

**EVALUATION DE DIFFERENTES VARIETES DE SORGHOS
EN INTERCULTURE D'ETE SOUS ABRI
(POUR LA PRATIQUE DE LA BIODESINFECTION)**

Expérimentation conduite en partenariat avec l'INRA d'Avignon et l'APREL

1- OBJECTIF ET CONTEXTE :

La biodésinfection est une pratique qui consiste à enfouir la biomasse végétale fraîche d'une culture dite assainissante et de l'associer à un bâchage par film plastique.

Les travaux récents sur cette technique portent surtout sur les plantes de la famille des Brassicacées et, dans une moindre mesure des Alliées, dont le potentiel est intéressant car elles libèrent des molécules toxiques, voire biocides (isothiocyanates, thiosulfates...) qui peuvent limiter les dégâts occasionnés par certaines maladies cryptogamiques.

La possibilité d'utiliser ces plantes en interculture d'été sous abri est cependant limitée car elles ne sont pas bien adaptées aux températures estivales très élevées, créneau pourtant le plus favorable à la pratique des engrais verts sous abri dans le Sud-Est de la France. On a constaté, sur des engrais verts de moutarde, radis ou roquette sous abri, des dégâts récurrents causés par les altises, le *Rhizoctonia*, et les nématodes à galles (expérimentations du GRAB).

Le sorgho fourrager est l'engrais vert d'été le plus répandu dans notre région car il est très bien adapté aux conditions climatiques, même sous abri, et qu'il permet une souplesse de durée de l'interculture par des coupes successives. Le potentiel du sorgho fourrager pour la biodésinfection est intéressant car il contient des précurseurs de cyanure d'hydrogène (HCN), composé biocide non spécifique, actif sur les pathogènes du sol. De plus, le sorgho appartient à la famille des Poacées, qui ne sont pas cultivées en maraîchage, et permet donc une véritable rupture dans le cycle des pathogènes les plus répandus sous abri. Les observations sur différents sites infestés par les nématodes à galles montrent également qu'il est, si ce n'est résistant, au moins mauvais hôte de ce ravageur (pas de galles).

Cependant, les variétés disponibles jusqu'à présent sont surtout sélectionnées pour l'alimentation du bétail, et ont donc des teneurs en HCN faibles. Parmi celles-ci, des variétés sorgho x sudan grass seraient néanmoins plus riches en HCN que la variété sudan grass « Piper » utilisée classiquement aujourd'hui. Par ailleurs, devant le développement des techniques de biodésinfection, certaines sociétés développent de nouvelles variétés de sorgho hybrides à cette fin. Plus riches en HCN, elles ont un potentiel a priori plus important pour la pratique de la biodésinfection.

La mise en place de cet essai avait donc pour objectifs de :

- évaluer le comportement agronomique de différents sorghos fourragers sudan-grass ou hybrides disponibles dans le commerce.
- comparer le potentiel de ces variétés et préciser le stade optimal d'incorporation pour une utilisation en biodésinfection (teneurs/ quantités de HCN). En effet, au cours de la croissance, la production de biomasse augmente, mais la teneur en HCN diminue.

Les différentes variétés ont été implantées dans un tunnel de la station expérimentale du GRAB à Avignon, et les dosages de HCN des plantes ont été assurés par l'INRA d'Avignon, en partenariat avec l'IUT. Suite à des problèmes méthodologiques de dosage de cet élément, les teneurs n'ont finalement été déterminées qu'à une seule date de mesure.

2- MATERIEL ET METHODES:

2.1 Dispositif expérimental :

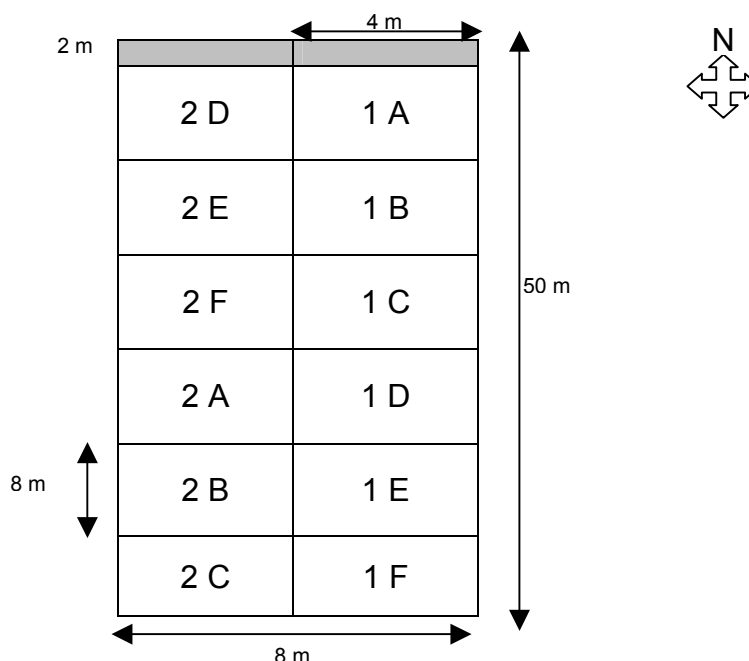
Site : Le dispositif expérimental est implanté, dans un tunnel froid (T6) de 50 m de long sur 8 m de large.

Dispositif : essai à 6 modalités et 2 répétitions. Parcelles élémentaires de 8 x 4 = 32 m².

Modalités : un sudan grass, un hybride sudan grass, 4 hybrides sorgho x sudan grass

MODALITE	Descriptif
A	Hybride sorgho x sudan-grass « Lussi » (Caussade)
B	Hybride sorgho x sudan-grass « Jumbo » (Caussade)
C	Hybride sudan-grass "Trudan 8" (sorghum partners)
D	Hybride sorgho x sudan-grass «270911» (en développement)
E	Hybride sorgho x sudan-grass "Sudal" (Semfor)
F	Témoin Sudan-grass « Piper »

Plan de l'essai :



2.2 Conditions de culture

Précédent : Salade

Fertilisation : tourteau de ricin, dose correspondant à 60 unités N organique/ha, avant semis

Semis : 10 mai 2012. Semis à la volée + rouleau. Dose de semis : 50 kg/ha (dose classique préconisée pour la variété témoin Piper) – Semences non traitées.

Irrigation : par aspersion

2.3 Mesures et observations :

Climat : mesures de la T° air, T° sol à 20 cm et humidité ambiante.

Observations du développement des plantes : Levée - Mesures des hauteurs (port naturel des plantes) et nombre de feuilles 1 fois par semaine – Note de couverture / adventices

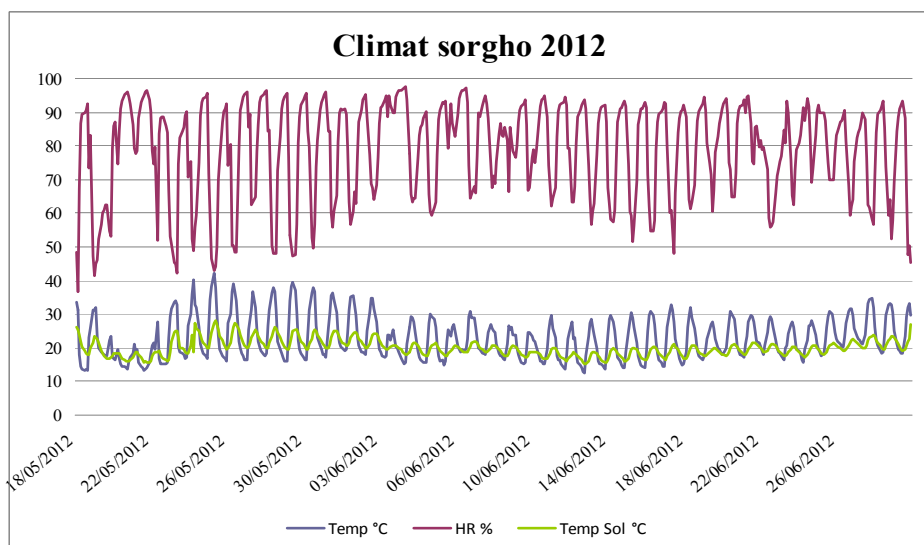
Mesures des biomasses fraîches et sèches des engrais verts au cours de la croissance : récolte de 2 placettes de 0,25 m² (carré de 0,5 m de côté) par parcelle élémentaire, soient 4 répétitions/modalité, à 4 dates : S+26j – S+33j – S+40 – S+47j

Dosages de l'acide cyanhydrique (HCN) dans les différentes variétés : le 19 juin (6 semaines après semis). Dosages réalisés par l'INRA d'Avignon, en partenariat avec l'IUT.

3- RESULTATS - DISCUSSION

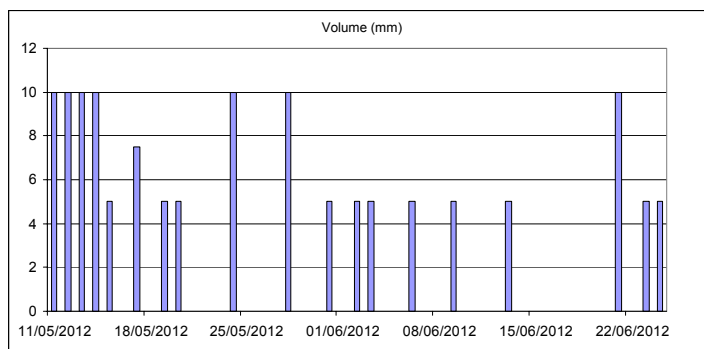
3.1 Climat

Les sorghos ont été semés relativement tôt par rapport à la pratique des producteurs. Ils ont toutefois bénéficié de températures assez douces, avec un contraste jour-nuit marqué la deuxième quinzaine de mai. La température ambiante moyenne sur la durée de l'essai est de 22,8°C, La température de sol moyenne est de 19,9°C. L'humidité relative est élevée, oscillant le plus souvent entre 60 et 90%. Ces conditions climatiques sont parfaitement adaptées à la culture du sorgho.



Graphique 1 : Températures ambiante et de sol (20 cm) et humidité relative (%) pendant la culture de sorgho

La conduite de l'irrigation pendant la culture du sorgho a été faite de façon à apporter beaucoup d'eau au début de la culture, pour favoriser la germination des semences et l'implantation du couvert. On a ensuite réduit les volumes d'eau et espacé les aspersion. Au total, 132 mm ont été apportés.



Graphique 2 : Hauteurs d'eau apportées par aspersion pendant la culture de sorgho

3.2 Développement des sorghos, compétitivité face aux adventices

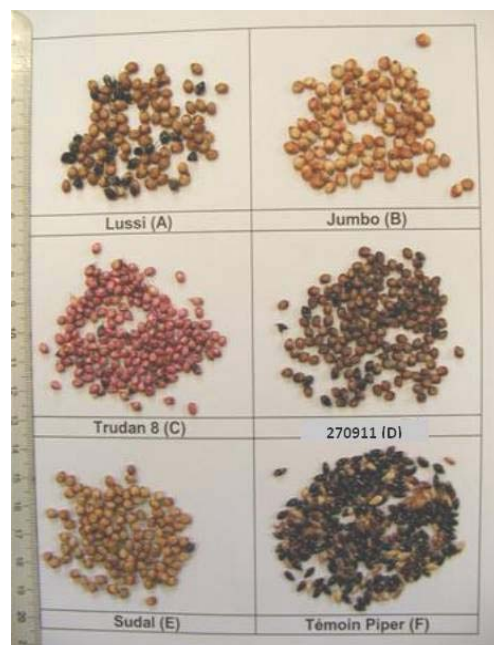
Pourcentage de levée :

Les poids de 1000 grains des différentes variétés figurent dans le tableau 1. Ils permettent de calculer la densité de graines semées pour la dose de semis de 50 kg/ha.

Modalité	Dénomination	Poids de 1000 grains (g)	Nb graines/m ²
A	Lussi	26,45	189
B	Jumbo	32,7	153
C	Trudan 8	15,6	321
D	270911	18,9	265
E	Sudal	22,75	220
F	Piper	12,25	408

Tableau 1 : Poids de 1000 grains et densités de semis pour une dose de 50 kg/ha

Le peuplement a été mesuré 12 jours après semis, puis chaque semaine lors des mesures de biomasse (tableau 2). Ces dénombrements permettent d'apprécier le pouvoir de germination de chaque variété.



Modalité	Dénomination	Peuplement 12 jours après semis (Nb/m ²)	% germination à 12 jours	Peuplement moyen ultérieur	% peuplement/graines semées
A	Lussi	154	81	175	92
B	Jumbo	152	99	170	111
C	Trudan 8	400	125	340	106
D	270911	96	36	197	75
E	Sudal	174	79	204	93
F	Piper	338	83	305	75

Tableau 2 : Pourcentages de germination 12 jours après semis et peuplement ultérieur

Le pourcentage moyen de germination à 12 jours reflète à la fois la qualité germinative des semences et la rapidité de germination de chacune des variétés. Le pourcentage de peuplement moyen sur l'ensemble des observations ultérieures peut refléter à la fois des germinations plus tardives, des pousses supplémentaires grâce au tallage, ou au contraire la dégénération de pousses par compétition si la population de départ est importante. Il faut souligner que nous avons des hétérogénéités de couvert sans doute liées à une hétérogénéité du semis à la volée, et que les écart-types sont importants pour chaque mesure.

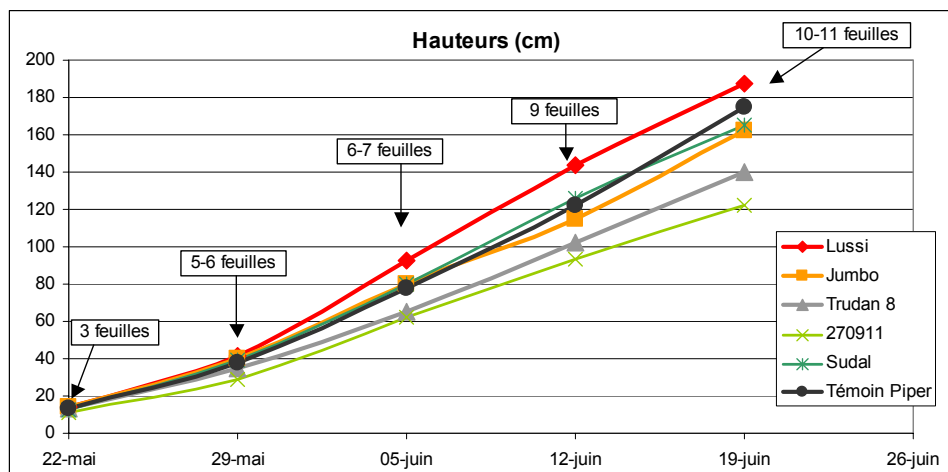
On note que le pourcentage de germination initial est proche de 100 % pour les variétés Jumbo et Trudan 8, de 36 % seulement pour « 270911 » et de l'ordre de 80 % pour les autres.

Les peuplements sont relativement stables ensuite, sauf pour « 270911 » qui augmente considérablement. Nous n'avons pas noté de tallage plus important pour cette variété. Il est donc possible que les besoins de chaleur de « 270911 » soient plus importants et que des germinations tardives aient eu lieu. Des observations dans d'autres essais conduits par le GRAB et l'Aprél, avec des semis plus tardifs de cette variété qui ont occasionné des pourcentage de germination plus élevés, valident plutôt cette hypothèse.

Hauteur des plantes

Les sorghos ont une croissance extrêmement rapide à partir de début juin, soient 3 semaines après semis. Le rythme de croissance va de 30 cm par semaine pour les variétés les plus lentes (270911) à 50 cm environ pour la variété Lussi. Le port des différentes variétés est en général dressé, sauf la variété Trudan 8, hybride de sudan-grass, qui a un port retombant. De ce fait, la hauteur moyenne du couvert est plus faible que pour les autres variétés, mais elle couvre plus rapidement le sol.

Statistiquement, les hauteurs des différentes variétés se distinguent à partir du 5 juin : Lussi est significativement plus haute, « 270911 » et Trudan8 plus basses que les autres variétés.



Graphique 3 : Evolution des hauteurs (cm) moyennes des couverts entre 12 et 40 jours après semis

Couverture de sol – Compétition face aux adventices

Nous avons noté la densité globale de végétation aux premières dates, puis la densité d'adventices (essentiellement du pourpier) présentes dans les sorghos à partir du 5 juin (tableau 3) avec l'échelle relative suivante :

0 : pas de pourpier – 1 : quelques pourpiers – 2 : pourpier moyennement présent – 3 : pourpier très présent

Modalité	Dénomination	Densité moyenne de pourpier de 0 à 3			Moyenne présence de pourpier sur 3 dates
		5 juin	12 juin	19 juin	
A	Lussi	1	1,25 (B)	1,25 (B)	1,2
B	Jumbo	1	1,25 (B)	0,75 (B)	1
C	Trudan 8	0	0 (C)	0 (B)	0
D	270911	3	3 (A)	3 (A)	3
E	Sudal	1	0,75 (BC)	0,75 (B)	0,8
F	Piper	0,5	0,75 (BC)	0,75 (B)	0,7

Tableau 3 : Présence d'adventices (pourpier) dans les couverts de sorgho, de 0 à 3. Les lettres indiquées sont les groupes homogènes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5%

Du fait d'une végétation plus abondante (plus grande quantité de graines semées), les variétés sudan grass Trudan 8 et Piper limitent davantage les levées de pourpier en début de croissance. Puis les variétés hybrides se développent rapidement, couvrent le sol et limitent le développement du pourpier, sauf « 270911 » qui se développe plus lentement. On note que Trudan 8 se distingue des autres variétés par l'absence totale de pourpier. Cette efficacité est liée à la fois à la densité de peuplement élevée et à son port retombant qui referme rapidement le couvert et empêche la lumière de pénétrer.



Vue d'ensemble de l'essai à gauche le 29 mai, à droite le 12 juin, depuis le Nord

3.3 Production de biomasse fraîche et sèche au cours de la croissance

La production de matière est très importante pour tous les sorghos. Le rythme de production, à partir du 5 juin, est de 15 à presque 25 tonnes par hectare et par semaine (graphique 4).

Les hybrides sudan-grass x sorgho se distinguent à partir du 19 juin, avec une production de biomasse plus élevée, sauf pour 270911 du fait d'un peuplement plus faible et d'une croissance plus lente au départ. Les sudan-grass, Piper et Trudan 8 ont des productivité similaires.

Le peuplement inférieur pour les hybrides impacte peu la production totale de matière car les hybrides ont des plantes beaucoup plus vigoureuses, avec des tiges plus grosses et des feuilles plus larges. Ainsi, au 19 juin, les hybrides ont des plantes de 1,5 fois (Sudal) à presque 2,5 fois (Lussi) plus lourdes que les sudan-grass (graphique 5).

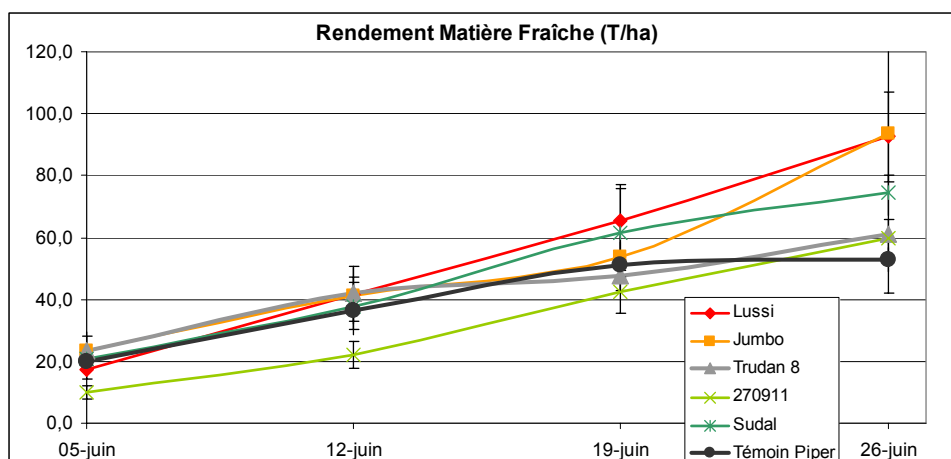
Les taux de matière sèche sont assez proches entre les variétés : ils sont de l'ordre de 10% le 5 juin, 12 % le 19 et 15 % le 26 juin, fin de la culture. La variété Lussi se distingue néanmoins par un taux de matière sèche plus élevé, de 18%, sur la fin de culture.

De ce fait, cette variété est nettement plus productive en matière sèche totale produite en fin de culture (graphique 6).

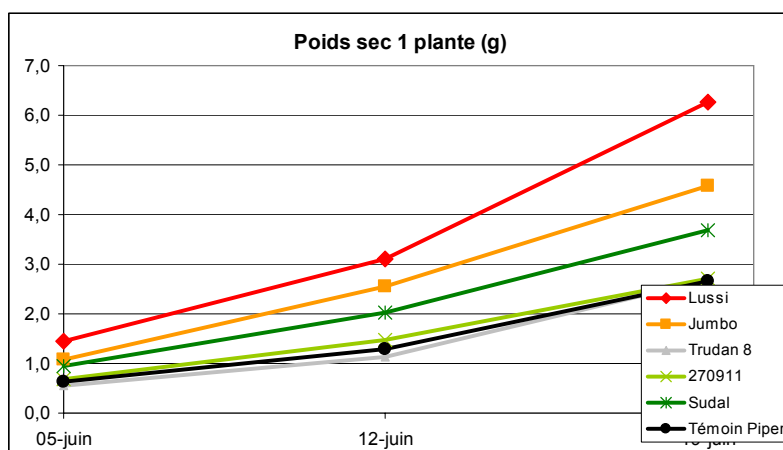
La différence est statistiquement significative au seuil de 5% pour Lussi à partir à partir du 19 juin.

Notons que les biomasses sèches augmentent beaucoup en fin de culture, mais que le stade optimal de broyage pour un bon compromis entre production de biomasse importante et facilité de gestion (broyage, enfouissement et décomposition dans le sol), se situe avant, quand les plantes mesurent autour de 1,5 m. Cette hauteur correspond à environ 5 à 6 semaines de croissance dans notre essai, soit entre le 12 et le 19 juin (graphique 1).

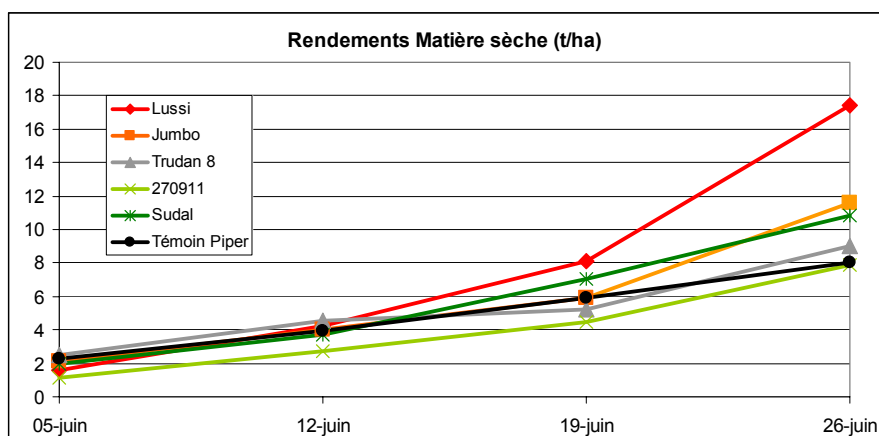
La production de matière sèche est alors de l'ordre de 6 tonnes par hectare.



Graphique 4 : Evolution des production de matière fraîche



Graphique 5 : Evolution du poids moyen d'une plante



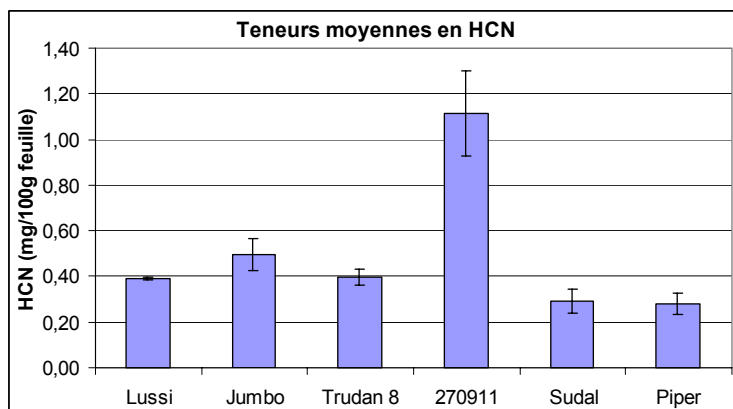
Graphique 6 : Evolution des productions de matière sèche

3.4 Teneurs en Acide Cyanhydrique (HCN)

Les teneurs ont été mesurées par dosage argentimétrique, sur des feuilles prélevées le 19 juin, soit 6 semaines après semis des sorghos. Les résultats de ces dosages figurent dans le graphique 7. On constate qu'il y a des différences notables entre les variétés : la variété témoin Piper apparaît assez pauvre en HCN, ce qui est cohérent avec la bibliographie, et la variété 270911, en cours de développement, est la plus riche. L'analyse de variance et le test de Tukey au seuil de 5% montre que la variété 270911 est significativement plus riche en HCN que les autres variétés.

Une deuxième analyse statistique, réalisée sans « 270911 » pour mieux cerner d'éventuelles différences entre les autres variétés, distingue 3 groupes : Jumbo est la plus riche, suivi de Trudan 8 et Lussi, puis Sudal et Piper sont les moins riches.

Pour plus d'informations concernant la méthodologie et les résultats de dosage de HCN dans les plantes, consulter le rapport de stage de Julie Bonnal, 2012 (« Mise au point d'une méthode de dosage du cyanure d'hydrogène dans le sorgho »- IUT Avignon/INRA Avignon – année 2012).



Graphique 7 : Teneurs en HCN le 19 juin (S+40)

4- CONCLUSION

Les caractéristiques principales des différentes variétés de sorgho évaluées dans cet essai sont récapitulées dans le tableau ci-dessous pour un délai de 6 semaines de culture :

Modalité	Dénomination	Compétition adventives	Hauteur (cm)	Rendement MF (t/ha)	Poids frais 1 tige (g/plante)	Teneur HCN (mg/100g)
A	Lussi	+	190 (A)	65 (A)	48 (A)	0,39 (B)
B	Jumbo	+	160 (AB)	55 (AB)	42 (AB)	0,50 (B)
C	Trudan 8	+++	140 (AB)	48 (AB)	22 (B)	0,40 (B)
D	270911	-	125 (B)	42 (B)	23 (B)	1,11 (A)
E	Sudal	++	165 (AB)	62 (A)	32 (AB)	0,29 (B)
F	Piper	++	175 (A)	51 (AB)	25 (B)	0,28 (B)

- Le témoin Piper reste une référence intéressante : croissance rapide, bonne couverture de sol limitant le développement des adventives, rendement intéressant et semences peu coûteuses. Mais son potentiel pour la biofumigation est le moins bon de l'essai ;

- Le sudan-grass « Trudan 8 » est également intéressant et est le plus efficace de tous pour limiter le développement des adventives. Son potentiel pour la biofumigation semble légèrement supérieur à celui du témoin.

- Les hybrides de sudan-grass et sorgho sont des plantes beaucoup plus vigoureuses, avec des tiges plus grosses, des feuilles plus larges et un rythme d'émission de feuilles plus rapide que le témoin : les rendements sont plus élevés.

- Lussi : la variété dont la croissance est la plus rapide, la plus haute et la plus productive.
- Jumbo : La variété la plus « trapue », avec une teneur en HCN plus élevée
- Sudal : plus dense, donc meilleure couverture. Teneur en HCN faible
- 270911 : des résultats agronomiques assez médiocres par rapport aux autres, liés à une mauvaise qualité de semences (taux de germination de 66% dans un test en boîte de Pétri) et sans doute de plus fortes exigences thermiques que les autres variétés. Mais une teneur en HCN nettement plus élevée, 4 fois plus forte que pour le témoin Piper.

Dans de prochains essais, il conviendra d'évaluer le potentiel « nématicide » de ces variétés hybrides sur des parcelles infestées : « 270911 », avec une densité de semis plus élevée, car c'est sans conteste la variété la plus riche en HCN et « Lussi » ou « Jumbo » en variété au potentiel intermédiaire.

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

ACTION : nouvelle ○ en cours ● en projet ○

Renseignements complémentaires auprès de : H. Védie - GRAB Agroparc BP 11283 84911 Avignon cedex 9 – tel : 04 90 84 01 70 – fax : 04 90 84 00 37 – E-mail : helene.vedie@grab.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : nématodes à galles – meloidogyne – indice de galle – rotation culturale – sensibilité

Date de création de cette fiche : mars 2013