

Etude de la variabilité agromorphologique de quelques écotypes locaux de gombo cultivés au Burkina Faso

Mahamadou SAWADOGO¹, DidierBALMA²

Résumé

Dix sept écotypes de gombo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) obtenus par sélection variétale participative après une prospection réalisée dans 12 villages de cinq directions régionales de l'agriculture (DRA) du Burkina Faso et deux écotypes du Mali ont fait l'objet d'une caractérisation agromorphologique durant la campagne agricole 2003-2004 dans les parcelles de l'Université de Ouagadougou. L'étude a été entreprise en vue de décrire et de stratifier la variabilité agromorphologique et de comprendre l'influence des critères de choix du paysan sur la diversité des cultures, dans l'intention de retenir les meilleurs géniteurs pour une amélioration variétale du gombo. Les paysans utilisent des critères de sélection qui leur sont propres. Ces critères varient peu d'une région à l'autre et sont le plus souvent en relation avec les caractéristiques agromorphologiques des écotypes. L'évaluation de ces écotypes montre que le gombo présente une multiplicité de formes variétales qui diffèrent par la durée de leur cycle, les dimensions (longueur et largeur) et la coloration des organes en particulier celles des fruits. Ainsi, la longueur et le diamètre du fruit, le diamètre du deuxième pédoncule, le nombre de nœuds et la taille de la plante à la boutonnisation ont révélé le plus grand nombre de classes distinctes (10 à 15). Ce qui se traduit par un type de distribution plurimodale conséquence possible de l'existence de sous populations. Les écotypes homogènes Eco 22, Eco 01, Eco 05 et 04TM peuvent être proposés à la vulgarisation. Eco 22 pourrait être amélioré par croisement avec 21TM dont il est très éloigné selon les distances de Mahalanobis. Par ailleurs, les écotypes 11TM du Centre Nord et 14TM du Mali constituant le groupe 5 de la classification ascendante hiérarchique présentent plus de paramètres désirés (de petits fruits en grand nombre) par les paysans et pourraient à ce titre être impliqués dans un vaste programme de vulgarisation dans la zone sahélienne du Burkina Faso. L'écotype 11TM pourrait également faire l'objet de croisement dans le but de réduire sa taille et son cycle.

Mots clés : Ecotype de gombo, caractérisation, agromorphologique, variabilité, sélection variétale participative.

Abstract

Seventeen ecotypes of okra obtained by participative varietal selection in 12 villages of five regional directions of agriculture of Burkina Faso and two ecotypes of Mali have been used for agromorphological characterization during the agricultural rainy season 2003-2004 in experimental fields of the University of Ouagadougou. The scope of this study is to describe and to stratify the ecotypes variability and to understand the farmer's choice in the intention to retain the best genotypes for a varietal improvement of the okra.

¹ Université de Ouagadougou (UFR-SVT) 03 BP 7021 Ouagadougou 03 Burkina Faso

² INERA-CREAF/Kamboinsé, 01 BP 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso

Farmers do have their own criteria for plant selection. These criteria vary slightly from region to region and are linked to agromorphological characteristics of the ecotypes. The study shows that okra presents a multiplicity of varietal traits that differ by the duration of their cycle, dimensions (length and width) and the coloration of organs especially those of the fruits. In this way, the length and diameter of the fruit, the diameter of the second peduncle, the number of nodes and the plant height at the budding stage show a greater number of distinct classes (10 to 15). This leads to a certain plurimodal distribution showing a possible presence of sub-populations. The ecotypes Eco 22, Eco 01, Eco 05 and 04TM are homogeneous and can be released. The ecotype Eco 22 could be improved by crossing with 21TM who is very different according to distances of Mahalanobis. Furthermore ecotypes 14TM of Center North and 11TM of Mali of group 5 from ascendant hierarchical classification analysis present more desired parameters (small fruits in great number) by peasants farmers and could be introduced in a vast program of production in the sahelian zone of Burkina Faso. The ecotype 11TM could be used in a breeding program to reduce its height and cycle.

Keywords : Ecotype of okra, Characterization, agromorphologic, variability, participative varietal selection

Introduction

Le gombo, l'un des principaux légumes consommés en toute saison en milieu paysan et dans les villes est souvent classé au même niveau que les plantes secondaires par les chercheurs du monde entier en général et du Burkina Faso en particulier. Pourtant cette culture est parmi celles pouvant contribuer à améliorer les conditions de vie du monde rural de l'Afrique au sud du Sahara grâce à sa valeur nutritive, la plasticité de son utilisation et sa valeur marchande (PROJET DE CONSERVATION *IN SITU*, INERA/BF, 2001). Le gombo est un légume que l'on retrouve à l'état frais dans tous les marchés au Burkina Faso durant la période hivernale et à l'état sec (tranches, rondelles séchées ou en poudre) durant la saison sèche. Les fruits du gombo sont utilisés comme légumes frais et parfois commercialisés en conserve aux Etats-Unis et en Grèce (CHARRIER, 1983). La valeur nutritive des jeunes fruits et feuilles estimée par différents auteurs est comparée par SIEMONSMA (1982,b) à celle d'autres légumes tels la tomate, le potiron et l'aubergine. Les fruits sont appréciés et recherchés pour leur forte teneur en mucilage. De nos temps, le gombo est devenu une source sûre de revenus pour les femmes qui exploitent plus de 90 % des superficies emblavées au Burkina Faso.

Le gombo fait partie de la famille des Malvacées (CHARRIER,1983). Cette famille est représentée dans les régions tropicales par plusieurs espèces cultivées d'importance économique tels le cotonnier (*Gossypium* spp.) cultivé pour ses fibres et ses graines, l'oseille (*Hibiscus sabdariffa*) et le gombo (*Abelmoschus esculentus*). Les fleurs de gombo, comme celles de la plupart des Malvacées, sont éphémères, hermaphrodites, axillaires, solitaires et de grandes dimensions (HAMON, 1988). Les stigmates sont regroupés chez les formes cultivées. Cultivé principalement pour ses fruits, le gombo a été longtemps exploité principalement par la gent féminine à telle enseigne qu'il est souvent appelé en Afrique de l'Ouest la culture des femmes. Les travaux de collecte et de taxonomie réalisés dans les années 1980-1982 par l'IRD et l'IPGRI ont laissé transparaître que l'espèce *A. esculentus* est la plus répandue en Haute-Volta (actuel Burkina Faso). Il serait caractérisé par une diversité de la forme et de la couleur des fruits et des tiges (SECK, 1991).

HAMON (1983) soutient que l'étude de la variabilité génétique du genre *Abelmoschus* n'a jamais été réellement abordée et que très peu d'informations sont disponibles sur la variabilité

génétique de l'espèce cultivée *A. esculentus* en général, de même que l'absence de données sur l'Afrique de l'Ouest. Pour CHARRIER (1983), les valeurs les plus courantes du polymorphisme chromosomique se situent entre 108 et 144 chromosomes somatiques. Toutefois, il ajoute que lors des études cytogénétiques les plus complètes, KUWADA (1961, 1966) a retenu $2n = 124$ alors que les chercheurs indiens JOSHI et HARDAS (1953) s'étaient arrêtés à $2n = 130$ chromosomes pour un grand nombre de souches. CHARRIER (1953) pense que ces variations sont dues à l'imprécision des dénombrements ou à l'existence de races chromosomiques liées à la perte de chromosomes au cours des divisions mitotiques comme le suggèrent DATTA et NAUG (1968). Il soutient qu'en fait *A. esculentus* se situe comme un polyploïde par rapport à *A. tuberculatus* et aux formes de *A. esculentus* à 66 et 72 chromosomes. D'après HAMON (1988), les principales recherches effectuées sur le gombo ont été réalisées en dehors du continent africain. Les études récentes réalisées sur le genre en Afrique de l'Ouest sont basées sur la caractérisation agromorphologique de certains paramètres tels que la densité des plantes, la productivité (FONDIO et KOUAME, 1999) ou sur certaines interactions entre le génotype et l'environnement (ARIYO et AYO, 2000). Les domaines abordés concernent essentiellement les aspects agronomiques en Inde et au sud des Etats-Unis. Les études génétiques peu nombreuses et déjà anciennes ont porté sur les relations entre l'espèce cultivée *A. esculentus* et quelques espèces sauvages ainsi qu'entre espèces spontanées. Malgré tout, l'organisation évolutive du genre reste encore mal connue (CHARRIER, 1983). Aucune de ces études n'est réalisée dans les conditions agroécologiques similaires de nos sites au Burkina Faso. L'absence d'informations scientifiques fournies sur les espèces cultivées en Afrique de l'Ouest vient du fait que pendant longtemps le gombo a été considéré comme une plante secondaire de portée économique moindre réservée aux femmes qui le cultivent autour des cases. A ce peu d'intérêt s'ajoutent la sécheresse, les maladies et les attaques des insectes ravageurs qui provoquent une réduction importante de sa production (DUBEY et BAHGAT, 1998 ; FUGRO, 1999 ; ALI et HOSSAIN, 2000) l'amenant ainsi à jouer les derniers rôles dans les programmes de recherches agricoles du pays et ce malgré l'existence d'une diversité d'écotypes pouvant être utilisés dans la création de variétés. On ne signale pas encore la culture de variétés améliorées de gombo au Burkina Faso. Ce qui permet de parler plutôt d'écotypes locaux chez les paysans burkinabè en empruntant le point de vue de LELAND (1987) selon lequel, l'écotype est une race locale (race écologique) dont les génotypes sont adaptés à un habitat spécifique limité par suite de sélection naturelle dans le milieu local. Ce qui n'exclut pas que les écotypes de gombo aient subi une sélection humaine, ne serait-ce qu'empirique. Pour CHIGUMIRA et MVERE (1999), les variétés de gombo atteignent souvent les paysans seulement grâce aux agences d'ONGs ou des organismes d'aide humanitaire.

Malgré son importance incontestée dans la vie des populations, la culture du gombo demeure une activité abandonnée aux femmes et praticable particulièrement en saison pluvieuse sur de petites superficies (autour des cases). Cela est dû d'une part au manque d'intérêt de la part des secteurs de la recherche et d'autre part par l'absence de variétés à haut rendement cultivables en toute saison de l'année. C'est pourquoi il est impératif de rechercher, voire de créer des variétés performantes pour la saison pluvieuse et sous irrigation. Cela passe d'abord par une recherche de géniteurs parmi les écotypes détenus par les paysans. Le faible niveau de connaissance sur la variabilité génétique du gombo cultivé milite en faveur de l'étude sur la stratification variétale suivie du choix de géniteurs qui prend en compte les critères de sélection des paysans (productivité et qualité du fruit).

L'objectif de la présente étude était de décrire et de stratifier la variabilité agromorphologique du gombo et de comprendre l'influence des critères de choix du paysan sur la diversité des cultures, dans l'intention de retenir les meilleurs géniteurs pour une amélioration variétale.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de 17 écotypes du Burkina Faso et de deux écotypes du Mali (tableau I). En ce qui concerne les écotypes du Burkina Faso 16 ont été obtenus à la suite d'une sélection variétale participative par la méthode développée par WITCOMBE et JOSHI (1996) et WELTZEIN *et al.* (1998). Les paysans relevant de cinq directions régionales de l'agriculture (DRA) dans le cadre du projet de conservation *in situ* de la diversité biologique agricole ont pris part à cette sélection participative.

L'écotype Eco 22 est issu de l'épuration d'un échantillon de gombo collecté sur la place du marché de Yako que l'équipe d'amélioration génétique du gombo a réalisé durant les campagnes agricoles 2002-2003 et 2003-2004. Les noms, origines et caractéristiques essentielles des écotypes sont présentés (tableau I).

Tableau I. Nom, origine et caractéristiques des écotypes

Écotype	Appellation	Origine		Cycle	Caractéristiques données par les paysans
		Village	DRA		
Eco 03	Kamsissurma	Djin	Boucle du mouhoun	Précoce	Précoce, fruits courts
Eco 10	Yank yila	Nabonswindé		Précoce	Précoce, longs fruits
Eco 11	Kuhan	Yé		Précoce	Précoce, fruits courts
Eco 01	Mansalga	Yambassé	Centre sud	Précoce	Précoce, fruits longs et minces
Eco 19	Rayita	Safoula		Précoce	Très précoce, fruits très petits
Eco 20	Yankyila	Kiougou		Tardif	Précoce, fruits courts
Eco 25	Kuur	Tiééré		Précoce	Précoce, longs fruits
Eco 29	Kara silmiga	Safoula		Précoce	Très précoce, petits fruits minces
04TM	Manyanga	Tougouri	Centre nord	Précoce	Précoce, fruits moyens
07TM	Yank yila	Yalgo		Précoce	Grands fruits en corne de buffle
08TM	Gnuyega	Tougouri		Tardif	Grande plante à gros fruits, joue de chat
10TM	Mansalga	Piliga		Précoce	Longs fruits lisses
11TM	Mankoega	Tougouri		précoce	Petits fruits, fruits courts
Eco 30	Tooribinig	Nounfoudou	Sahel	Précoce	Gros fruits
Eco 05	Furbila	Nounfoudou		Précoce	Plante de grande taille, bons fruits
Eco 31	Manyanga	Goghin	Centre est	Précoce	Précoce, petites capsules
Eco 22	UPV-Yako	Yako	Nord	Précoce	Précoce, fruits minces allongés, gombo vert
14 TM	Porogoin	Pétaka	Mali	Moyen	Bons fruits allongés
21TM	Paragorou	Gamni		Moyen	Fruits moyens

Dispositif expérimental et conditions de culture

L'expérimentation a eu lieu dans les parcelles de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) en Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) de l'Université de Ouagadougou durant la campagne agricole 2003-2004. Chaque écotype est semé selon le dispositif blocs de Fisher comprenant 4 lignes de 6 m chacune en 3 répétitions à écartement de 80 cm entre les lignes et 20 cm entre les poquets. Les semis ont été réalisés à 3 graines par poquet. Le démariage à 1 pied par poquet a été effectué 3 semaines après les semis. Un traitement au décis à la dose de 2ml/l d'eau a été appliqué contre les insectes piqueurs-suceurs pendant la phase de boutonnisation.

Méthodes de collecte et d'analyse des données

Seules les plantes des deux lignes centrales de chaque bloc ont fait l'objet des différentes mesures et caractérisation. La caractérisation s'est faite par pied et par poquet. Un ensemble de 24 variables a été observé. Il s'agit :

- des caractères 50 % boutonnisation (50B), 50 % floraison (50F), fixés dès l'apparition du premier bouton floral ou de la première fleur et estimés sur l'ensemble des 15 plantes centrales ;
- de la hauteur de la plante (LP), la longueur des trois premiers pédoncules (LP1, LP2, LP3), la longueur des trois premiers fruits (LF1, LF2, LF3) et la hauteur de la plante à la boutonnisation (LPB) sont mesurées à la maturité à l'aide d'une règle et exprimées en cm. Le diamètre de la tige principale (DP) à maturité, le diamètre des trois premiers pédoncules (DP1, DP2, DP3) et le diamètre des trois premiers fruits à maturité (DF1, DF2, DF3) sont exprimés en mm grâce à un « tengencircule ». Le nombre de nœuds de la tige principale (NN), le nombre de fruits par plante (NFP), le nombre d'arrêtes des trois premiers fruits (NAF) et le nombre de graines par fruit (NGF) sont obtenus par simple comptage. Le poids des fruits secs (PFS) est obtenu par pesée. Trois autres variables sont calculées comprenant le nombre moyen d'arrêtes par fruit (NAF), le nombre de graines par fruit (NGF) et le poids de 1 000 graines (PMG) ;
- de 14 variables qualitatives suivant la fiche de caractérisation proposée par l'IPGRI : aspect général de la plante (AGP), ramification (RAM), pubescence de la tige (PUBT), couleur de la tige (CT), forme des feuilles (FoFe), couleur des feuilles (CoFe), couleur rouge à la base des pétales (CRBP), forme de la surface de la graine (FoG), couleur de la graine (CoG), aspect général de la graine (AsG), forme des fruits (FoFr), couleur des fruits (CoFr), position des fruits sur la tige principale (PoFr) et pubescence du fruit (Pfr) ;
- des données qui ont fait l'objet d'une analyse de variance simple réalisée avec le logiciel XLSTAT (version d'évaluation) et de STAT-ITCF. Les liaisons entre variables ont été mises en évidence par le calcul des corrélations totales. Une analyse en composante principale (ACP) effectuée sur des données centrées-réduites, matrices de corrélations et d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) à partir des coordonnées des données fournies par l'ACP avec troncature à 6,141 de l'arbre hiérarchique (BONIFAS *et al.*, 1984). Les contributions relatives des axes et les variables explicatives ont servi au choix des axes à retenir. Les groupes d'individus semblables ont été constitués grâce à la troncature automatique de l'arbre hiérarchique en maximisant la variance interclasse. Le bien fondé de ces groupes est ensuite testé par l'analyse factorielle discriminante (AFD) à l'aide des travaux de ESCOFIER et PAGES (1998).

Résultats

Variabilité des caractères des écotypes

La pluviométrie de la saison a été marquée par une poche de sécheresse de huit jours pendant la phase de fructification ; ce qui a affecté négativement le remplissage des grains.

L'analyse de variance a révélé l'existence d'une grande variabilité des caractères agromorphologiques de l'ensemble des écotypes (tableau II). Les différences entre les moyennes sont hautement significatives (seuil de 0,01) pour toutes les variables. Les principales caractéristiques des écotypes étudiés sont :

- une floraison très étalée (42 jours pour les plus précoces et 75 jours pour les plus tardifs, soit 33 jours d'écart). Cela donne, en estimant la période de maturation de 25 à 30 jours après floraison, des cycles de 67 à 72 jours et de 100 à 105 jours. Ce sont des écotypes de cycle précoce et semi-tardif ;
- des fruits très variables en taille (6 à 28,5 cm ; 5 à 26,5 cm et 4 à 26 cm respectivement pour la longueur des trois premiers fruits et 13 à 61 mm ; 11 à 56 mm ; 11 à 48 mm respectivement pour la largeur des trois premiers fruits). Il apparaît ici que le fruit du gombo constitue le caractère le plus discriminant entre les écotypes. Cela serait dû probablement aux critères de sélection paysanne qui reposent essentiellement sur les caractères du fruit.

Les variables poids fruits secs, nombre de fruits par plante, poids de mille grains, longueur de la plante à la boutonnisation et la longueur de la plante à maturité ont montré des C.V. élevés (> 30 %) tandis que les variables 50 % boutonnisation et floraison ont donné les plus bas C.V. (respectivement 17,6 % et 14,8 %). Les valeurs élevées des C.V. traduisent une grande variation des caractères concernés et de fortes dispersions des individus autour de la moyenne. La variabilité se traduit aussi par le nombre de classes distinctes données par le test de comparaison des moyennes (test de Newman-Keuls au seuil de 1 %). Ainsi, le cycle de 50 % boutonnisation, 50 % floraison, la longueur et le diamètre du fruit, le diamètre des pédoncules, le nombre de nœuds et la longueur de la plante à la boutonnisation ont révélé le plus grand nombre de classes distinctes (10 à 15). Cela laisse présager un type de distribution plurimodale traduisant l'existence possible de sous populations.

Association des caractères

Les relations entre les variables sont décrites par les coefficients de corrélations totales (tableau III). Le cycle 50 % boutonnisation et 50 % floraison sont fortement et positivement corrélés au diamètre du premier et deuxième fruit mais négativement corrélé à la longueur des fruits. Le nombre de fruits par plante est fortement lié au diamètre de la plante, au nombre de nœuds, au diamètre du deuxième pédoncule et au poids des fruits secs. Le nombre de grains par fruit se trouve positivement corrélé au diamètre des fruits, au nombre d'entrenœuds et à la hauteur de la plante mais négativement corrélé à la longueur des fruits.

Ces résultats montrent que les écotypes précoces possèdent des fruits minces et allongés avec très peu d'arrêtes ; contrairement aux écotypes de 60-75 jours (50 % floraison) qui se définissent comme des plantes tardives à fruits courts et gros. Par ailleurs, les plus productifs en termes de nombre de fruits sont définis comme des écotypes à tige et pédoncule de grand diamètre avec beaucoup de nœuds sur la tige principale.

Tableau II. Paramètres descriptifs et d'analyse de variance des écotypes.

	50B	50F	LP	DP	NN	LP1	DPI	LP2	DP2	LP3	DP3	LF1	DF1	LP2	DF2	LF3	DF3	NA	NGF	LPB	PFS	NFP	PMG
Minimum	23,00	42,00	25,50	6,00	8,00	0,50	3,00	1,50	2,50	1,80	2,00	6,50	13,00	5,00	11,00	4,00	11,00	5,00	21,33	9,00	3,18	1,00	40,22
Maximum	49,00	75,00	165,00	29,00	32,00	9,00	10,00	6,00	10,00	9,00	10,00	28,50	61,00	26,50	56,00	26,00	48,00	12,00	207,00	54,50	364,03	22,00	197,88
Moyenne	29,21	49,74	92,74	14,32	15,31	3,44	6,27	3,33	5,96	3,53	5,32	16,74	26,74	16,01	25,77	15,06	25,40	7,20	77,95	28,15	39,77	3,91	73,23
C.V.	0,176	0,148	0,316	0,242	0,276	0,280	0,208	0,231	0,225	0,311	0,270	0,281	0,258	0,285	0,245	0,296	0,200	0,223	0,248	0,331	0,851	0,533	0,433
Ecart-type	5,141	7,358	29,298	3,460	4,220	0,963	1,302	0,768	1,336	1,095	1,434	4,687	6,900	4,551	6,298	4,449	5,071	1,602	19,312	9,309	33,764	2,081	31,637
F	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS
Nombre classes	10	11	9	5	11	12	11	9	13	9	11	15	10	12	9	10	12	12	7	12	6	6	6

Tableau III. Corrélations totales entre variables.

	50B	50F	LP	DP	NN	IPI	DPI	LP2	DP2	LP3	DP3	LF1	DF1	LF2	DF2	LF3	DF3	NAF	NGF	LPB	PFS	NFP	PMG	
50B																								
50F	0,902																							
LP	-0,103	0,102																						
DP	-0,005	-0,039	0,432																					
NN	0,324	0,256	0,429	0,700																				
LP1	-0,315	-0,329	0,552	0,660	0,324																			
DP1	-0,007	0,016	-0,029	0,400	0,453	-0,187																		
LP2	-0,423	-0,489	0,481	0,455	0,240	0,923	-0,196																	
DP2	-0,011	-0,052	-0,062	0,479	0,519	-0,104	0,919	-0,095																
LP3	-0,192	-0,344	0,083	0,388	0,202	0,449	0,068	0,493	0,226															
DP3	-0,054	0,025	0,090	0,278	0,469	-0,108	0,697	-0,151	0,616	-0,416														
LF1	-0,447	-0,481	0,225	0,039	0,082	0,380	0,143	0,578	0,119	0,259	0,168													
DF1	0,612	0,758	-0,146	0,008	0,109	-0,417	0,192	-0,655	0,064	-0,482	0,193	-0,724												
LF2	-0,504	-0,592	0,164	0,083	0,085	0,449	0,108	0,662	0,131	0,332	0,140	0,972	-0,809											
DF2	0,514	0,638	-0,117	0,012	0,088	-0,225	0,011	-0,439	-0,106	-0,360	0,015	-0,669	0,917	-0,726										
LF3	-0,501	-0,631	0,003	-0,046	0,032	0,264	0,121	0,526	0,151	0,377	0,131	0,872	-0,828	0,930	-0,748									
DF3	0,313	0,416	-0,325	0,025	-0,007	-0,364	0,209	-0,588	0,141	-0,368	0,229	-0,797	0,861	-0,787	0,807	-0,730								
NAF	0,446	0,527	0,025	0,096	-0,143	-0,114	-0,050	-0,336	-0,084	-0,248	-0,048	-0,652	0,590	-0,678	0,474	-0,719	0,554							
NGF	0,094	0,377	0,522	0,336	0,189	0,071	0,270	-0,147	0,199	-0,230	0,343	-0,357	0,519	-0,413	0,446	-0,493	0,469	0,601						
LPB	0,315	0,330	0,402	-0,137	0,209	0,048	-0,319	0,037	-0,335	-0,113	-0,171	0,074	-0,019	-0,004	-0,046	-0,147	-0,223	0,032	-0,025					
PFS	-0,068	-0,142	0,030	0,670	0,598	0,201	0,600	0,107	0,704	0,198	0,501	-0,133	0,035	-0,030	-0,093	-0,019	0,279	-0,017	0,129	-0,154				
NFP	-0,111	-0,190	0,264	0,715	0,612	0,312	0,424	0,207	0,556	0,252	0,352	-0,112	-0,084	-0,016	-0,185	-0,034	0,109	-0,116	0,137	-0,049	0,893			
PMG	0,112	0,171	0,301	-0,163	-0,221	-0,052	-0,213	-0,078	-0,341	-0,315	-0,080	0,164	0,021	0,062	-0,043	-0,046	-0,254	0,063	0,181	0,156	-0,548	-0,269		

En gras valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

Stratification de la variabilité de la collection

La variabilité des écotypes a été décrite grâce à l'analyse en composante principale suivie de la classification ascendante hiérarchique et l'analyse factorielle discriminante. Les trois premières composantes de l'ACP expliquant 67,23 % de l'information ont été retenues (figures 1 et 2). La première composante expliquant 33,07 % de l'information est liée aux variables longueur et diamètre du fruit, longueur du deuxième pédoncule, le cycle 50 % boutonisation et floraison et au nombre d'arrêtes du fruit. L'axe 2 qui explique 21,67 % de l'information est lié à certaines composantes de la productivité de la plante. L'axe 3 renfermant 12,59 % de l'information est l'axe de la longueur de la plante et du pédoncule, plus le nombre de grains par fruit. C'est sur la base de ces informations que la structuration de la population a été effectuée.

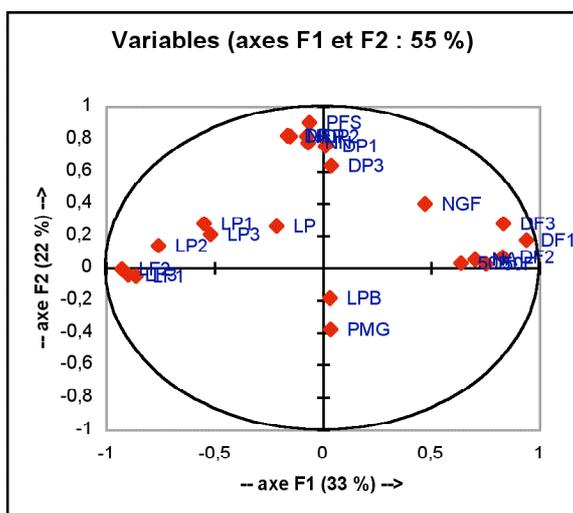


Figure 1. Stratification de la variabilité des caractères par rapport aux composantes 1-2.

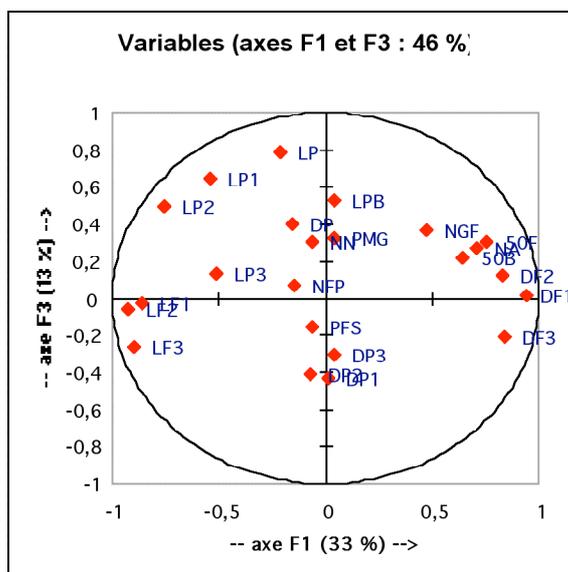


Figure 2. Stratification de la variabilité des caractères par rapport aux composantes 1-3.

Tableau IV. Distance de Mahalanobis entre classes.

GROUPE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	0.0000																				
2	2.2417	0.0000																			
3	3.6264	3.7937	0.0000																		
4	2.6920	2.7798	4.3033	0.0000																	
5	3.9831	3.8028	4.4887	4.2224	0.0000																
6	2.4535	2.6552	3.6912	2.8193	3.7419	0.0000															
7	3.9180	4.1183	4.3752	4.1134	2.9682	3.2659	0.0000														
8	3.5581	3.3678	4.4845	4.0611	3.1920	3.2868	3.9040	0.0000													
9	3.1884	3.3092	4.2565	3.3445	4.2629	2.6694	3.4946	3.9251	0.0000												
10	4.0958	3.5104	4.0830	4.1912	4.2219	3.7743	4.4036	4.8971	3.2982	0.0000											
11	2.9959	3.1760	4.7010	3.6984	4.2209	3.5124	4.5575	4.5279	4.2721	4.6367	0.0000										
12	3.7831	3.8683	4.7153	3.8539	3.9607	3.7231	4.4239	4.2511	3.3228	3.5958	4.1290	0.0000									
13	3.3941	3.3516	4.0908	3.9652	4.1945	3.3564	4.0512	4.0865	3.5992	4.1503	3.5768	3.8172	0.0000								
14	3.4120	3.4600	4.3567	4.0356	3.9081	3.6088	4.7026	4.0697	4.1038	4.1469	3.8744	2.8300	3.9148	0.0000							
15	4.2333	4.1253	5.0773	4.8092	4.5418	4.1896	5.0424	4.9150	4.4812	4.9951	4.9495	4.7349	4.3326	4.6258	0.0000						
16	4.1698	4.3625	4.1478	4.4972	4.9058	3.6716	4.7943	4.3113	4.1161	5.0223	4.6537	4.2593	4.4341	4.6688	5.0687	0.0000					
17	3.2853	3.3041	4.3266	3.5249	4.1303	2.5096	3.7344	4.2409	2.5754	3.9554	3.4698	3.7504	3.5766	3.8811	3.9933	3.9587	0.0000				
18	2.6248	3.0176	3.8055	3.2007	4.1617	2.5057	3.7119	3.5064	2.6092	3.6071	3.7761	3.3546	2.0904	3.6708	4.5947	3.7297	3.4023	0.0000			
19	3.9785	4.2589	5.0217	4.7562	4.4553	3.4681	4.3966	4.6864	4.4652	4.7256	3.8192	4.5487	3.8921	4.9178	5.1256	4.7363	4.0417	3.8043	0.0000		

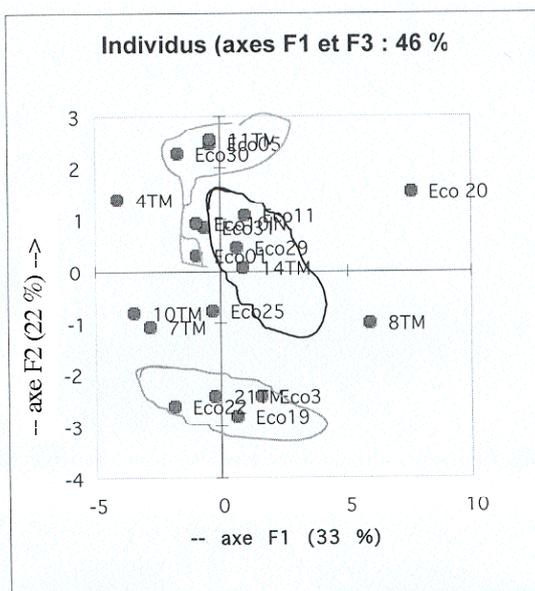


Figure 4. Distribution des écotypes par rapport aux composantes 1-3.

La classification ascendante

La classification ascendante suivie de la troncature de l'arbre hiérarchique (à 6,141) a permis la constitution de 7 classes d'écotypes semblables exhibant 85 % de variation interclasse (figure 5).

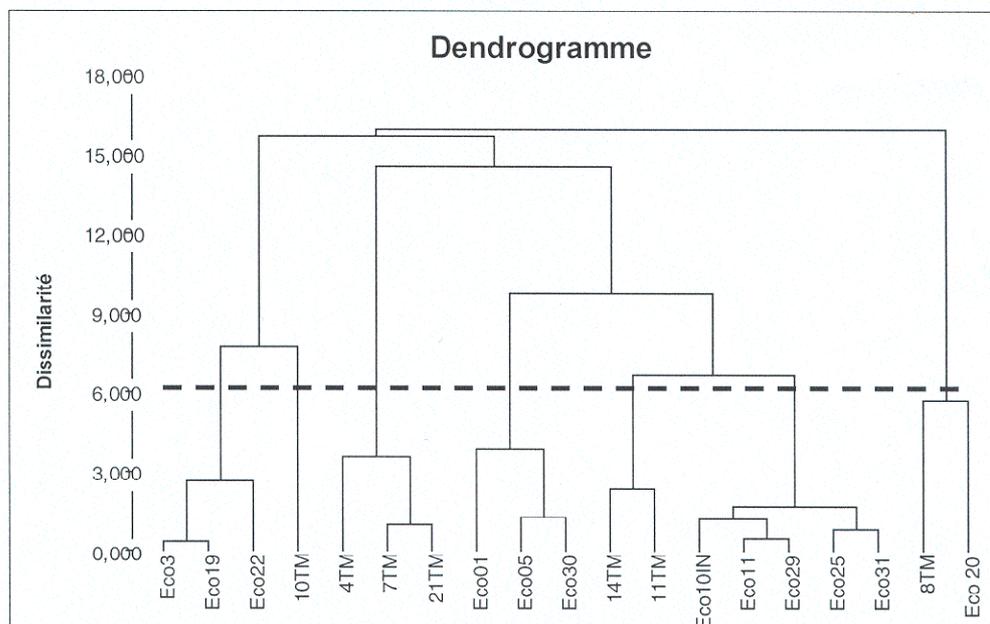


Figure 5. Classification ascendante hiérarchique des écotypes.

L'analyse discriminante donne 78 % de reclassement, ce qui confirme le bien fondé de ces classes :

- le Groupe 1 est constitué de 3 écotypes originaires de la Boucle du Mouhoun (Eco 03), du Centre Sud (Eco 19) et de l'écotype épuré à l'université de Ouagadougou (Eco 22) très précoces (45-47 jours 50 % F), de petite taille (44-59 cm), avec peu de fruits de taille moyenne ;
- le Groupe 2 est composé d'un seul écotype (10TM) de la DRA du Centre Nord. Il se caractérise par un cycle court, de taille moyenne (84 cm), avec de très longs fruits (22,5 cm), mais contenant de très petits grains (PMG = 53,51 g) ;
- le Groupe 3 comporte 3 écotypes dont deux de la DRA du Centre Nord (04TM, 07TM) et un écotype du Mali (21TM). Ce sont des écotypes précoces, de grande taille (80-115 cm), avec beaucoup de fruits par plante (5,27-6,33) ; les fruits des plantes de ce groupe sont similaires en taille à ceux du groupe 2 ;
- le Groupe 4 comporte 2 écotypes (Eco 30 et Eco 05) de la DRA du Sahel et un (Eco 01) de la DRA du Centre Sud. Ce sont des plantes à cycle court, de grande taille, donnant des fruits moyens et peu en nombre (2,60-2,87) ; mais avec le poids de mille grains impressionnant (jusqu'à 152 g) ;
- le Groupe 5 est constitué de 14TM (de la DRA du Centre Nord) et 11TM (Mali). Il est caractérisé par un cycle court et de très nombreux (6,33-6,67) petits fruits (12,58-13,33 cm) ;
- le Groupe 6 comporte 5 écotypes précoces, à majorité de grande taille et des fruits de petite taille. Ce sont Eco 10, Eco 11, Eco 29, Eco 25 et Eco 31 ;
- le Groupe 7 est constitué de 2 écotypes (08TM et Eco 20). Ce sont des plantes semi-tardives (62-75 jours 50 % F), de taille moyenne. Ce groupe se distingue nettement des autres par ses fruits de grand diamètre (41,14 - 41,60 mm).

Etude d'allogamie intra écotype

Le degré d'allogamie à l'intérieur d'un écotype peut s'exprimer en fonction de l'hétérogénéité de ses individus. L'analyse factorielle multiple (AFM) des individus (285) pour les 23 variables qualitatives sur la base de 19 classes (chaque classe correspondant à un écotype) a permis de regrouper les individus en classe selon leur similarité et isoler les individus hors types (IHT) afin de leur attribuer leur classe de ressemblance (tableau V). Ainsi les écotypes Eco 22, Eco 01, Eco 05, 04TM, 14TM, 07TM, 21TM, 11TM, Eco 29 et Eco 20 constituent chacun une classe homogène avec 100 % d'individus types (IT) de chaque classe. Par contre les écotypes Eco 31, Eco 30, Eco 25, Eco 19, Eco 11 et Eco 03 sont les plus hétérogènes avec 13,33 à 26,67 % d'individus hors-types. L'on remarque également que les individus hors-types sont réaffectés le plus fréquemment à la classe 1, 17 et 2 suivi, des classe 4, 6, 8, 9, 13 et 18 ; par ailleurs certaines classes homogènes n'ont connu aucune affectation d'individus hors-types (tableau V). Ce sont les classes correspondant aux écotypes Eco 22, Eco 01, Eco 05 et 04TM.

Tableau V. Degré d'allogamie des individus par écotype.

Écotype	Origine	Cycle	Classe	% IT	% IHT	Classe de IHT
Eco 03	Boucle du mouhoun	m	1	80,00	20,00	4, 2, 6
Eco 19	Centre sud	m	2	80,00	20,00	1, 8, 17
Eco 22	UO	m	3	100,00	0,00	
Eco 25	Centre sud	m	4	86,67	13,33	2, 17
Eco 01	Centre sud	m	5	100,00	0,00	
Eco 11	Boucle du mouhoun	t	6	80,00	20,00	1, 17, 8
Eco 05	Sahel	t	7	100,00	0,00	
Eco 10	Boucle du mouhoun	m	8	93,33	6,67	2
Eco 30	Sahel	t	9	86,67	13,33	6, 17
10TM	Centre nord	t	10	93,33	6,67	4
08TM	Centre sud	t	11	86,67	13,33	18, 1
04TM	Centre nord	m	12	100,00	0,00	
14TM	Centre nord	m	13	100,00	0,00	
07TM	Centre nord	m	14	100,00	0,00	
21TM	Mali	m	15	100,00	0,00	
11TM	Centre nord	t	16	100,00	0,00	
Eco 29	Centre sud	m	17	100,00	0,00	
Eco 31	Centre est	p	18	73,33	26,67	1, 13, 9
Eco 20	Centre sud	t	19	100,00	0,00	

Variabilité des variables qualitatives

Les variables qualitatives présentent une structure plurimodale qui permet une discrimination des écotypes ; les variables forme de la feuille (FFE) et forme du fruit (FF) sont les plus variables avec neuf et cinq modalités (tableau VI).

On observe une multiplicité de formes variétales qui diffèrent par la durée de leur cycle (précoce, moyen et tardif), la forme, les dimensions, et la coloration de leurs organes, en particulier celle des fruits et des feuilles ; de plus la diversité porte beaucoup plus sur les caractéristiques du fruit, ce qui pourrait être expliqué par le choix des paysans basé sur le fruit.

Tableau VI. Les variables qualitatives - modalités et leurs fréquences.

IND	RAM		PUB		CT		FFE		CFE		CRB		FG		CG		FF		CF		PF		PUF			
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F		
Eco 03	3	1	3	1	2	0,13	4	0,80	1	1	2	1	1	1	2	0,87	4	0,13	2	0,87	1	1	2	0,80		
Eco 19	2	1	3	1	4	0,87	6	0,13	1	0,07	4	1	2	1	3	1	1	0,07	1	0,07	1	0,07	1	0,93	3	1
					5	0,67	3	0,20							2	0,13	4	0,33	2	0,33	2	0,67				
					4	0,13									4	0,80	5	0,60	3	0,60						
					7	0,53																				
					9	0,67																				
Eco 22	2	1	3	1	4	1	4	1	1	1	2	1	2	0,67	2	0,20	1	1	2	1	1	1	1	0,27		
													3	0,33	4	0,80									2	0,13
Eco 25																										
Eco 01																										
Eco 11	2	1	3	1	2	0,67	3	0,20	1	0,13	2	1	2	0,93	2	0,73	4	0,67	1	0,73	1	1	1	0,20		
					4	0,07	5	0,07	2	0,27			3	0,07	3	0,13	6	0,33	2	0,20					2	0,60
					5	0,26	6	0,53	4	0,60					4	0,14			3	0,07					3	0,20
					7	0,20																				
Eco 05	2	1	3	1	2	1	4	1	2	1	2	1	3	1	2	0,13	1	1	3	1	1	1	3	1		
															4	0,87										
Eco 10	2	1	3	1	4	0,80	3	0,07	1	0,87	3	1	2	0,93	2	0,73	4	1	2	0,93	1	1	2	1		
					5	0,20	4	0,93	4	0,13			3	0,07	3	0,13			5	0,07						
															4	0,14										
Eco 30	2	1	3	1	2	0,20	3	0,27	1	0,67	2	1	2	0,20	2	0,87	1	0,20	2	0,73	1	0,93	1	0,27		
					4	0,20	4	0,20	4	0,33			3	0,80	4	0,13	4	0,80	3	0,27	3	0,07	2	0,40		
					5	0,60	7	0,53																	3	0,33
10TM	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	3	1	2	0,13	1	1	1	1	1	1	1	1		
															4	0,87										
08TM	2	1	2	0,47	2	0,73	4	0,87	1	0,07	2	0,60	2	0,20	2	1	2	0,13	2	1	1	1	1	0,53		
			3	0,53	4	0,13	7	0,13	4	0,93	3	0,40	3	0,80					3	0,60					3	0,47
					5	0,14													4	0,20						
																			5	0,07						
04TM																										
14TM	1	0,07	1	1	1	0,60	1	0,27	1	0,20	2	0,87	3	1	2	0,73	2	0,07	1	0,07	1	1	2	1		
	2	0,07			3	0,33	4	0,60	4	0,80	3	0,13			4	0,27	5	0,20	2	0,67						
	3	0,86			4	0,07	7	0,13									6	0,73	3	0,26						
07TM	2	1	3	1	4	1	7	1	1	1	2	0,07	2	0,07	2	0,80	1	0,93	2	1	1	1	3	1		
											3	0,93	3	0,93	4	0,20	5	0,07								
21TM	1	0,20	3	1	1	0,07	1	0,07	1	0,87	2	1	3	1	2	0,67	1	0,20	2	1	1	1	2	1		
	2	0,80			2	0,20	4	0,20	3	0,07					4	0,33	4	0,20								
					4	0,53	6	0,20	4	0,06							5	0,60								
					5	0,20	7	0,53																		
11TM																										
Eco 29	1	0,07	1	0,13	2	0,07	1	0,07	1	0,87	2	0,93	3	1	2	0,53	4	1	2	0,93	1	1	2	1		
	2	0,93	2	0,87	4	0,66	2	0,13	4	0,13	3	0,07			4	0,47			3	0,07						
					5	0,27	3	0,66																		
					4	0,07																				
					7	0,07																				
Eco 31	1	0,07	3	1	2	0,07	3	0,66	5	0,33	2	0,87	2	0,07	2	0,80	2	0,93	2	0,07	1	1	1	0,07		
	2	0,93			4	0,13	4	0,07	3	0,20	3	0,13	3	0,93	4	0,20	3	0,07	4	0,07			2	0,73		
					5	0,77	6	0,07	7	0,46									6	0,86			3	0,20		
					7	0,13																				
					9	0,07																				
Eco 20	1	0,93	3	1	2	1	8	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1		
	3	0,07																								

Discussion

Les paramètres du cycle du gombo montrent que les variétés sélectionnées par les paysans sur la base de la sélection variétale participative sont à majorité des écotypes à cycles précoce et semi-tardif selon la classification de l'IPGRI. Le choix orienté des paysans sahéliens sur le cycle et la taille des fruits témoigne de l'impérieuse volonté de faire face aux manques de pluies tout en préservant des rendements acceptables. Ceci conforte les propos de HAMON (1988) qui fait ressortir que les faibles pluviométries de la zone sahélienne (Burkina Faso-Mali-Nord Guinée) favorisent la persistance de variétés précoces capables de produire intensément pendant un court laps de temps.

Les meilleures corrélations observées concernent la variable longueur et largeur des fruits ; ces corrélations laissent transparaître une corrélation forte et négative entre la précocité et la longueur des fruits et inversement pour la largeur des fruits. Cela signifie que les écotypes les plus précoces produisent des fruits longs et à petit diamètre. On observe effectivement que chez le gombo plus le cycle est long, moins les fruits sont longs mais avec un grand diamètre. Il est observé que les fruits immatures de 3 à 5 jours après floraison sont les plus prisés et constituent la meilleure denrée alimentaire et commerciale. On peut dire alors que ce choix délibéré des paysans pour les écotypes aux cycles court et moyen s'explique par le souci d'obtenir des fruits à longueur acceptable (au moins 5 cm en trois jours après fécondation).

La grande variabilité intra-classe observée tant au niveau des paramètres quantitatifs que qualitatifs témoigne de l'existence de sous populations qui nécessite une épuration dont il faut tenir compte dans tout programme de sélection. Cela est d'autant plus pertinent que les variables quantitatives faiblement influençables par les facteurs environnementaux sont aussi concernées par cette variabilité intra-classe. En effet l'existence de près de 20 % d'individus hors-types au sein même de certains écotypes montre que le gombo présente une allogamie importante. Cela concorde avec les travaux de HAMON (1988) selon lesquels les fleurs de gombo, hermaphrodites, dépourvues de système d'incompatibilité, permettent aussi bien l'autogamie que l'allogamie. Cela constitue un fait important à prendre en compte dans l'amélioration variétale du gombo. En effet après trois années de cultures successives réalisées à partir des trois fruits supérieurs de chaque plante selon les critères du paysan, l'on retrouve près de 20 % d'individus hors-types parmi les écotypes. Cela n'est possible que si l'on convient que lors de la pollinisation, l'allopollen apporté par le vent ou par les insectes féconde certaines ovules, contribuant ainsi à l'obtention à l'intérieur d'un même fruit de graines autofécondées et allofécondées. Néanmoins, certains écotypes reconnus pour être homogènes n'ont été fécondés par aucun allopollen et n'ont pas eu d'individus hors-types ; ces écotypes (Eco 22, Eco 01, Eco 05 et 04TM) sont intéressants dans le sens où cela témoigne de leur isolement floral pendant la pollinisation. Le cycle seul ne saurait expliquer cet isolement, c'est pourquoi une étude de la structure florale s'impose. Cela est confirmé par les écrits de CHARRIER (1983) qui accorde au gombo un taux d'allogamie très variable allant de 0 à 69 %. Mais cela est en contradiction avec les travaux de SRIVASTAVA et SACHAN (1973) et de CHANDRA et BHATNAGAR (1975) qui soutiennent que l'autofécondation est obligatoire chez le gombo à cause du fait que l'autopollinisation se produit avant l'anthèse. HAMON (1988) trouve le fait que la variété Clemson Spineless présente une diminution de la quantité de pollen produite est un signe de la réduction de son « profil allogame » par rapport aux formes traditionnelles et que cela traduit vraisemblablement un effet de

sélection. Il estime que cet indicateur est intéressant pour le gombo car GLOWER et BARRET (1986) ont montré que chez *Eichornia paniculata* (Pontederiacées), le passage de l'allogamie facultative vers l'autogamie stricte se traduit par la réduction de la longueur du style et du filet des anthères, caractère qui est gouverné par seulement quelques gènes récessifs. C'est en ce sens que les écotypes tels Eco 22, Eco 01, Eco 05 et 04TM présentent un intérêt particulier dans l'amélioration variétale du gombo puisque plus homogènes. De même l'on constate que ces écotypes n'ont pas eu d'individus hors-types. Ce qui voudrait dire qu'ils constituent chacun un système biologique plus ou moins isolé faisant de ces écotypes des populations homogènes où prédominerait l'autogamie. Cela est d'autant prévisible puisque ces écotypes possèdent des fruits à coloration verte et des tiges vertes alors que selon SECK (1991), la couleur rouge est dominante sur le vert. Ainsi les individus verts seraient à l'état homozygote récessif donc constituant une population homogène. Tout cela fait de ces écotypes un matériel intéressant pour des études de la structure de la fleur pour l'étude de l'allogamie et son utilisation dans la sélection du gombo.

Conclusion

La diversité des variables étudiées des écotypes obtenus par sélection variétale participative en milieu paysan porte essentiellement sur les caractéristiques du fruit et des feuilles. Il s'agit surtout de la forme, de la longueur et du diamètre des fruits. Le choix paysan est beaucoup plus dirigé vers le cycle, le nombre et la taille du fruit de même que le mucilage.

Tenant compte de la grande variabilité intra-classe de certains écotypes, il est recommandé dans le cadre d'une caractérisation agromorphologique ou d'une évaluation du gombo de procéder à un isolement spatial des variétés et que lors des analyses statistiques des données collectées l'on procède à l'identification et à l'exclusion des individus non caractéristiques de la variété.

Les écotypes à tige, feuilles et fruits à coloration verte ou blanchâtre constituent chacun une population homogène que ceux à tige rouge ou verte avec des veinures rouges. Les écotypes Eco 22, Eco 01, Eco 05 et 04TM sont les plus homogènes pour les 27 variables étudiées et peuvent être proposés à la vulgarisation. L'écotype Eco 22 pourrait être amélioré par croisement avec 21TM dont il est très éloigné selon les distances de Mahalanobis. Par ailleurs les écotypes 14TM de la DRA du Nord et 11TM du Mali constituant le groupe 5 de la CAH présentent plus de paramètres désirés (de fruits en grand nombre) par les paysans et pourraient à ce titre être impliqués dans un vaste programme de vulgarisation dans la zone sahélienne du Burkina Faso. Mais auparavant l'écotype 11TM pourrait faire l'objet de croisement pour une réduction de sa taille et de son cycle.

Les écotypes 04TM, 14TM, 07TM, et 21TM peuvent faire l'objet d'une sélection généalogique pour obtenir des lignées fixées ou être croisés avec l'écotype Eco 22 pour l'obtention d'hybrides et suivi d'un nombre de retrocroisements pour la création de lignées améliorées à taille réduite tout en produisant un nombre important de fruits de grosseur moyenne.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Institut International des Ressources Phytogénétiques (IPGRI) et le Programme de Conservation Communautaire de la Diversité biologique agricole (CBDC-Programme) pour leur appui financier, technique et scientifique à travers les projets de conservation *in situ* des ressources phytogénétiques au Burkina Faso.

Références citées

- ALI M. and HOSSAIN M. Z., 2000.** Inheritance of Yellow Vein Mosaic Virus (YVMV) tolerance in a cultivar of okra (*Abelmoschus esculentus* L.Moench. Euphytica 111 (3): 205-209. (a) Institute of Postgraduate Studies in Agriculture, Salna, Gazipur, 1703, Bangladesh.
- ARIY O. J. and AYO V. M. A., 2000.** Analysis of genotype x environment interaction of okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench). Journal of genetics and breeding. 54 (1): 35-40 (a). Department of plant breeding and seed technology, University of Agriculture Abeokuta, Nigeria.
- BONIFAS I., ESCOUFIER Y., GONZALEZ P. L. et SABATIER R., 1984.** Choix de variables en analyse en composantes principales, Rev. Statist. Appl., 23: 5-15.
- CHANDRA S. and BHATNAGAR S. P., 1975.** Reproductive biology of *A. esculentus* 1. Reproductive behaviour-floral morphology anthesis and pollination mechanism. Acta Bot. India 3 : 104-113.
- CHARRIER A., 1983.** Etude des ressources génétiques du genre *Abelmoschus med.* (Gombo). Conseil International des Ressources Phytogénétiques. Office de recherche scientifique outre-mer (ORSTOM). Centre d'Adiopodoumé, Laboratoire de Génétique BP V51 Abidjan 01. Côte-d'Ivoire. 61 p.
- CHIGUMIRA NGWERUME F. and MVERE B., 1999.** Horticultural Research Institute, P.O Box 810, Marondera, Zimbabwe. In The biodiversity of traditional leafy vegetables. Chweya J.A. and P.B. Eyzaguirre, editors. IPGRI, Via delle Sette Chiese 142, 00145 Rome, Italy. 155-176 p.
- DATTA P. C. and NAUG A., 1968.** A few strains of *Abelmoschus esculentus* (L) Moench. Their karyological study in relation to phylogeny and organ development. Beitr. Biol. Pflanzen, 45: 113-126.
- DUBEY V. K. and BHAGAT K. P., 1998.** Effect of insecticides and plant products against shoot and fruit borer of okra, *Earias vittella* (Fab.). Agriculture Science Digest. June 18 (2) : 120-122 (a). Department of Entomology, College of Agriculture, IGKV, Raipur, 492 012, India.
- ESCOFIER B. et PAGES, J., 1998.** Analyses factorielles simples et multiples. 3^e édition, Dunod, Paris.
- FONDIO L. and KOUAME C. N. G., 1999.** Sowing density, growth and yield of two okra cultivars (*Abelmoschus* spp) in Côte d'Ivoire. Cahiers agricultures. Sept. Oct. 8(5) : 413-415 (a). Station des cultures vivrières, Centre National de Recherche Agronomique, Bouaké, Cote d'Ivoire.
- FUGRO P. A., 1999.** A new disease of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in India. Journal of Mycology and plant pathology. Aug. 29 (2) : 264 (a). Central Experiment Station. Wakawaki, Tal-Dapoli, Dist-Ratnagiri, MAH, India.
- GLOWER D. E. and BARRET S. C. H., 1986.** Variation in the mating system of *Paniculata*. Evolution 40 (6) : 1122-1131.
- HAMON S., 1983.** Discrimination de deux espèces de Gombo cultivées en Côte d'Ivoire (*A. esculentus* et *A. sp.*) sur la base de leurs profils enzymatiques. ORSTOM Adiopodoumé, rapport multigraphié.
- HAMON S., 1988.** Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (gombo). Co-adaptation et évolution de deux espèces de gombo cultivées en Afrique de l'Ouest, *A. esculentus* et *A. caillei*. Paris, France, ORSTOM, Travaux et documents microédités n°46, 191 p.
- JOSHI A. B. and HARDAS M. W. , 1953.** Chromosome number in *Abelmoschus tuberculatus* Pal and Singh – a species related to cultivated bhindi. Curr. Sci. (Bangalore), 22: 384, 385.
- KUWADA H., 1961.** (Studies on the interspecific crossing between *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. manihot* (L.) Medikus and the various hybrids and polyploids derived from the above two species). Fac. Agric. Kawaga Univ. Mem. 8, p. 91 (en japonais).
- KUWADA H., 1966.** The new amphidiploid plant named « *Abelmoschus tubercular-esculentus* », obtained from the progeny of the reciprocal crossing between *A. tuberculatus* and *A. esculentus*. Jap. J. Breed., 16 (1): 21-31.
- LELAND R. HOUSE, 1987.** Manuel pour la sélection du sorgho. Deuxième édition. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. ICRISAT Patancheru P.O. Andhra Pradesh 502 324, Inde.

PROJET DE CONSERVATION IN SITU-INERA /BF., 2001. Rapport Technique Annuel (Janvier à Décembre 2001. Coordination Nationale du Projet In situ). INERA, Ouagadougou, Burkina Faso.

SECK, A., 1991. Okra germplasm evaluation in Senegal. Workshop on okra genetic resources. In Report of an international workshop on okra genetic resources held at the National Bureau for Plant Genetic Resources, New Delhi, India, 8-12 Oct. 1990. International Crop Network Series N° 5. IBPGR, Rome, Italy.

SIEMONSMA, J. S., 1982b. West African Okra. Morphological and cytogenetical indications for the existence of a natural amphidiploid of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. Manihot* (L.) Medikus. Euphytica, 31 (1): 241-252.

SRIVASTAVA L. S. and SACHAN S. C. P., 1973. Studies on floral biology of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Allahabad Farmer 47 (1) : 63-65.

WELTZIEN R., E., M. L. WHITAKER, H.F. RATTUNDE W., M. DHAMOTHARAN & M. M. ANDERS, 1998. Participatory approaches in pearl millet breeding. In: J.R Witcombe, D.S. Virk & J. Farrington (eds.), Seeds of Choice: Making The Most of New Varieties For Small Farmers, pp. 143-170. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt Ltd, Delhi, India.

WITCOMBE J. R. and JOSHI A., 1996. The impact of farmer participatory research on biodiversity of crops. In: L. Sperling and M. Loevinsohn (eds.) Using diversity. Enhancing and maintaining genetic resources on-farm, pp. 87-101. Proceedings of a workshop held on 19-21 June 1995, New Delhi, India. International Development Research Centre, New Delhi.