

## I- INTRODUCTION

Souvent perçue comme une culture de déclin et appelée à disparaître face à certaines contraintes telles que la concurrence du maïs, et du riz, le sorgho constitue pourtant une option essentielle pour la satisfaction des besoins alimentaires futurs de l'Afrique de l'Ouest (Célestin et al., 2001). Entre 1990 et 2020, la population africaine augmentera en moyenne de 120 %. Les difficultés pour subvenir aux besoins alimentaires seront énormes et les prévisions de la F.A.O. sont particulièrement alarmantes, qui annoncent 300 millions de personnes subissant une malnutrition chronique en Afrique sub-saharienne. Pour nourrir sa population, l'Afrique de l'ouest devra multiplier par trois, par rapport à 1985, les rendements de ses cultures et par cinq la productivité du travail agricole. Or, si les statistiques indiquent un doublement de la production de sorgho entre 1974 et 1994, principalement par l'accroissement des surfaces, les tendances actuelles semblent inverser l'évolution.

Peut-on, dans ces conditions, envisager que la sécurité alimentaire de ces pays soit assurée principalement par des productions extérieures, c'est à dire par une importation massive de blé et de riz ? ou que la culture intensifiée du maïs dans les zones soudaniennes satisfasse la demande des régions sahéliennes? Cela est peu plausible, et le sorgho qui est particulièrement bien adaptés aux conditions écologiques de ces régions, sera amené à contribuer de manière significative à l'alimentation des populations tant rurales qu'urbaines, s'il se montre capable de pénétrer ces derniers marchés.

Face à ce phénomène, le projet « agrobiodiversité du sorgho » a été initié en partenariat avec l'I.E.R., l'I.C.R.I.S.A.T, l'I.P.R, les O.P et les O.N.G « A.M.E.E.D », « F.D.S » et « G.R.A.A.D.E.C.O.M ». Son objectif général est de « Valoriser de façon participative la biodiversité des écosystèmes à base de sorgho dans une perspective d'accroître la production du sorgho et la préservation de son agrobiodiversité ». Des essais multilocaux ont été initiés dans trois zones agro-écologiques à savoir Kagnan (Cercle de Tominian), Kaniko (Cercle de Koutiala) et Siramana (Cercle de Sikasso).

Dans la zone cotonnière du mali, l'amélioration des techniques agricoles provoque des modifications profondes des modes de cultures. Nous observons une tendance à l'abandon des cultures traditionnelles au profit du maïs qui valorise mieux l'intensification. Les mils et sorghos subissent une marginalisation sur les sols les plus pauvres, qui s'accompagne d'une uniformisation variétale. Dans les vieux bassins cotonniers (Koutiala, pluviométrie de 700 à 900mm), le sorgho reste la céréale principale mais la saturation de l'espace rural entraîne des exigences de productivité supérieure. Enfin dans la zone Nord (Djenné, San, pluviométrie inférieure à 700mm), la culture du coton a été abandonnée et ne joue plus son rôle moteur dans l'intensification ; en revanche, la faiblesse et l'irrégularité des pluies constituent les principaux risques de disparition variétale pour les variétés les plus tardives. D'où le thème: **Etude de la productivité et de la stabilité de maïs et du sorgho en champs paysans dans le village de Kagnan. Cercle de Tominian.**

Le but que nous nous proposons d'atteindre est de comparer entre elles et vis-à-vis d'un témoin local (sorgho et maïs) différentes variétés de sorgho placées dans des environnements diversifiés. On abordera simultanément l'adaptabilité, la stabilité, le potentiel de rendement et les qualités organoleptiques.

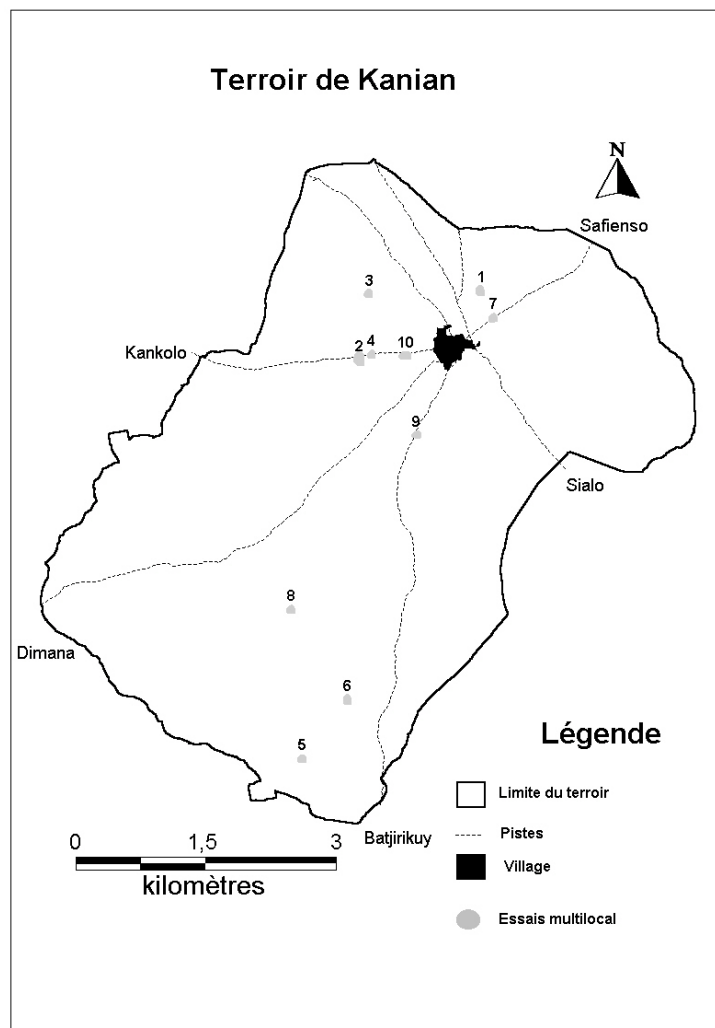
### III- Matériel et méthodes

#### III.2. – Site

L'essai a été implanté dans la commune de Tominian (chef lieu de cercle) sur le terroir de Kagnan. Les travaux ont été menés chez 10 paysans. Le tableau 1 résume la situation pédologique et les précédents culturaux des 10 situations. La figure 1 donne la carte du terroir et situe les 10 exploitations concernées.

**Tableau 1 :** La liste des paysans sélectionnés, les cultures antérieures, ainsi que le type de sol.

Paysans	Précédent cultural 2003	Culture de 2002	Type de sol
1-Alphonse Diarra	mil	Sorgho	Limono -Sableux
2-Nissimana Diarra	mil	Sésame	Sablo- limoneux
3-Haré Zonas Diarra	mil	Fonio	Gravillonner
4-Gilbert Dembélé	mil	Sorgho	Limono -Argileux
5-Ezaïe Dackouo	mil	Sorgho	Argileux
6-Nazoun Dackouo	mil	Sorgho	Limono -Sableux
7-Matière Diarra	mil	Sorgho	Limono- Sableux
8-Papa Diarra	mil	Sorgho	Argileux
9-Boba A. Dackouo	mil	Jachère	Limono- Sableux
10-Raymond Dembélé	mil	Arachide	Sablo –Limoneux



**Figure 1** – Carte du terroir de Kagnan et implantation des 10 essais en champs paysans.

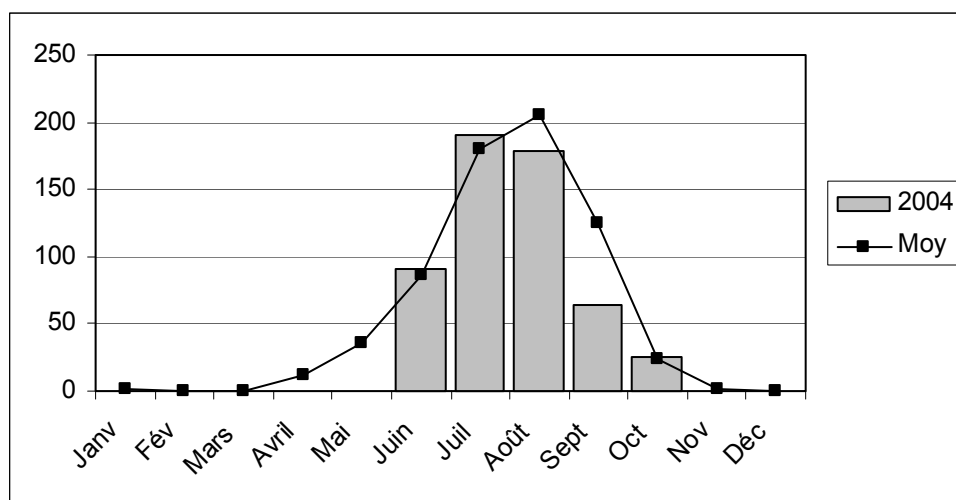
### III.2.2) Le climat

L'année 2004 a été relativement sèche surtout en fin de saison, la pluviométrie du mois de septembre a été la moitié de la pluviométrie moyenne.

**Début de saison** : Avec un début de saison des pluies le 26/6, l'année 2004 est proche de la normale sur les 30 dernières années (28/6). Le début des pluies le plus tardif a été observé le 29/7 en 1984 et le plus précoce a été le 1/6 en 1977.

**Fin de saison** : Avec une fin de saison le 13/9, l'année 2004 est nettement plus précoce que la normale (23/09).

**Pluviométrie** : Avec un total pluviométrique de 549 mm, l'année 2004 est en dessous de la moyenne qui est de 671 mm.



**Figure 2** – Comparaison de la pluviométrie mensuelle à Kagnan en 2004 (histogrammes) et de la pluviométrie mensuelle moyenne à San sur les 30 dernières années (trait plein).

**Tableau 2** – Pluviométries mensuelles- comparaison de l'année 2004 à Kagnan et de la moyenne mensuelle à San sur les 30 dernières années.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
2004	0	0	0	0	0	91.1	190.6	178.1	64.1	25	0	0
Moy	1.1	0	0.6	11.9	35.1	86	180.4	204.7	124	24	1	0.1

Tableau 3 - Pluviométrie journalière au village de Kagnan. Campagne 2004.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1	.	.	.	.	6.3	29	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	0.3	.	26	8.5	47	31	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	3.8	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	4.1	.	.	.	3.8	.	.	.
5	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	2	5	13	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	2.5	.	17	5.2	.	.
8	.	.	.	.	.	10	.	0.3	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	11	18.3	.	.	.	.
11	.	.	.	3.1	.	.	33.6	3.3	7.4	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	0.3	40.9	0.5	7	.	.
13	.	.	.	.	.	3	.	.	7.2	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	6	14.9	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	2.7	7.8	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	51.5	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	60.7	.	.	.	.	.
18	.	.	.	0.1	3.4	2	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	42	0.7	0.8	.	.	.
20	.	.	.	.	.	2	16.6	22.9	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	17	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.	.
23	.	.	.	.	0.1	.	67.8	28.2	.	.	.	.
24	.	.	.	0.1	.	22.6	16.1	.	0.1	.	.	.
25	.	.	.	.	0.1	7.4	6.2	.	0.3	.	.	.
26	.	.	.	.	.	4.8	.	30.5	2.2	.	.	.
27	.	.	.	.	.	2.8	1	.	.	.	.	.
28	.	.	.	.	.	.	4.2	23.4	.	.	.	.
29	.	.	.	.	.	.	8.1	3.5	.	.	.	.
30	.	.	.	.	.	.	.	7.5	.	.	.	.
31	.	.	.	.	.	.	18.2	.	.	.	.	.
Mens.	0	0	0	3.6	14	118.6	311.6	317.9	95.1	12.2	0	0
Nbj.	0	0	0	4	5	12	18	18	12	2	0	0
Nbjtot	71	jours		Total	873							

### III.2 – Matériels

Pour conduire cet essai, six variétés ont fait l'objet de notre étude, dont quatre améliorées de sorgho, une variété de sorgho local et une variété de maïs local. Ces variétés sont :

-**V1** : la variété de maïs local (maïs jaune) pris comme témoin de fertilité. Elle a été la plus semée en 2002 dans le village.

-**V2** : La variété de sorgho local (dubiru) pris comme témoin. Elle a été également la plus semée en 2002 dans le village.

-**V3** : 00-BE-F5P-1 : Elle est issue du croisement (Bimbiri X ICSV 1037 BF) X CSM 63 E

-**V4** : 00-BE-F5P-93 : Issue du croisement (M-84-7XNagawhite) X CEM 326/11-5-1-1

-**V5** : 00-BE- F5P-135 : Issue du croisement (M-84-7XNagawhite) X CEM 326 /11-5-1-1

-**V6** : CSM 63 E : Communément appelé le jakumbe est originaire de la collection du Mali, du groupe botanique guineense. C'est une variété très précoce, son cycle est de 90 jours ; sa zone d'adaptation est de 400- 700 mm. Elle est légèrement sensible à la photopériode ; sensible aux striga ; tolérante aux maladies et insectes. Sa taille peut atteindre 2 m ou plus. La plante de couleur rouge a une panicule lâche avec des glumes rouges. Son rendement est de 2 t/ha

**N.B** : Pour les témoins nous avons pris les mêmes variétés que celles de l'essai de la campagne agricole de 2003 ; et les mêmes paysans fournisseurs.

**Tableau 4 : Caractéristiques du matériel végétal utilisé** (les variétés améliorées)

Variétés	Caractéristiques							
	P. 1000gr	P .G	A. G	Vit.	G. G	Fl.	Ht.moy.	Rend moy.
<b>V3</b>	16,12	146	1	50	2	73	2,58	1 560
<b>V4</b>	21,2	174	5	80	3	72	1,67	1 520
<b>V5</b>	16,60	270	2	50	2	75	1,71	1 986
<b>V6</b>	22,92	206	3	73	3	73	2,38	1 478

**P 1000gr**= Poids de 1000 graines en gramme

**.G**= Aspect général de la graine (1=mauvais, 5=très bon)

**-Rdt. Moy.** = Rendement moyen en kg/ha

**-Ht.moy.** = Hauteur moyenne en mètre

**P.G** =poids général en gramme

**G.G**= Grosseur de la graine (1=petit, 4= très gros)

**Fl** = Durée semis-floraison en jours

**vit**= Vitrosité, pourcentage vitreux de l'albumen

**N.B**: Le rendement moyen est la moyenne des 3 dernières campagnes 2001-2002-2003. (source : Bilan 01-02-03 du programme sorgho de l'I.E.R. )

### III.3 Méthodes

#### III.3.1- Dispositif expérimental :

L'essai est un essai factoriel à 2 facteurs : variétés et fertilisations. Six variétés sont mises en compétition dont 4 variétés améliorées ; 1 variété de maïs local (le maïs jaune) et 1 variété de sorgho local (dubiru).

Deux niveaux de fertilisation ont été retenus : sans fertilisation (FO) et avec fertilisation (FI).  
**Le D.A.P** ( Diamonium de phosphate) : De formule 18-46-0 qui est de 100kg/ha est apporté en raison de 45g/billon. Notons que cet engrais n'a pu être épandu que 15 jours après la levée.  
**L'urée** : Titrée à 46% d'azote (N) à 150kg/ha est apporté à 33,8 g/billon et cela en deux apports (30 jours et 45jours après la levée).

Nous avons choisi 10 paysans, chaque paysan constituant une répétition (les mêmes paysans ayant conduit les essais de la campagne agricole de 2003).

Chaque parcelle élémentaire était constituée de cinq billons de six mètres de long. L'écartement au semis est de 0,75 m entre les billons et 0,50m entre les poquets ce qui correspond à 12 poquets par billon. Le démariage est effectué à 3 plants par poquet pour le sorgho et à 2 plants par poquet pour le maïs. A la levée, nous avons procédé à un repiquage des poquets manquants.

Comparativement aux années précédentes, pour cette campagne l'accent a été mis sur le précédent cultural et ensuite vient l'aspect du type de sol. Comme précédent cultural nous avons pris le mil.

**Préparation du sol** : Avant l'installation des pluies nous avons procédé à la délimitation des dix parcelles ; et une fois les pluies installées nous avons demandé aux paysans de faire le labour en billon suivi du piquetage des parcelles élémentaires. Avec une pluie suffisante, nous avons effectué le semis (les dates de semis sont consignées dans le tableau 5).

**Tableau 5 : Conduite des opérations culturales**

Opérations	Paysan n 1	Paysan n 2	Paysan n 3	Paysan n 4	Paysan n 5	Paysan n 6	Paysan n 7	Paysan n 8	Paysan n 9	Paysan n 10
<b>Semis</b>	08/07	08/07	09/07	09/07	09/07	09/07	09/07	12/07	12/07	14/07
<b>Fumure 1</b>	22/07	26/07	26/07	26/07	26/07	23/07	26/07	26/07	26/07	28/07
<b>Sarclage 1</b>	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	13/08
<b>Démariage</b>	04/08	04/08	04/08	13/08	04/08	04/08	04/08	13/08	13/08	13/08
<b>Fumure 2</b>	12/08	12/08	12/08	12/08	13/08	13/08	12/08	13/08	13/08	13/08
	28/08	01/09	03/09	01/09	02/09	01/09	02/09	01/09	03/09	01/09
<b>Buttage</b>	28/08	01/09	03/09	01/09	02/09	01/09	02/09	01/09	03/09	01/09

### **III.5 – La sélection participative**

L'objectif de cette étude est de recueillir les avis des paysans sur le développement végétatif, le cycle des plants, et le rendement des variétés des essais multiloaux.

Cette sélection a nécessité des enveloppes, des étiquettes, et des sachets.

Les paysans au nombre minimum de 10 possédaient des enveloppes dans lesquelles se trouvaient des étiquettes de couleurs différentes. Chaque enveloppe contenait des étiquettes bleues, vertes et kaki. La couleur bleue pour dire que la variété est mauvaise à laquelle nous attribuons le score 1 ; la couleur kaki pour dire qu'elle est passable à laquelle nous attribuons le score 2 et la couleur verte pour la bonne variété et le score 3 leur est donné.

Au milieu de chaque parcelle un sachet est accroché dans lequel les étiquettes sont mises. Parallèlement à cette sélection une enquête est menée pour connaître les critères sur lesquels les paysans se sont basés pour faire leur choix. La sélection a eu lieu sur la parcelle du paysan N°2 (Nissimana Diarra).

Signalons que lorsqu'on faisait la sélection la parcelle abritant la V6F1 était déjà récolté.

## IV. Résultats et discussions

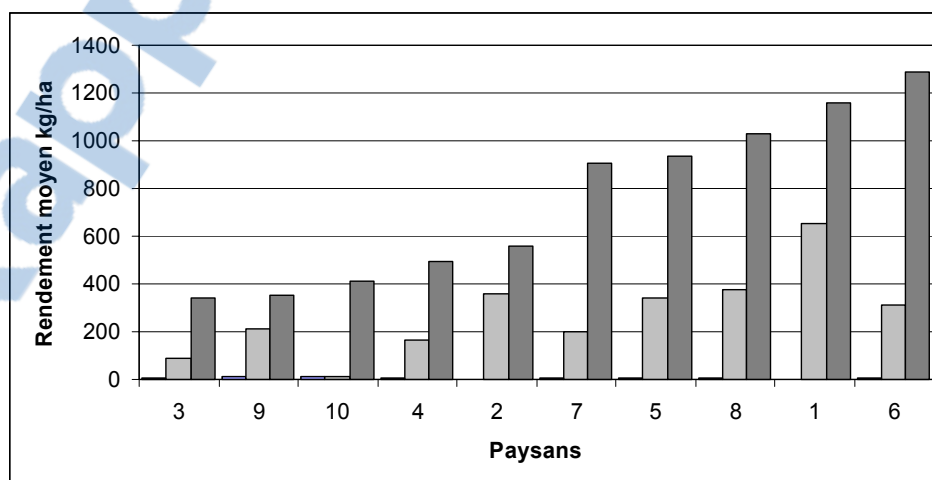
### IV.1.1 - Diversité entre les paysans

Les résultats du rendement moyens des 6 variétés avec et sans fumure de chaque paysan sont consignés dans le tableau n° 6. La figure n°3 donne les rendements moyens obtenus chez les différents paysans avec et sans engrais. Ces rendements moyens illustrent la diversité des situations puisque même avec engrais ils s'échelonnent régulièrement de 344 à 1287 kg/ha. Sans engrais le rendement de tous les paysans est faible (maximum 650 kg/ha). Nous remarquons que le paysan 6, qui a le plus grand rendement avec 1 287 kg avec fumure n'obtient que 309 kg/ha sans fumure. Un bon rendement sans fumure ne correspond donc pas forcément à un bon rendement avec fumure.

Ces rendements moyens serviront aussi d'indice environnemental dans l'étude de la stabilité des variétés.

		Paysans										
VAR	FUM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moy.
1	0	614	149	0	0	0	140	0	0	100	0	100
2	0	635	584	123	541	340	533	526	494	127	18	392
3	0	918	977	155	78	440	288	203	132	0	0	319
4	0	0	113			403	0	45	0	100	0	83
5	0	880	0		0	698	436	122	1143	127	0	378
6	0	860	319	72	209	164	459	311	494	824	54	377
Moy.	F0	651	357	87	166	341	309	201	377	213	12	272
1	1	1615	724	220	813	602	919	381	1101	595	961	793
2	1	616	0	248	170	508	1356	608	412	0	412	433
3	1	710	333	234	138	737	2055	2055	1268	95	284	791
4	1	1108	647	134	364	1286	350	350	1138	332	320	603
5	1	803	569	134	421	2089	1558	809	1300	319	379	838
6	1	2092	1092	1092	1058	376	1485	1227	966	782	107	1028
Moy.	F1	1157	561	344	494	933	1287	905	1031	354	410	748

**Tableau 6:** Récapitulatif des rendements de toutes les variétés, ainsi que les rendements moyens avec et sans fertilisation de chaque paysan.

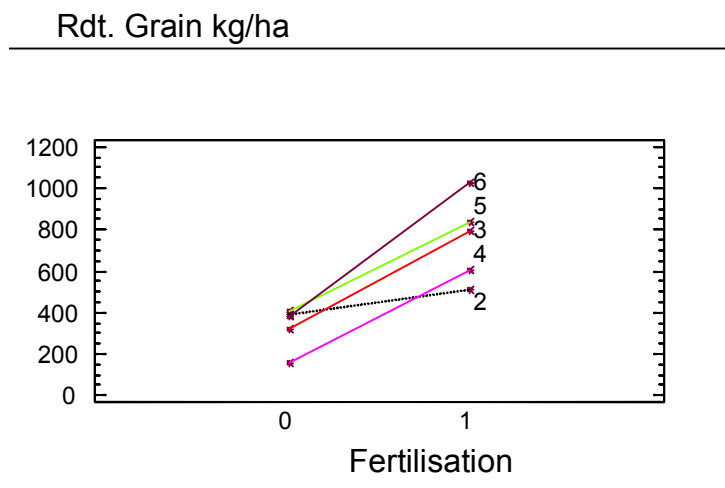


**Figure 3:** Comparaison des rendements moyens obtenus chez les 10 paysans avec et sans engrais (F1 et F0).

### IV.1.2 - Interaction variété x fertilisation

L'analyse de la variance des résultats des essais multiloceaux montre qu'il existe une interaction hautement significative entre le facteur variété et le facteur fertilisation.

La figure 4 illustre cette interaction. Ce graphe montre que toutes les variétés réagissent à la fumure à l'exception du témoin. En effet la variété locale (V2), ne réagit pas à la fertilisation. Pour pouvoir comparer les rendements moyens des variétés entre-elles par analyse de la variance, dans la suite de ce travail nous avons éliminé la variété V2.



**Figure 4** – Interaction variété x fumure –La variété 2 ne répond pas à l'apport de fertilisation.

### IV.1.3 - Analyse de la variance sur le rendement grain.

Les effets variétaux, fertilisation et paysans sont tous hautement significatifs. Il n'y a plus d'interactions. Les tableaux 7 et 8, les figures 5 et 6 résument les résultats de l'analyse pour le rendement.

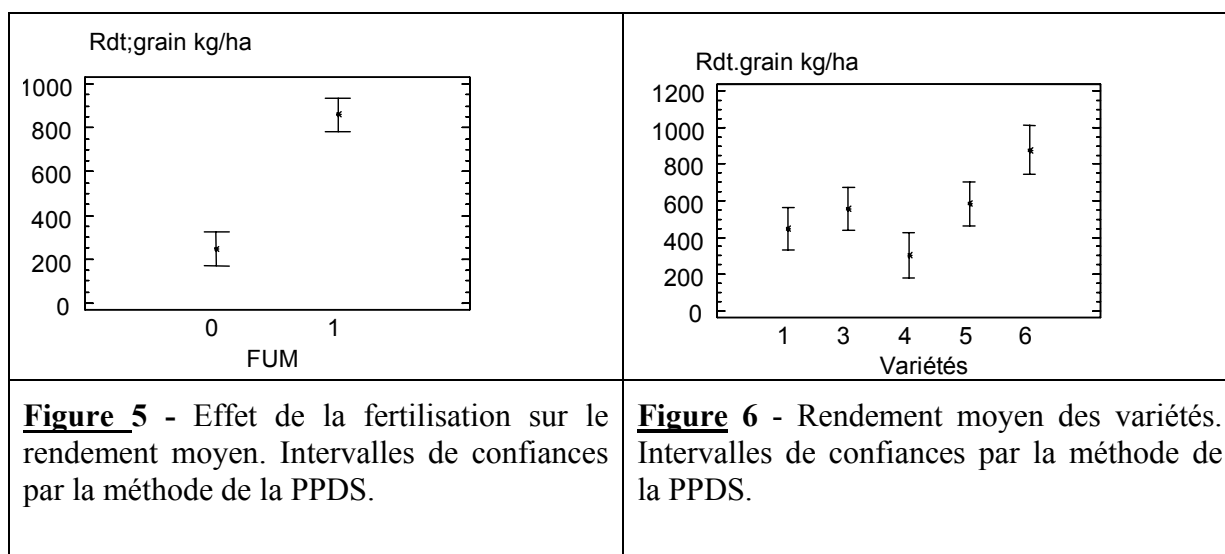
Variété		F0	F1	
V2	Doubirou	392	477	435
V4	00-BE-F5P-93	70	667	369 A
V1	Maïs	100	793	447 A
V3	00-BE-F5P-1	319	791	555 A B
V5	00-BE-F5P-135	339	838	589 A B
V6	CSM63 E	377	1 217	797 B
		241	861	
		A	B	

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes par le test de Newman-keuls au seuil de 5%

a) Effet de la fertilisation : Il y a un effet hautement significatif de la fertilisation. Le rendement moyen avec fumure est de 861 kg/ha contre 241 kg/ha sans fumure.

b) Effet variétal : L'effet variétal est significatif sur le rendement en grain. Seule la variété V6 montre un rendement supérieur aux variétés V1, V4 et V2.





#### IV.1.4 -Etude des composantes du rendement

Pour bien comprendre les causes des performances d'une variété il est utile de décomposer le rendement en ses différents éléments. La formule couramment employée pour les plantes sarclées est :

$$\text{RDT} = \text{Nombre de panicules} / \text{m}^2 \times \text{Nombre grains} / \text{panicule} \times \text{poids d'un grain}$$

Comme il n'a pas été possible après la récolte de mesurer le poids des grains de toutes les parcelles, nous utilisons la formule suivante :

$$\text{RDT} = \text{Nombre de panicules} / \text{m}^2 \times \text{poids moyen de grain d'une panicule}$$

##### a) Nombre de panicule au m<sup>2</sup>

Les effets variétaux et fertilisation sont hautement significatifs sur cette composante du rendement.

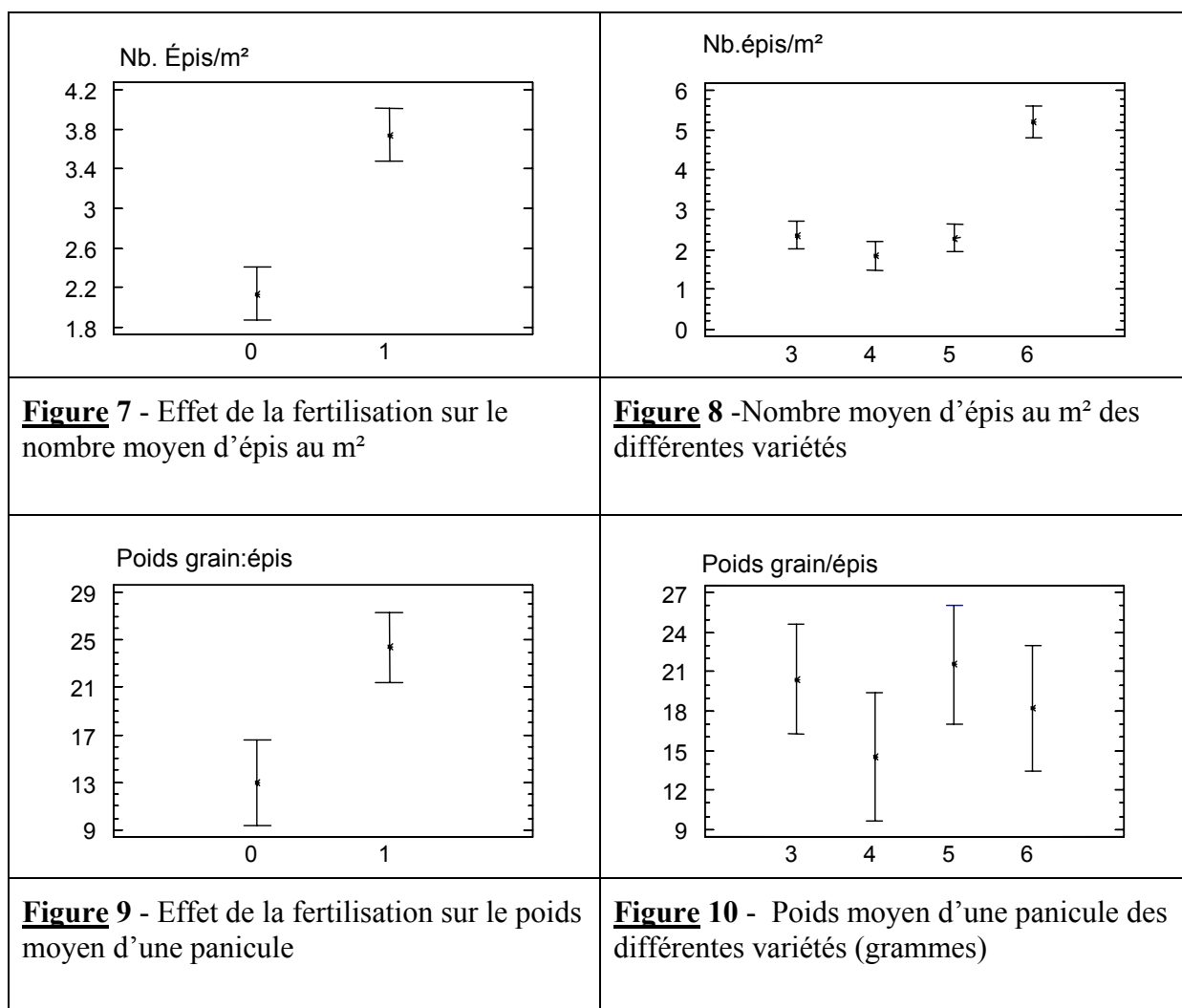
**Effet fertilisation :** L'effet de la fertilisation est hautement significatif sur le nombre de panicules au mètre carré.

**Effet variétal :** Il apparaît qu'avec 5.2 panicules au m<sup>2</sup> la V6 (CSM63E) est significativement plus performante que les autres.

##### b) Poids moyen d'une panicule

Sur cette composante, l'effet variétal n'est pas significatif, l'effet fertilisation est hautement significatif.

Cette analyse montre que la supériorité de la variété V6 sur les autres est essentiellement due au plus grand nombre de panicules récoltées par unité de surface. Remarquons toutefois que la densité maximale obtenue pour CSM 63 de 5.2 panicules au m<sup>2</sup> est inférieure à la densité des plants au démarrage qui est de 8 plants au m<sup>2</sup>.



#### IV.2 - Analyse de la phénologie:

L'analyse a porté sur les dates d'apparition de la ligule de la feuille drapeau. L'analyse de la variance montre un effet variétal hautement significatif. Chaque variété appartient à un groupe différent de précocité. Les résultats sont donnés dans le tableau 12:

Variétés	Dates d'apparition de la ligule de la dernière feuille (FD)	Groupes homogènes				
V6	01/09/04	A				
V3	07/09/04		B			
V2	10/09/04			C		
V5	14/09/04				D	
V4	17/09/04					E

**Tableau 12** : Date d'apparition moyenne de la ligule de la feuille drapeau des différentes variétés.

Nous avons vu que la date moyenne de fin de saison des pluies dans la zone de Kagnan est le 23/9. On considère généralement qu'une variété est adaptée à une zone si sa date d'épiaison a lieu en moyenne de 10 à 20 jours avant la date moyenne de fin de saison. Une variété sera donc adaptée à Kagnan si son épiaison a lieu le 10 septembre et donc sa feuille drapeau le 1/9. Sur ce principe les variétés 5 et 4 semblent un peu tardives pour la zone. Ceci est particulièrement vrai en 2004 où la fin de saison a eu lieu précocement le 13/09.

Il faut pourtant rappeler que le semis en 2004 a été plutôt tardif (10/7) ce qui a retardé la floraison de variété précoce non photopériodique comme CSM63. Si le semis avait été normal (date moyenne de début de saison = 28/6) la FD de CSM63 serait apparue 10 jours plus tôt (le 20 août) ce qui aurait pu poser des problèmes avec les oiseaux.

**Tableau 13:** Dates moyennes de ligulation de la feuille paniculaire et les dates de 50% floraison chez les 10 Paysans.

Var.	Fum.	Pay.	Fd.moy.	50%fl.	Pay.	Fd.moy.	50%fl	Pay.	Fd.moy.	50%fl.	Pay.	Fd.moy.	50%Fl.
2	0	1	11-sept	22-sept	2	13-sept	24-sept	3	15-sept	24-sept	4	6-sept.	19-sept
2	1	1	12-sept	21-sept	2	07-sept	21-sept	3	12-sept	21-sept	4	9-sept.	22-sept
3	0	1	04-sept	21-sept	2	09-sept	25-sept	3	11-sept	25-sept	4	11-sept.	24-sept
3	1	1	05-sept	17-sept	2	10-sept	23-sept	3	09-sept	23-sept	4	6-sept.	19-sept
4	0	1	24-sept	12-oct	2	19-sept	505/09	3	-	-	4	22-sept.	-
4	1	1	14-sept	23-sept	2	14-sept	28-sept	3	17-sept	28-sept	4	12-sept.	25-sept
5	0	1	15-sept	28-sept	2	14-sept	30-sept	3	-	-	4	15-sept.	07-oct
5	1	1	16-sept	25-sept	2	15-sept	28-sept	3	16-sept	28-sept	4	13-sept.	27-sept
6	0	1	21-sept	13-sept	2	09-sept	19-sept	3	09-sept	19-sept	4	31-août	14-sept
6	1	1	28-août	06-sept	2	31-août	17-sept	3	31-août	17-sept	4	27-sept.	14-sept

Var.	Fum.	Pay.	Fd.moy.	50%fl.	Pay.	Fd.moy.	50%fl.	Pay.	Fd.moy.	50%fl.	Pay.	Fd.moy.	50%fl.
2	0	5	10-sept	22-sept	6	13-sept.	23-sept	7	9-sept.	19-sept	8	9-sept.	06-sept
2	1	5	11-sept	21-sept	6	9-sept.	21-sept	7	9-sept.	17-sept	8	8-sept.	09-sept
3	0	5	04-sept	23-sept	6	13-sept.	24-sept	7	8-sept.	21-sept	8	17-sept.	21-sept
3	1	5	04-sept	21-sept	6	31-août	14-sept	7	5-sept.	17-sept	8	4-sept.	17-sept
4	0	5	23-sept	05-oct	6	13-sept.	28-sept	7	22-août	12-oct	8	25-sept.	11-oct
4	1	5	12-sept	22-sept	6	11-sept.	25-sept	7	18-sept.	29-sept	8	14-sept.	26-sept
5	0	5	17-sept	28-sept	6	14-sept.	01-oct	7	19-sept.	10-oct	8	11-sept.	01-oct
5	1	5	12-sept	21-sept	6	11-sept.	23-sept	7	12-sept.	27-sept	8	12-sept.	24-sept
6	0	5	04-sept	16-sept	6	5-sept.	31-août	7	30-août	18-sept	8	5-sept.	18-sept
6	1	5	31-août	13-sept	6	31-août	27-août	7	29-août	10-sept	8	31-août	13-sept

Var.	Fum.	Pay.	Fd.moy.	50%fl.	Pay.	Fd.moy.	50%fl
2	0	9	12-sept.	22-sept	10	25-sept	09-oct
2	1	9	13-sept.	23-sept	10	19-sept	21-sept
3	0	9	4-sept.	29-sept	10	26-sept	-
3	1	9	5-sept.	21-sept	10	13-sept	29/09/
4	0	9	17-sept.	01-oct	10	23-sept	15-oct
4	1	9	15-sept.	28-sept	10	14-sept	01-oct
5	0	9	18-sept.	17-oct	10	11-sept	-
5	1	9	12-sept.	28-sept	10	18-sept	04-oct
6	0	9	2-sept.	17-sept	10	11-sept	01-oct
6	1	9	30-août	11-sept	10	11-sept	23-sept

- Var. = Variétés
- Fum. = Fumure
- Fd.moy. = Date moyenne de ligulation de la feuille drapeau
- Fl. = Date de 50% de Floraison
- Pay. = Paysan

### **IV.3.- Analyse de la stabilité**

La stabilité peut se définir comme la capacité d'une population de s'accommoder d'un changement d'environnement, c'est à dire de demeurer fonctionnelle dans une série d'environnements différents.

La productivité moyenne des différents paysans est très variable. Nous considérons que chaque paysan correspond à un environnement différent.

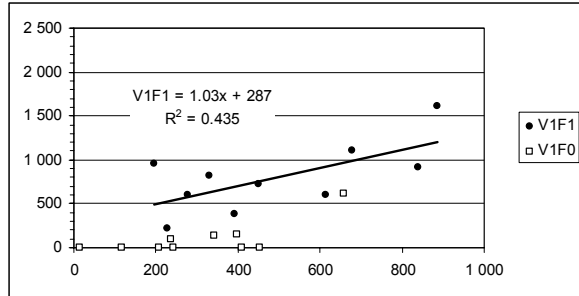
Nous mesurons l'indice environnemental d'un paysan par sa productivité moyenne, pour toutes les variétés, puis nous traçons pour chaque variété, le graphique donnant le rendement de la variété en fonction de l'indice environnemental (IE).

La droite d'ajustement du rendement en fonction de l'IE donne des informations sur le comportement de la variété lorsque la productivité moyenne du milieu change.

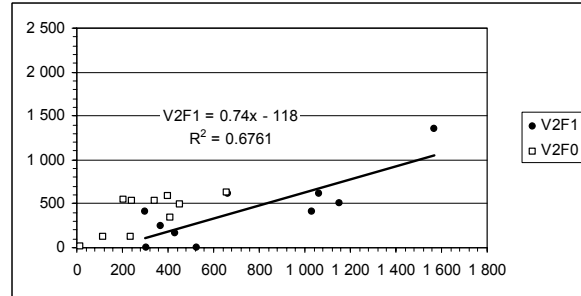
En raison de la faible fertilité des sols, il y a peu de relation entre l'indice environnemental et le rendement des variétés sans engrais. L'analyse a donc porté essentiellement sur les rendements obtenus avec fertilisation.

L'analyse statistique montre que les pentes des droites décrivant la réaction des variétés en fonction de l'indice environnemental ne sont pas significativement différentes. Seules les ordonnées à l'origine changent.

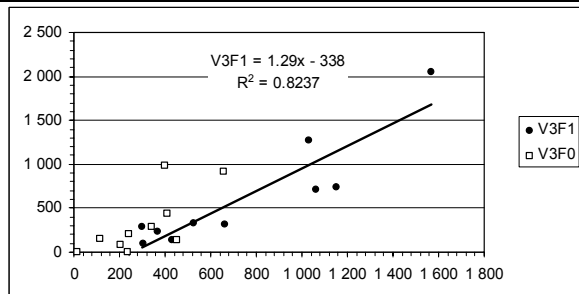
Ce résultat sous-entend que l'effet de l'environnement est similaire pour toutes les variétés. Notons pourtant que l'analyse de stabilité montre ses limites en condition de sécheresse. Normalement l'indice environnemental est très lié à la fertilité du sol. En 2004 la sécheresse a probablement aussi joué un rôle important dans l'explication du rendement moyen des variétés. Mais la sécheresse a un rôle très différent suivant les variétés. Une variété de cycle court pourra répondre positivement à une fin des pluies précoce tandis que la réponse d'une variété plus tardive sera négative.



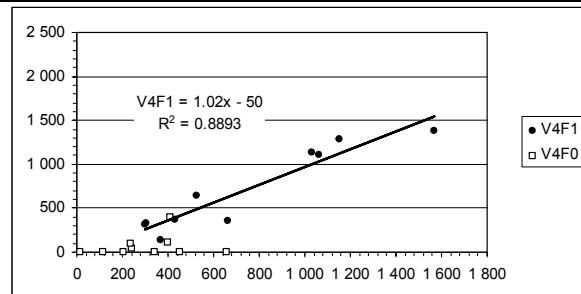
**Figure 11** – Rendements moyens de la V1 en fonction de l'indice environnemental. Le maïs échoue presque totalement sans engrais. Avec engrais, l'indice environnemental explique une faible part du rendement ( $R^2=0.435$ ) qui reste faible.



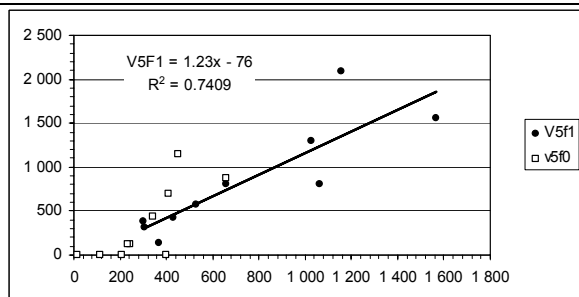
**Figure 12** Rendements moyens de la V2 en fonction de l'indice environnemental. Cette variété locale plafonne autour de 500 kg/ha sans engrais. Etrangement avec engrais certains rendements baissent. Un seul paysan passe 1 tonne/ha Est-ce un effet de la sécheresse qui aurait brûlé les plants fertilisés ?



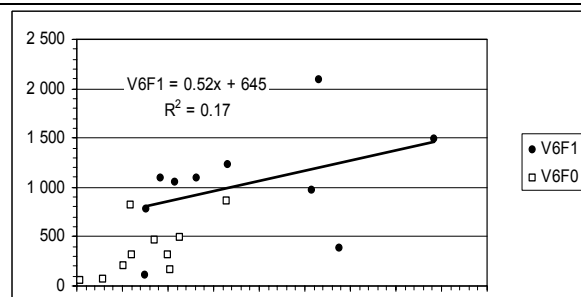
**Figure 13** – Rendements moyens de la V3 en fonction de l'indice de l'environnemental. L'indice environnemental explique une forte part de son rendement avec engrais ( $R^2=0.82$ ). Sans engrais les rendements sont très faibles.



**Figure 14** – Rendements moyens de la V4 en fonction de l'indice environnemental. L'indice environnemental explique une forte part du rendement de V4 avec engrais ( $R^2=0.89$ ). Sans engrais les rendements sont dérisoires.



**Figure 15** – Rendements moyens de la V5 en fonction de l'indice environnemental. L'indice environnemental explique une forte part de la variation du rendement de V5 ( $R^2=0.74$ ).



**Figure 16** – Rendements moyens de la V6 en fonction de l'indice environnemental. L'indice environnemental explique très peu le rendement ( $R^2=0.17$ ). La supériorité de cette variété correspond surtout à sa réussite relative aux faibles indices. Son rendement est supérieur à 1000 kg/ha lorsque le rendement moyen des paysans ne dépasse pas 500 kg/ha.

#### IV.4. Comparaison avec les rendements observés en champs paysans.

La figure 17 présente les rendements du sorgho observés en champs paysans par la méthode des carrés de rendement. Le rendement moyen est de 327 kg/ha ce qui est assez proche du rendement des sorghos sans engrais observé dans nos essais (310 kg/ha). Les sites d'implantation des essais sont donc bien représentatifs de la productivité du terroir de Kagnan.

Les figures 18 et 19 comparent les distributions des CSM63 et des autres variétés de sorgho. On voit qu'à l'échelle du terroir il n'y a pas de différences significatives entre CSM63 et les autres variétés avec respectivement un rendement moyen de 323 et 330 kg/ha

Les rendements mesurés cette année sont tous faibles relativement à la moyenne de 750 kg/ha mesurée en 2003.

<p><b>Figure 17</b> – Distribution des rendements du sorgho dans les champs des paysans de Kagnan.</p>	<p><b>Figure 18</b> – Distribution des rendements de la variété CSM 63 en champs paysans à Kagnan.</p>
<p><b>Figure 19</b>– Distribution des rendements des sorghos autres que CSM63 dans les champs paysans de Kagnan.</p>	

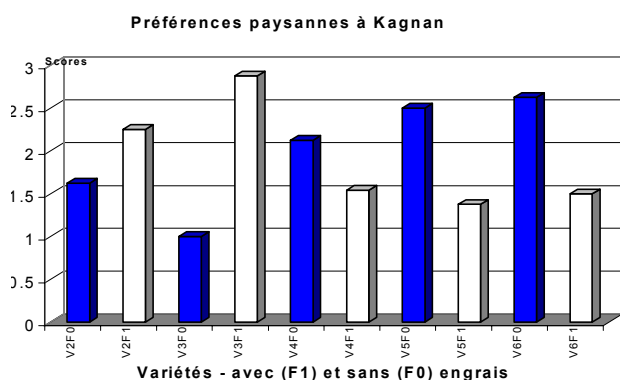
## IV.5 Sélection participative

L'analyse des résultats nous montre que la V3F1 a été la préférée. Elle est secondée de la V6F0 et de la V5F0. La figure 20 illustre cette préférence paysanne :

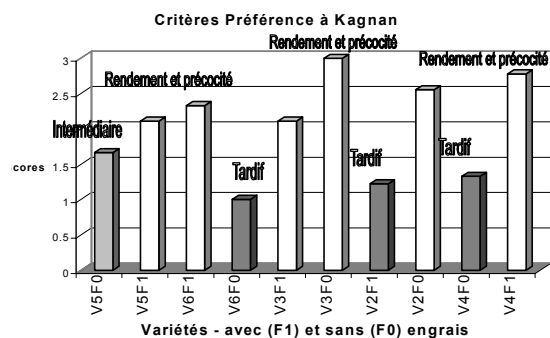
Parmi les critères utilisés pour faire leur choix, nous avons retenu des paysans le caractère rendement, la précocité. Le rendement et la précocité sont des critères indispensables pour que la variété soit acceptée par ces paysans. La figure 21 illustre ces critères de préférences paysannes à Kagnan :

Le rendement et la précocité ont le même poids dans la sélection chez les paysans à Kagnan. Le diagramme 1 illustre ce poids des critères dans la sélection chez les paysans :

En conclusion nous dirons que les paysans se basent sur deux critères pour apprécier une variété. Ces critères sont le rendement et le cycle. Une variété est jugée bonne si elle donne de bon rendement et que son cycle cale bien avec la fin des pluies.

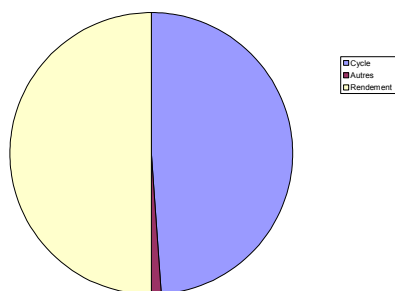


**Figure 20** : Préférences paysannes à Kagnan



**Figure 21** : Critère de préférences à Kagnan

**Poids des critères dans la Sélection chez les paysans à Kagnan**



**Diagramme 1** : poids des critères dans la sélection chez les paysans à Kagnan

## **V- CONCLUSION ET SUGGESTIONS**

Toutes les variétés ont réagi à la fertilisation, à l'exception de la variété locale, le dubirou.

La variété V6 (CSM63 E) s'est montrée performante. Cette supériorité s'explique par le plus grand nombre de panicules récoltées par unité de surface. Au point de vue de la phénologie les variétés ont épié dans le période recommandée pour l'épiaison de la zone, à l'exception de la V5 et V4 qui semblent un peu tardives pour la zone.

Les mauvais rendements que nous avons enregistrés chez certaines variétés sont dus en partie à la pluviométrie qui a été déficitaire (549mm contre une moyenne de 671 mm) surtout au moment de l'épiaison c'est à dire au mois de septembre. Il faut noter les limites de la V6 qui en année de bonne pluviométrie serait sujette aux attaques d'oiseaux et à la moisissure, car elle semble la plus précoce.

En raison de la faible fertilité des sols, il y a peu de relation entre l'indice environnemental et le rendement obtenus sans engrais. L'analyse de la stabilité a donc porté essentiellement sur les rendements obtenus avec fertilisation. L'analyse montre que l'indice de fertilité des variétés 2, 3, 4 et 5 explique une forte part du rendement avec engrais, tandis que pour la V6 (CSM63E) et la V1 (maïs), l'indice environnemental explique peu le rendement. La supériorité de la V6 correspond surtout à sa réussite relative aux faibles niveaux de fertilité. Son rendement est supérieur à 1000 kg/ha lorsque le rendement moyen des paysans ne dépasse pas 500 kg/ha.

Le rendement moyen observé en champs paysans est de 327 kg/ha qui est assez proche du rendement des sorghos sans engrais observé dans nos essais (310 kg/ha). Les sites d'implantations des essais sont donc bien représentatifs de la productivité du terroir de Kagnan. Les rendements mesurés cette année sont tous faibles par rapport à la moyenne de 750 kg/ha mesurée en 2003.

Les critères que nous avons retenus dans le choix des paysans de Kagnan sont : le rendement, la précocité. Ces deux critères semblent indispensables pour que la variété soit acceptée par ces paysans.

Nous suggérons à ce que l'on approfondisse dans les futurs essais le comportement de la variété locale qui n'a pas réagi à la fertilisation.

Cette étude nous a fait voir qu'une variété jugée meilleure à la station peut avoir des limites en milieu paysan, surtout dans les conditions climatiques défavorables comme cette campagne 2004.



## **VI - RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- **Bilan 01-02-03** du programme sorgho de l'institut d'économie rurale
- **Célestin Dembélé, Jean-Marc D'herbes, Valentin Beauval, 2001**, Préservation de l'agrobiodiversité du sorgho in situ au B.F et au Mali par l'amélioration participative des écotypes locaux. In projet de préservation de l'agrobiodiversité du sorgho ( Version du 12-10- 00).
- **Chantereau J., Nicou R., 1991**, Le sorgho Maisonneuse et Larosse, paris (France ), 195 pages.
- **CIRAD – GRET, 2002**, Mémento de l'agronome, N° 312091, France, 1687 Pages.
- **D.N.S.I.**, Enquête agricole de conjoncture résultats définitifs de la campagne agricole 96 /97.
- **Doumbia Y. O, Touré A., juillet 2000**. Bilan de 30 dernières années de recherches agricole au Mali.
- **Fiche technique** du programme maïs de l'Institut d'Economie Rurale (I.E.R.).
- **Fiche technique** du programme sorgho de l'Institut d'Economie Rurale.
- **Franquin P., 1974**, Détermination des équations climatiques du développement chez les espèces cultivées de jours courts. Signification agronomique.
- **Gilles Trouches, Jacques Chantereau, Jean-Marc Zongo**, Variétés traditionnelles et variétés améliorées dans les régions sahéliennes. In futur des céréales photopériodiques pour une production durable en Afrique tropicale semi-aride. Page 197 –208.
- **Kouressy M., Ouattara M., Vaksman M., 1998**, Importance du photopériodisme chez les sorghos tropicaux, conséquences pour un programme de sélection. In : Amélioration du sorgho et de sa culture en Afrique de l'Ouest et du centre. Actes de restitution du programme conjoint sur le sorgho ICRISAT – CIRAD, Bamako, Mali, 17-20 mars 1997, cirad ca, Page 49-54.
- **Major D.J., Rood S.B., Miller F.R., 1990**, Temperature and photoperiod effects mediated by the sorghum maturity genes. Crop Science, 30: 305-310.
- **Rapport de Johnny Egg (I.N.R.A.-E.S.R.) et Niama Dembélé, 1999**, L'Etude de l'impact de la libéralisation sur le fonctionnement des filières céréalières au Mali.
- **Sécheresse 2000**, Vol (11), N° 4, pages 211 – 330.
- **Rapport annuel FAO. 2000**
- **Rapport annuel FAO 1997.**
- **Vaksman M., Traoré S., Niangado O., 1996**, Le photopériodisme des sorghos Africains. Agricultures et développement, Vol.9, p. 13 –18.