

EVALUATION MORPHOLOGIQUE D'UNE COLLECTION DE MIL

Gomkoudougou Roger ZANGRE
et Didier BALMA *

RESUME

Cent dix écotypes de Mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) provenant du Bénin, du Burkina, du Cameroun, du Mali, du Niger, du Nigeria, du Sénégal et du Togo, ont fait l'objet d'une évaluation morphologique pendant deux campagnes agricoles (1988 et 1989). Les valeurs moyennes, les coefficients de variation, les variances, les histogrammes de distribution et les coefficients de corrélation de dix caractères quantitatifs et la répartition de six caractères qualitatifs ont été étudiés et les résultats discutés. L'évaluation a permis de mettre en évidence une importante variabilité des caractères étudiés et une grande diversité phénotypique des écotypes. La variabilité révélée et l'existence de fortes corrélations entre certains caractères quantitatifs ont permis de discuter de l'utilisation de ces écotypes dans un programme d'amélioration variétale.

MOTS CLES : *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., écotypes, évaluation morphologique, variabilité, diversité, sélection variétale.

MORPHOLOGICAL EVALUATION OF A PEARL MILLET GERPLASM COLLECTION

ABSTRACT.

One hundred and ten ecotypes, of Pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.), from Benin, Burkina, Cameroon, Mali, Niger, Nigeria, Senegal and Togo, were evaluated for morphological traits during two rainy seasons (1988 and 1989) in Burkina Faso. Mean values, coefficients of variation, mean square, histograms of distribution and correlation coefficients of ten quantitative characters, and the repartition of six qualitative one, were studied and the results discussed. The results showed an important variability within traits and a great diversity among ecotypes. This variability and the strong correlations between some quantitative traits could provide large possibilities for the use of traditional pearl millet cultivars in a breeding program.

KEY WORDS : *Pennisetum glaucum* (L) R. Br., écotypes, morphological Evaluation, variability, diversity, breeding.

INTRODUCTION

Les cultivars traditionnels de Mil représentent l'essentiel de la production de cette céréale au Burkina et dans d'autres pays sahéliens. Au niveau de certaines zones de culture, les variétés cultivées coexistent avec les formés spontanées créant ainsi une situation favorable aux échanges géniques, source de maintien de la variabilité génétique dans ces variétés (BILQUEZ et LE CONTE, 1969 ; BELLIARD *et al.*, 1980 ; PERNES *et al.*, 1984 ; MARCHAIS et TOSTAINS, 1988).

Des prospections ont été réalisées par différents Instituts de Recherches au Burkina et ailleurs pour collecter les ressources génétiques locales de mil en vue de leur utilisation et de leur conservation (LE CONTE, 1967 ; JOLY ECHENHAUSER, 1984 ; LOHANI, 1985 ; CLEMENT, 1985 ; APPA RAO *et al.*, 1985 b ; ZONGO *et al.*, 1988). A partir des écotypes locaux, plusieurs variétés locales améliorées ont même été développées (ZONGO *et al.*, 1988). Toutefois, l'important réservoir de gènes que représentent ces ressources génétiques locales, pour être bien utilisé par les programmes d'amélioration ou bien géré par les banques de gènes, a besoin d'être évalué pour les caractères agronomiques importants et pour certains marqueurs biochimiques. Cette évaluation permettra une meilleure description de la variabilité génétique existante et une meilleure connaissance des cultivars locaux. Le présent article se propose d'étudier la variabilité morphologique de 92 écotypes provenant du Burkina et de 18 écotypes originaires de six pays Ouest-africains et du Cameroun par l'analyse de dix caractères quantitatifs et de six caractères qualitatifs.

Parmi les objectifs de l'étude, se trouve en bonne position, l'utilisation pratique des résultats par le programme national de sélection. La collection qui fait l'objet de cette étude, provient des prospections réalisées entre 1981 et 1986, par l'International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) en collaboration avec les structures nationales de recherches agricoles.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

Les écotypes, objet de la présente étude, représentent cent dix échantillons provenant du Burkina (92), du Bénin (3), du Cameroun (1), du Mali (3), du Niger (3), du Nigéria (3), du Sénégal (3) et du Togo (2). Les 92 échantillons du Burkina se répartissent entre la zone sahélienne (30), le plateau central (28), le centre-sud (16) et l'est du pays (18).

Conditions d'expérimentation

Conditions de culture

L'étude a consisté en la mise en place d'un essai sur un site (Gampéla) pendant deux campagnes agricoles consécutives, 1988 et 1989. Afin de réussir une bonne levée des plantules, un semis en pépinière a été réalisé en pots remplis de terre de parc, suivi 25 jours plus tard d'un repiquage en plein champ à raison d'une plantule par poquet. La parcelle d'expérimentation a été labourée avant le repiquage avec un apport de fumure à base de NPK (14-23-14) à la dose recommandée de 100 kg / ha. Trois semaines après le repiquage, un sarclage a été effectué avec un apport d'azote sous forme d'urée à la dose recommandée de 50 kg / ha. Un dernier buttage est intervenu à la sixième semaine après le repiquage.

Les dates de semis en pots et de repiquage ont été respectivement en 1988, le 21 juin et le 06 juillet, et en 1989, le 26 juin et le 22 juillet.

Dispositif expérimental.

Le dispositif utilisé est un bloc Fischer randomisé comportant 3 répétitions. La répétition comprend 110 parcelles élémentaires dont chacune est constituée par 3 lignes de 4,80 m de long avec les écartements respectifs de 0,80 m entre les lignes et de 0,40 m entre les poquets sur la ligne. Les observations réalisées en s'inspirant des descripteurs mil IBPGR / ICRISAT de 1981, ont porté sur dix plantes prises au hasard sur la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire.

Caractères étudiés et méthodes d'analyse

Dix caractères quantitatifs (intervalle semis épiaison, hauteur à maturité, nombre d'encre-nœuds, nombre de talles à l'épiaison, nombre d'épis productifs, longueur et largeur de la feuille paniculaire et de la chandelle, poids de 1000 grains) et six caractères qualitatifs (pubescence des entre-nœuds et des feuilles, coloration des nœuds, des entre-nœuds et des grains, forme de la chandelle), d'intérêt agronomique certain et parmi les plus discriminants, ont été analysés. Les variations des caractères quantitatifs ont été étudiées au travers de l'analyse de variance, de l'observation des valeurs moyennes, minimales et maximales, des histogrammes de distribution et des corrélations entre variables (DAGNELIE, 1975). Les caractères qualitatifs ont été étudiés d'après la répartition en nombre et en pourcentage de ces variables au sein des différents écotypes.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Variabilité des caractères quantitatifs

Le tableau I récapitule les valeurs moyennes, minimales et maximales et les coefficients de variation de dix caractères quantitatifs. Il ressort des résultats interannuels que les valeurs moyennes demeurent relativement constantes.

De même, les amplitudes entre les valeurs minimales et maximales, varient peu d'une année à l'autre sauf pour les caractères nombre de talles à l'épiaison (NTB), nombre d'épis productifs (NEU), longueur et largeur de la feuille paniculaire (LOD & LAD), largeur de la chandelle (LAC). Les variations interannuelles des coefficients de variation restent faibles pour les caractères hauteur de plante à maturité (HAM), nombre d'entre-nœuds (NEN), longueur et largeur de feuille paniculaire, largeur de chandelle et poids de 1000 grains (PMG). Les coefficients de variation compris entre 12,2 % (longueur de la feuille paniculaire) et 42 % (nombre d'épis productifs), sont de valeurs relativement élevées traduisant l'importance de la variabilité des caractères étudiés.

L'analyse de variance (tableau II), a mis en évidence des différences significatives ($p = 1\%$) entre les écotypes. Ceci indique que l'importante variabilité constatée au niveau des caractères, se traduit par une diversité phénotypique de la collection (MARCHAIS, 1982). Par ailleurs l'analyse des histogrammes de distribution (Fig. 1 à 6 en annexe), conforte ces résultats.

D'après la distribution de l'intervalle semis épiaison (ISE) (fig. 1) et selon l'ajustement au cycle semis maturité proposé par BONO (1959) et BONO (1973), les écotypes étudiés sont de cycle compris entre 60 et 150 jours. Suivant les classifications de BOURKE (1963) et CLEMENT (1985), on pourrait les répartir entre deux groupes de précocité :

- des écotypes précoces et demi-précoces de cycle inférieur ou égal à 120 jours, regroupant 80 % des effectifs ;
- des écotypes tardifs et semi-tardifs de cycle supérieur à 120 jours regroupant 20 % des effectifs.

On constate que la collection est largement représentée par les écotypes précoces et demi-précoces. Ce constat tient à deux éléments importants. D'abord environ 70 % des écotypes étrangers sont précoces et demi-précoces et ensuite la collection du Burkina provient surtout des

TABLEAU I : valeurs moyennes de 10 caractères quantitatifs observés sur 110 cultivars à Gampèla

Variable	Année	Moyenne X ± i.c.	CV(%)	Mini.	Maxi.
ISE (jours)	1	77,8 ± 3	20,30	33,30	104,00
	2	85,0 ± 1	16,00	56,00	123,00
HAM (cm)	1	318,0 ± 11,00	15,80	174,00	399,90
	2	258,2 ± 4,100	16,60	125,50	337,20
NEN	1	12,4 ± 0,60	23,10	6,00	16,80
	2	10,6 ± 0,20	20,40	4,70	15,10
NTB	1	10,3 ± 0,20	21,60	7,10	13,20
	2	8,1 ± 0,20	26,10	3,70	15,10
NEU	1	4,5 ± 0,20	28,00	2,20	10,60
	2	5,4 ± 0,20	42,00	2,10	16,60
LOD (cm)	1	46,6 ± 1,20	14,00	35,40	60,30
	2	47,7 ± 0,50	12,20	28,00	64,20
LAD (cm)	1	4,32 ± 0,15	18,00	3,100	5,95
	2	4,51 ± 0,07	16,00	2,200	6,00
LOC (cm)	1	36,4 ± 2,60	37,6	19,5	104,00
	2	38,7 ± 1,30	34,4	15,5	105,00
LAC (cm)	1	2,22 ± 0,07	16,40	1,70	3,20
	2	2,24 ± 0,04	18,80	1,20	4,10
PMG (g)	1	9,5 ± 0,20	12,70	6,50	13,80
	2	10,7 ± 0,20	15,80	6,80	15,40

1 = 1988
2 = 1989

i.c = Intervalle de confiance
C.V. = Coefficient de variation
Min & maxi = minimum et maximum

TABLEAU II : Analyse de variance de 10 caractères quantitatifs site de Gampèla 1989

Variable	Variance	F calculé	PPDS (Student-FISCHER)	
			P = 5%	P = 1%
ISE	651,19	78,22**	4,7	6,3
HAM	7830,35	22,78**	30,3	40,3
NEN	24,71	153,13**	0,6	0,9
NTB	4,13	3,64**	1,8	2,4
NEU	4,70	6,20**	1,4	1,9
LOD	129,08	11,42**	5,5	7,3
LAD	1,80	22,98**	0,46	0,61
LOC	557,17	114,52**	3,6	4,8
LAC	0,40	13,98**	0,28	0,38
PMG	0,04	3,88**	0,16	0,22

** p = 0,01

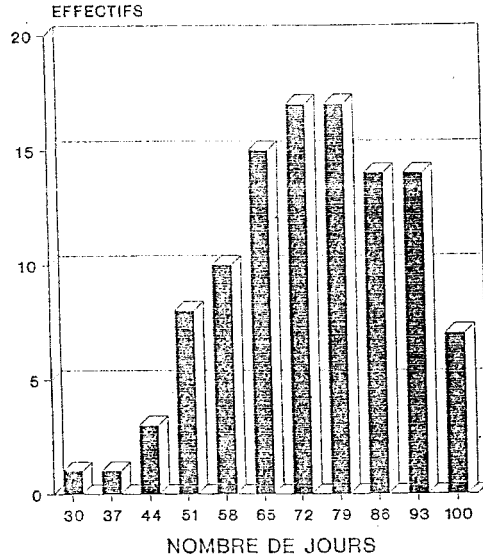


FIGURE 1 : Intervalle semis-épiaison

zones sahélienne et soudanienne où le mil cultivé en général, est de 80 à 120 jours de cycle (ZONGO *et al.*, 1988). Les valeurs extrêmes de la hauteur de la plante à maturité (fig. 2A), situent les écotypes dans les limites (68 à 500 cm) de RACHIE et MAJMOUDAR (1980) pour le mil. Les hauteurs fortement représentées, sont comprises entre 270 et 380 cm, plaçant la majorité des écotypes étudiés, parmi les mils de taille intermédiaire (ZONGO *et al.*, 1988).

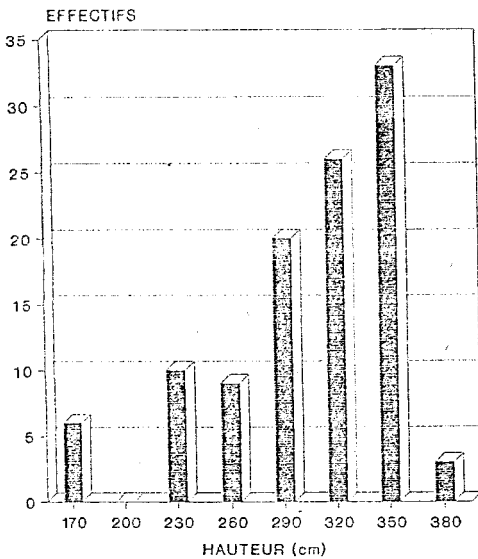


FIGURE 2A : Hauteur à maturité

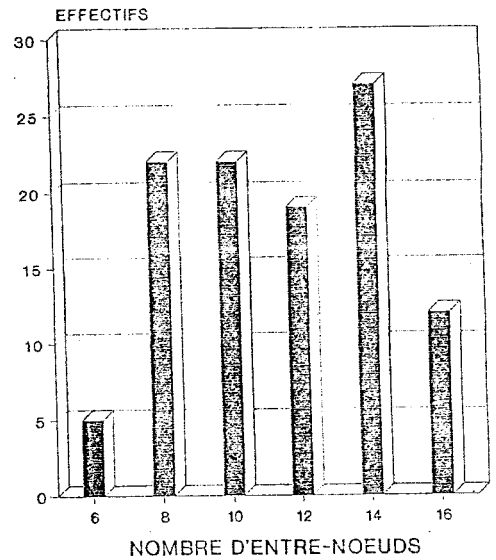


FIGURE 2B : Nombre d'entre-nœuds.

La distribution du nombre d'entre-nœuds (fig. 2 B) présente deux modes (à 10 et à 14 entre-nœuds) avec environ 55 % des écotypes dans l'intervalle 6 à 12 entre-nœuds et 45 % dans l'intervalle 12 à 18 entre-nœuds. Environ 90 % des échantillons ont un nombre de talles basales compris entre 8 et 12 talles (fig. 3A), alors que la production d'épis productifs dans le même intervalle, reste très faible. En effet plus de 80 % des écotypes produisent seulement entre 2 et 7 épis productifs (fig 3B). Ceci indique que les talles ont subi beaucoup de dégénérescence dans les conditions d'expérimentation.

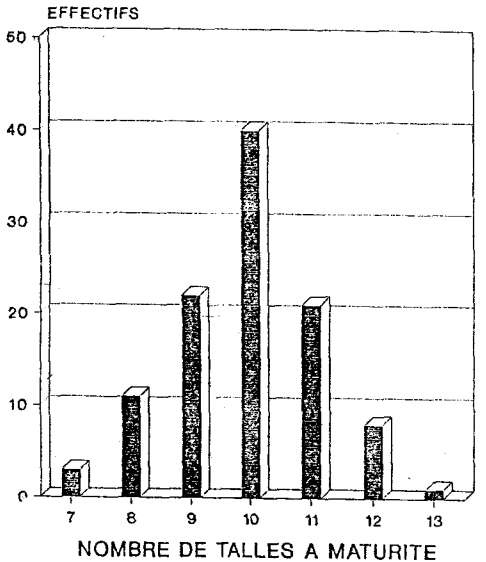


FIGURE 3A : Nombre de talles à maturité

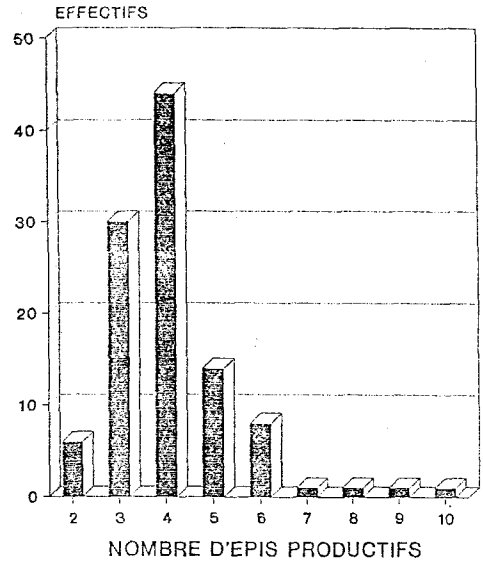


FIGURE 3B : Nombre d'épis-productifs

La distribution de la longueur de la feuille paniculaire (fig. 4A) présente 2 modes (à 38 et 50 cm). On pourrait distinguer les écotypes par la longueur de la feuille en deux groupes ; un groupe ayant une longueur de feuille comprise entre 35 et 44 cm et un autre ayant une longueur de feuille comprise entre 47 et 59 cm représentant respectivement environ 40 % et 60 % des effectifs.

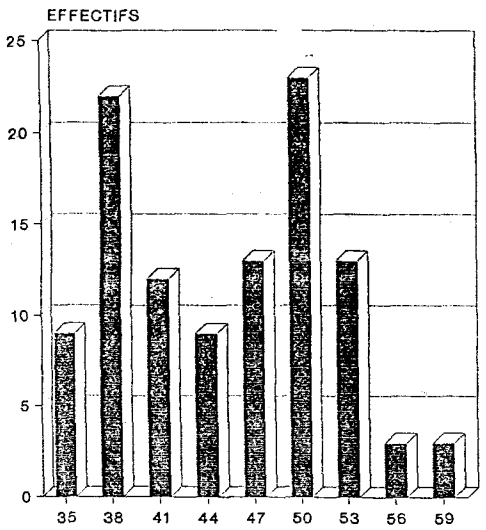


FIGURE 4 A : Longueur de la feuille paniculaire

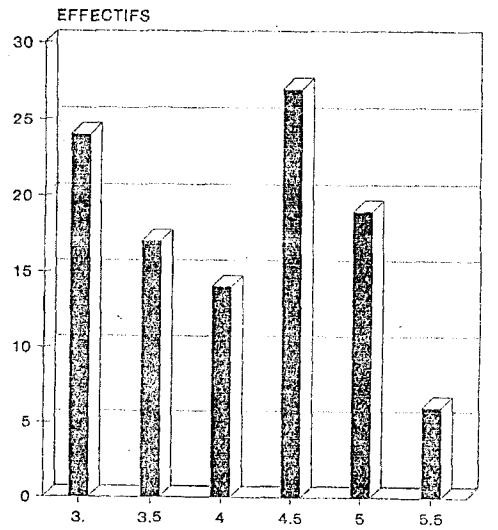


FIGURE 4B : Largeur de la feuille paniculaire

La distribution de la largeur de la feuille paniculaire distingue également 2 groupes d'écotypes (fig. 4B). Un groupe dont la largeur de feuille est comprise entre 3 et 4 cm représentant environ 45 % des échantillons et un groupe de largeur de feuille comprise entre 4 et 6 cm représentant environ 55 % des échantillons. On note qu'environ 86 % des écotypes de la collection ont des chandelles de longueur comprise entre 20 et 50 cm (fig. 5A) et 80 % ont des chandelles de largeur comprise entre 1 et 2 cm (fig. 5B). Ces dimensions de chandelles confirment en partie les résultats de BILQUEZ et SEQUIER (cités par MARCHAIS, 1975), sur les mils du Burkina et de l'Afrique de l'Ouest. Environ 88 % des échantillons présentent un poids de 1000 grains compris entre 8 et 12 grammes. La distribution de cette variable (fig. 6), situe les écotypes dans les limites 3 à 15 grammes rapportées par RACHIE et MAJMOUDAR (1980). Malgré la présence de matériels précoces du Togo et du Sud du Burkina, connus généralement pour la grosseur du grain, le maximum de 19 grammes pour 1000 grains indiqué par ANAND KUMAR et APPA RAO (1987) dans une étude similaire, n'a pas été observé.

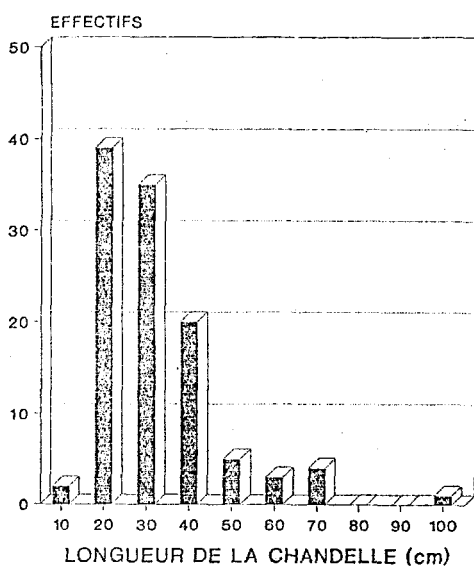


FIGURE 5 A : Longueur de la chandelle

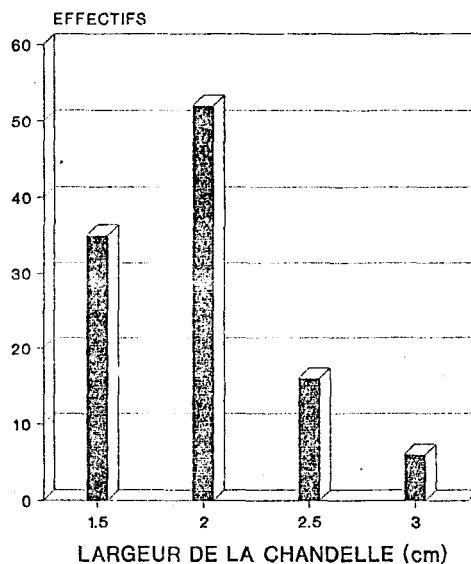


FIGURE 5B : Largeur de la chandelle

Variation des caractères qualitatifs

Sept formes différentes de chandelles, ont été décrites dans la collection (tableau III). Les chandelles de forme cylindrique et fusiforme sont les plus représentées avec respectivement 24 % et 32 %, des effectifs. Une grande proportion des écotypes présente des pigmentations et des ornementsations sur les parties végétatives (tableau IV). Ainsi environ la moitié des écotypes possède des nœuds pourpres, 43 % des feuilles pubescentes et 48 % des entre-nœuds également pubescents. Au niveau du grain quatre types de coloration ont été observés dans les proportions suivantes : 41 % d'écotypes à grains jaunes ; 31 % à grains gris ; 22 % à grains gris-jaunes et 6 % à grains pourpres (tableau V).

Tout comme les caractères quantitatifs, les variables qualitatives montrent une grande variation susceptible d'être utilisée dans la mise au point de certaines combinaisons variétales.

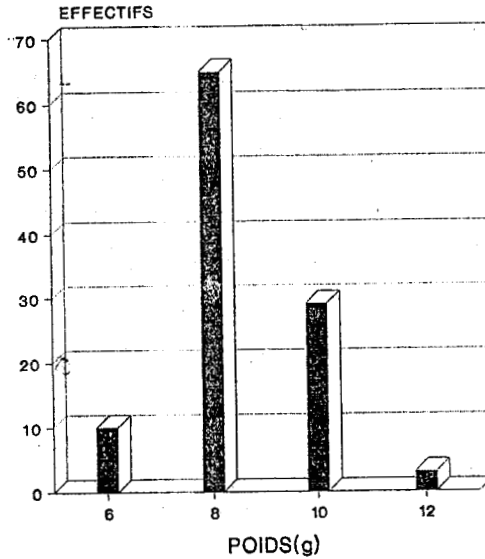


FIGURE 6 : Poids de 1000 Grains.

Corrélations entre caractères quantitatifs

L'étude des corrélations entre les caractères d'intérêt agronomique, demeure une donnée importante pour l'amélioration ultérieure des écotypes.

La formule utilisée dans le calcul des coefficients de corrélation, est donnée par DAGNELIE (1975) :

$$r = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{S_x S_y}$$

Où r est le coefficient de corrélation entre les variables x et y ; Cov (x, y), la covariance entre les 2 variables x et y ; Sx et Sy les écarts types respectifs de x et y.

Pour vérifier la signification des coefficients, on a comparé un t observé à une distribution du T théorique de Student par la formule :

$$t \text{ observé} = \frac{r \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

Où r est le coefficient de corrélation testé ; n le nombre d'échantillons ; n - 2 le nombre de degré de liberté.

Une corrélation est dite significative si la valeur du t calculé est supérieure à celle du T théorique.

L'examen de la matrice de corrélation (tableau 6), permet de distinguer principalement trois types de caractères :

- Des caractères fortement corrélés positivement
- * Intervalle semis épiaison — Nombre d'entre-nœuds ($R^2 = 0,969$)

TABLEAU III : Forme de la chandelle : répartition des écotypes : en effectif et en pourcentage

Forme	Effectif	Pourcentage
Cylindrique	52	24,00
Fusiforme	69	31,80
Lancéolée	22	10,13
Conique	3	1,37
Cylindrique + Fusiforme	46	21,19
Cylindrique + Lancéolée	8	3,68
Fusiforme + Lancéolée	17	7,83
TOTAL	217	100,00

TABLEAU IV : Pigmentation des nœuds et des entre-nœuds ; pubescence des entre-nœuds et des feuilles : répartition des écotypes en effectif et en pourcentage

Caractères	Effectif	Pourcentage
Noeuds roses	54	49,09
Entre-noeuds pourpres	30	27,27
Feuilles pubescentes	47	42,73
Entre-noeuds Pubscents	53	48,18

TABLEAU V : Coloration des grains : répartition des écotypes en effectif et en pourcentage

Coloration	Effectif	Pourcentage
Gris	45	40,91
Jaune	34	30,91
Pourpre	7	6,36
Gris-Jaune	24	21,82
TOTAL	110	100,00

TABLEAU VI : Matrice de corrélation de 10 caractères quantitatifs

	ISE	HAM	NEM	NTB	NEU	LOD	LAD	LOC	LAC	PMG
ISE	1,000									
HAM	0,745**	1,000								
NEM	0,969**	0,768**	1,000							
NTB	0,484**	0,379**	0,483**	1,000						
NEU	-0,199*	-0,330**	-0,145**	0,312**	1,000					
LOD	-0,622**	-0,243*	-0,631**	-0,408**	-0,395	1,000				
LAD	-0,821**	-0,522**	-0,832**	-0,512**	-0,217*	0,840**	1,000			
LOC	-0,323**	-0,043	-0,358**	-0,318	-0,537**	0,719**	0,535**	1,000		
LAC	-0,638**	-0,454**	-0,652**	-0,447**	-0,244**	0,544**	0,780**	0,249**	1,000	
PMG	-0,101	-0,123	-0,076	0,050	0,171	0,028	0,076	0,034	0,152	1,000

* S au seuil de 5%

** S au seuil de 1%

- * Intervalle semis épiaison — Hauteur de plante à maturité
($R^2 = 0,745$)
 - * Hauteur à maturité — Nombre d'entre-nœuds ($R^2 = 0,768$)
 - * Longueur de la feuille paniculaire — Largeur de la feuille paniculaire
($R^2 = 0,840$)
 - * Longueur de la feuille paniculaire — Largeur de la chandelle
($R^2 = 0,719$)
 - * Largeur de la feuille paniculaire — Largeur de la chandelle
($R^2 = 0,780$)
- Des caractères fortement corrélés négativement :
- * Largeur de la feuille paniculaire — Intervalle semis épiaison
($R^2 = 0,821$)
 - * Largeur de la feuille paniculaire — Nombre d'entre-nœuds
($R^2 = 0,832$)

Des caractères peu ou pas corrélés :

- * Tallage basal à épiaison — Nombre d'épis productifs
($R^2 = 0,312$)
- * Longueur de chandelle — largeur de chandelle
($R^2 = 0,249$)

Le poids de 1000 grains n'est corrélé à aucun des caractères étudiés. On peut en conclure comme BILQUEZ (1970) et JOLY-ECHENHAUSER (1984), que cette variable se trouve très influencée par les conditions du milieu.

Par contre il est possible de réaliser le choix d'un caractère par un autre si les deux sont fortement corrélés. Cela devient très intéressant si les caractères juvéniles sont fortement corrélés aux caractères à maturité. Dans la situation présente, on peut très bien obtenir des plantes à cycle court et de hauteur relativement réduite en sélectionnant seulement celles qui montrent des grandes dimensions de feuilles paniculaires. Une sélection pour des feuilles de grandes dimensions peut également aboutir à l'obtention de plantes ayant des chandelles longues. La faible corrélation qui existe entre le nombre de talles à l'épiaison et le nombre d'épis productifs, indique par contre que le tallage à l'épiaison n'est pas un bon prédicteur du tallage productif à maturité. Une sélection précoce pour le tallage productif ne pourrait donc dans ces conditions, être envisagée.

CONCLUSION

Les résultats préliminaires des deux années d'évaluation de la collection, nous auront permis de mieux connaître les cultivars étudiés et de proposer d'ores et déjà des schémas pratiques en vue de leur amélioration. En effet les analyses portant sur les caractères quantitatifs ont mis en évidence des différences statistiquement significatives entre les différents écotypes, des distributions de fréquences importantes et des fortes corrélations entre les variables. Ceci laisse donc entrevoir des possibilités de prédiction de certains résultats de sélection pouvant être

avantageusement mis à contribution dans un programme d'amélioration variétale. Par ailleurs, l'étude des variables qualitatives a permis de mesurer leur importance dans la répartition des écotypes au sein des groupes de mils africains. En attendant de réaliser des évaluations beaucoup plus poussées, utilisant des méthodes et techniques d'investigation plus performantes, les résultats, mêmes préliminaires de la présente étude, représentent une contribution dans l'utilisation pratique des ressources génétiques du mil.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANAND KUMAR K. and APPA RAO S., 1987. Diversity and Utilization of Pearl Millet Germplasm. In Proceedings of the International Pearl Millet Workshop, 7-11 AP 1986, ICRISAT Center, India. Patancheru, A.P. 502324, India : International Crops Research Institut for the Semi-Arid Tropics : 69-82.
- APPA RAO, S., MENGESHA, M.-H., and SHARMA, D. 1956. Collection and evaluation of pearl millet (*Pennisetum americanum*) germplasm from Ghana. *Economic Botany*, 39 : 25-38.
- BELLIARD, J., N GUYEN VAN E., PERNES J., 1980. Analyse des relations génétiques entre formes spontanées et cultivées chez le mil à chandelle. Etude des parents et des hybrides de première génération (F1) entre un écotype de *Pennisetum mollissimum* HOCHST (Forme spontanée) et différentes formes cultivées de *Pennisetum americanum* (L.) Lecke. *Ann. Amélior. Plantes* 30 : 229-251.
- BILQUEZ, A. P., and Le CONTE, J., 1968. Relations entre les mils sauvages et les mils cultivés. Etude de l'hybride *Pennisetum typhoïdes* Stapf et Hubb. x *P. violaceum* L. (Rich.). *Agronomie Tropicale* 24 : 249-257.
- BONO, M., 1959. Etude et évolution sur deux campagnes 1957-1958 des caractères utilisés dans la sélection des mils *Pennisetum* par la méthode dite des "fiches perforées", pratiquée au CRA Bambeu. *Annales du CRA de Bambeu* : 69-95.
- BONO, M., 1973. Contribution à la morpho-systématique des *Pennisetum* annuels cultivés pour leur grain en Afrique occidentale francophone. *Agronomie tropicale* 28 : 229-355.
- BOURKE D. O. D., 1963. The West Africa Millet Crop and its Improvement. *Sols africains* 8 : 121-132.
- CLEMENT J. C., 1985. Les mils pénicillaires de l'Afrique de l'Ouest : prospection et collectes IBPGR-ORSTOM, 231 p.
- DAGNEILE P., 1973. Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques Gembloux Vol. 2. Les Presses Agronomiques de Gembloux A. S. BL. 375 p.
- IBPGR/ICRISAT, (International Board for Plant Genetic Ressources/International Crops Research Institut for the Semi-Arid Tropics), 1981. Pearl Millet descriptors. Rome, Italy : IBPGR-34 p.
- JOLY - ICHENHAUSER, H., 1984. Hérité du syndrome de domestication chez le mil *Pennisetum typhoïdes* (Burm) Stapf et Hubb. Etude comparée de descendances (F2 et rétrocroisement) issues de croisements entre plusieurs géniteurs cultivés et spontanés. Thèse de 3e cycle. Université Paris XI, Orsay, 121 p.

LE CONTE J., 1967. Enquête sur la culture et l'amélioration génétique des mils et maïs cultivés en HAUTE-VOLTA : compte rendu de mission réalisée du 15-20 Octobre 1965 et du 02-08 Octobre 1967. IRAT/PARIS (7e).

LOHANI S. N., 1985. Pearl Millet production and Improvement in BURKINA FASO. Dans communications de l'atelier régional sur l'amélioration du mil. Niamey, NIGER, 31 Août au 04 Septembre 1984 : 199-211.

MARCHAIS, L., 1975. La variabilité naturelle connue chez des mils pénicillaires cultivés et sauvages : inventaire en vue d'une prospection en Afrique de l'Ouest, Paris France : ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération), 41 p.

MARCHAIS, L., 1982. La diversité phénotypique des mils pénicillaires cultivés au Sénégal et au Mali. *Agronomie Tropicale* 37 : 68-80.

MARCHAIS L., et TOSTAIN S., 1988. Premières investigations sur la diversité des mils pénicillaires sauvages de l'Ouest Africain. In *Crop Genetic Ressources of Africa. Proceedings of an International Conference of Crop Genetic Ressources of Africa. Vol 1* : 26-30 Septembre 1988. Edited by F. ATTERE H. ZEDAN, N. Q. Ng and P. PERRINE Vol. 1. 223-229.

PERNES, J., COMBES, D., and LEBLANC, J. M. 1984. Le mil. In *Gestion des ressources génétiques des plantes* (PERNES, J., ed.). Vol. 1 : 157-197.

RACHIE K. O. et MAJMOUDAR J. V., 1980. Pearl Millet. University Park, Pennsylvania, USA : Pennsylvania State University Press 307 p.

ZONGO J. D., SEDEGO M. C., SERÈME P. et ZANGRE G. R., 1988. Synthèse des prospections des mils (*Pennisetum typhoides*, Stapf et Hubbard) au Burkina Faso. *Proceedings of Regional Pearl Millet Improvement Workshop. 15-16 August 1988* : IAR, Samaru, Nigeria, ICRISAT Sahelien Center : 121-129.