

Performance agronomique et mise en évidence de la distinction inter-variétale, de l'homogénéité et de la stabilité intra-variétale de sept variétés de sorgho au Burkina Faso

Nofou OUEDRAOGO^{1*}, Nerbewende SAWADOGO², Minimassom P. NIKIEMA¹,
Issouf KOURAOGO¹, Armel P. SAWADOGO¹, Baloua NEBIE³

Résumé

Le sorgho est une principale culture céréalière au Burkina Faso et constitue la base de l'alimentation des populations en milieu rural. Cependant, sa production est assurée en grande partie par les variétés locales et seulement, une faible proportion est assurée par les variétés améliorées. L'objectif de cette étude est de mettre en exergue la distinction, l'homogénéité, la stabilité et la performance de nouvelles lignées guinea afin de faciliter leur homologation. Ainsi, huit lignées incluant un témoin de référence (Kapelga) ont été évaluées à travers un bloc de Fisher en deux années (2019 et 2020). Le résultat de cette étude a mis en évidence une importante variabilité inter-lignées pour tous les caractères étudiés et une faible variabilité intra-lignées pour les paramètres liés à l'aspect de la panicule et du grain. Les sept lignées testées ont présenté des distinctions notables avec le témoin à travers la pigmentation anthocyanique du coléoptile, l'époque d'apparition des panicules, l'aristation de la glumelle et la hauteur des plantes. Les lignées ont été stables pour les paramètres liés à l'aspect de la panicule et du caryopse. Ces lignées sont suffisamment distinctes du témoin, homogènes et stables, par conséquent, peuvent être soumises à l'homologation pour inscription au catalogue national.

Mots-clés : Sorgho, lignée guinea, distinction, homogénéité, stabilité, performance

Agronomic performance, demonstration of inter-variatal distinction, intra-variatal homogeneity and stability of seven sorghum varieties in Burkina Faso

Abstract

Sorghum is a main cereal crop in Burkina Faso and constitute the basis of the diet for rural populations. However, its production is largely ensured by local varieties and only a small proportion is ensured by improved varieties. The objective of this study is to highlight the distinction, homogeneity, stability and performance of new guinea lines in order to facilitate their registration. Thus, eight lines including a reference control (Kapelga) were evaluated through a Fisher block design during two years (2019 and 2020). The result of this study showed a high inter-lines variability for all the traits studied and a low intra-lines variability for parameters related to panicle and grain shape. The seven lines tested showed considerable distinctions with the control through the anthocyanin pigmentation of the coleoptile, heading

¹ Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles (INERA), Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

²Laboratoire Biosciences, Ecole Doctorale Sciences et Technologies, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7022 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

³International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), BP 53 Bambey, Senegal

* **Auteur correspondant :** Email : nofou2008@yahoo.fr/nofou2008@gmail.com

date of panicles, the arisation of the glumella and the plant height. The lines were stable for parameters related to panicle and grain shape. These lines are sufficiently distinct from the control, homogeneous and stable, therefore, may be submitted for release in the national catalogue.

Keys words: Sorghum, guinea line, distinction, homogeneity, stability, performance

Introduction

Le sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] est une céréale tropicale cultivée dans un large éventail d'environnements où il joue un rôle important en tant qu'aliment de base pour plusieurs millions de personnes dans le monde. Selon FAOSTAT (2020), le sorgho est la cinquième céréale dans le monde après le blé (*Triticum estivum* L.), le maïs (*Zea mays* L.), le riz (*Oryza sativa* L.) et l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Sa production mondiale est estimée à environ 59 millions de tonnes avec 27 millions de tonnes pour l'Afrique et 14 millions de tonnes pour l'Afrique de l'ouest (FAOSTAT 2020).

En Afrique de l'ouest, le Burkina Faso est classé deuxième en termes de production de sorgho après le Nigeria. Au niveau national, le sorgho est la première céréale cultivée en termes de superficie (environ 1 958 672 hectares) et de production totale céréalière (environ 2 013 869 de tonnes) (MARAHA, 2023). Avec un rendement moyen d'environ 1,028 t/ha (MARAHA, 2023), le sorgho intervient dans la préparation de plusieurs mets locaux. Il constitue l'aliment de base dans les milieux ruraux en particulier dans les zones sub-sahélienne et nord-Soudanienne (Trouche et *al.*, 2001 ; Barro/Kondombo, 2010). Outre, la consommation humaine, le sorgho à travers ses tiges et feuilles est largement utilisé comme fourrage pour la consommation animale.

Au Burkina Faso, la production du sorgho est assurée en grande partie par les variétés traditionnelles ou locales (Zongo 1991 ; Barro/ Kondombo 2010) et dans une petite proportion par l'utilisation des semences des variétés améliorées (Ouédraogo et *al.* 2015). Pourtant, le pays dispose d'une gamme de variétés améliorées adaptée à la zone soudanienne et à la zone soudano-sahélienne, cependant, un nombre très important de ces variétés ne figure plus dans le catalogue national et sous régional du fait qu'elles ne sont plus produites pour diverses raisons. Ces variétés présentent souvent des cycles très longs qui ne s'adaptent plus à la durée de la saison pluvieuse à l'instar de la série de Sarioso 1 à Sarioso 8. Aussi, certaines variétés ne répondent pas aux besoins culinaires des consommateurs. Selon Zongo (1991), les variétés traditionnelles les plus produites et qui répondent aux besoins des producteurs sont de la race guinea, tandis que les variétés rejetées sont en majorité de la race caudatum. De ce fait, pour éviter les rejets ou la faible utilisation des variétés améliorées, il est nécessaire de mettre à la disposition des producteurs et consommateurs des variétés à haut potentiel de rendements de la race guinea ou intermédiaire (guinea-caudatum, guinea-durra, etc.).

Ainsi, dans l'optique de répondre aux besoins des producteurs, l'INERA avec le soutien de ces partenaires comme l'ICRISAT et le CIRAD ont procédé à des évaluations participatives de lignées et des accessions améliorées en milieu paysan pour permettent aux producteurs de choisir eux-mêmes les variétés de sorgho en fonction de leurs critères de préférences (cycle, double usage, caractéristiques grainière, rendement). A l'issue de ces activités d'évaluation participative, les lignées et accessions améliorées retenues par les producteurs ont fait l'objet d'une étude de la distinction, de l'homogénéité, de la stabilité et de la performance agronomique pour leur inscription au catalogue national. Selon Boubabi (2001), cette étude permet de mettre en exergue les caractéristiques de la variété facilitant ainsi sa comparaison avec d'autres variétés afin de déduire sa distinction inter-variétale, son homogénéité intra-variétale, sa stabilité à travers des années et également de proposer la variété nouvelle à l'inscription au catalogue officiel des variétés pour son homologation auprès du Comité National des Semences.

Les caractéristiques morphologiques et physiologiques de chaque variété de sorgho (hauteur de la plante, longueur et largeur de la feuille, précocité, aspect de la panicule, forme de la graine, tolérance/résistance aux contraintes biotiques et abiotiques) lui confèrent, au moment des opérations de notation, un aspect général bien spécifique. En effet, l'UPOV (1990) a établi des principes directeurs considérés comme importants pour distinguer les variétés et, par conséquent, pour l'examen de l'homogénéité et de la stabilité « DHS ». Quant à l'examen de la distinction, il est nécessaire de porter une attention particulière à la différence de reproductibilité des variétés, à la netteté de la différence entre deux variétés à travers les caractères quantitatifs, qualitatifs et pseudo-qualitatifs (UPOV, 2015). Pour l'évaluation de l'homogénéité des lignées endogames, la norme de population est de 3 % avec une probabilité d'acceptation d'au moins 95 %, c'est-à-dire que seulement trois plantes hors type sont tolérées sur un échantillon de 40 plantes (UPOV, 2015). Pour l'examen de la stabilité, il se déduit des résultats de la distinction et de l'homogénéité car dans le cas de nombreux types variétaux, l'expérience montre que lorsqu'une variété est homogène, elle peut aussi être considérée comme stable (UPOV, 2015).

Cette étude a donc été conduite pour mettre en évidence la distinction inter-variétale, l'homogénéité intra-variétale, la stabilité pluriannuelle ainsi que la performance agronomique de sept variétés candidates pour leur homologation dans le catalogue national en vue de diversifier la gamme variétale au profit des producteurs et consommateurs de cette céréale.

I. Matériel et methods

1.1. Site experimental

Les essais ont été conduits en 2019 et en 2020 durant la saison humide au Centre de Recherche Agricole et de Formation de Kamboinsé (CREAF/K). La station de Kamboinsé est située à environ 18 km au nord de la ville de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Kongoussi. Les coordonnées du site expérimental situé à 296 m d'altitude sont de 12° 28 latitude nord et 1°32 de longitude ouest. Le climat de la zone est de type soudano-sahélien avec une longue saison sèche de novembre à mai et une courte saison humide de juin à octobre (Guinko, 1984). Les précipitations de la zone sont très variables d'une année à l'autre. La pluviométrie a été de 782,4 mm en 2019 et de 908,6 mm en 2020.

1.1. Matériel vegetal

Le matériel végétal est composé de huit géotypes incluant sept lignées candidates et un témoin de référence (Kapèlga). Parmi, les sept lignées candidates, trois (03) (ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3, ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 et ICSV 166001) ont été obtenues par la sélection généalogique, trois autres (Lata//DouaG-4-27-1-1, Lata//Grin-9-14-1-1 et Lata//Ridb-3-9-1-1) ont été obtenus par le rétrocroisement (après l'étape de rétrocroisement, la sélection généalogique a été adoptée pour la fixation des caractères) des élites dans le but d'améliorer aussi bien le rendement que la qualité du grain et une lignée (Kouria) a été obtenue par la sélection massale à partir d'une collection obtenue dans la région du centre-ouest. Tous les géotypes testés incluant les lignées candidates et les témoins sont de la race guinea. La race à laquelle appartiennent les variétés traditionnelles. Les informations sur les lignées candidates sont consignées dans le tableau I.

Tableau I : Liste du matériel végétal

N°	Pédigrée	Race botanique	Nature de la lignée	Statut des lignées
1	ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3	Guinea	Lignée B	Lignée testée
2	ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10	Guinea	Lignée B	Lignée testée
3	Lata//DouaG-4-27-1-1	Guinea	Lignée R	Lignée testée
4	Lata//Grin-9-14-1-1	Guinea	Lignée R	Lignée testée
5	Lata//Ridb-3-9-1-1	Guinea	Lignée R	Lignée testée
6	ICSV 166001	Guinea	Lignée B	Lignée testée
7	Kouria	Guinea	Lignée R	Lignée testée
8	Kapèlga	Guinea	Lignée B	Témoin

1.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté a été un bloc de Fisher avec huit (08) lignées en quatre (4) répétitions distantes de 1,5 m. Les lignées ou variétés candidates ont été aléatoirement affectées aux parcelles élémentaires et chaque parcelle est composée de 4 lignes de 4 m. Le semis a été fait dans des poquets sur des lignes distantes de 80 cm entre elles et de 40 cm entre les poquets. La parcelle élémentaire est représentée par une superficie de 12,8 m² avec une densité de 80 plantes. Pour le calcul du rendement, la récolte a été effectuée sur les deux lignes centrales.

1.3. Opérations culturales

La préparation du terrain a consisté en un labour suivi d'un billonnage au tracteur. Après le semis, un démariage à 2 plants par poquets a été effectué suivi d'une application de l'engrais Azote (N) -Phosphore (P) -Potassium (K) (14-23-14) à la dose de 100 kg/ha suivant la méthode du « *side dressing* » au 14^{ème} jour après semis (JAS). L'urée (46-0-0) à la dose de 50 kg/ha a été fractionnée et apportée au 30^{ème} JAS et au 45^{ème} JAS. Les sarclages ont été effectués à la demande. Les essais ont été mis en place le 08/07/2019 et 17/07/2020 respectivement.

1.4. Collecte et analyse des données

Pour l'examen de la DHS, l'UPOV (2015) recommande l'observation d'un total de 40 caractères parmi lesquels 16 sont obligatoires. Dans le présent travail, l'accent a été mis sur huit (08) caractères phénologiques et morphologiques observables au champ et/ou au laboratoire dans nos conditions d'étude. Chaque caractère est observé 10 fois dans une répétition, soit un total de 40 observations pour un caractère étudié.

Les observations réalisées en parcelle partent du stade juvénile à la récolte et ont concerné : la pigmentation anthocyanique du coléoptile, l'époque d'apparition des panicules, l'aristation de la glumelle, la hauteur de la plante à maturité, la densité de la panicule, forme de la panicule et la couleur de la glume à maturité. Les observations au laboratoire ont été effectuées après la récolte et ont concerné : la couleur du caryopse après battage et la texture de l'endosperme. Concernant le cycle, en plus du score, le nombre de jours du semis à l'épiaison a été pris en compte. La performance agronomique des lignées a été également pris en compte à travers l'évaluation du rendement. Les données ont été analysées avec le logiciels SAS version 9.1, et les "box plot" ont réalisés avec le logiciel GenStat Edition 12. Le récapitulatif des caractères observés avec les scores se trouvent consignés dans le tableau II.

Tableau II : Description des variables étudiées

N°	Caractères DHS	Score	N°	Caractères DHS	Score
1 QN	Pigmentation anthocyanique du coléoptile au stade juvénile (PAC)		26 (*) QN	Forme de la panicule (FoP)	
	Absent ou faible (abs)	1		Pyramide inversée	1
	Faible (fb)	3		Panicule évasée dans la partie supérieure	2
	Moyenne	5		Symétrique	3
	Forte	7		Panicule évasée dans la partie supérieure	4
	Très forte	9		Pyramidale	5
7 (*) QN	Epoque d'apparition des panicules (50% des plantes avec une panicule) (EPa)		29 (*) QN	Couleur du caryopse après battage (CoC)	
	Très précoce	1		Blanche	1
	Précoce	3		Blanc gris	2
	Moyenne	5		Blanc jaunâtre	3
	Tardive	7		Jaune paille	4
	Très tardive	9		Orange	5
				Rouge orange	6
				Brun clair	7
Brun rouge			8		
Brun foncé			9		
16 (*) QN	Aristation de la glumelle (ArG)		34 (*) QN	Grain : Type d'endosperme (TeE)	
	Absente ou très faible	1		Complètement vitreux	1
	Faible	3		¾ vitreux	2
	Moyenne	5		½ vitreux	3
	Forte	7		¾ farineux	4
	Très forte	9		Complètement farineux	5
18 (*) QN	Hauteur totale de la plante à maturité (HPI)		QN		Rendement
	Très courte	1			
	Courte	3			
	Moyenne	5			
	Longue	7			
Très longue	9				
25 (*)	Densité de la panicule à maturité (DeP)		QN	Rendement	Kg/ha
	Très lâche	1			

QN	Lâche	3	34 (* QN		
	Moyenne	5			
	Compacte	7			
	Très compacte	9			

QN= caractère quantitatif ; * caractère NB : les numéros attribués correspondent aux numéros de référence selon le document tg/122/4/ UPOV 2015

II. Résultats et discussion

2.1. Résultats

2.1.1. *Evaluation de la variabilité génétique*

Les résultats de l'analyse de variance des génotypes (lignées) testés ont montré des différences hautement significatives au seuil de 1% pour tous les caractères étudiés. L'analyse des variables à travers les années et de l'interaction génotypes par année ont montré qu'il y a des différences hautement significatives entre les génotypes pour cinq variables étudiées (la pigmentation anthocyanique du coléoptile au stade juvénile (PAC), l'époque d'apparition des panicules (EPa), l'aristation de la glumelle (ArG), la hauteur totale de la plante à maturité (HPI) et le rendement (Rdt). Cependant, les variables telles que la densité de la panicule à la maturité (DeP), la forme da panicule (FoP), la coloration du caryopse (CoC) et la texture de l'endosperme (TeE) n'ont pas significativement différentes les unes des autres à travers les années d'études et l'interaction entre année et génotypes (Table III).

Tableau III : Carrée moyen des génotypes, de l'année et de l'interaction génotype par année des variables étudiées

Sources	DL	PAC	Epa	ArG	HPl	DPa	FPa	CCa	TEn	Rdt
Année	1	14,07***	2889,06***	11,39***	19,91***	0,00ns	0,00ns	0,00ns	0,00ns	9707727,67***
Rep	3	1,23ns	3,69ns	0,89ns	1,59ns	0,92***	0,25***	0,56ns	3,00***	378160,72ns
Geno	7	7,60***	252,67***	32,53***	18,12***	4,25***	12,40***	8,99***	31,29***	2235478,23***
Geno*Année	7	3,88***	38,74***	9,53***	2,68***	0,00ns	0,00ns	0,00ns	0,00ns	3758372,14***
Erreur	45	0,42	3,21	0,75	0,48	0,25	0,05	0,60	0,60	424384,50
R-Carrée		0,84	0,97	0,90	0,89	0,74	0,97	0,71	0,89	0,734378

Légende : Rep : répétition, Geno : Génotypes ; ns: non-significative, ***: très hautement significative

Concernant la pigmentation anthocyanique du coléoptile (PAC), les scores ont varié de 1 (absence ou faible pigmentation du coléoptile) à 5 (pigmentation moyenne du coléoptile) avec une médiane de 1. La majeure partie des lignées a présenté des valeurs du PAC concentrées autour de la médiane, seules, quelques lignées ont présenté des colorations faible (3) à moyenne (5) (Tableau IV et Figure 1). Quant au cycle, les lignées précoces ont initié la floraison autour de 53 JAS et les plus tardives ont initié la floraison à 87 JAS avec une majorité ayant épié en dessous de 66 JAS. Concernant l'aristation de la glumelle, les lignées ont présenté des scores allant de 1 (absence ou très faible aristation) à 9 (très forte aristation) avec une majorité de lignées ayant une aristation forte à très forte (compris 7 et 9). Pour la hauteur des plantes, une forte variabilité a été noté et les lignées ont présenté des hauteurs variant de courtes à très hautes avec une médiane de 5. La majorité des lignées ont été observées avec des hauteurs moyenne à très haute (5 à 9). Pour la densité de la panicule à maturité (DeP), la variabilité a été faible et les lignées ont présenté des panicules très lâches à lâches (1 à 3). Au niveau de la forme des panicules, à l'exception de la forme pyramide inversée, toutes les autres formes ont été observées chez les lignées testées avec une répartition presque équitable des formes observées.

La couleur du péricarpe a également faiblement varié. Les grains ont présenté des couleurs allant de blanc à rouge orangé avec une domination des lignées à grains blanchâtres (grain blanc, grain blanc gris et blanc jaunâtre). Quant à la texture, les lignées ont présenté des grains entièrement vitreux (1) à entièrement farineux (5) avec une répartition approximativement équitable du type de grain chez les lignées étudiées. Au niveau de la performance agronomique, les rendements grains des lignées ont varié de 617,19 kg/ha à 6109,38 kg/ha. Cependant, la majorité des lignées testées ont eu des rendements compris entre 1000 kg/ha et 4000 kg/ha, avec quelques lignées qui ont eu de hautes performances (plus de 6000 kg/ha) en témoigne le coefficient de variation élevé pour ce paramètre (31,43) (tableau IV et figure 1).

Tableau IV : Analyse descriptive des variables étudiées

Variables	Min	Max	Médiane	1^{er} Quartile	3^e Quartile	Coeff Var
PAC	1	5	1	1	1.5	37,62
Epa	53	87	66	61.5	76	2.64
ArG	1	9	7	5	7	15.81
HPI	3	9	5	5	7	12.19
DeP	1	3	3	3	3	3.51
FoP	2	5	4	3	5	5.87
CoC	1	6	2	2	3.5	29.76
TeE	1	5	3	1	5	24.79
Rdt	617.19	6109.38	1875	1429.69	2494.14	31.43

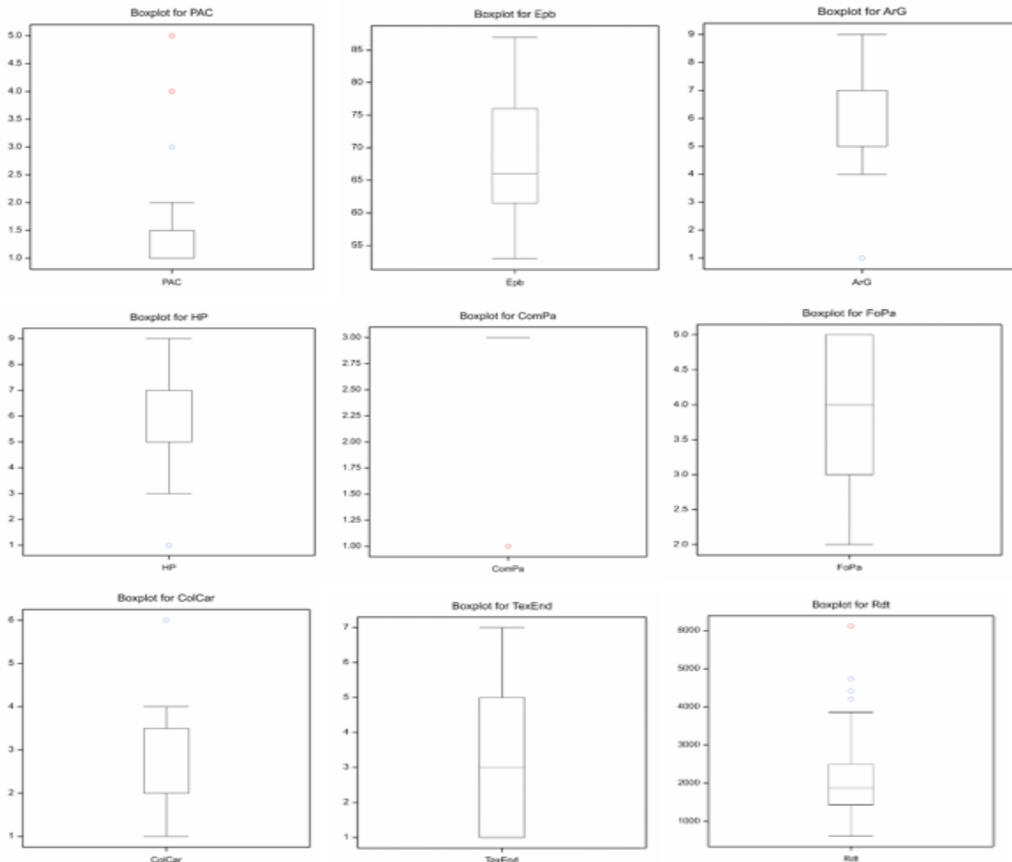


Figure 1 : Boîtes à moustaches illustrant la variation des paramètres étudiés

2.1.2. Mise en évidence de la distinction inter-lignées et de la performance agronomique

Les lignées testées ont présenté des scores moyens faibles pour la pigmentation anthocyanique du coléoptile et deux groupes se distinguent. Un groupe composé de cinq lignées incluant le témoin [ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3, Lata//DouaG-4-27-1-1, Lata//Ridb-3-9-1-1, Kapelga et Kouria] a présenté une faible (1,11 à 1,21) pigmentation anthocyanique du coléoptile tandis que le second groupe composé de trois lignées [ICSV 166001 (2,38), ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (2,81) et Lata//Grin-9-14-1-1 (2,92)] a exprimé une faible coloration anthocyanique du coléoptile avec une moyenne avoisinant 3. Au niveau du cycle des lignées, à l'exception de Kouria qui a été précoce (environ 61 JAS) que le témoin, Kapelga (63 JAS), toutes les six lignées restantes ont été tardives. La lignée la plus tardive a été ICSV 166001 avec environ 73 JAS. Au niveau de l'aristation de la glumelle, quatre lignées [ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (6,90), Lata//DouaG-4-27-1-1 (6,31), Lata//Grin-9-14-1-1 (6,43), Lata//Ridb-3-9-1-1 (6,43)] ont des valeurs

moyennes proches de celles du témoin, Kapèlga (6,43) et présentent des aristations fortes. Parmi les trois lignées restantes, une seule (ICSV 166001) a présenté une aristation faible (1,28) et les deux autres ont présenté des valeurs d'aristations moyennes [ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (5,49) et Kouria (4,09)]. Concernant la hauteur des plantes, le témoin de référence (Kapèlga) a été la plus haute avec un score moyen de 7,15. Cependant, quatre autres lignées ont eu des scores moyens proches de 7 et les quatre autres Kouria (5,98), Lata//DouaG-4-27-1-1 (6,91), Lata//Grin-9-14-1-1 (6,68) et Lata//Ridb-3-9-1-1 (6,45) ont présenté des valeurs inférieures.

Deux lignées [ICSV 166001 (4,57) et ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (4,57)] ont obtenu une hauteur de plante moyenne et une seule a été observée avec une taille relativement courte [ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (3,16)]. Pour l'aspect de la panicule, la variabilité a été très faible. Une seule lignée (ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3) a présenté des panicules très lâches et le reste y compris le témoin (Kapèlga) a eu des panicules lâches à travers les scores moyens compris entre 2 et 3. Concernent le second aspect de la panicule, seule, la forme pyramide inversée n'a pas été observée. Le témoin Kapèlga (2,26) a révélé une panicule évasée dans sa partie inférieure tout comme la lignée Lata//DouaG-4-27-1-1 (2). Seule la lignée Kouria (3) a une panicule symétrique et trois lignées [ICSV 166001 (4,99), ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (4,99) et Lata//Grin-9-14-1-1 (4,99)] ont des panicules avec des formes pyramidales. Contrairement à la variété Kapèlga, deux lignées [ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (3,99) et Lata//Ridb-3-9-1-1 (4,23)] ont eu des panicules en pyramide évasée dans leur partie supérieure. Au niveau de la couleur du grain après battage, seule, une lignée, ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (1,32) avec une coloration blanchâtre est similaire au témoin Kapèlga (1,33). Les autres lignées testées ont eu des couleurs de grains nettement distinctes de celle du témoin. En effet, trois lignées [Kouria (2,27), Lata//Grin-9-14-1-1 (2,5) et Lata//Ridb-3-9-1-1 (2,27)] ont eu une couleur de caryopse blanc gris et trois autres [ICSV 166001 (3,68), ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (3,68) et Lata//DouaG-4-27-1-1 (3,68)] ont une couleur jaune paille (Tableau V). Concernant la texture de l'endosperme, les lignées ont eu des grains complètement vitreux ou semi-vitreux avec des niveaux de vitrosité différent d'une lignée à une autre. Le témoin de référence [Kapèlga (score moyen 2,51)] et deux autres lignées [Lata//DouaG-4-27-1-1 (score moyen 3) et ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (3,47)] ont eu des grains qui sont à moitié vitreux ($\frac{1}{2}$). Seule, la lignée Lata//Ridb-3-9-1-1 (1,03) a eu des grains complètement vitreux, deux lignées candidates [Lata//Grin-9-14-1-1 (1,53) et ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (1,53)] ont eu des grains vitreux au trois quart ($\frac{3}{4}$) et deux autres lignées candidates [ICSV 166001 (3,5) et Kouria (4,05)] ont eu des grains farineux au trois quart ($\frac{3}{4}$) (Tableau V).

Tableau V : Distinction ou similitude des lignées à travers la moyenne des variables évaluées

Génotypes	PAC	Epa	ArG	HPI	DeP	FoP	CoC	TeE	Rdt
ICSV 166001	2,38	73,51	1,28	4,57	2,98	4,99	3,68	3,50	2010,13
ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3	1,21	65,95	5,49	3,16	1,08	3,99	3,68	1,53	1673,21
ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10	2,81	69,59	6,90	4,57	2,50	4,99	1,32	3,47	1848,26
Kapelga	1,11	62,89	6,43	7,15	2,02	2,26	1,33	2,51	1863,32
Kouria	1,11	60,97	4,09	5,98	2,98	3,00	2,27	4,05	2258,32
Lata//DouaG-4-27-1-1	1,11	71,12	6,31	6,91	2,98	2,00	3,68	3,00	2288,70
Lata//Grin-9-14-1-1	2,92	67,96	6,43	6,68	2,98	4,99	2,50	1,53	2063,64
Lata//Ridb-3-9-1-1	1,11	70,73	6,43	6,45	2,98	4,23	2,27	1,03	2576,95
Héritabilité	0.85	0.76	0.94	0.94	0.95	0.99	0.94	0.98	0.55

Concernant la performance agronomique des lignées, la comparaison du rendements grains du témoin (Kapelga) à ceux des lignées testées a révélé que seules deux lignées [ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (1673,21 kg/ha) et ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (1848,26 kg/ha) ont été moins performantes que Kapelga (1863,32 kg/ha). Toutes les cinq lignées restantes [ICSV 166001(2010,13 kg/ha), Lata//Grin-9-14-1-1 (2063,64 kg/ha), Kouria (2258,32 kg/ha), Lata//DouaG-4-27-1-1 (2288,7 kg/ha) et Lata//Ridb-3-9-1-1 (2576,95 kg/ha)] ont présenté des rendements potentiels plus élevés que le rendement du témoin (Figure 2).

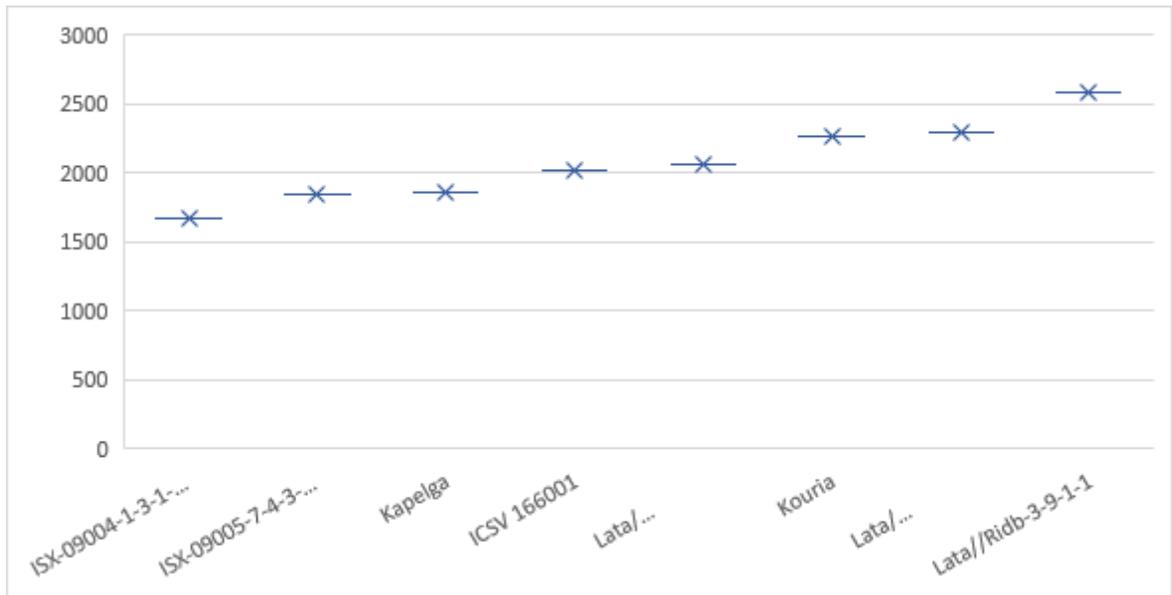


Figure 2 : Performance agronomique des lignées testées

2.2. Discussion

L'analyse de variance à travers les carrés moyens indique que les génotypes testés ont été différents les uns des autres pour les variables étudiées et cela met en évidence de manière globale, l'existence de caractères morphologiques distinctifs entre les lignées testées. L'interaction génotype x année, hautement significative pour la pigmentation anthocyanique du coléoptile (PAC), l'époque d'apparition des panicules (Epa), l'aristation de la glumelle (ArG), la hauteur des plantes (HPI) et le rendement (Rdt) pourrait traduire le faible niveau de stabilité des lignées testées pour ces paramètres étudiés. La différence de la pigmentation anthocyanique du coléoptile entre lignées s'explique du fait que c'est un caractère génétique héréditaire qui peut cependant être influencé par l'environnement, notamment par la fertilité du sol. En effet, selon Etasse (1974), en conditions d'humidité favorable et de fertilité abondante, la transformation de composés phénoliques aboutit au développement très important d'anthocyanes dans le feuillage. En plus, le témoin (Kapèlga) est une plante tan dépourvu d'anthocyane (CNS, 2014 ; CEDEAO-UEMOA-CILSS, 2021). L'aristation de la glumelle (ArG) tout comme la PAC serait un caractère génétique héréditaire qui peut également être influencé par la variation de l'environnement. La variation de l'époque d'apparition des panicules entre lignées (60 JAS à 73 JAS) pourrait s'expliquer par le fait que les lignées n'ont pas les mêmes cycles phénologiques. Des résultats similaires ont été obtenus par Ouédraogo et al (2021), Tiendrébégo et al. (2018) qui ont trouvé une variation du cycle de 59 à 73 JAS suite à une évaluation comparative du sorgho à grains sucrés du Burkina Faso et des résultats similaires ont été observés par Sawadogo (2014) (58,50 à 79,33 jours), par Nebié (2009) et Kiebre (2012) avec 62 à 76 jours et 63 à 86 jours respectivement sur le même type de sorgho (grains sucrés). La variation d'époque d'apparition des panicules observée au sein du même matériel d'une année à l'autre pourrait s'expliquer par la variation des dates de semis d'une année à une autre. En effet, en 2019, l'essai a été implanté le 08 juillet et 17 juillet en 2020, soit avec une différence de neuf (09) jours. Ce décalage des dates de semis a été suffisamment important pour induire une différence d'époque d'épiaison d'une même lignée testée en témoigne la variation de l'interaction génotypes par année. En effet, selon Ratnadass *et al.*, (1998) les variétés locales guinea sont généralement des plantes photopériodiques de jours courts et sont sensibles aux faibles températures nocturnes. Zongo (1991), Ratnadass *et al.*, (1998) et Barro/Kodombo (2010) à travers leurs investigations ont montré que les sorghos de la race guinea ont tendances à fleurir plus rapidement lorsque la longueur du jour continue c'est-à-dire vers la fin des saisons de pluie. La différence de la hauteur des plantes d'une année à l'autre pourrait également liée aux dates de semis. Selon Hema (2005), un semis précoce dès l'installation des pluies permet aux plantes une meilleure valorisation de éléments nutritifs et donc une meilleure croissance en hauteur que les plantes d'un semis tardif. Cette clarification apportée par Hema (2005) pourrait expliquer la taille un peu plus haute des lignées en 2019 qu'en 2020. En plus, il est nécessaire de souligner la présence de lignées guinea de taille courte au sein du matériel testé. En effet, depuis 2017, l'INERA à procéder à l'évaluation des lignées guinea isogéniques dites naines pour l'identification de variétés

productives pouvant aussi être utilisées pour la création des hybrides (Lolo 2017). Ces lignées sont : ICSV 166001, ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 et ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10. Ces lignées sont très courtes et se distinguent nettement du témoin (Kapèlga) et même des autres lignées R testées.

La faible variation des paramètres telles que la densité de la panicule à la maturité (DeP), la forme da panicule (FoP), la coloration du caryopse (CoC) et la texture de l'endosperme (TeE) d'une année à une autre pourrait indiquer que les lignées sont stables pour ces paramètres étudiés. La différence d'un génotype à un autre montre clairement que les génotypes testés sont son distincts l'un de l'autre, mais qu'ils (génotypes testés) sont aussi différents du témoin (Kapelga). Ce constat est confirmé par la faible valeur des coefficients de variation qui sont inférieurs à 30% pour ces paramètres (DeP, FoP, CoC et TeE). En effet, selon Aljane et Ferchi (2007), une faible valeur du coefficient de variation traduit l'homogénéité du matériel étudié. L'héritabilité au sens large est élevée pour tous les caractères étudiés car elle varie de 55% à 99%. Ces résultats sont similaires de ceux rapportés sur le mil par Vetriventhan et Nirmalakumari, (2007) et sur le sorgho par plusieurs auteurs (Ali et al., 2012 ; Nebié, 2014 ; Sawadogo et al., 2014). Cette forte héritabilité indique une faible influence des facteurs environnementaux sur l'expression génétique de ces caractères. En effet, une héritabilité au sens large élevée traduit également une stabilité des caractères étudiés pour les lignées testées selon les critères établis par Jonhson (1955) et Stanfield (1975).

La prédominance de génotypes à panicules lâches ou semi-lâches au sein des lignées testées pourrait confirmer leur appartenance à la race guinea, une caractéristique propre au sorgho de cette race (Chantereau *et al.*, 2013). Concernant la couleur du caryopse, la couleur blanchâtre des grains de la majorité des lignées testées (blanc gris, blanc jaunâtre et blanche) traduit une très faible variation de ce caractère au sein du matériel évalué et aussi au sein de la même lignée. Cependant, une différence a été observée avec le témoin de référence (Kapèlga). Des études antérieures de DHS avaient également montré cette différence de la couleur du péricarpe entre le témoin de référence et les variétés candidates (Konate *et al.*, 2021). En ce qui concerne la texture du grain, des résultats similaires ont été rapportés par Chantereau *et al* (2013). Ces auteurs ont montré que les guinea d'Afrique de l'Ouest ont les plus fortes teneurs en amylose qui contribue à la fermeté de la pâte cuite élaborée avec la farine. Au niveau de la performance agronomique, les rendements extrêmes qui ont été de 617, 19 kg/ha à 6109.38 kg/ha, avec des rendements moyens respectifs de 1673,21 pour ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 et de 2576,95 kg/ha pour Lata//Ridb-3-9-1-1 sont plus élevés que ceux rapportés par Ndiaye *et al.* (2018) compris entre 547 kg/ha et 1854 kg/ha à travers une étude des interactions génotypes-environnement. Par contre, Kassankogno *et al.* (2022) ont enregistré respectivement des rendements proches compris entre 1711 kg/ha et 4590 kg/ha suite à une évaluation des performances agronomiques et comportement de 11 hybrides et de 3 lignées de Sorgho à l'anthracnose. Le témoin (Kapèlga=1863,32 kg/ha) a été plus performant que deux

lignées candidates [ISX-09004-1-3-1-3-6-7-7-3 (1673,21 kg/ha) et ISX-09005-7-4-3-1-10-6-6-10 (1848,26 kg/ha)] et moins performant que les autres cinq lignées candidates [ICSV 166001 (2010,13 kg/ha), Kouria (2258,32 kg/ha), Lata//DouaG-4-27-1-1 (2288,7 kg/ha), Lata//Grin-9-14-1-1 (2063,64 kg/ha) et Lata//Ridb-3-9-1-1 (2576,95 kg/ha)]. Les rendements moyens obtenus, ont été nettement supérieurs au rendement moyen à l'échelle nationale qui selon le CNRST (2002) est de l'ordre de 887 kg/ha.

Conclusion

Cette étude a mis en évidence une importante variabilité inter-lignées pour tous les caractères étudiés et une faible variabilité intra-lignées pour les paramètres liés à l'aspect de la panicule et du grain à savoir la densité de la panicule, la forme de la panicule, la couleur du caryopse et la texture de l'endosperme. Les sept lignées testées ont présenté des distinctions notables au niveau de tous les paramètres étudiés avec le témoin (Kapèlga), mais, aussi des distinctions entre elles pour la pigmentation anthocyanique du coléoptile, de l'époque d'apparition des panicules, de l'aristation de la glumelle et de la hauteur des plantes. Les lignées ont été stables pour les paramètres liés à l'aspect de la panicule, du caryopse et moins stable pour les paramètres influencés par l'environnement. En termes de performance, le témoin (Kapèlga) a été moins performant que la majorité des lignées testées. Ces lignées sont suffisamment distinctes du témoin, homogènes entre elles et stables, par conséquent, peuvent être soumises à l'homologation pour inscription au catalogue national. Cependant, il serait intéressant de conduire des essais avec un décalage des dates de semis d'au moins deux semaines pour apprécier la photopériodicité des lignées candidates.

Remerciements

Les auteurs remercient la Banque Islamique de développement pour l'appui des activités du projet SAPEP à travers lequel cette étude a été menée.

Références Bibliographiques

- ALI HI., MAHMOUD KM. et AMIR A A., 2012. Estimation of Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Grain Sorghum Population. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12 (4) : 414-422.
- ALJANE F. et FERCHINI A., 2007. Caractérisation et évaluation de six cultivars du caprifiguiier (*Ficus carica* L.) en Tunisie. *Plant Genetic Resource Newsletter*, 151, 22-26.
- BARRO-KONDOMBO C P., 2001. Evaluation agronomique et fourragère de 194 lignées recombinantes de sorgho. Université polytechnique de Bobo Dioulasso, 123 p.

BARRO-KONDOMBO C P., 2010. Diversités agro-morphologique et génétique de variétés locales de sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] du Burkina Faso. Eléments pour la valorisation des ressources génétiques locales. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 112 p.

BOUBABI H., 2001. Caractérisation des variétés de blé dur (*Triticum Sativum* desf) nouvellement introduite en Algérie. Thèse de doctorat en génétique et amélioration des plantes. Université de Constantine : 1-36.

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE (CNRST). Plan stratégique de la recherche scientifique, recherches agricoles, céréales traditionnelles. Ouagadougou : CNRST, 2002 ; 35 p.

CEDEAO-UEMOA-CILSS., 2021. Catalogue Régional des espèces et variétés végétales, 38 p.

CHANTEREAU J., CRUZ J F., RATNADASS A., TROUCHE G. & FLIEDEL G. 2013. Le sorgho. Agriculture tropicale en poche. Quæ CTA Presses agronomiques de Gembloux, 22p

CNS., 2014. Catalogue national des espèces et variétés agricoles du Burkina Faso, 81p.

ETASSE C., 1974. Utilisation des composites pour l'amélioration du sorgho. *Agron. Trop.* vol. XXIX, no 12, pp. 1203-1211.

FAOSTAT., 2020. *Statistiques des données année 2020, Rome, Italy. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome.* <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>

GUINKO S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux III (France) 394 P.

HEMA T., 2005. Evaluation des caractéristiques morphogénétiques d'hybrides de sorgho guinea (*Sorghum bicolor* L. Moench). Mémoire de fin de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, 76 p.

JONHSON H W., ROBINSON H F., COMSTOCK R E., 1955. Estimates of genetics and environmental variability in Soybeans. *Agronomy Journal* 47, no. 7: 314–318.

KASSANKOGNO A I., ZONGO A., KONATE K A., NANA A., KONE S. et SANON E. 2022

Evaluation des Performances Agronomiques et Comportement de 11 Hybrides et de 3 Lignées de Sorgho à l'anthracnose à la Station de Farako-Bâ à l'ouest du Burkina Faso *ESI Preprints*, pp 831-846.

KIEBRE M., 2012. Etude de la diversité agromorphologique d'une collection d'écotypes de sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Burkina Faso. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondies (DEA). Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 42p.

KONATE K A., OUEDRAOGO N., ZONGO A., KONE S., TARORE Z S A A., SEREME D., YAMEOGO P L., OUEDRAOGO Y., OUATTARA D. et WONNI I., 2021. Connaissance de performances agronomiques d'hybride de sorgho à l'Ouest du Burkina Faso, 4p.

LOLO V., 2017. Evaluation agro-morphologique et du photopériodisme des lignées B et R de sorgho. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo Dioulasso. 75 p.

Ministère de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques (MARA), 2023. Résultats définitifs de la campagne agropastorale 2022/2023 et perspectives alimentaire et nutritionnelle. Rapport global. Avril 2023. 76 p.

NDIAYE M., ADAM M., MULLER B., GUISSÉ A. et Cissé N., 2018. Performances agronomiques et stabilité phénotypique de géotypes de Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) au Sénégal : Une étude des interactions géotypes-environnement. *Journal of Applied Biosciences*, 125(1), 12617. <https://doi.org/10.4314/jab.v125i1.10>.

NEBIE B., 2014. Diversité génétique d'une collection de sorgho à tige sucrée [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] du Burkina Faso. Thèse Unique, Université de Ouagadougou (Burkina Faso) 118p.

NEBIE B., GAPILI N., TRAORE R E., NANEMA K R, BATIONO/KANDO P., SAWADOGO M. & ZONGO J D., 2012. Diversité phénotypique des sorghos à grains sucrés du centre nord du Burkina Faso. *Sciences et techniques, sciences naturelles et agronomie* vol 32, N° 1 et 2, 2010-2012.

OUEDRAOGO N., THIOL G I., SANOU A., KOURAOGO I., BORO O., SAWADOGO A P., YONLI D., GRACEN V. et NEBIE B. 2021. Agronomic performance and adaptability study of New Guinea lines in sudanian and sudano-sahelian zones. *J. Appl. Biosci.* Vol: 167. 167: 17320-17334.

OUEDRAOGO N., 2015. Genetic improvement of local sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) varieties for drought tolerance. PhD thesis, WACCI, Legon University 165p.

RATNADASS A., CHANTEREAU J., GIGOU J. 1998. Amélioration du sorgho et de sa culture en Afrique de l'Ouest et du Centre. Actes de l'atelier de restitution du programme conjoint sur le sorgho ICRISAT-CIRAD, 17-20 mars 1997, Bamako, Mali. Collection Colloques, Montpellier, Cirad-ca, pp 23-65.

SAWADOGO N., NANEMA R K., BATIONO/KANDO P., TRAORE R E., NEBIE B., TIAMA D., SAWADOGO M. et ZONGO J D., 2014. Évaluation de la diversité génétique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Nord du Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.*, 84 : 7654-7664.

STANDFIELD W D., 1975. Genetics. McGraw-Hill Inc, New York, 281 p.

TIENDREBEOGO J., SAWADOGO N., KIEBRE M., KABORE B., BATIONO/KANDO P., KIENDREBEOGO T., OUEDRAOGO M H. et SAWADOGO M. 2018. Évaluation comparative de la production de grains et du fourrage de sorgho à grains sucrés du Burkina Faso. Spécial hors-série n° 4-Janvier 2018, Science et technique, Sciences naturelles et appliquées. 261-271.

TROUCHE G., DA S., PALE G., ADAMA S., OUEDRAOGO O. et GOSSO G., 2001. Evaluation participative de nouvelles variétés de sorgho au Burkina.

U P O V., 1990. Projet principe directeur pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité. TG/8/4 originale german

UPOV., 2015. Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité. TG/122/4 originale français, 35 p.

VETRIVENTHAN M. et NIRMALAKUMARI A., 2007. Studies on Variability Parameters in Pearl Millet (*Pennisetum Glaucum* (L.) R. Br.). Madras Agricultural Journal 94, no. 1/6 :118–120.

ZONGO J D., 1991. Ressources génétiques des sorghos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Burkina Faso : Evaluation agro morphologique et génétique. Thèse de docteur ès science, sciences naturelles, Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 219p.