

DIVERSITE MORPHOLOGIQUE DES VARIETES LOCALES DE MAÏS (*ZEA MAYS L.*) COLLECTEES AU CENTRE ET CENTRE-OUEST DE LA COTE D'IVOIRE

Hugues Annicet N'DA, Doctorant, Ingénieur de Recherche

Louise Akanvou, PhD, Maître de recherche

Charles Konan Kouakou, Doctorant, Ingénieur de Recherche

Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

Arsène Irié Bi Zoro, Professeur Titulaire

Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Abstract

Morphological characterization is a first approach to the study of genetic diversity. Nine hundred twenty maize accessions collected in the center and center-west of Côte d'Ivoire, were evaluated morphologically in a block randomized design. Thirteen morphological descriptors were used in this study. The descriptive analysis revealed a significant diversity among accessions, marked by a significant gap between the minimum and maximum values. The principal components analysis summarized the information contained in the thirteen variables into 3 components that render 78.28% of the total variance. The hierarchical clustering allowed us to distinguish two main groups based on early and plant height. Each group was subdivided into 4 subgroups. Descriptive discriminant analysis showed that eight variables (days to 50% pollen shedding, days to 50% silking, plant height, ear height, leaf number, number of kernels per row, length of ears), contribute most to discriminate the different subgroups. Different subgroups can serve parents in the creation of improved varieties.

Keywords: Morphological characterization, genetic diversity, accession, maize, Côte d'Ivoire

Résumé

La caractérisation morphologique constitue une première approche dans l'étude de la diversité génétique. Cent vingt neuf accessions de maïs collectées dans le Centre et le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire, ont été

évaluées sur le plan morphologique dans un dispositif en blocs aléatoires randomisés. Treize caractères morphologiques sélectionnés parmi les descripteurs du maïs ont été utilisés dans la présente étude. L'analyse descriptive a révélée une diversité importante entre les accessions, marquée par un écart important observé entre les valeurs minimales et les valeurs maximales. L'analyse des composantes principales a résumé l'information contenue dans les treize variables en 3 composantes qui restituent 78,28% de la variance totale. La classification ascendante hiérarchique a permis de distinguer 2 grands groupes sur la base de la précocité et de la hauteur des plantes. Chaque groupe a été subdivisé en 2 sous groupes, soit 4 sous groupes. L'analyse discriminante descriptive a montré que 8 variables (floraison mâle à 50%; floraison femelle à 50%, hauteur de la plante, hauteur insertion épi, nombre de feuille, nombre moyen de grains par rangées, poids des épis au champ, longueur des épis), contribuent le plus à discriminer les différents sous groupes. Ces caractères peuvent constituer des critères de base pour différencier les variétés de maïs en Côte d'Ivoire. Les différents sous groupes peuvent servir de géniteurs dans la création de variétés améliorées.

Mots clés: Caractérisation morphologique, diversité génétique, accession, maïs, Côte d'Ivoire

Introduction

Le maïs (*Zea mays* L.) est la plante la plus cultivée au monde et la première céréale produite devant le blé (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*). La production mondiale de maïs pour 2013 serait de 839 million de tonnes, contre 653 millions de tonnes pour le blé (planetoscope-statistique, 2013). Ses principaux producteurs sont les États-Unis et la Chine, qui représentent près de 60 % du total avec 506,7 millions de tonnes (AGPB, 2013).

En Côte d'Ivoire et dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, le maïs constitue la base du régime alimentaire des populations rurales. Sa culture est pratiquée dans toutes les zones agro écologiques du pays et il est d'utilisation diverses. Il est utilisé pour l'alimentation humaine et l'alimentation animale (volailles, porcs, bovins) et sert de matière première dans certaines industries (brasserie, savonnerie et huilerie) (Boone *et al.*, 2008). La production nationale est estimée à 654 738 tonnes, pour une superficie totale emblavée de 327 800 ha (Countrystat, 2013). Longtemps considéré comme un simple produit de subsistance, le maïs fait aujourd'hui l'objet d'une spéculation agricole qui s'intensifie en Côte d'Ivoire, du fait des enjeux économiques de cette culture devenus de plus en plus importants (Blassonny, 2013). Cependant, la majorité de la production nationale est

réalisée par les petits producteurs agricoles, dont la plupart produisent de 1 à 2 t de maïs par campagne agricole (Boone *et al.*, 2008). Ainsi, l'une des principales contraintes pour augmenter la production du maïs en Côte d'Ivoire est le rendement qui est faible. Ceci est dû à l'adoption à grande échelle de variétés traditionnelles à faible potentielle de production. En effet, dans l'agriculture traditionnelle, les variétés locales constituent l'essentiel du matériel végétal utilisé (Missihoun *et al.*, 2012). Pour contribuer à l'amélioration des rendements, il est donc nécessaire de lever cette contrainte par la mise au point de variétés améliorées à haut potentiel de rendement. La mise en place de variétés à rendement élevé dépend surtout de l'accès aux ressources génétiques locales. Ces ressources locales représentent en effet, un élément essentiel de la sécurité alimentaire, car elles constituent la matière première utilisées par les sélectionneurs pour améliorer la qualité et la productivité du maïs. C'est dans ce contexte qu'une mission de prospection a été réalisée par le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), à travers les différentes zones agro écologiques de la Côte d'Ivoire où le maïs est produit. Un échantillon d'environ 129 écotypes locaux de maïs a été collecté. L'utilisation adéquate de cette collection permettra la sélection de variétés améliorées. Toutefois, pour mieux les exploiter dans les programmes de sélection, il faut réaliser au préalable une étude permettant une bonne connaissance de leurs diversités génétiques. Il existe de nombreuses techniques permettant de quantifier et d'analyser la diversité génétique à plusieurs niveaux de l'organisation biologique. Parmi lesquelles figurent les techniques d'évaluations utilisant les marqueurs morphologiques (Beyene *et al.*, 2005). L'analyse des descripteurs morphologiques révèle la diversité telle qu'elle est perçue et sélectionnée par les agriculteurs locaux, principaux acteurs de la gestion de la diversité variétale (McKey *et al.*, 2001 ; Emperaie, 2003). Ces marqueurs ont déjà été appliqués avec succès à l'étude de la diversité morphologique du maïs (Li *et al.*, 2002 ; Salami *et al.*, 2007) et d'autres céréales cultivées comme le sorgho (Ayana et Bekele, 1999 ; Abddi *et al.*, 2002 ; Grenier *et al.*, 2004 ; Koffi *et al.*, 2011), le riz (Adeyemi *et al.*, 2011 ; Ferreira do Nascimento *et al.*, 2011 ; Chakravorty *et al.*, 2013), le mil (Loumerem *et al.*, 2008 ; Akanvou *et al.*, 2012), l'orge (Jaradat *et al.*, 2004) et le blé (Martin et Ruiz, 2000; Naghavi et Amirian, 2005; Salem *et al.*, 2008; Ali *et al.*, 2013). La présente étude se propose d'analyser la diversité morphologique des accessions de maïs collectées au Centre et au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire, à travers l'utilisation des descripteurs de *Biodiversity international*.

Matériel et méthodes

Matériel végétal et méthode de collecte

Les variétés de maïs étudiées, au nombre de 129, sont issues d'une mission de prospection réalisée en 2008, par l'équipe de recherche du programme maïs, mil, sorgho du CNRA. Cette prospection a couvert 11 départements du centre et du centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Les coordonnées précises des sites prospectés ont été enregistrées à l'aide d'un appareil GPS (Arpentor) ; il s'agit de la latitude, la longitude et l'altitude. La recherche participative exploitant l'expertise villageoise a été appliquée pour recueillir des informations sur l'origine des premières semences, les techniques culturales, les attaques parasitaires, les caractéristiques morphologiques et agronomiques, ect.

Le nombre des échantillons prélevés varie selon la disponibilité des semences conservées par le paysan. Chez les petits paysans un minimum de 02 ou 03 épis a été collecté et pour les exploitations plus grandes un minimum de 5 épis a été pris. Lorsqu'il n'était pas possible d'obtenir des épis entiers (réticence de l'agriculteur, faible nombre d'épis conservés pour la semence etc...), un échantillon de 10 grains a été prélevé par épi sur le maximum d'épis disponibles. Dans les situations où l'agriculteur avait déjà égrené son maïs, environ 250 à 1000 grammes étaient prélevés.

Site d'étude

Les essais ont été mis en place à la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières (SRCV) du Centre National de Recherche Agronomique localisée à 8 Km au Nord-Ouest de la ville de Bouaké (latitude : 7°41'N; longitude : 5°2' O; altitude: 369 m). Le site expérimental se caractérise par un sol de type ferrallitique gravillonnaire, remanié, peu profond et issu d'un matériau d'altération granitique.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de blocs aléatoires complets répétés trois (3) fois. Les parcelles élémentaires étaient constituées de 4 lignes de 5 mètres de longueur distantes de 0,75 m. la parcelle utile était représentée par les 2 lignes centrales. Le précédent cultural était une jachère travaillée. Les graines de chaque accession ont été semées à 3 cm de profondeur avec un espacement de 0,25 m entre les poquets. Deux semaines après le semis, les plants de maïs ont été démariés à 2 pieds par poquet en vue d'obtenir une densité de 53 333 plants/ha.

L'engrais azoté NPK (15-15-15) a été appliqué pendant la préparation du sol à la dose de 150 kg/ha. L'urée (46%) a été apportée en deux fractions : la première durant le démariage et la seconde à la montaison (45 jours après semis) à raison de 100 kg/ha, chacune. Un traitement herbicide semi-sélectif,

ATRANET 500 EC a été appliqué sur la parcelle expérimentale à la dose de 4 litres à l'hectare, un jour après le semis. Le contrôle des mauvaises herbes a été effectué par la suite par sarclages à la houe autant que nécessaire. Pour le contrôle des insectes défoliateurs, un insecticide, Cypercal 50EC (cyperméthrine 50g/l) a été appliqué à la dose de 0,8 à 1 litre à l'hectare dès l'observation des premières attaques. Les borers de tiges ont été contrôlés en appliquant du furadan 5G à la dose de 3 kg à l'hectare dans le cornet foliaire des jeunes plants pendant la phase de croissance végétative.

Variables observées et analyse statistique

Les données ont été collectées sur dix plantes choisies aléatoirement au niveau des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Treize variables quantitatives, ont permis de décrire les accessions. Il s'agit: floraison mâle à 50% (FLM), floraison femelle à 50% (FLF), hauteur de la plante (HPL), hauteur d'insertion de l'épi (HIE), nombre de feuilles inférieures (NFI), longueur de la feuille (LOF), nombre de branches totales de la panicule (NBT), nombre de branches primaires de la panicule (NB1), poids des épis au champ (PEC), longueur des épis (LOE), nombre de rangées de grains (NRG), nombre moyen de grains/rangée (NMGR), poids de cent grains (P100G).

Des analyses descriptives ont été réalisées avec le logiciel SPSS version 17. Une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée sur la matrice de corrélation et les facteurs générés, dont le cumul de la variance expliquée était supérieure à 75 % ont été considérés comme variables pour la classification. Un regroupement des accessions en différentes classes homogènes a été effectué par la méthode de classification hiérarchique ascendante (CHA). Enfin, une analyse canonique discriminante (AD) pas - à - pas a été réalisée afin de faire ressortir les caractères qui discriminent les groupes issus de la classification. Les logiciels STATISTICA version 7.1 et SPSS version 17 ont été utilisées à cet effet. La fiabilité des analyses multivariées requiert que les variables utilisées soient exprimées dans la même échelle. Les variables ont donc été transformées de telle sorte que leur moyenne soit nulle et leur écart-type soit égal à 1.

Résultats

Analyse statistique descriptive

L'analyse descriptive des *données* recueillies est consignée dans *le tableau 1 suivant*. Le coefficient de variation est faible (< 15%) dans l'ensemble pour la plupart des variables mesurées : ce qui confirme la précision de l'essai. Il est cependant élevé pour le poids au champ des épis (17, 90%). Par ailleurs, des écarts importants ont été enregistrés entre les valeurs minimales et les valeurs maximales pour tous les caractères. Par

exemple, la floraison mâle à 50 % varie de 58,33 j pour les accessions précoces à 82,33 j pour les accessions les plus tardives. La hauteur de la plante varie de 194,33 m pour les accessions courtes à 247,86 m pour les accessions grandes. Le poids de cent grains varie de 20,00 g au double. Il en est de même pour le poids des épis au champ qui varie de 438,00 g pour les accessions à petits épis à 1162,00 pour les accessions à gros épis.

Tableau 1: Valeur minimale, maximale, moyenne et coefficient de variation des 13 traits quantitatifs étudiés.

Variables	N Actifs	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	Variance	%Coefficient de variation
FLM (jrs)	129	58,33	82,33	65,61	3,91	15,28	5,96
FLF (jrs)	129	60,33	87,00	68,58	4,45	19,82	6,49
HPL (cm)	129	194,33	297,00	247,86	22,81	520,40	9,20
HIE (cm)	129	104,00	200,33	142,42	20,16	406,23	14,15
NFI	129	7,67	12,53	9,65	0,89	0,80	9,28
LOF (cm)	129	81,43	110,47	99,49	6,27	39,25	6,30
NBT	129	12,67	30,20	20,82	2,90	8,39	13,91
NB1	129	9,00	22,50	14,51	2,16	4,67	14,90
PEC (g)	129	438,00	1162,00	804,76	144,09	20762,39	17,90
LOE (cm)	129	13,60	19,50	16,59	1,33	1,76	7,99
NRG	129	11,20	16,40	13,97	1,16	1,36	8,34
NMGR	129	28,00	46,40	36,01	3,50	12,26	9,72
P100G (g)	129	20,00	40,00	28,11	4,02	16,14	14,29

Analyses en composantes principales

Mesure d'adéquation d'échantillon de Kaiser-Meyer-Olkin

Avant de procéder à l'analyse des composantes principales, la mesure d'adéquation de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) a été calculée pour chaque variable. Le tableau 2 montre que, l'indice de KMO est faible pour le nombre de rangées de grains (0,357) et le poids de cent grains (0,379). Ces variables ont donc été exclues des analyses ultérieures.

Tableau 2: Mesures d'adéquation de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) des 13 variables quantitatives.

Variables	Indice de KMO
FLM (jrs)	0,720
FLF (jrs)	0,736
HPL (cm)	0,710
HIE (cm)	0,719
NFI	0,843
LOF (cm)	0,767
NBT	0,587
NB1	0,560
PEC (g)	0,614
LOE (cm)	0,770
NRG	0,357
NMGR	0,670
P100G (g)	0,379

Analyse de la matrice des corrélations et test de sphéricité de Bartlett

La matrice de corrélation de Pearson montre des corrélations significatives entre plusieurs couples de variables (Tableau 3). De plus le déterminant est supérieur à zéro mais très petit (déterminant = 1,15E-005). Ceci implique dans un premier temps que les données sont factorisables.

Tableau 3: Matrice de corrélation entre les variables mesurées.

	FLM	FLF	HPL	HIE	NFI	LOF	NBT	NB1	PEC	LOE	NMGR
FLM	1,000										
FLF	0,973	1,000									
HPL	0,564	0,547	1,000								
HIE	0,644	0,630	0,942	1,000							
NFI	0,623	0,628	0,808	0,893	1,000						
LOF	0,251	0,219	0,416	0,305	0,199	1,000					
NBT	0,279	0,315	0,326	0,367	0,366	0,310	1,000				
NB1	0,194	0,224	0,274	0,285	0,238	0,269	0,837	1,000			
PEC	-0,118	-0,169	0,098	0,006	-0,017	0,415	-0,058	-0,106	1,000		
LOE	-0,060	-0,113	0,125	0,088	0,060	0,202	-0,005	-0,115	0,691	1,000	
NMGR	-0,217	-0,270	0,008	-0,043	-0,092	0,172	-0,076	-0,129	0,714	0,707	1,000

Par ailleurs, l'indice KMO global pour la matrice et le test de sphéricité de Bartlett présentés dans le tableau 4 ci-dessous sont significatifs. (KMO = 0, 711, test de Bartlett affiche un Khi-deux = 140,53 et p=0.000). Ces résultats confirment que la matrice de données peut être soumise à des analyses factorielles exploratoires.

Tableau 4 : Indice de KMO pour la matrice globale et test de Bartlett

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,711
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1,405E3
	df	55
	Sig.	,000

Nombre de facteurs à retenir

Le tableau 5 donne les valeurs propres et le pourcentage de variance de chaque axe. D'après le critère de Kaiser, tout axe dont la valeur propre est supérieure à 1 doit être retenu pour l'analyse. Par conséquent, les trois premiers axes ont été retenus pour décrire la variabilité totale des accessions. Ces trois premiers axes permettent à eux seuls d'expliquer 78,28% de la variance totale. Le premier axe restitue 40,29% de la variance, le deuxième axe 23,96% et le troisième axe 14,02%.

Tableau 5: Vecteurs propres et pourcentage de variation exprimée par les trois premiers axes de l'analyse des composantes principales.

Composantes principales	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Variance propre	4,432	2,636	1,542
% Variance totale	40,295	23,964	14,026
% variance totale accumulée	40,295	64,260	78,286

Analyse des axes

L'examen des coordonnées des variables (Tableau 6) montre que les variables floraison mâle à 50%, floraison femelle à 50%, hauteur de la plante, hauteur d'insertion de l'épi et nombre de feuille concourent le plus à la construction du premier axe. Cet axe peut donc être décrit comme l'axe de la précocité et du développement végétatif. Tandis que les variables suivantes : poids des épis au champ, longueur des épis et nombre moyen de grains par rangées concourent le plus à la formation du second axe. Cet axe peut être défini comme l'axe du rendement. Deux variables contribuent à la formation du troisième axe : il s'agit du nombre de branche total de la panicule et du nombre de branche primaire de la panicule. Cet axe apporte une information complémentaire à l'axe 1.

Tableau 6: Corrélation des variables avec les composantes.

	Composantes		
	1	2	3
FLM	0,820	0,127	-0,287
FLF	0,823	0,188	-0,255
HPL	0,860	-0,212	-0,154
HIE	0,907	-0,122	-0,189
NFI	0,862	-0,059	-0,217
LOF	0,421	-0,447	0,271
NBT	0,575	0,016	0,743
NB1	0,486	0,098	0,812
PEC	-0,060	-0,905	0,009
LOE	-0,012	-0,862	-0,066
NMGR	-0,174	-0,866	0,005

Représentations des variables et des individus

La figure 1 présente la projection des individus sur le plan formé par les axes 1 et 2 en fonction de leur contribution. L'examen de la figure permet de distinguer 4 groupes d'individus dont la contribution relative à la formation des axes est importante.

L'axe 1 met en évidence une distinction entre le groupe 1 (G1) composé des individus tardifs, de grande taille et possédant de nombreuses feuilles, et le groupe 2 (G2) constitué des accessions précoces, de taille moyenne avec peu de feuilles.

L'axe 2 oppose le groupe 3 (G3) caractérisé par les accessions à petits épis et le groupe 4 (G4) composé d'individus à épis de grande taille

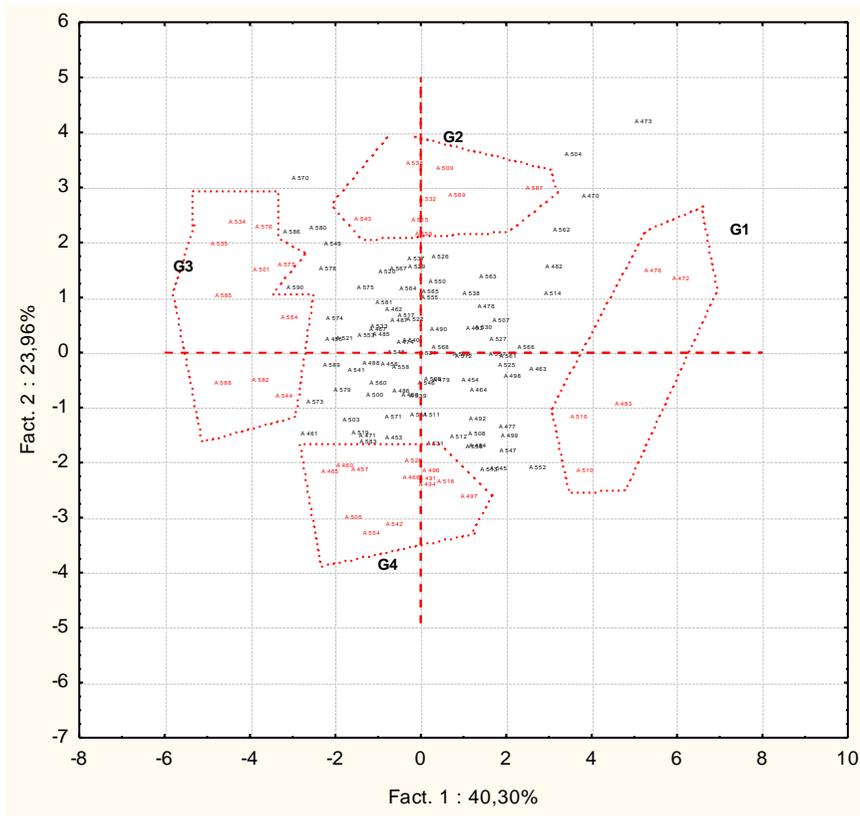


Figure 1. Projection des individus dans le plan formé par les axes 1 et 2

Classification hiérarchique

Une classification ascendante hiérarchique des données issues de l'analyse en composantes principales a été effectuée. Le dendrogramme obtenu avec la méthode d'agrégation de Ward (minimisation de la variance intra classe) fait apparaître deux grands groupes distincts sur la base de la précocité et de la hauteur. Chaque groupe se subdivise en deux sous groupes (Figure 2).

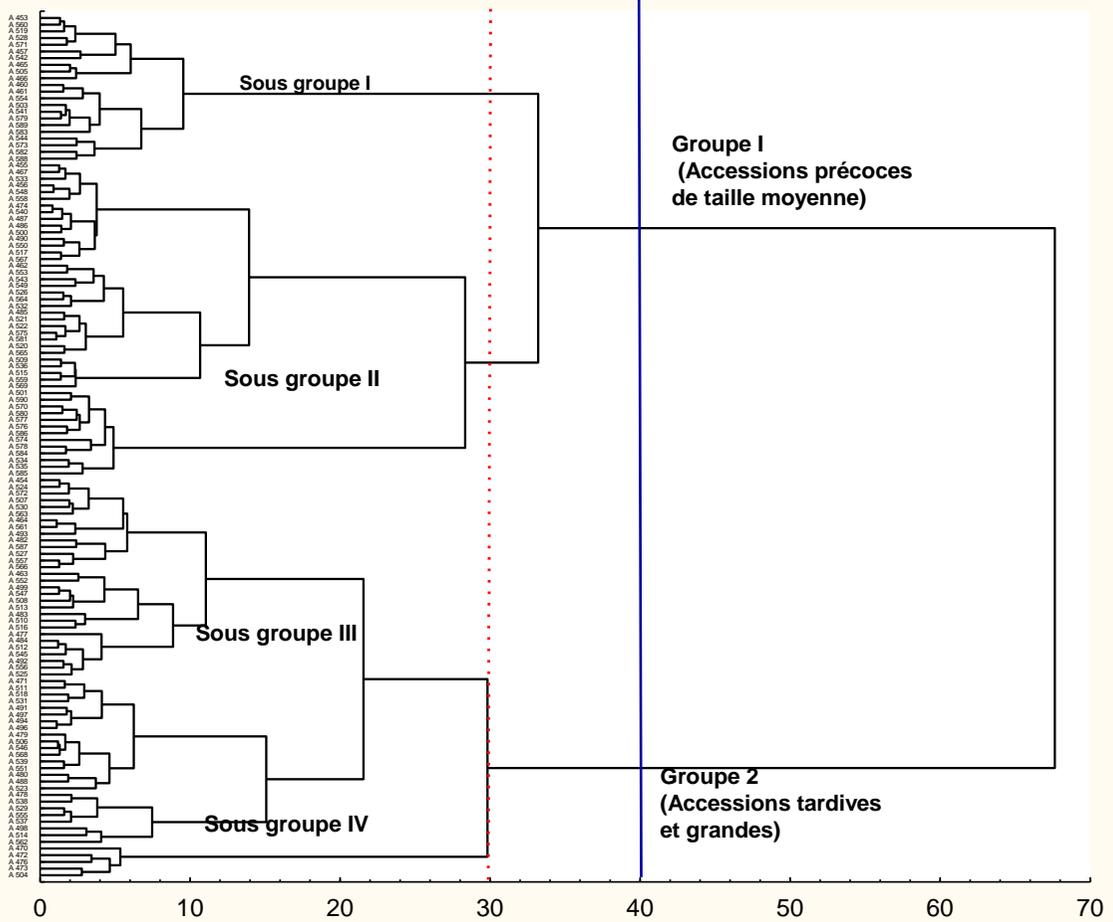


Figure 2. Classification hiérarchique ascendante (CHA) des 129 accessions suivant le critère d'agrégation de Ward.

Une analyse de variance réalisée sur les différents sous groupes issus de la classification hiérarchique a permis de faire ressortir les principaux caractères distinctifs (tableau 7).

Le sous groupe I et le sous groupe II sont constitués des accessions précoces, de taille moyenne, possédant peu de feuilles. Le sous groupe I se distingue du sous groupe II par les paramètres du rendement. En effet, les individus du sous groupe I ont des épis longs remplis de grains.

Le sous groupe III renferme les accessions tardives et grandes. Le sous groupe IV est composé des accessions très tardives et très grandes. En plus de ses caractères, les individus de ce sous groupe ont de petits épis.

Tableau 7. Caractéristiques des groupes issus de la classification hiérarchique ascendante.

Variables	Groupes I		Groupe II		F	P
	S/groupe I	S/groupe II	S/groupe III	S/groupe IV		
N	22	47	55	5		
FLM	64,19 ± 2,76 ^a	63,97 ± 3,00 ^a	66,49 ± 2,73 ^b	77,40 ± 4,11 ^c	36,06	<0,001
FLF	66,74 ± 2,90 ^a	66,95 ± 3,66 ^a	69,46 ± 2,98 ^b	82,33 ± 4,37 ^c	36,59	<0,001
HPL	233,37 ± 12,13 ^a	232,01 ± 15,13 ^a	264,02 ± 16,90 ^b	282,83 ± 12,76 ^c	51,70	<0,001
HIE	129,28 ± 11,79 ^a	129,20 ± 12,73 ^a	155,09 ± 14,12 ^b	184,96 ± 15,44 ^c	56,31	<0,001
NFI	9,04 ± 0,06 ^a	9,13 ± 0,63 ^a	10,15 ± 0,61 ^b	11,58 ± 0,74 ^c	45,81	<0,001
LOF	98,97 ± 5,17 ^a	96,81 ± 6,13 ^a	102,46 ± 5,41 ^{ba}	94,32 ± 6,87 ^a	9,86	<0,001
NBT	18,41 ± 2,27 ^a	19,70 ± 1,95 ^{ab}	22,62 ± 2,68 ^{bc}	21,98 ± 2,68 ^c	22,07	<0,001
NBI	12,51 ± 1,66 ^a	14,05 ± 1,5 ^b	15,73 ± 2,07 ^c	14,03 ± 2,33 ^{abc}	10,11	<0,001
PEC	943,10 ± 105,94 ^a	724,127 ± 103,84 ^b	840,61 ± 120,71 ^c	559,60 ± 101,43 ^d	29,32	<0,001
LOE	17,68 ± 1,06 ^b	15,77 ± 0,98 ^a	16,98 ± 1,18 ^b	15,16 ± 1,15 ^a	21,38	<0,001
NMGR	40,20 ± 2,22 ^c	33,86 ± 2,57 ^a	36,58 ± 2,75 ^b	31,26 ± 1,99 ^a	36,59	<0,001

4-4 Analyse discriminante descriptive

L'analyse discriminante a été réalisée pour rechercher les variables les plus discriminantes vis-à-vis des classes déterminées. Les quatre sous groupes issus de la classification hiérarchique ont été utilisés comme variable catégorielle dans cette l'analyse. Le test d'égalité des moyennes des groupes révèle que 8 variables (sur les 11 testées) permettent de discriminer les groupes (tableau 8).

Tableau 8. Tests d'égalité des moyennes des groupes

Variables	lambda de Wilks	F	df1	df2	Sig.
HIE	0,425	56,318	3	125	<0,001
HPL	0,446	51,701	3	125	<0,001
NFI	0,476	45,815	3	125	<0,001
FLF	0,532	36,588	3	125	<0,001
NMGR	0,532	36,594	3	125	<0,001
FLM	0,536	36,062	3	125	<0,001
PEC	0,587	29,325	3	125	<0,001
LOE	0,661	21,379	3	125	<0,001

D'autre part, concernant la validité de l'étude, le test de Box est significatif (M de Box = 84,370 ; F = 2,608 ; p=0,000). Ceci atteste que les matrices de variance-covariances des variables sont égales pour les 4 sous groupes. En outre, la matrice de confusion montre que 88,4% des observations originales contre 86,0% des observations validées croisées sont classées correctement.

5- Discussion

La caractérisation morphologique est une des étapes importantes dans la description et la classification du germoplasme des plantes cultivées (Manzano *et al.*, 2001 ; Yobi *et al.*, 2002; Radhouane, 2004). En effet, tout programme d'amélioration s'appuie nécessairement sur la variabilité morpho-phenologique (Smith *et al.*, 1991). Elle permet de mettre à la disposition des améliorateurs des informations capitales, nécessaires pour leurs travaux (Fraleigh, 1987). Dans ce contexte une collection locale de 129 géotypes de maïs collectés au Centre et au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire a été étudiée utilisant les paramètres agro morphologiques.

Les analyses descriptives ont montré des écarts importants entre les valeurs minimales et les valeurs maximales pour l'ensemble des caractères morphologiques analysés. Ceci témoigne d'une variabilité inter-accessions importante. Cette forte diversité morphologique résulterait des pratiques de gestion paysanne des semences. En effet, plusieurs auteurs ont montré que les pratiques de gestion paysanne des semences, notamment les échanges de variétés entre agriculteurs sont à l'origine d'une diversité importante entre les populations de plantes cultivées (Mckey *et al.*, 2001 ; Barnaud *et al.*, 2008; Delaunay *et al.*, 2008 ; Missihoun *et al.*, 2012). Outre ce fait, la prédominance de la culture poly-variétale comme mode de gestion au champ des variétés semble être aussi responsable de cette diversité variétale observée, compte tenu du mode de reproduction préférentiellement allogame du maïs (96%). Mckey *et al.* (2001) ont montré que la présence de plusieurs variétés de manioc (espèce à reproduction sexuée), chacune bien différenciée des autres, dans un même champ produire des individus fortement hétérozygotes. Cette pratique permet aux agriculteurs amérindiens de maintenir une diversité variétale et génétique élevée de cette plante.

La classification ascendante hiérarchique basée sur les coordonnées des individus sur les 3 premiers axes de l'ACP, représentant au total plus de 78,28 % de la variabilité totale, a permis d'identifier deux grands groupes phénotypiques organisés en quatre sous-groupes. L'analyse discriminante a montré que la précocité, les caractères hauteurs, ainsi que les paramètres de l'épi contribuent à discriminer les accessions. Ces descripteurs sont donc les plus pertinents pour l'explication de la variabilité. La précocité, les hauteurs de la plante et d'insertion de l'épi ainsi que les caractères liés à l'épi sont des variables qui ont servis à décrire la variabilité des populations de variétés de maïs cultivées à Cuzalapa au Mexique par Louette et Smale (1996). La structuration de la diversité morphologique observée pourrait résulter de la sélection phénotypique paysanne qui prend en compte principalement les caractéristiques de l'épi et de floraison. Chaque année, les agriculteurs choisissent pour reconduire leur culture les semences issues des épis les plus gros et les plus beaux. Cette sélection massale à favoriser une différenciation

des variétés en plusieurs sous-groupes mis en évidence dans la présente étude. Louette et Smale (2000), ont observé que la sélection phénotypique basée sur les caractéristiques de l'épi contribue à maintenir une différenciation phénotypique entre les variétés de maïs malgré d'important flux de gènes. Selon ces mêmes auteurs la précocité est le premier élément de structuration des maïs de Cuzalapa (Mexique). Ces résultats sont assez similaires des nôtres. L'importance de ses caractères quantitatifs dans la structuration de la diversité des populations de maïs à été mis en évidence par plusieurs auteurs (Moreno *et al.*, 2006). Ainsi, bien que soumis à l'influence des conditions environnementales, ils ne doivent pas être négligés par les conservateurs dans l'étude de la diversité car ils sont essentiels en milieu paysan où ils influencent grandement les critères de sélection phénotypique.

6- Conclusion

L'étude de la diversité agro morphologique des populations de maïs cultivées au Centre et Centre ouest de la Côte d'Ivoire, laisse entrevoir une diversité morphologique importante. Cette diversité a été structurée en quatre sous groupes par la classification ascendante hiérarchique. Les caractéristiques de l'épi, la précocité, la hauteur de la plante et la hauteur d'insertion de l'épi sont les caractères les plus distinctifs. Chaque sous groupe constitue une source potentielle de caractères intéressants pour l'amélioration du maïs en Côte d'Ivoire. La collection est majoritairement composée d'écotypes précoces et tardifs. Très peu d'écotypes à cycle très tardif ont été collectés. Sur un total de 129 accessions collectées, 69 accessions (sous groupe I et sous groupe II) sont précoces, 55 accessions (sous groupe III) ont un cycle tardif et seulement cinq accessions (sous groupe IV) ont un cycle très tardif. Cette étude confirme le recul des variétés locales de maïs en Côte d'Ivoire surtout celles à cycle long. En termes de conservation *ex-situ* un accent particulier doit donc être mis sur les variétés du sous groupe IV. Afin d'optimiser l'exploitation de ces ressources locales dans l'amélioration variétale du maïs, il est important d'analyser la structuration de la diversité génétique présente et de définir une core-collection.

References:

- Abdi A., Bekele E., Asfaw Z., Teshome A. Patterns of morphological variation of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) landraces in qualitative characters in North Shewa and South Welo, Ethiopia, *Hereditas*, 137,161–172, 2002.
- Adeyemi R.A., Gana A.S., Yusuf S.T. Biometrical Character Interrelationship And Morphological Variations In Some Upland Rice

- (*Oryza Sativa* L.) Varieties, African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development, 11, 2, 4673-4687, 2011.
- AGPB. www.agpb.com, 2013.
- Akanvou L., Akanvou R., Kouakou C.K., N'DA H.A., Koffi K.G.C. Évaluation de la diversité agro morphologique des accessions de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.), Journal of Applied Biosciences 50 3468-3477, 2012.
- Ali A., Ali N., Ali I., Adnan M., Ullah N., Swati Z.A. Morphological And Genetic Diversity Of Pakistani Wheat Germplasm Under Drought Stress, International Journal of Advancements in Research & Technology, 2, 186-193, 2013.
- Ayana A., Bekele E. Multivariate analysis of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea, Genetic Resources and Crop Evolution, 46, 273–284, 1999.
- Barnaud A., Joly H., McKey D.B., Deu M., Khasah C., Monné S., Garine E. Gestion des ressources génétiques du sorgho (*Sorghum bicolor*) chez les Duupa (Nord Cameroun), Cahiers Agricultures, 17, 2, 178-182, 2008.
- Beyene Y., Botha A.M., Myburg A. A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize, African Journal of Biotechnology, 4, 7, 586-595, 2005.
- BLASSONNY R. Ivoire grain, <http://www.ivoireregion.net/index.php/la-nouvelle/726-germination-le-mais-veut-damer-le-pion-au-coton>, 2013.
- Boone, Peter, Stathacos, Charles J.D., Wanzie., Rose L. Évaluation sous-régionale de la chaîne de valeurs du maïs, rapport technique ATP n°1. Bethesda, MD: projet ATP, Abt Associates Inc.), 2008.
- Chakravorty A., Ghosh P.D., Sahu P.K. Multivariate Analysis of Phenotypic Diversity of Landraces of Rice of West Bengal, American Journal of Experimental Agriculture, 3, 1, 110-123, 2013.
- Countrystat. www.countrystat.org/civ/cont/pxwebquery/ma/107spd080/fr, 2013.
- Delaunay S., Tescar R-P., Oualbego A., vom Brocke K., Lançon J. La culture du coton ne bouleverse pas les échanges traditionnels de semences de sorgho. Cahiers Agricultures, 17, 189– 194, 2008.
- Empereire L., Gilda S.M., Fleury M., Robert T., Mckey D., Pujol B. Approche comparative de la diversité génétique et de la diversité morphologique des maniocs en Amazonie (Brésil et Guyanes), Actes du BRG 4, 247-267, 2003.
- Ferreira do Nascimento W., Ferreira da Silva E., Veasey E.A. Agromorphological characterization of upland rice accessions, Scientia Agricola, 68, 6, 652-660, 2011.

- Fraleigh B. Importance des banques de ressources phytogénétiques, In: Amélioration et protection des plantes vivrières tropicales, (Eds) Saint Pierre C-A., Demaly Y., AUPELF-UREF, Québec, Canada, 13-18, 1987.
- Grenier C., Bramel P.J., Dahlberg J.A., El-Ahmadi A., Mahmoud M., Peterson G.C., Rosenow D.T., Ejeta G. Sorghums of the Sudan: analysis of regional diversity and distribution, Genetic Resources and Crop Evolution, 51, 5, 489-500, 2004.
- Jaradat, A.A., Shahid M., Al Maskri A.Y. Genetic Diversity in the Batini Barley Landrace from Oman: I. Spike and Seed Quantitative and Qualitative Traits. Crop Science, 44, 304-315, 2004.
- Koffi K.G.C., Akanvou L., Akanvou R., Zoro B.I.A., Kouakou C.K., N'da H.A. Diversité Morphologique Du Sorgho (*Sorghum Bicolor* L. Moench) cultivé au Nord de la Côte d'Ivoire, Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie, 17, 125-142, 2011.
- Li Y., Shi Y.S., Cao Y.S., Wang T.Y. A phenotypic diversity analysis of maize germplasm preserved in China, Maydica, 47, 107-114, 2002.
- Louette D., Smale M. Farmer's seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico, Euphytica, 113, 25-41, 2000.
- Loumerem M., Van Damme P., Reheul D., Behaeghe T. Collection and evaluation of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) germplasm from the arid regions of Tunisia, Genetic Resources Crop Evolution 55, 1017–1028, 2008.
- Manzano A.R., Nodals R.A.A., Gutiérrez R.A.I.M., Mayor F.Z., Alfonso C.L. Morphological and isoenzyme variability of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) germplasm in Cuba. Plant Genetic Resources Newsletter, 126, 31-40, 2001.
- Martín I., Ruiz M. Spanish landraces collection of durum wheat maintained at the CRF-INIA, In : Durum wheat improvement in the Mediterranean region, (eds), Royo C., Nachit M., Di Fonzo N., Araus J.L., Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, Zaragoza, 40, 601-606, 2000.
- McKeye D., Emperaie L., Elias M, Pinton F., Robert T., Desmoulière S., Rival L. Gestion locales et dynamiques régionales de la diversité variétale du manioc en Amazonie, Genetic Selection Evolution, 33, 465-490, 2001.
- Missihoun A.A., Agbangla C., Adoukonou-Sagbadja H., Ahanhanzo C., Vodouhè R. Gestion traditionnelle et statut des ressources génétiques du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) au Nord-Ouest du Bénin. International Journal of Biological Chemical Sciences 6, 1003-1018, 2012.
- Moreno L.L., TuxilJ. I, Moo Y.E., Luis R. A., ALEJO J.C., JARVIS D.I. Traditional Maize Storage Methods of Mayan Farmers in Yucatan, Mexico: Implications for Seed Selection and Crop Diversity, Biodiversity and Conservation, 15, 1771–1795, 2006.

Naghavi M.R., Amirian R. Morphological characterization of accessions of *Aegilops tauschii*. International Journal of Agriculture & Biology, 7, 3, 392–394, 2005.

Planetoscope-statistique. Statistiques mondiales en temps réel sur les céréales www.planetoscope.com/cereales/193-production-mondiale-de-mais., 2013.

Radhouane L. Etude de la variabilité morpho-phénologique chez *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., Plant Genetic Resources Newsletter, 138, 18-22, 2004.

Salami A.E., Adegoke S.A.O., Adegbite O.A. Genetic Variability among Maize Cultivars Grown in Ekiti-State, Nigeria, Middle-East Journal of Scientific Research, 2, 1, 09-13, 2007.

Salem K.F.M., El-Zanaty A.M., Esmail R.M. Assessing Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genetic Diversity Using Morphological Characters and Microsatellite Markers, World Journal of Agricultural Sciences, 4, 5, 538-544, 2008.

Smith S.E., Doss A.A., Warburton M. Morphological and agronomic variation in North African and Arabian alfalfas, Crop Science, 31, 1159-1163, 1991.

Yobi A., Henchi B., Neffati M., Jendoubi R. Système de reproduction et variabilité morpho-phénologique chez *Allium roseum*, Plant Genetic Resources Newsletter, 127, 29-34, 2002.