement agronomique et l'intérêt de légumineuses, en tant que précédent favorable pour les fournitures d'azote,
- de comparer le potentiel de différentes espèces, seules et en mélange.

2- MATERIEL ET METHODES:

2.1 Dispositif expérimental :

Site : 4 tunnels d'essai

- Station GRAB : 1 tunnel (T5) de 8 x 50 m, précédent « diversification » (Salades, Choux, oignons)
- Lycée Pétrarque : 3 tunnels
 - T1 : 8 x 58 m, précédent Pomme de terre
 - T2 : 8 x 66 m, précédent Pomme de terre
 - T3 : 8 x 56 m, précédent Oignons / Pois

Dispositif : Essai de type screening

21 modalités et 32 parcelles élémentaires réparties dans les 4 tunnels.

- 1 modalité référence « sorgho Piper », présente dans chaque tunnel,
- 4 modalités en espèce pure : 2 graminées, Millet et Avoine brésilienne, jamais observés au GRAB, et 2 légumineuses tropicales, Niébé et Lablab (Dolique d'Egypte).
- 7 modalités « mélange 2 espèces » : 1 légumineuse + 1 « tuteur » (graminée ou sarrasin). L'un d'eux est un mélange commercial
- 3 modalités « mélange 3 espèces » : 2 légumineuses + 1 « tuteur »
- 7 modalités « mélanges du commerce », qui comportent 2 à 7 espèces.

L'essai ne comporte pas de répétition, sauf pour les modalités « mélange 2 espèces » répétées 2 fois, (avec parfois des variétés différentes) et 4 répétitions pour le sorgho en référence pour chaque tunnel.

Parcelles élémentaires : 32 parcelles de 40 m² (10 mètres linéaires x 4 mètres de large), soit une surface totale de l'essai de 1280m².

Modalités

Les différentes espèces évaluées dans cet essai, seules ou en mélange, sont présentées dans le tableau 1. Les légumineuses, objet central de l'essai, sont les plus nombreuses et variées de façon à pouvoir évaluer leur potentiel. Les Graminées et le sarrasin sont implantés comme « tuteur ». La plupart ont déjà été étudiés dans nos essais et ont donné de bons résultats. Le millet et l'avoine brésilienne sont en observation.

FAMILLE	Espèce, nom d'usage	Espèce, nom latin
POACEES (graminées)	Sorgho fourrager (herbe du Soudan)	<i>Sorghum sudanense</i>
	Millet perlé	<i>Pennisetum glaucum</i>
	Avoine brésilienne, diploïde ou rude	<i>Avena strigosa</i>
	Moha de Hongrie	<i>Panicum germanicum</i>
POLYGONACEES	Sarrasin	<i>Fagopyrum esculentum</i>
FABACEES (légumineuses)	Niébé (cornille, haricot dolique)	<i>Vigna unguiculata, Vigna sinensis</i>
	Lablab (dolique d'Egypte)	<i>Lablab purpureus, Dolichos lablab</i>
	Pois fourrager	<i>Pisum arvense</i>
	Gesse	<i>Lathyrus sativus</i>
	Mélicot jaune	<i>Melilotus arvensis</i>
	Vesce commune	<i>Vicia sativa</i>
	Vesce pourpre ou du Benghale	<i>Vicia benghalensis</i>
	Trèfle d'Alexandrie	<i>Trifolium alexandrinum</i>
	Trèfle de Perse	<i>Trifolium resupinatum</i>

Tableau 1 : Espèces présentes dans l'essai

L'ensemble des modalités, les doses de semis associées, les variétés et l'origine (semencier, graines bio ou NT) figurent dans le tableau 2. La représentation synthétique des modalités avec des mélanges à 2 ou 3 espèces figure dans le tableau 3. Le plan de l'essai figure en annexe 1.

	Modalité	Espèces		Variétés	Dose (kg/ha)	Société	Parcelle
1 espèce	1	Sorgho, témoin		Piper	50	Coop.	1,2,3,4
	2	Millet perlé		Nutrifeed	30	Caussade	5
	3	Avoine brésilienne		Pratex	60	Carneau	6
	4	Niébé		Red Caloona	80	Semfor	7
	5	Lablab		/	80	Semfor	8
2 espèces	6	Sorgho + vesce commune	6	Piper + Candy	20 + 45	Coop., Agrosemens	9
			6'	Piper + Spido	20 + 45	Coop., Jouffray-Drillaud	10
	7	Sorgho + lablab		Piper + /	20 + 60	Coop., Semfor	11,12
	8	Sorgho + niébé		Piper + Red Caloona	20 + 60	Coop., Semfor	13,14
	9	Sorgho + pois fourrager		Piper + Lisa	20 + 90	Coop., Partner&co	15,16
	10	Millet + pois fourrager	10	Nutrifeed + Lisa	12 + 90	Caussade, Partner&co	17
			10'	51 + Lisa	12 + 90	J-D, Partner&co	18
	11	Moha + trèfle d'Alexandrie		Tardivo + Tigri	15 + 21	Caussade	19
12	Sarrasin + vesce commune	12	/ + Spido	30 + 36	Agrosemens, J-D	20	
		12'	/ + Candy	30 + 36	Agrosemens	21	
3 espèces	13	Avoine + gesse + mélicot jaune		Pratex, Fertigess, Bokharaklee	30 + 18 + 10,5	Carneau, Caussade, P&co	22
	14	Millet + Trèfle de Perse + trèfle d'Alexandrie		Nutrifeed, Ciro, Tigri	12 + 10,5 +	Caussade	23
	15	Sarrasin + trèfle de perse + vesce pourpre		/, Ciro, Bingo	30 + 9 + 18	Agrosemens, Caussade, J-D	24
Mélanges du commerce	11'	Mélopro Estival (Moha, trèfle Alex)	11'		37	Jouffray-Drillaud	25
	16	Mélange naturel améliorant (Sarrasin, Pois, Vesce, Lupin, Trèfle Alex et incarnat, phacélie)			75	Agrosemens	26
	17	Chlorofiltre Fertil (Vesce velue, vesce pourpre, trèfle Alex)			35	Jouffray-Drillaud	27
	18	Naturextra terroir (Avoine brésilienne, vesce)			50	Carneau	28,29
	19	Organi.couv (Moha, vesce velue, trèfle Alex, radis fourrager)			30	Caussade	30
	20	Miscela IX (Sarrasin, trèfle Alex et Perse, Phacélie, Radis)			40	Arcoiris	31
	21	Miscela Serramix (Sarrasin, trèfle Alex et Perse, Phacélie, Radis, Roquette)			40	Arcoiris	32

Tableau 2 : Modalités de l'essai (en gras semences AB)

		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						

espèce seule
 2 espèces
 3 espèces

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

2.2 Conditions de culture

Semis : à la volée. Les modalités à grosses graines (Lablab, Niébé, Pois) ont été ratissées pour enfouir les graines. Semis suivi du passage du rouleau et d'une aspersion de 20 mm.

- tunnel GRAB, T5 : 28 juin 2013
- tunnels Lycée, T1, T2 et T3 : 8 juillet 2013

Irrigations régulières par aspersion pour assurer la levée, plus espacées ensuite.

Durée de culture : 53 jours (T5 récolté le 20/08/2013) et 46 jours (T1, T2, T3 récoltés le 23/08/2013)

2.3 Mesures et observations :

Climat : enregistrement de la température et de l'humidité ambiante.

Observations du développement des plantes :

Levée : rapidité, homogénéité - taux de germination : mesure du nombre de plantes sur 3 placettes de 0,25 m² dans chaque parcelle élémentaire, 10 à 15 jours après semis

Croissance : mesures régulières des hauteurs, stades (nb de feuilles, date de floraison), densités de couverture (note de 0 à 4), répartition des différentes espèces dans les mélanges (en %)

Etat sanitaire : observation de la présence éventuelle de maladies et ravageurs

Compétitivité des couverts par rapport aux plantes adventices : Mesures régulières de l'enherbement par les adventices (note de 0 à 3)

Suivi de la teneur en nitrates du sol : sur 0-25 cm de profondeur avant semis des engrais verts, à la fin des engrais verts, puis 1 à 2 dates de mesure après enfouissement.

Mesures à la récolte :

Rendement : mesure des biomasses fraîches et sèches des engrais verts sur 3 placettes de 0,25 m² par parcelle élémentaire. Part des adventices et proportions des espèces des mélanges

Teneur en Azote des engrais verts et rapport C/N (Tunnel 5)

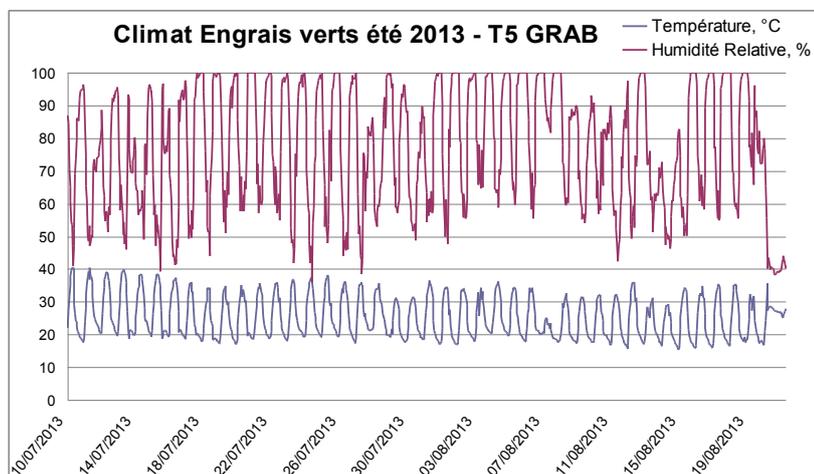
Observation des systèmes racinaires

3 - RESULTATS - DISCUSSION

3.1 Climat

Les engrais verts ont bénéficié de températures élevées sur toute la période de culture avec des maxima journaliers supérieurs à 30°C. La température ambiante moyenne sur la durée de l'essai est de 25,4°C. L'humidité relative est élevée, oscillant le plus souvent entre 60 et 90%.

Ces conditions climatiques sont donc très sélectives par rapport à l'adaptation des espèces testées aux conditions chaudes.



Graphique 1 : Température ambiante et humidité relative (%) pendant la culture des engrais verts – Été 2013

3.2 Développement des engrais verts, compétitivité face aux adventices

Pourcentage de levée :

Nous avons mesuré les pourcentage de germination pour les différentes modalités, sauf pour les mélanges du commerce pour lesquels nous n'avons pas le poids exact de chaque espèce dans le mélange.

Les observations de levée ont eu lieu 14 jours après semis pour les 4 tunnels d'essai.

A la récolte, nous avons compté le nombre de plantes de chaque espèce des mélanges ayant donné satisfaction (quand les différentes espèces semées sont présentes dans le couvert).

Les résultats des 2 comptages sont donnés pour chaque espèce.

Espèce	Modalité	Dose de semis (kg/ha)	% germination à 14 jours	% plantes à la récolte / graines semées
Sorgho fourrager	Seul	50	83	55
	Mélanges	20	146	108
Millet perlé	Seul	30	116	55
	Mélange	12	165	nm
Avoine brésilienne,	Seule	60	0	0
Moha de Hongrie	Mélange	15	20	24
Sarrasin	Mélange	30	69	nm
Niébé	Seul	80	145	61
	Mélanges	60	104	86
Lablab	Seul	80	226	108
	Mélanges	60	69	68
Pois fourrager	Mélange	90	49	nm
Gesse	Mélange	18	<10	0
Mélilot jaune	Mélange	10,5	0	0
Vesce commune	Mélange	36 ; 45	18	0
Vesce pourpre	Mélange	18	28	0
Trèfle d'Alexandrie	Mélange	21 ; 12	41	0
Trèfle de Perse	Mélange	10 ; 9	15	0

Tableau 4 : Pourcentages de levée et de plantes présentes à la récolte en fonction du nombre de graines semées. nm = non mesuré

Le pourcentage moyen de germination à 14 jours reflète à la fois la qualité germinative des semences et la rapidité de germination de chacune des variétés. Le pourcentage de plantes présentes à la récolte peut refléter à la fois des germinations plus tardives, des pousses supplémentaires grâce au tallage pour les graminées, ou au contraire la dégénération de pousses par compétition. Il faut souligner que nous avons des hétérogénéités de couvert, sans doute liées à une hétérogénéité du semis à la volée et à une hétérogénéité d'arrosage au départ, et que les écart-types sont importants pour chaque mesure.

Dans cet essai, certaines espèces n'ont pas germé : avoine brésilienne (variété Pratex de chez Carneau), gesse (var. Fertigess de chez Caussade) et mélilot (var. Bokharaklee de chez Partner&Co). Des tests de germination en boîtes de pétri ont montré que les semences germaient au bout de 2 (gesse, mélilot) à 5 jours (avoine) en conditions d'humidité élevée et température modérée. Il se peut que les conditions au champ n'aient pas été optimales pour ces espèces, notamment la température (trop élevée ?), et la compétition trop importante avec d'autres espèces, semées ou spontanées.

Le taux de germination des vesces, de l'ordre de 20 à 30%, est faible. Elles ont ensuite mal poussé et sont rapidement concurrencées : on ne les retrouve quasiment pas à la récolte. Les observations sont les mêmes pour les trèfles, malgré un taux de germination plus élevé pour le trèfle d'Alexandrie, mais la faible hauteur des plantes (15 à 20 cm 3 semaines après semis) les rend très sensible à la compétition par les adventices. Le Moha donne également de mauvais résultats dans cet essai. Son taux de germination n'est que de 20%, il a été semé à une densité sans doute trop faible, d'autant que la légumineuse associée (Trèfle A) s'est peu développée et que la compétition par le pourpier a été très importante.

Dans notre essai, les espèces qui se sont le mieux développées sont donc :

- Pour les légumineuses : les 2 espèces tropicales, niébé et lablab, et dans une moindre mesure, le pois fourrager avec un taux de germination et une présence à la récolte moindre,
- Pour les graminées, le sorgho fourrager et le millet se développent parfaitement bien. Notons que pour ces 2 espèces, les taux de germination très importants mesurés sont faussés par la levée de nombreuses graminées adventices dans certains tunnels.
- Le sarrasin est également bien adapté en engrais vert sous abri l'été : il se développe rapidement. Il est toutefois moins compétitif face aux adventices et fleurit très rapidement (pleine floraison 30 jours après semis dans l'essai).

Couverture de sol – Compétition face aux adventices

L'enherbement a été noté tout au long de l'essai : pendant la culture avec une échelle de notation de 0 à 3 et à la récolte en mesurant la biomasse des adventices dans chaque modalité (sauf celles qui se sont trop mal comportées). Le tableau 5 résume les évolutions observées en culture au cours du temps :

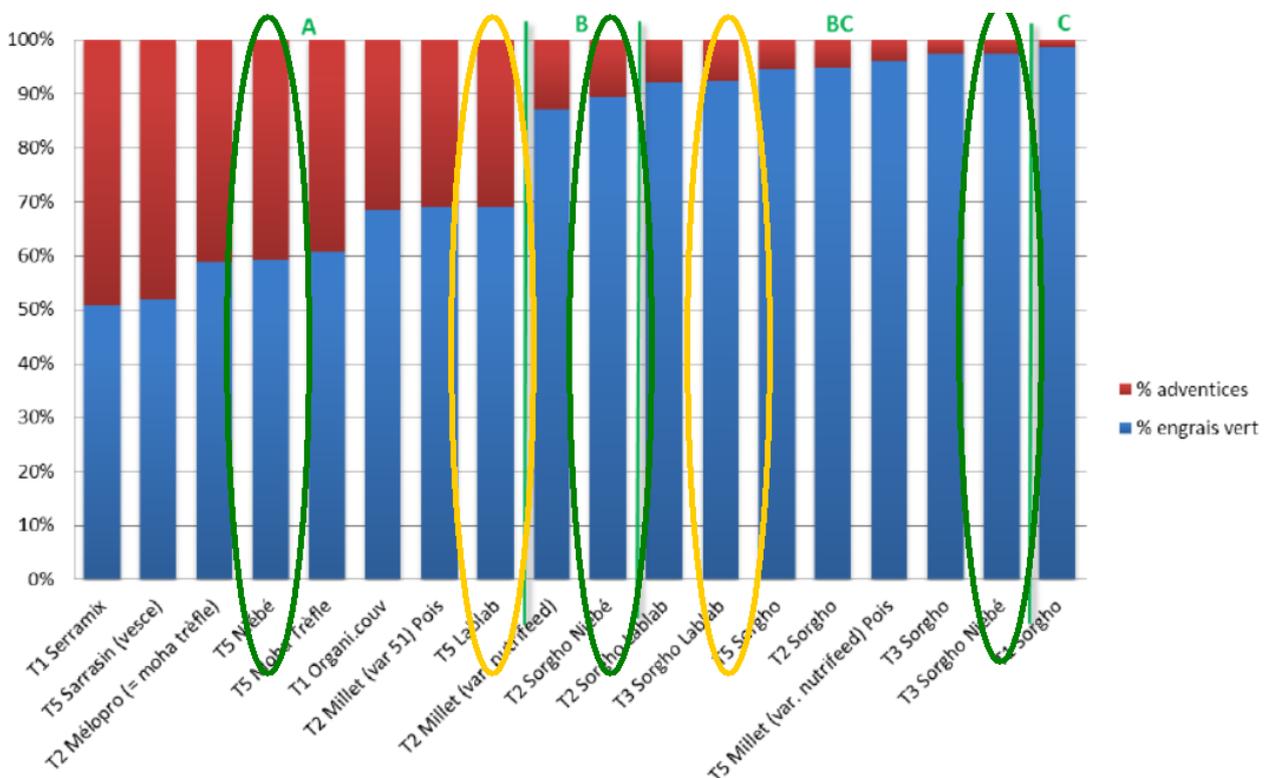
Enherbement			
Faible	Fort	Variable au cours du temps	
		Augmentation	Diminution
Sorgho seul Niébé seul Sorgho + Niébé Millet seul et en mélange	Mélanges 3 espèces	Sarrasin en mélange Sorgho + vesce ou pois	Sorgho + Lablab Lablab seul

Tableau 5 : Appréciation de l'enherbement des différents couverts en cours de culture

Le sorgho et le niébé seuls, l'association sorgho/niébé et le millet (surtout la variété *Nutrifeed*) sont des espèces compétitives dès le début. Dans certains mélanges une ou plusieurs espèces se sont peu développées (vesces, trèfles, gesse, méliot) : le couvert étant alors moins dense, les adventices se développent davantage et entrent en compétition avec le sorgho ou le sarrasin semés à dose réduite dans les mélanges : l'enherbement a tendance à augmenter au cours du temps. Inversement, la dose de semis du lablab (38 graines au m²) semble trop faible pour concurrencer les mauvaises herbes au départ mais le lablab développe avec le temps une végétation abondante qui étouffe peu à peu les adventices.

La proportion de la masse d'adventices dans les couverts à la récolte (graphique 2) montre que toutes les modalités avec sorgho et millet (var. *Nutrifeed*) ont des proportions d'adventices significativement plus faibles (moins de 10%) que les autres. Le niébé, malgré de bonnes notations en cours de culture, contient plus de 40% d'adventices à la récolte. Cela peut s'expliquer par une productivité peu élevée du niébé (22 t/ha) et par le fait qu'en absence de tuteur il s'est affaissé en cours de culture, et a caché des adventices présentes sous le couvert.

Il est donc intéressant d'associer sorgho et millet avec les légumineuses qui ne sont pas très compétitives vis-à-vis des adventices. Cependant, ces graminées fourragères ont aussi tendance à entrer en compétition avec les légumineuses dans notre essai, et à limiter leur développement.



Graphique 2 : Part des adventices dans la biomasse des différents couverts en fin de culture (entouré en vert : niébé seul ou associé, entouré en jaune : lablab seul ou associé)

Le développement des différentes espèces/mélanges observés dans ce screening, réalisé en conditions de températures et de pression des adventices élevées peut se résumer ainsi :

- l'avoine brésilienne, la gesse, le mélilot jaune, les vesces (commune et de Perse) ne se sont pas développées : elles ne sont pas adaptées aux conditions estivales sous abri,
- le trèfle d'Alexandrie a bien germé mais a été rapidement étouffé par les adventices
- le Moha 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
- le niébé, le lablab et le pois fourrager sont les légumineuses qui ont donné les meilleurs résultats, mais la compétition est rude lorsqu'elles sont associées à du sorgho (à 20kg/ha) ou du millet (à 12kg/ha) (voir photos).



Mélange Serramix – T1 – S+15j



Millet – T2 – S+15j



Sarrasin (+ vesce), pourpier
T5 – S+31j



Niébé – T5 – S+25j et S+41j



Lablab – T5
S+25j et S+52j



Sorgho + niébé – T2 – S+15j



Sorgho + niébé – T3 – S+42j

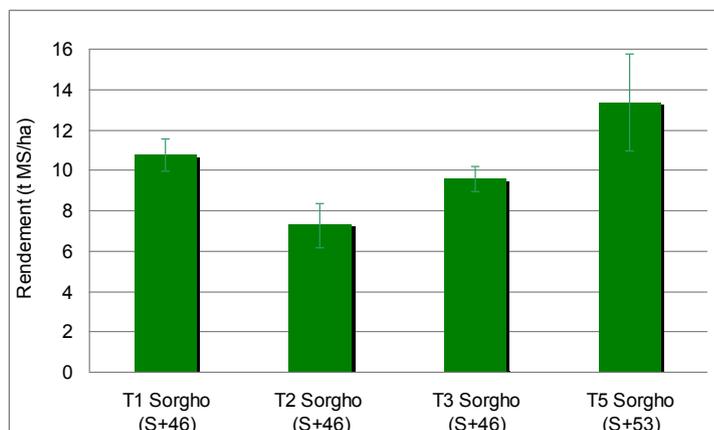


Millet + pois – T5 – S+46j

3.3 Productivité des couverts

Potentiel des différents tunnels

Le potentiel de croissance et la pression des adventices se sont avérés différents entre les 4 tunnels d'essai. Ainsi, le rendement du témoin sorgho varie entre 7,3 et 13,3 tonnes de matière sèche à l'hectare (graphique 3). Ces différences s'expliquent bien sûr par à une durée de culture plus longue de 7 jours pour le T5, mais également par une disponibilité de l'azote minéral différente, plus importante pour le T1, lors du semis et par une pression adventices variable au niveau quantitatif et qualitatif (tableau 6 et photos).



Graphique 3 : Rendement (t MS/ha) des témoins sorghos dans les 4 tunnels d'essai

	T1	T2	T3	T5
Teneur en nitrates avant semis (ppm)	100	44	32	33
Précédent	Pommes de terre	Pommes de terre	Pois/oignon	Salades/choux/oignon
Pression adventices	++	+	+++	+++
Espèces adventices	Graminées (sorgho d'Alep, sétaires, panics), chénopode, pourpier	Graminées (sorgho d'Alep, sétaires, panics), pourpier	Pourpier, chardon, liseron, chénopode, graminées (sorgho d'Alep, sétaires, panics)	Pourpier
Autres		Hétérogénéité liée au passage de roues (rouleau après semis) et dégâts de campagnols	Température moyenne plus élevée d'1 degré (moins d'ouvrants)	Hétérogénéité liée à des aspersions insuffisantes après semis

Tableau 6 : Principales différences observées entre les 4 tunnels d'essai



T1 – 8 août (S+31) : adventices (graminées, pourpier) dans le mélange miscela IX (sans graminées...)



T3 – 8 août (S+31) : adventices dans le mélange sarrasin + trèfle + vesce

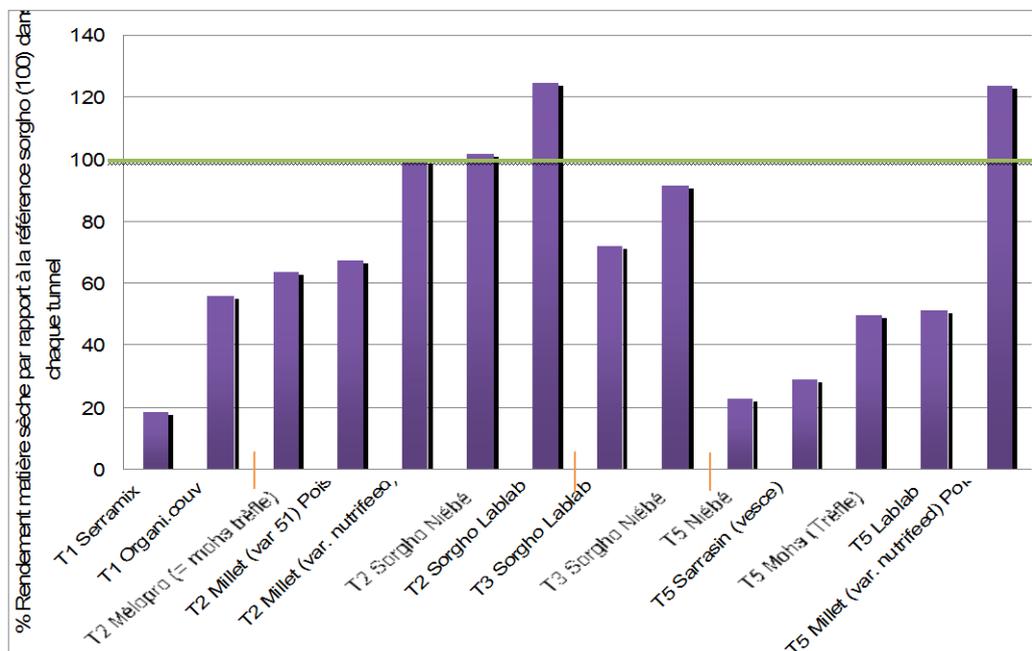


T5 – 23 juillet (S+25) : 100% pourpier dans le mélange « naturextra terroir » (avoine b.+ vesce)

Le rendement de chacune des modalités observées dans cet essai, à l'exclusion de celles qui ne se sont pas développées, a donc été exprimé de façon relative en fonction du rendement du témoin sorgho dans chaque tunnel.

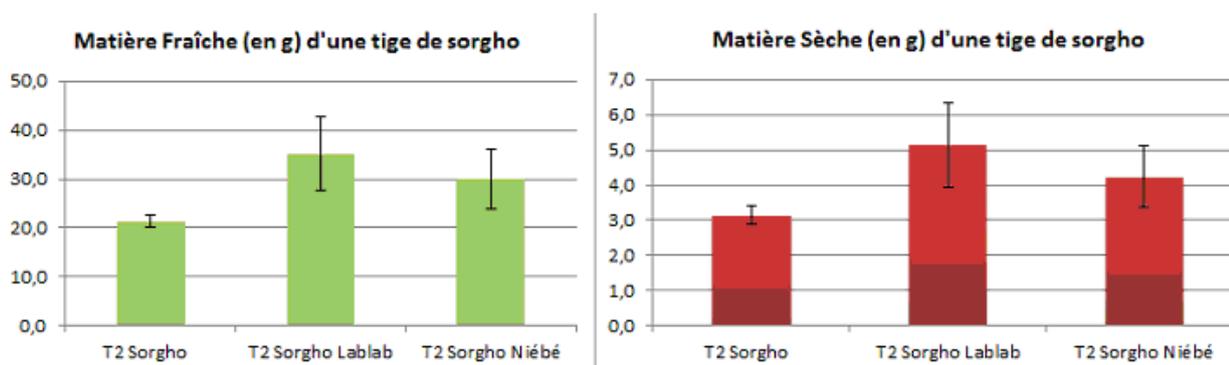
Productivité des différents engrais verts

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 dont le rendement sec atteint jusqu'à 25 % de plus que celui du sorgho (graphique 4).



Graphique 4 : Rendement (biomasse sèche) des 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). Les autres légumineuses qui figurent dans le graphique 4 sont en association mais elles 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). Le sorgho et le millet ont une croissance tellement forte que même semés à dose « réduite » (20 et 12 kg/ha respectivement) ils étouffent les plantes qui leur sont associées. Dans ces mélanges, la part de légumineuses est très faible (voir page suivante). De plus, lorsque la densité de plantes est plus faible, la croissance de chaque plante est plus importante. Ainsi, dans les modalités où le sorgho est en association, sa densité de semis équivaut à 40% de la dose utilisée en pur, et on observe que le moindre nombre de tiges est compensé par un poids de tige plus important (graphique 5).



Graphique 5 : Poids frais et sec d'une tige de sorgho Piper semé en pur (50 kg/ha) ou en association (20 kg/ha) 46 jours après semis

Les résultats détaillés des biomasses fraîches et sèches des différents couverts figurent en annexe 2.

Part des légumineuses dans les mélanges

Dans tous les mélanges évalués dans cet essai, les légumineuses associées, soit ne se sont pas développées (mauvaise germination + étouffement par les adventices) soit ont subi fortement la concurrence des « tuteurs ». Ainsi, la part des légumineuses dans la biomasse des couverts reste dans tous les cas inférieure à 10% dans les mélanges ayant donné satisfaction (tableau 7). Ce pourcentage faible s'explique à

la fois par un nombre de plantes limité, mais également par l'étiollement de ces plantes à cause de la compétition avec des graminées comme le millet ou le sorgho. Ainsi, une tige de lablab ne pèse que 7,9 g dans le mélange avec du sorgho alors qu'elle atteint 125,4 g dans la modalité lablab seul.

Mélange	Tunnel	% légumineuse dans la biomasse fraîche du couvert	Poids frais 1 tige légumineuse (g)	Réf poids frais 1 tige légumineuse seule (T5)
Millet (nutrifeed) + pois	T 5	0,56	nm	nm
Sorgho + niébé	T 2	8,04	6	41
Sorgho + lablab	T 2	2,38	7,9	125,4

Tableau 7 : Part des légumineuses dans les mélanges avec sorgho ou millet

Impact des variétés

Pour certaines espèces plusieurs variétés étaient présentes dans l'essai. Dans certains cas, nous n'avons pas observé de différence de comportement : c'est le cas pour la vesce commune (variétés Candy et Spido) toujours envahie par les adventices ; ou des différences surtout visibles au début de leur développement : par exemple le trèfle d'Alexandrie « Akenaton » (du mélange « serramix ») a eu un bien meilleur développement que « Tabor », lui même meilleur que « Tigri ».

La différence variétale a été particulièrement nette pour le millet perlé avec la variété « nutrifeed » visiblement beaucoup plus vigoureuse (tiges plus grosses, plantes plus hautes) que la variété « 51 ». Au sein d'une même espèce, certaines variétés sont donc plus adaptées que d'autres, et cela devra aussi faire partie des critères de choix une fois l'intérêt de l'espèce avéré.

Les mélanges commerciaux

Les mélanges commerciaux n'ont pas été évalués de la même façon que les autres vu le nombre d'espèces parfois important dans ces mélanges. Ils ont cependant fait l'objet de notations globales en cours de culture, et de mesure du rendement pour les plus intéressants d'entre eux. Les mélanges 'Organi.couv' (à base de moha de Hongrie) et 'Serramix' (à base de sarrasin) présentent une bonne densité et un niveau d'enherbement plutôt faible. Dans ces mélanges, le moha ou le sarrasin sont dominants, les autres espèces (pois, vesces, trèfles...) ont levé mais se sont peu développées (tab. 8). Dans les autres mélanges à base de sarrasin, mélange naturel améliorant et miscela IX, la forte concurrence des adventices et le faible développement des espèces associées s'est traduit par un enherbement important. Le 'Naturextra terroir' à base d'avoine brésilienne et le 'Chlorofiltre fertile' uniquement composé de vesces et trèfle n'ont pas levé. Ainsi, seuls les 2 premiers mélanges ont été récoltés pour mesurer la biomasse, respectivement de 6 tMS/ha pour « organi.couv » et 1,9 tMS/ha pour « serramix », qui s'avèrent toutefois parmi les plus faibles de l'essai (graphique 2). Aucun des mélanges multi-espèces n'a donc présenté de réel intérêt en tant qu'engrais vert estival en maraîchage sous abri dans notre essai.

Modalité	Mélange	Société	Espèces	Espèces présentes au début	Espèces présentes à la fin	Enherbement
11'	Mélopro Estival	Jouffray-Drillaud	<i>Moha, trèfle Alex</i>	<i>Moha, trèfle</i>	<i>Moha</i>	+
16	Mélange naturel améliorant	Agrosemens	<i>Sarrasin, Pois, Vesce, Lupin, Trèfle Alex et incarnat, phacélie</i>	<i>Sarrasin, trèfle vesce Autres espèces peu présentes</i>	<i>Que sarrasin</i>	++
17	Chlorofiltre Fertile	Jouffray-Drillaud	<i>Vesce velue, vesce pourpre, trèfle Alex</i>	<i>Quelques plantules</i>	<i>Rien</i>	++++
18	Naturextra terroir	Carneau	<i>Avoine brésilienne, vesce commune</i>	<i>Rien</i>	<i>Rien</i>	++++
19	Organi.couv	Caussade	<i>Moha, vesce velue, trèfle Alex, radis fourrager</i>	<i>Tout</i>	<i>Moha</i>	+
20	Miscela IX	Arcoiris	<i>Sarrasin, trèfle Alex et Perse, Phacélie, Radis</i>	<i>Sarrasin, radis, trèfle</i>	<i>sarrasin</i>	+++
21	Miscela Serramix	Arcoiris	<i>Sarrasin, trèfle Alex et Perse, Phacélie, Radis, Roquette</i>	<i>Tout</i>	<i>Sarrasin surtout</i>	++

Tableau 8 : Evaluation des mélanges commerciaux multi-espèces

3.4 Stades de développement à la récolte – sensibilité aux maladies/ravageurs

La productivité des engrais verts et leur compétitivité face aux adventices sont des critères importants de choix d'un couvert végétal. Il convient également de connaître leur sensibilité potentielle aux maladies et ravageurs pour limiter les risques de maintien de problèmes sanitaires via les engrais verts. De plus, Il faut connaître leur cycle de développement, notamment le délai avant que le risque de montée à graines devienne réel pour positionner le moment du broyage. Les principales observations sont données dans le tableau 9 ci-dessous.

Le sorgho fourrager habituellement indemne de problèmes sanitaires a été touché par de la rouille dans un tunnel d'essai. Nous avons observé quelques dégâts sur le lablab : des galeries sur folioles qui ont eu tendance à disparaître avec le temps et des problèmes de pourritures basales en fin de culture, sans doute dues à des excès d'humidité suite à l'affaissement du couvert dans la modalité lablab seul (il n'y avait pas ces symptômes dans le mélange sorgho + lablab). Du virus a été noté sur quelques plantes de niébé.

Les problèmes sanitaires notés sur trèfles (acariens) et crucifères (nombreux ravageurs, champignons telluriques) sont plus problématiques car susceptibles de poser des problèmes aux cultures maraîchères.

Espèce	Problème sanitaire	Floraison
Sorgho fourrager	Rouille (1 seul tunnel T3)	S + 53 (début)
Lablab	- Galeries le long des nervures principales (cause non identifiée) - Pourritures à la base des plantes	S + 53 (début)
Niébé	Un peu de virus	S + 42 début
Trèfles	Acariens	nm
Radis, roquette	Présence de nombreux ravageurs et maladies	nm
Sarrasin		S + 24 (début)
Pois		S + 47 (début)



LABLAB



NIEBE

Tableau 9 : Problèmes sanitaires et délai semis-floraison pour certaines espèces



Dégâts sur folioles de lablab (à gauche), virus sur Niébé (au centre) et rouille sur sorgho (à droite)

3.5 Observations des systèmes racinaires

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 (photos page suivante) ! Les engrais verts sont restés 6,5 (T1 à T3) à 7,5 semaines (T5) en culture. La bibliographie indique des délais de 2-3 semaines à 7 semaines suivant les sources et ces durées sont 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 i) de fortes températures de sol sous abri l'été pouvant limiter l'activité des rhizobium ii) l'absence de rhizobium dans le sol, notamment pour les espèces spécifiques des légumineuses tropicales iii) l'excès d'azote dans le sol, mais les teneurs étaient peu élevées dans nos tunnels avant semis (tableau 6). La première hypothèse, d'un cycle trop court pour la formation des nodosités semble l'hypothèse la plus probable.

La taille des systèmes racinaires est par ailleurs en adéquation avec le développement végétatif des différentes espèces : le système racinaire du millet est très dense, assez profond (30 cm) et plus puissant que celui des autres espèces, suivi par le sorgho fourrager, et dans une moindre mesure par le moha. Le sarrasin a un développement racinaire limité. Parmi les légumineuses, le lablab puis le niébé présentent les

enracinements les plus importants, avec une racine principale qui descend jusqu'à 25 cm environ et un chevelu racinaire dense sur 10 cm (voir photos).



Racines de Millet (var. nutritif) et sorgho fourrager (Piper) Système racinaire du Millet



De gauche à droite : racines de Millet, pois, Lablab, Niébé et Moha

4- CONCLUSION

Parmi l'ensemble des légumineuses évaluées dans cet essai, les légumineuses tropicales, Niébé et Lablab, sont 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. Le lablab, dont les graines sont grosses, pourrait être utilisé à une dose de semis plus forte afin d'augmenter le nombre de plantes par unité de surface.

L'espèce locale la mieux adaptée est le pois fourrager, même si il a souffert de la compétition des tuteurs qui lui ont été associés dans cet essai : il pourra être évalué à une dose de semis plus élevée et avec d'autres tuteurs. Les autres légumineuses ne sont pas adaptées : gesse, mélilot, vesces et trèfles.

Ces espèces de légumineuses ayant été identifiées, il conviendra dans de prochains essais d'optimiser leur combinaison avec des tuteurs qui éviteront l'affaissement du couvert et qui améliorent la compétitivité face aux adventices. Le sorgho et le millet sont de bons tuteurs mais ils sont trop compétitifs aux doses utilisées dans notre essai, ils pourront être testés à des doses de semis plus faibles. Le sarrasin ou le moha pourraient être de bons tuteurs, moins compétitifs avec la légumineuse associée, mais le sarrasin a un cycle assez court, et la densité de semis du moha doit être affinée. L'utilisation de proportions mieux adaptées pour les mélanges graminées et légumineuses, et/ou le choix de tuteurs moins exubérants, devra permettre d'optimiser la proportion des légumineuses dans les engrais verts et ainsi l'effet bénéfique pour la culture suivante. Cependant, il reste à préciser l'intérêt potentiel de ces légumineuses pour la fourniture d'azote au sol puisque aucune nodosité n'a été observée dans cet essai. C'est l'objet des prochains essais où cet effet sera évalué sur la culture suivante.

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2013 - ANNEE DE FIN D'ACTION : non définie

ACTION : nouvelle en cours en projet

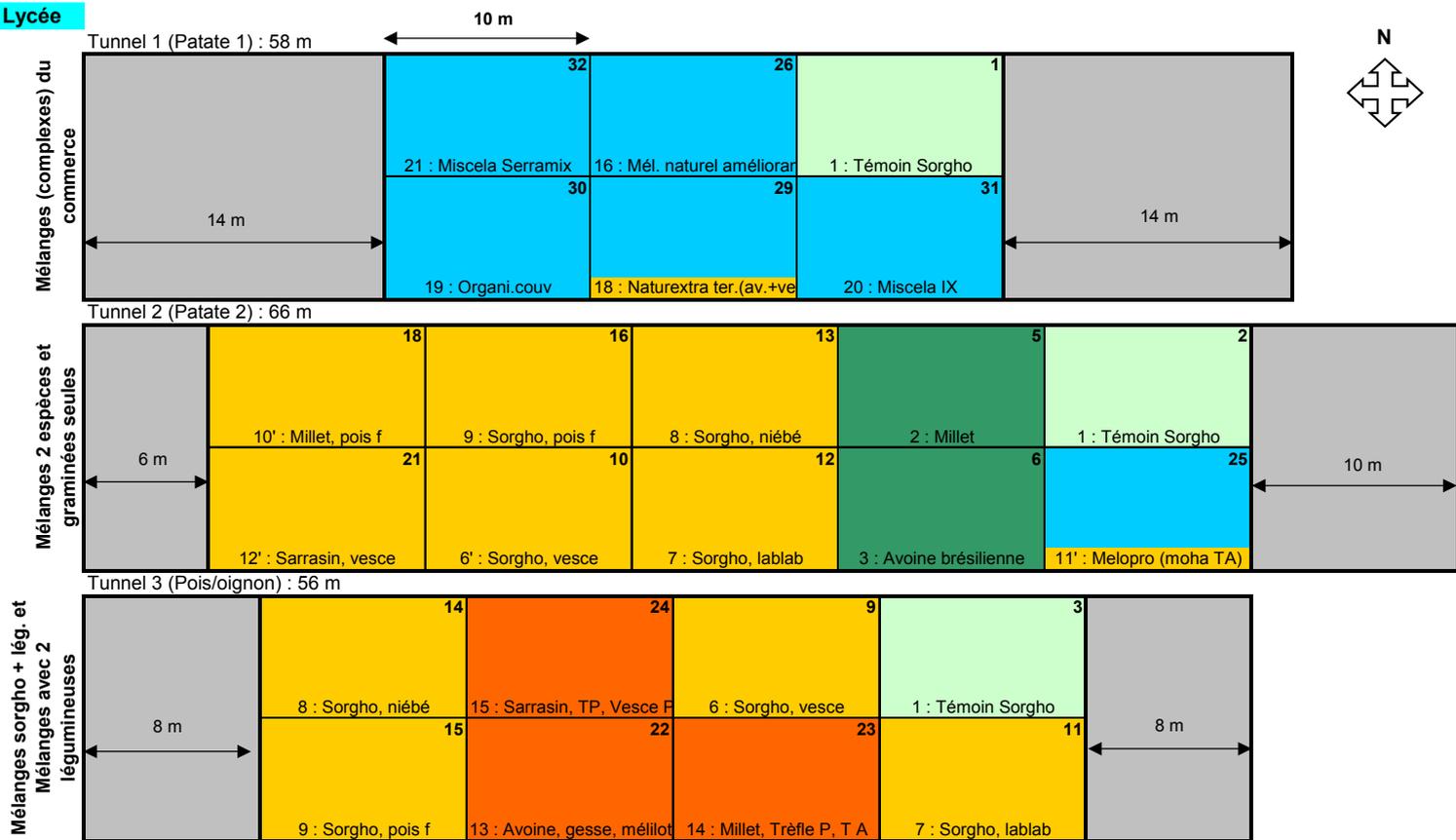
Renseignements auprès de : H. Védie - GRAB BP 11283 84911 Avignon cedex 9 – tel : 04 90 84 01 70 – helene.vedie@grab.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : engrais verts – légumineuses - tunnel – été

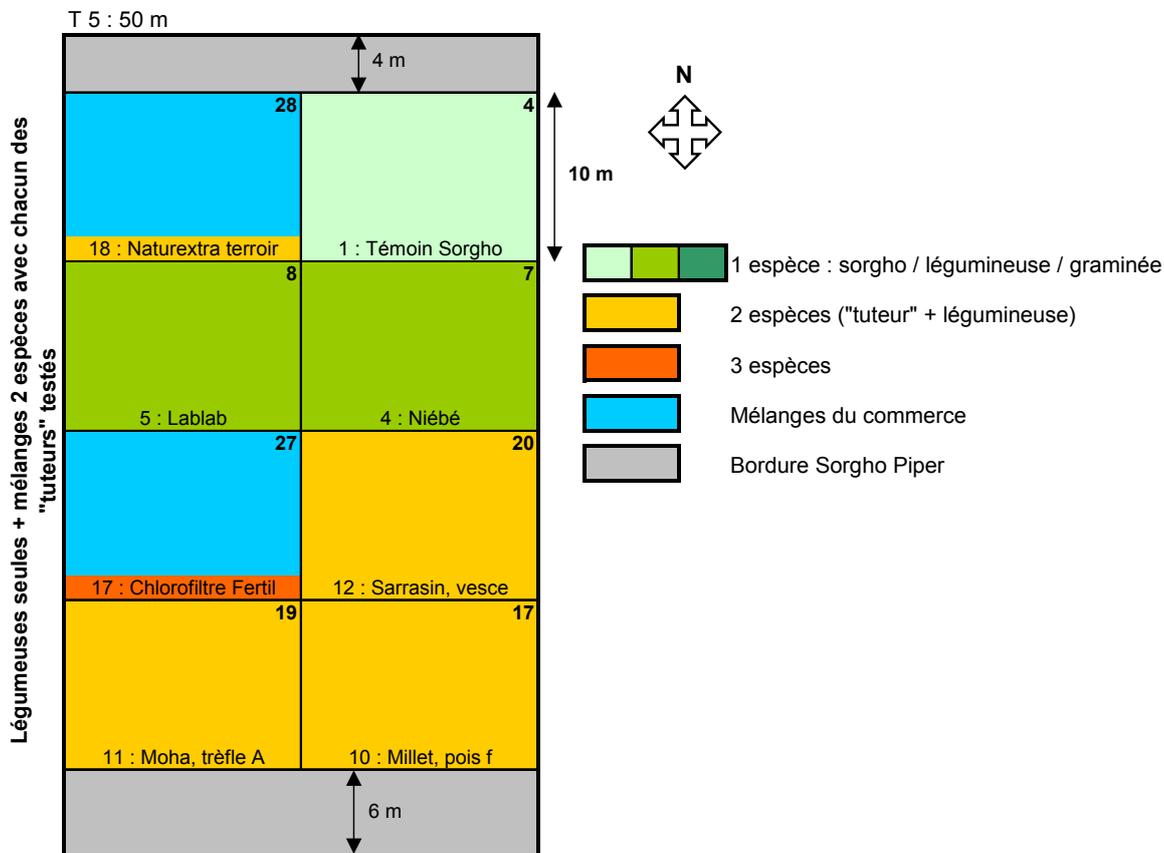
Date de création de cette fiche : mai 2014

ANNEXE 1: Plan de l'essai ENGRAIS VERTS ABRIS ETE 2013 - T5 GRAB + T1,2,3 Lycée

Lycée



GRAB



ANNEXE 2: Principales caractéristiques des couverts à la récolte (valeurs moyennes)

Tunnel	Parcelle n°	Modalité	Rendement Matière Fraîche Engrais Vert (t/ha)	Rendement Matière Fraîche Adventives (t/ha)	Rendement Matière Fraîche totale (t/ha)	%age Matière Sèche Engrais Vert	Rendement Matière Sèche Engrais Vert (t/ha)	% adventives /total (Mat. Fraîche)
T1	1	Sorgho	72,0	1,1	73,1	14,9%	10,7	1,3%
	30	Organicouv	34,7	14,1	48,8	17,4%	6,0	31,7%
	32	Serranix	17,6	17,0	34,6	11,2%	1,9	49,1%
T2	2	Sorgho	49,2	2,8	52,0	14,6%	7,3	5,3%
	5	Millet (var. nutritif)	66,1	9,1	75,2	10,7%	7,2	12,9%
	12	Sorgho Lablab	62,1	5,2	67,3	14,4%	9,0	7,6%
	13	Sorgho Niébé	51,9	5,6	57,5	14,1%	7,3	10,6%
	18	Millet (var. 5) Pois	37,1	16,6	53,9	13,1%	4,9	31,1%
T3	11	Méjoro (= moria trifé)	25,6	18,1	43,7	17,7%	4,6	41,1%
	3	Sorgho	59,7	1,5	61,2	16,0%	9,6	2,4%
	11	Sorgho Lablab	46,1	3,6	49,7	14,5%	6,8	7,6%
	14	Sorgho Niébé	53,6	1,2	54,8	16,2%	8,7	2,6%
T5	4	Sorgho	77,3	4,1	81,3	17,3%	13,4	5,4%
	7	Niébé	22,2	14,3	36,5	14,0%	3,0	40,7%
	8	Lablab	48,4	22,1	70,5	14,2%	6,8	31,1%
	17	Millet (var. nutritif) Pois	127,9	5,0	132,9	12,5%	16,5	4,0%
	19	Moria (Tréfle)	31,5	20,1	51,6	21,2%	6,6	33,3%
	20	Sarrasin (vesce)	22,9	23,5	46,4	16,6%	3,8	48,0%