

Caractérisation agromorphologique des accessions de sésame (*Sesamum indicum* L.) collectées au Niger

[Agromorphological characterization of sesame accessions (*Sesamum indicum* L.) collected in Niger]

Zangui Hamissou¹, Amoukou Adamou Ibrahim¹, Boureima Seyni², and Amadou Mounkaila Hamissou¹

¹Faculty of Agronomy, Abdou Moumouni University, BP 10960 Niamey, Niger

²Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, BP 465 Maradi, Niger

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: 140 sesame accessions (*Sesamum indicum*) collected in different regions of Niger were characterized through 16 agro-morphological characters. These characters showed a great diversity within this collection. However, no link has been highlighted between this diversity and the geographical isolation of the collected accessions. The principal component analysis (PCA) and the hierarchical classification on the principal components (HCPC) highlighted three agromorphological groups. The group 1 accessions are the earliest and with a low vegetative development but very productive. Those of group 2 have an average precociousness and a vegetative development but as productive as those of group 1. Group 3 is that of the late ones with a very important vegetative development but low yields. The early rain cessation in September, before the end of their cycle, certainly impacted their productivity. The most discriminating variables that describe the variability between the identified groups are the precocity characters (date of start of flowering, date of 50% flowering, date of start of flower buds and physiological maturity) and vegetation characters (number of branches on the main stem, number of nodes on the main stem and length of internodes). Some accessions, with good agronomic performance, have been identified to be multiplied and distributed directly to producers or to integrate future sesame selection programs in Niger.

KEYWORDS: *Sesamum indicum*, agromorphological characterization, diversity, Niger.

RESUME: 140 accessions de sésame (*Sesamum indicum*) collectées dans différentes régions du Niger ont été caractérisées à travers 16 caractères agro morphologiques. Ces caractères ont montré une grande diversité au sein de cette collection. Toutefois, il n'est pas mis en évidence un lien entre cette diversité et l'isolement géographique des accessions collectées. L'analyse en composantes principales (ACP) et la classification hiérarchique sur les composantes principales (HCPC) ont mis en évidence trois groupes agromorphologiques. Les accessions du groupe 1 ont sont les plus précoces et avec un faible développement végétatif mais très productives. Celles du groupe 2 ont une précocité et un développement végétatif moyens mais aussi productif que celles du groupe 1. Le groupe 3 est celui des tardifs avec un développement végétatif très important mais des rendements faibles. L'arrêt précoce des précipitations en septembre, avant la fin de leur cycle, a certainement impacté leur productivité. Les variables les plus discriminantes qui permettent de décrire la variabilité entre les groupes identifiés sont les caractères de précocité (date de début de floraison, date de 50% floraison, date de début de boutons floraux et la maturité physiologique) et les caractères de végétation (nombre de rameaux sur la tige principale, nombre de nœuds sur la tige principale et longueur des entre-nœuds). Certaines accessions ayant de bonnes performances agronomiques ont été identifiées pour être multipliées et distribuées directement aux producteurs ou bien pour intégrer de futurs programmes de sélection de sésame au Niger.

MOTS-CLEFS: *Sesamum indicum*, caractérisation agromorphologiques, diversité, Niger.

1 INTRODUCTION

Le sésame (*Sesamum indicum* L.) est l'une des plantes oléagineuses les plus importantes cultivées par l'Homme. C'est une plante autogame qui appartient à la famille des pédaliacées [1]. C'est l'espèce oléagineuse comestible la plus cultivée parmi plus de 30 espèces du genre *Sesamum* [2]; [3]. Elle peut être considérée comme adaptée à différents systèmes agricoles en tant que culture principale ou secondaire dans des conditions de culture à faibles intrants. En Afrique, certains pays comme le Soudan, l'Éthiopie, l'Ouganda, le Nigeria et le Burkina Fasso, produisent le sésame à hauteur de 15 % de la production mondiale [4].

Au Niger, le sésame est la deuxième culture oléagineuse la plus importante après l'arachide. Malgré son importance, la plante reste une « culture orpheline » en raison du manque de bonnes statistiques liées à sa production [5]. L'amélioration de cette culture nécessite une grande exploitation de la variabilité génétique disponible dont dépend son succès. La caractérisation et la conservation du matériel génétique du sésame sont essentielles à la fois pour la sauvegarde et l'utilisation future de ses ressources génétiques existantes. La diversité génétique du sésame évaluée sur la base des caractères agromorphologiques, a été rapportée par de nombreux chercheurs dans le monde [6]; [7] et [8]. En effet, l'évaluation agromorphologique est la première étape à franchir pour la catégorisation des différents germplasm des cultures [9]. De nombreux chercheurs ont souligné l'importance de caractériser et de préserver la variabilité naturelle du sésame [10]; [11]. Cependant, le matériel génétique du sésame cultivé au Niger n'a jamais été caractérisé. Par conséquent, sa diversité génétique reste à appréhender pour une valorisation dans les programmes d'amélioration du sésame du pays. C'est pourquoi, la présente étude vise d'une part à étudier la variabilité génétique du sésame sur la base de certains caractères agromorphologiques, afin d'identifier des génotypes ayant de bonnes performances agronomiques.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

L'étude a été conduite avec 140 accessions de sésame dont 136 sont issues de la collection réalisée dans 62 villages appartenant à 6 zones agroécologiques du Niger à savoir Tillabéri (32), Dosso (28), Maradi (30), Tahoua (02), Diffa (07) et Zinder (37). Ces zones agricoles constituent les principales zones de culture du sésame au Niger (figure 1). Les 4 autres sont des accessions qui proviennent du Tchad.

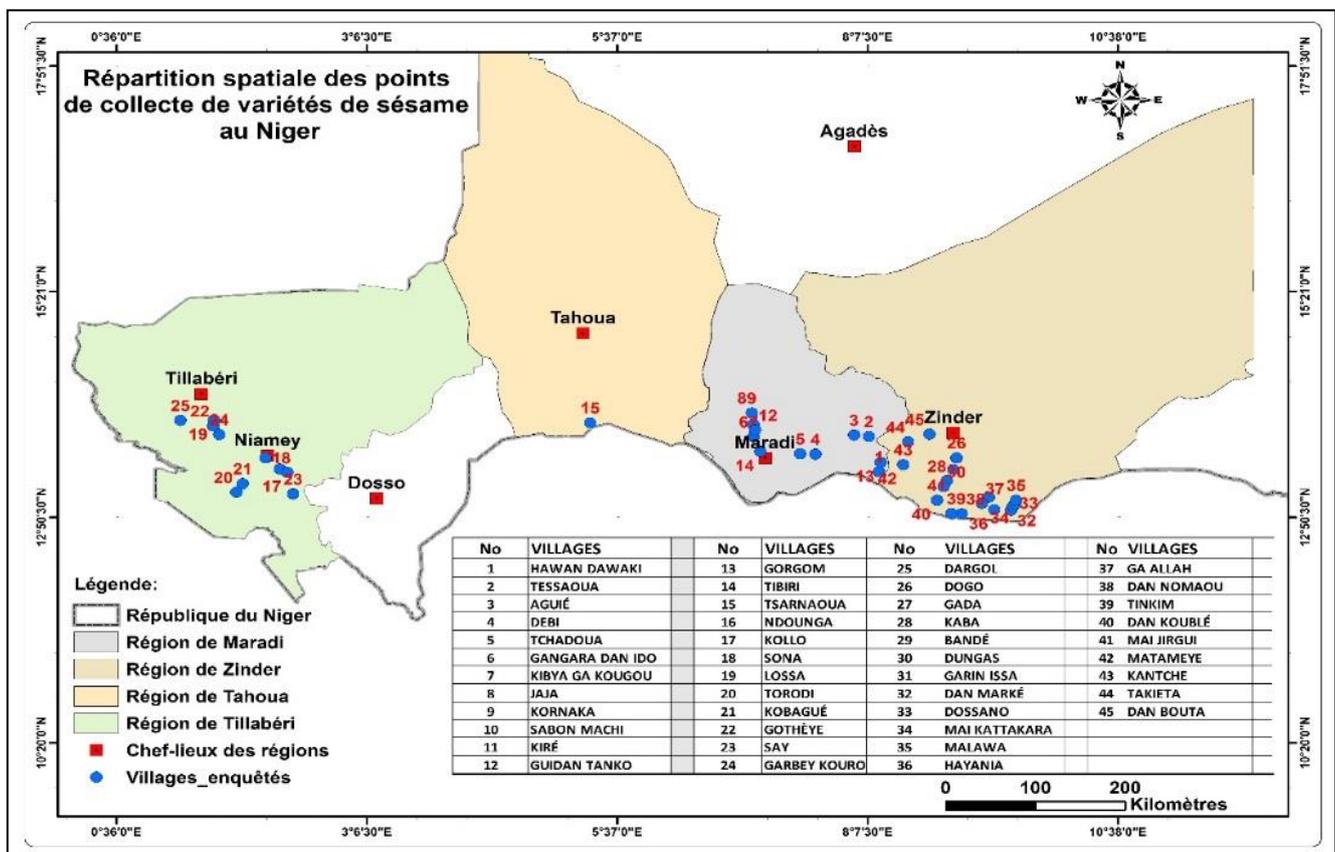


Fig. 1. Répartition spatiale des points de collecte des accessions de Sésame

2.2 SITE ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'essai a été conduit sur le site expérimental de la Faculté d'Agronomie de Niamey à une altitude de 206,35m, entre 13°29'56" latitude Nord et 02°05'30" longitude Est durant la saison de pluie 2019. Le terrain est plat avec une légère pente, le sol est de texture sableuse. Un pluviomètre a été installé au centre du champ expérimental pour enregistrer la quantité de pluie tombée. L'essai a été conduit dans un dispositif expérimental en bloc incomplet appelé « Augmented Design in Randomized Complete Block » (ARCBD) tel décrit par [12]. Ce dispositif a été utilisé en raison du nombre élevé des accessions à tester (140). C'est un dispositif à deux (2) répétitions. Le concept de base de cette méthode est d'établir un dispositif dans lequel chaque accession est répétée une et une seule fois dans chaque répétition. Ce qui permet à la fois de maintenir un champ d'expérimentation suffisamment petit pour éviter les effets d'hétérogénéité du terrain et l'évaluation simultanée d'un nombre élevé de géotypes. Chaque répétition est constituée de quatorze (14) blocs de dix (10) parcelles élémentaires chacun. A l'intérieur de chaque répétition, de chaque bloc, les positions de chaque accession non-répétée ont été randomisées. Chaque accession est semée en quatre lignes de 2 m de long espacées de 50 cm. Une distance de 2 m est maintenue entre les deux répétitions. Le facteur étudié était l'accession à 140 niveaux. Une fertilisation localisée à la dose de 150 kg.ha⁻¹ sous forme NPK a été appliquée juste après le premier sarclage et après une pluie suffisante.

2.3 PARAMÈTRES ET MESURES

Les données ont été collectées sur six plantes au niveau des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. La caractérisation des accessions a été basée sur un ensemble de paramètres liés à la phénologie, la morphologie de la plante ainsi que le rendement et ses composantes. Les différents paramètres agromorphologiques et phénologiques ont été mesurés suivant les recommandations des descripteurs du sésame (*Sesamum indicum* L.) [13] et de l'Union Internationale de Protection des Obtentions Végétales (UPOV) [14]. Seize (16) caractères quantitatifs ont servi à évaluer le matériel végétal (tableau 1).

Tableau 1. Liste des variables utilisées dans la caractérisation agromorphologique

Caractères étudiés	Désignation
Nombre de rameaux par plante	Nram
Nombre de nœud sur la tige principale avant la 1ère fleur	NN
Longueur moyenne d'un entre-nœud (cm)	LEN
Longueur moyenne d'une capsule (cm)	Lgcap
Maturité physiologique (jas)	MP
Hauteur de la plante à maturité (cm)	Haut
Nombre de capsules par plante	NCPI
Nombre de graines par capsule	NGC
Poids de mille graines (g)	P1000G
Rendement potentiel à l'hectare (kg/ha)	Rdt
Rendement par plante (g)	Rdt/PI
Hauteur d'insertion de la première capsule (cm)	HIPC
Date de début des boutons floraux (jas)	DBF
Date du début de floraison (jas)	DFLO
Date de 50% floraison (jas)	FL50%
Date de maturité à la récolte (jas)	Mat

2.4 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Les données en sextuplicata ont été soumises au logiciel META-R (Multi Environment Trial Analysis, Version 6.0.4_BASE CIMMYT, Mexico) par BLUP (Best Linear Unbiased Predictor). Le BLUP permet l'estimation de la moyenne de chaque accession par variable mesurée en considérant l'accession comme effet aléatoire. Les différentes variations ont été évaluées en déterminant pour chaque caractère quantitatif la moyenne, l'écart type, le coefficient de variation, le minimum et le maximum. Après la standardisation des données et l'estimation de la mesure d'adéquation d'échantillon de Kaiser-Meyer-Olkin, les données ont été soumises à une analyse en composantes principales (ACP). Par ailleurs, la structuration des accessions est obtenue grâce à la Classification Hiérarchique sur Composantes Principales (hcpc). Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel

R version 3.6.2.¹ Une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a été utilisée afin de faire ressortir les caractères qui discriminent les groupes ou clusters issus de la classification hiérarchique sur composantes principales. Les valeurs des fonctions de classement et le test unidimensionnel d'égalité des moyennes ont permis de déterminer les variables les plus discriminantes des groupes. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT version 02.27444.2016.

3 RESULTATS

3.1 CYCLE CULTURAL

Sur le site d'expérimentation, la saison des pluies s'est installée en début du mois de juin et le semis a été effectué le 29 juin 2019. 5 jours après semis, toutes les parcelles ont germées et la levée a été homogène pour toutes les accessions et au niveau de toutes les parcelles. Ce qui prouve que les graines utilisées ont une bonne qualité germinative. Au cours de l'expérimentation, Le cumul de pluies enregistrées était de 340,5 mm en 36 jours (figure 2). Cette quantité de pluie enregistrée était en dessous de la moyenne générale dans la région (635 mm). Toute fois la phase végétative de la culture s'est déroulé dans de bonnes conditions d'humidité. Cependant, un arrêt précoce des précipitations en fin de cycle a eu comme conséquence l'arrêt des floraisons surtout pour les accessions tardives, les contraignant à écourter leur cycle. Ce qui pourrait impacter la productivité de ce type de matériel. La récolte est intervenue à partir du 18 septembre 2019, soit une durée d'environ 82 jours après semis pour les accessions les plus précoces et 102 jours après semis pour les plus tardives.

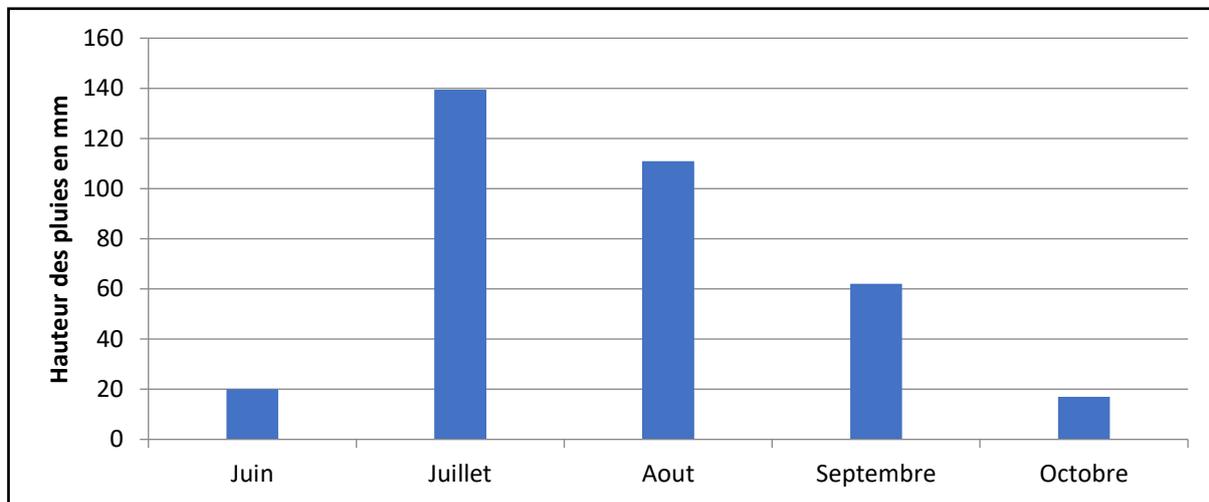


Fig. 2. Répartition mensuelle de la pluviométrie au cours de l'hivernage 2019

3.2 CARACTÉRISTIQUES DES ACCESSIONS

Les résultats de la statistique descriptive (tableau 2) indiquent des amplitudes de variation importantes pour la majorité des caractères étudiés. Le coefficient de variation est acceptable pour la plupart des paramètres étudiés. Cela dénote de la précision de l'essai. Cependant, le coefficient de variation est élevé pour le nombre de rameaux par plante (63%), le rendement par plante (53%) et la longueur des capsules (51%). Par ailleurs, des écarts importants ont été observés entre les valeurs minimales et maximales pour la plupart des caractères étudiés. Par exemple, les accessions les moins ramifiées ont un minimum de 2 rameaux contre 20 pour les plus ramifiées. La hauteur de la plante à maturité varie de 98 cm pour les accessions courtes à 195,6 cm pour les plus grandes. Quant à la hauteur d'insertion de la première capsule, elle passe de 15,42 cm à 154,17 cm. Selon les accessions, la date 50% floraison passe de 38 jours après semis (jas) pour les plus précoces à 65 jours après semis (jas) pour les plus tardives. Au moment où la maturité totale est intervenue à 82 jours après semis (jas) pour les plus précoces. Les accessions les plus tardives n'ont été récoltées qu'à partir de 102 jours après semis (jas). Une grande variation est aussi observée concernant le rendement à l'hectare qui passe de 224 kg/ha pour les accessions les moins productives à plus d'une tonne et demie pour les plus productives.

¹ <https://www.cran.r-project.org/>

Tableau 2. Caractéristique des accessions

Variables	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-type	CV (%)	Variance
DBF (jas)	44,52	31,00	58,00	4,24	9,38	17,56
DFLO (jas)	52,57	36,17	62,33	4,61	8,67	20,94
FL50% (jas)	53,55	38,00	65,00	5,00	9,26	24,80
MP (jas)	83,51	77,00	88,00	3,30	4,29	12,87
Mat (jas)	93,02	82,00	102,00	6,43	6,84	40,66
Nram	9,74	1,50	19,50	3,90	63,64	41,04
HIPC (cm)	81,62	15,42	154,17	23,39	28,61	549,92
Haut (cm)	139,75	98,00	195,60	22,24	17,87	610,65
NCPI	89,42	14,50	201,00	37,85	42,39	1411,48
NGP	68,45	34,99	87,41	7,75	11,30	60,03
P1000G (g)	2,94	1,70	4,00	0,32	10,72	0,10
Rdt/Pl (g)	13,41	3,00	37,67	6,41	52,58	50,48
Rdt (kg/ha)	655,51	224,00	1648,33	262,77	39,45	67607,63
NN	9,29	2,67	15,33	2,24	23,66	4,88
LEN (cm)	9,37	2,33	15,85	2,57	29,22	7,39
Lgcap (cm)	2,53	0,87	3,48	0,46	51,19	1,99

DBF: début de boutons floraux, DFLO: début de floraison, FLO50%: floraison 50%, Nram: nombre de ramification, Haut: hauteur de la plante, NCPI: nombre de capsule par plante, HIPC: hauteur d'insertion de la première capsule (cm), MP: maturité physiologique, Mat: maturité totale, Rdt/Pl: rendement moyen par plante (g), Rdt: rendement potential de l'accession, NN: nombre de nœuds, LEN: longueur d'entre-nœud (cm), Lgcap: longueur des capsules (cm), NGC: nombre de grains par capsule, P1000G: Poids de mille grains, (CV = coefficient de variation, R² = coefficient de détermination.

3.3 DIVERSITÉ AGROMORPHOLOGIQUE

3.3.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

La mesure d'adéquation de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) a été calculée pour chaque variable avant de procéder à l'analyse en composantes principales afin de s'assurer des variables à maintenir pour la suite des analyses (tableau 3). Ainsi, tout paramètre ayant un indice KMO inférieur à 0,5 doit être exclu de l'analyse en composantes principales.

Tableau 3. Mesures d'adéquation de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) des 16 variables agromorphologiques

Variables	Indice de KMO
Début de Boutons Floraux (DBF)	0,830
Début de Floraison (DFLO)	0,785
Floraison 50% (FLO50%)	0,858
Maturité Physiologique (MP)	0,790
Maturité à la récolte (Mat)	0,819
Nombre de Rameaux (Nram)	0,825
Hauteur d'Insertion de la Première Capsule (HIPC)	0,813
Hauteur de la plante à maturité (Mat)	0,688
Nombre de Capsules par Plante (NCPI)	0,550
Nombre de Graines par capsule (NGC)	0,683
Poids de Mille Graines (P1000G)	0,427
Rendement moyen par Plant (Rdt/Pl)	0,589
Rendement potentiel de l'accession (Rdt)	0,670
Nombre de nœud avant la première capsule (NN)	0,847
Longueur des entre-nœuds (LEN)	0,822
Longueur moyenne des Capsules (Lgcap)	0,424

Les résultats du tableau 3 indique que, l'indice de KMO est faible pour le poids de mille graines (0,427) et la longueur moyenne des capsules (0,424). Par conséquent, ces deux paramètres sont exclus des analyses ultérieures. L'indice KMO global pour la matrice et le test de sphéricité de Bartlett sont significatifs. (KMO = 0,745, test de sphéricité de Bartlett affiche un Khi-deux = 146,57 et P-value < 0,0001 au seuil de 5%) (tableau 4). Par conséquent, les données peuvent être soumises à des analyses factorielles exploratoires.

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

Mesure de Kaiser-Meyer-Olkin de l'adéquation de l'échantillonnage		0,745
Test de sphéricité de Bartlett	Khi ²	146,57
	DDL	120
	P-value	< 0,0001
	Alpha	0,05

Les trois premiers axes dont la valeur propre est supérieure à 1 (critère de Kaiser) ont été retenus pour décrire le maximum de la variabilité des accessions (tableau 5). Ces trois premiers axes permettent d'expliquer à eux seuls 72,03% de la variabilité totale. Le premier axe qui explique 40,93% de la variabilité, est définie par huit (8) variables que sont le début de boutons floraux (DBF), le début de floraison (DFLO), la date de 50% floraison (FLO50%), la maturité physiologique (MP), la maturité à la récolte (Mat), le nombre de rameaux par plante (Nram), la haut d'insertion de la première capsule (HIPC) et le nombre de nœuds avant la première capsule (NN). Cet axe peut être considéré comme l'axe de précocité et de l'architecture de la plante. Le deuxième axe explique 19,64% de la variabilité et est corrélé à la hauteur des plantes à maturité (Haut), au nombre de graines par capsule, au rendement potentiel de l'accession (Rdt) et à la longueur des entre-nœuds (LEN). Cet axe s'identifie à un axe de rendement et ses composantes. Les caractères corrélés aux axes 1 et 2 sont parmi les descripteurs les plus importants qui représentaient pour plus de 60% de la variation phénotypique exprimée dans cette collection. Le troisième axe exprime 11,47% de la variabilité. Deux caractères contribuent à la formation de cet axe: le nombre de capsules par plante (NCPI) et le rendement moyen par plant (Rdt/PI). Cet axe apporte une information complémentaire à l'axe 2.

Tableau 5. Vecteurs propres et pourcentage de variation exprimée par les trois premiers axes et corrélation des variables avec les composantes

Composante Principale	AXE 1	AXE 2	AXE 3
Variance propre	5,730	2,749	1,606
%Variance totale	40,926	19,636	11,472
%variance totale accumulée	40,926	60,562	72,034
Variables	Coordonnées		
	AXE1	AXE2	AXE3
Début de Boutons Floraux (DBF)	0,856	0,094	0,268
Début de Floraison (DFLO)	0,902	0,163	0,217
Floraison 50% (FLO50%)	0,860	0,103	0,303
Maturité Physiologique (MP)	0,684	-0,120	0,294
Maturité totale (Mat)	0,676	-0,176	0,306
Nombre de Rameaux (Nram)	0,623	-0,082	0,201
Hauteur d'Insertion de la Première Capsule (HIPC)	0,686	0,532	-0,318
Hauteur de la plante à maturité (Haut)	0,159	0,793	-0,263
Nombre de Capsules par Plante (NCPI)	-0,439	0,417	0,672
Nombre de graines par capsule (NGC)	-0,517	0,609	0,117
Rendement moyen par Plant (Rdt/PI)	-0,491	0,383	0,643
Rendement Potentiell de l'accession (Rdt)	-0,486	0,650	0,086
Nombre de nœud avant la première capsule (NN)	0,740	0,203	-0,177
Longueur des entre-nœuds (LEN)	0,388	0,764	-0,296

Les valeurs en gras sont significatives au seuil de 5%

3.3.2 CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE SUR COMPOSANTES PRINCIPALES (HCPC)

Pour structurer et regrouper les accessions, l'approche HCPC a été utilisée sur les données issues de l'analyse en composantes principales. Cette classification a été réalisée avec les quatorze variables agromorphologiques, toutes considérées comme variables actives. Le dendrogramme réalisé par la méthode hcpc a permis d'identifier trois groupes principaux (figure 3).

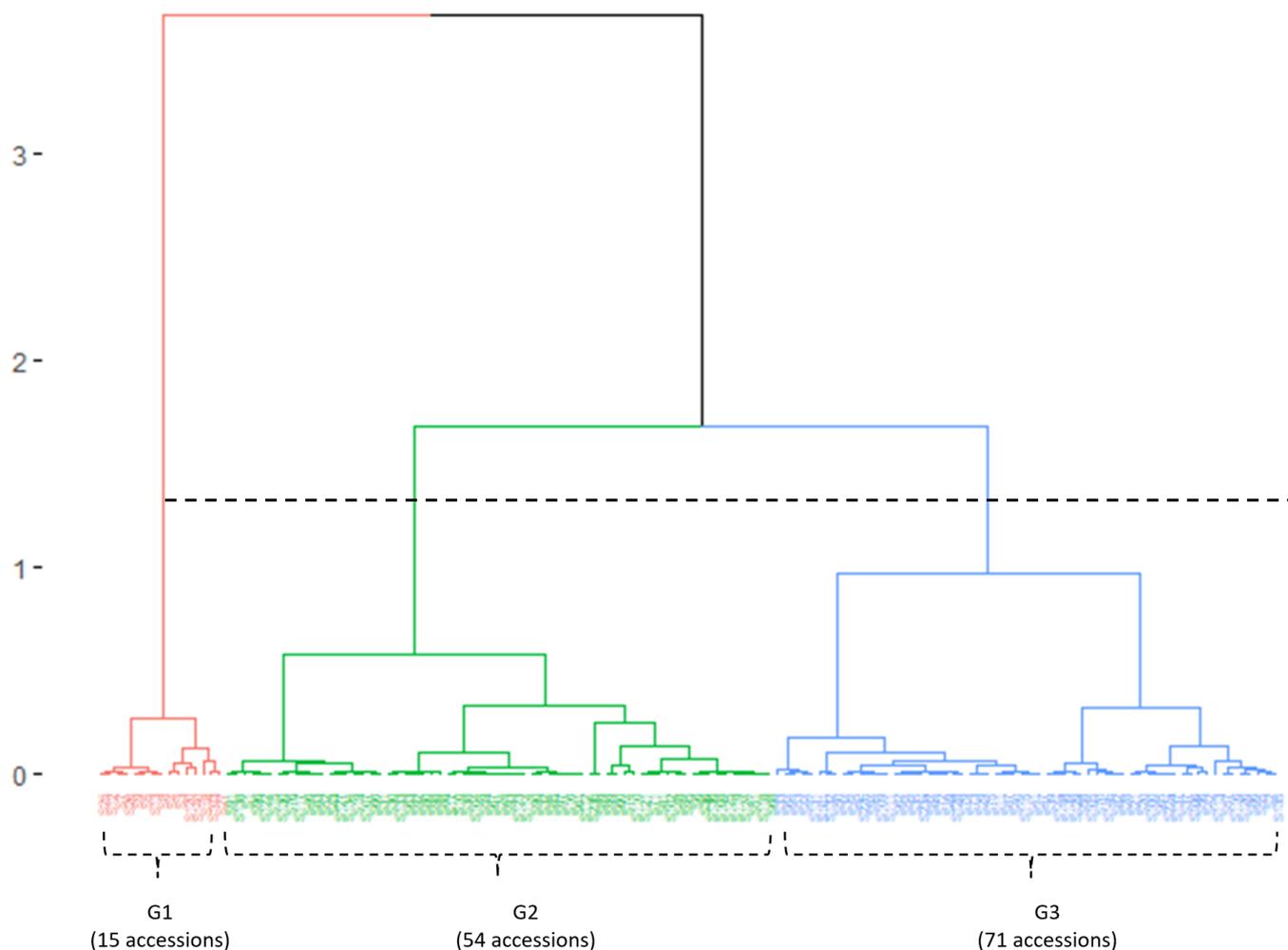


Fig. 3. Dendrogramme basé sur les caractères agromorphologiques classant les 140 accessions de sésame dans trois groupes distincts (G1), (G2) et (G3)

Une analyse de variance réalisée sur les différents groupes issus de la classification hiérarchique sur composantes principales a permis de ressortir les principaux caractères distinctifs (tableau 6). L'analyse des résultats de ce tableau fait ressortir que, le groupe 1, composé majoritairement des accessions de Tillabéri (11), Dosso (3) et 1 seule accession de Tchad, présente en moyenne les valeurs les plus faibles concernant les paramètres végétatifs: la hauteur d'insertion de la première capsule ($44,81 \pm 12,46$ cm), la hauteur de la plante à maturité ($128,41 \pm 11,17$ cm), la longueur des entre-nœuds ($6,63 \pm 1,66$ cm), le nombre des nœuds avant la première capsule ($5,90 \pm 0,10$ nœuds) et le nombre de ramification sur la tige principale ($7,17 \pm 3,09$ rameaux). Par ailleurs, ce groupe se distingue principalement par des accessions à cycle court selon tous les cinq paramètres de précocité mesurés: la date de début des boutons floraux ($35,77 \pm 3,76$ jas), la date de début floraison ($42,21 \pm 2,85$ jas), la date de 50% floraison ($43,27 \pm 4,05$ jas), la date de la maturité physiologique ($79,18 \pm 1,75$ jas) et la date de maturité à la récolte ($85,50 \pm 2,50$). Pour le rendement et ses composantes, le groupe 1 affiche des valeurs intermédiaires comparativement aux deux autres groupes.

Tableau 6. *Caractéristiques principales des différents groupes obtenus à partir de la classification hiérarchique sur composantes principales*

Variables	Groupe 1 (15 accessions)	Groupe 2 (54 accessions)	Groupe 3 (71 accessions)	F	Pr > F
DBF	35,77 ± 3,89 ^c	44,92 ± 2,06 ^b	46,23 ± 2,28 ^a	116,69	< 0,0001
DFLO	42,21 ± 2,95 ^c	52,97 ± 1,98 ^b	54,50 ± 2,30 ^a	184,49	< 0,0001
FL50%	43,27 ± 4,19 ^c	54,06 ± 2,29 ^b	55,62 ± 2,77 ^a	122,74	< 0,0001
MP	79,18 ± 1,81 ^c	83,19 ± 2,63 ^b	84,63 ± 2,27 ^a	33,38	< 0,0001
Mat	85,50 ± 2,58 ^c	92,17 ± 4,71 ^b	95,42 ± 4,66 ^a	31,83	< 0,0001
Nram	5,17 ± 3,20 ^c	9,45 ± 2,54 ^b	11,01 ± 2,91 ^a	27,43	< 0,0001
HIPC	44,81 ± 12,89 ^b	83,75 ± 16,91 ^a	85,08 ± 18,28 ^a	35,46	< 0,0001
Haut	128,41 ± 11,56 ^b	148,72 ± 17,00 ^a	135,42 ± 17,53 ^b	13,46	< 0,0001
NN	5,90 ± 1,03 ^c	8,97 ± 1,40 ^b	10,07 ± 2,01 ^a	37,51	< 0,0001
LEN	6,63 ± 1,72 ^c	10,31 ± 1,84 ^a	9,14 ± 2,03 ^b	22,09	< 0,0001
NCPI	102,16 ± 20,29 ^a	112,48 ± 29,15 ^a	69,35 ± 18,19 ^b	55,33	< 0,0001
NGC	72,44 ± 5,97 ^a	72,99 ± 5,17 ^a	64,17 ± 7,37 ^b	31,76	< 0,0001
RdtP	16,97 ± 4,28 ^a	17,83 ± 6,65 ^a	9,79 ± 2,74 ^b	47,53	< 0,0001
Rdt	772,43 ± 216,30 ^a	795,08 ± 207,36 ^a	525,95 ± 149,63 ^b	37,26	< 0,0001

DBF: début de boutons floraux, **DFLO:** début de floraison, **FLO50%:** floraison 50%, **Nram:** nombre de ramification, **Haut:** hauteur de la plante, **NCPI:** nombre de capsule par plante, **HIPC:** hauteur d'insertion de la première capsule (cm), **MP:** maturité physiologique, **Mat:** maturité totale, **Rdt/PI:** rendement moyen par plante (g), **Rdt:** rendement potentiel de l'accession, **NN:** nombre de nœuds, **LEN:** longueur d'entre-nœud (cm), **NGC:** nombre de grains par capsule, **F =** valeur de F observé, **Pr>F** probabilité de F et Signification de F).

Le groupe 2 qui compte 54 accessions, dont 18 proviennent de Maradi, 14 de Zinder, 9 de Tillabéri, 8 de Dosso, 3 de Diffa et les 2 et uniques accessions de Tahoua, se différencie particulièrement par des accessions ayant des valeurs intermédiaires concernant les paramètres de précocité et les caractères végétatifs. Cependant pour ces derniers caractères, la hauteur des plantes à maturité (148,72 ± 16,84 cm) et la longueur des entre-nœuds (10,31 ± 1,82 cm) affichent les valeurs les plus élevées par rapport à celles des deux autres groupes. Les accessions constituant ce groupe possèdent les valeurs les plus fortes en rendement et ses composantes: le nombre de capsules par plante (112,48 ± 28,88 capsules), le nombre de graines par capsule (72,99 ± 5,12 graines), les rendements par pieds et le rendement potentiel de l'accession (17,83 ± 6,58g et 795,08 ± 205,43 kg/ha respectivement);

A l'opposé des groupes 1 et 2, le groupe 3 héberge le plus grand nombre d'accessions (71) représentant toutes les provenances: Zinder (23), Dosso (17), Tillabéri (15), Maradi (12), Diffa et Tchad avec 4 et 3 accessions respectivement. Ce groupe est représenté par des accessions les plus tardives sur le plan précocité: dates de début de boutons floraux (46,23 ± 2,27 jas), date de début floraison (54,50 ± 2,28 jas), date de 50% floraison (55,62 ± 2,75 jas), date de maturité physiologique (84,63 ± 2,25 jas) et la date de maturité à la récolte (95,42 ± 4,63 jas). Par contre, il enregistre les valeurs des caractères végétatifs les plus élevées: nombre de rameaux (11,01 ± 2,89 rameaux), nombre de nœud avant la première capsule (10,07 ± 1,99 nœuds) et la hauteur d'insertion de la première capsule (85,08 ± 18,15). Sur le plan rendement et ses composantes, c'est le groupe le moins productifs: rendement par plante (9,79 ± 2,72 g), rendement potentiel des accessions (525,95 ± 160,95 kg/ha), nombre moyen de capsule par plante (69,35 ± 18,07 capsules), nombre de graines par capsule (64,17 ± 7,32 graines).

3.3.3 STRUCTURATION DE LA DIVERSITÉ PAR L'ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE

Les trois groupes formés par la classification hiérarchique sur composantes principales ont été soumis à une analyse discriminante. L'objectif étant de rechercher les variables les plus discriminantes vis-à-vis des groupes déterminés. Dans la présente analyse, les trois groupes issus de la classification hiérarchique sur composantes principales ont été utilisés comme variables catégorielles. Le test d'égalité des moyennes des groupes révèle que 7 des 14 variables testées) permettent une discrimination parfaite des groupes (tableau 7).

Tableau 7. Test d'égalité des moyennes des groupes

Variables	Lambda de Wilks	F	ddl1	ddl2	Signification
DBF	0,376	113,87	2	137	0,000
DFLO	0,274	181,78	2	137	0,000
FL50%	0,385	109,22	2	137	0,000
MP	0,678	32,528	2	137	0,000
Nram	0,516	27,184	2	137	0,000
NN	0,461	65,125	2	137	0,000
LEN	0,462	21,392	2	137	0,000

DBF: début de boutons floraux, DFLO: début de floraison, FLO50%: floraison 50%, MP: Maturité physiologique, Nram: nombre de ramification, NN: nombre de nœuds, LEN: longueur d'entre-nœud (cm), F = valeur de F observé, Pr>F probabilité de F et Signification de F), ddl: degré de liberté.

Par ailleurs, concernant la validité de l'étude, le test de Box est significatif (M de Box = 91,111; F = 2,035; p=0,000). Ceci indique que les matrices de variance-covariances des variables sont égales pour les 3 groupes. En plus, la matrice de confusion pour l'échantillon d'estimation et de la validation croisée a montré que, 94,3% des observations originales contre 92,14% des observations validées croisées sont classées correctement (tableau 8).

Tableau 8. Matrice de confusion pour les résultats de la validation croisée

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Total	% correct
Groupe 1	12	3	0	15	80,00%
Groupe 2	1	48	5	54	88,89%
Groupe 3	0	2	69	71	97,18%
Total	13	53	74	140	92,14%

Les fonctions discriminantes issues des variables pour classer les unités formées dans les différents groupes sont présentées dans le tableau 9. La première fonction (axe 1) discrimine fortement le nombre de rameaux sur la tige principale (Nram), la maturité physiologique (MP), la date de début de boutons floraux (DBF), la date de début de floraison (DFLO), la date de 50% floraison (FL50%) et le nombre de nœuds sur la tige principale (NN). Cet axe enregistre la magnitude la plus élevée (3,930) et cumule 73,31% de la variabilité totale. Cette première fonction permet donc de classer le groupe 1 comme un groupe représentant les accessions précoces, moins ramifiées, avec un faible nombre moyen des nœuds avant la première fleur. Ce groupe s'oppose au groupe 3 qui comprend les accessions tardives, plus ramifiées avec un nombre de nœuds avant la première fleur élevé. La seconde fonction discriminante (axe 2) de magnitude 1,668 cumule 26,69% de la diversité totale. Cette fonction permet de classer le groupe 2 comme un groupe représentant les accessions ayant une longueur d'entre-nœuds plus importante. La figure 4 présente dans le plan factoriel discriminant, les trois groupes formés par les axes canoniques 1 et 2 de l'analyse discriminante.

Tableau 9. Pourcentage d'inertie et définition des axes dans l'analyse canonique discriminante

Axes	1	2
Valeurs propre	3,930	1,668
Pourcentage de discrimination	73,310	26,690
Pourcentage de discrimination cumulé	73,310	100,000
DBF	0,866	0,285
DFLO	0,931	0,308
FL50	0,874	0,286
MP	0,648	0,034
Nram	0,605	0,029
NN	0,673	0,037
LEN	0,303	0,553

DBF: début de boutons floraux, DFLO: début de floraison, FLO50%: floraison 50%, MP: Maturité physiologique, Nram: nombre de ramification, NN: nombre de nœuds, LEN: longueur d'entre-nœud (cm).

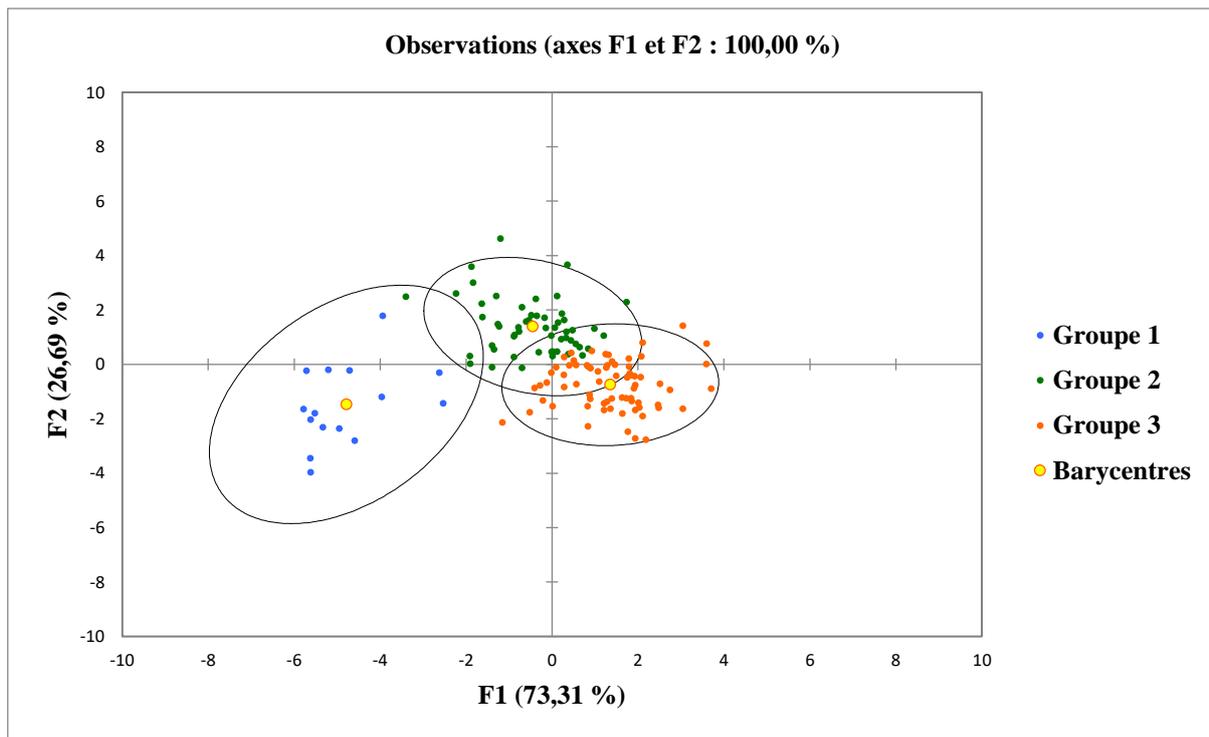


Fig. 4. Représentation des différents groupes dans le plan factoriel discriminant formé par les axes canoniques 1 et 2

Le groupe 1, situé dans la partie négative de l'axe 1 est caractérisé par des accessions précoces et moins ramifiées. Ce groupe contient 12 accessions au lieu de 15 précédemment définies par la classification hiérarchique sur composantes principales. Le groupe 2 situé dans la partie négative de l'axe 2, est caractérisé par des accessions ayant une hauteur d'insertion de la première capsule et la hauteur des plantes les plus élevée et une longueur des entre-nœuds la plus longue. Ce groupe contient 48 accessions au lieu de 54 accessions précédemment définies par la classification hiérarchique sur composantes principales. Le groupe 3, situé dans la partie positive de l'axe 1, comprend 69 accessions au lieu 71 comme définie par la classification hiérarchique sur composantes principales. Il est représenté par des accessions tardives mais qui sont beaucoup plus ramifiées.

4 DISCUSSION

L'évaluation de la diversité génétique des espèces cultivées est essentielle pour les sélectionneurs afin d'avoir un bon matériel de départ à des fins de sélection. La diversité génétique des espèces cultivées peut être étudiée à l'aide de diverses méthodes telles que les marqueurs agro-morphologiques, biochimiques et moléculaires. De par les résultats de cette étude, les écarts importants enregistrés entre les valeurs minimales et maximales révélés par l'analyse descriptive témoignent d'une importante variabilité au sein de la collection. En effet, les pratiques paysannes de gestion des semences, à travers les échanges des variétés entre les agriculteurs, sont des pratiques à l'origine d'une diversité variétale importante entre les populations des plantes cultivées [15]; [16]; [17]; [18]. En plus, le mode de gestion des semences tels que les tris sélectifs par les agriculteurs, les techniques post récolte de la culture et les pratiques agricoles conduisent à une sélection entraînant le maintien, voire la création d'une diversité phénotypique importante.

La grande diversité agromorphologique observée entre les accessions de la collection du sésame nigérien a permis de les structurer en trois principaux groupes sur la base des caractères agromorphologiques étudiés. L'analyse factorielle discriminante (AFD) a montré que, la précocité, le nombre de ramification sur la tige principale, le nombre de nœuds avant la première fleur et la longueur des entre-nœuds sont les principaux caractères qui permettent de discriminer ces trois groupes. Les différents groupes ainsi formés offrent une possibilité de choix de géniteurs pour la création de variétés de sésame ayant de hauts potentiels de rendement et adaptées aux conditions agro écologiques du Niger. Cependant, l'organisation de la diversité agromorphologique et la structuration de la diversité des accessions n'ont pas permis de définir une organisation régionale à partir des caractères agromorphologiques évalués. Le schéma de regroupement suggérerait que les accessions de la même origine étaient réparties dans des groupes différents, indiquant qu'il n'y avait pas de parallélisme entre le schéma de clustering et la distribution géographique du matériel génétique. Cela peut être dû à des différences d'adoption, de pression de sélection et de conditions environnementales. Nos résultats sont en accord avec les résultats antérieurs dans les populations de sésame de différents pays [19]; [20]; [21]; [22]; [23]; [24]; [25]. Cela pourrait être lié au mouvement des semences de sésame

d'une zone agroécologique à l'autre dans les sites de collecte. Quelques conditions telles que les échanges inter-ethniques, surtout à travers le commerce, pourraient également conduire à un flux de gènes entre des populations d'origines géographiques diverses. Bien que le sésame ait été décrit comme une plante autogame, une indication récente soulève la possibilité d'un croisement naturel en son sein [26]; [27].

La grande variabilité observée dans cette étude pourrait être due à des échanges des semences entre les producteurs, d'un village à un autre village ou d'une région à une autre surtout à travers le commerce. Il y a aussi le fait que, bon nombre de producteurs se procurent leurs semences dans les marchés à l'approche de la période de semis. Au Niger comme partout ailleurs, qui dit marché, dit du matériel « tout venant » soit d'autres villages, département, régions, pays voisins ou d'ailleurs. D'autres facteurs peuvent expliquer le flux de semences de sésame au Niger, c'est le brassage inter-ethnique très développé dans le pays. Des constats similaires ont été rapportés par plusieurs auteurs chez différentes espèces cultivées en Afrique de l'Ouest [28]; [29]; [30]; [31]; [32]; [33]. Par ailleurs, chaque accession de sésame présente des caractères agro-morphologiques distinctifs propres que les paysans reconnaissent et prennent en compte pour maintenir efficacement les standards variétaux (conservation des semences). En effet, les caractères d'adaptabilité (durée de cycle) et de productivité [nombre de capsules par plante, le nombre de ramification, la hauteur de la plante, poids de grains de la parcelle (rendement)] sont des critères importants utilisés par les paysans de toutes les régions du Niger pour la caractérisation des variétés de sésame. Les auteurs comme [34] considèrent que la durée de cycle et la productivité étaient des caractères très importants dans la sélection paysanne.

La diversité agromorphologique du sésame nigérien montrent clairement que les accessions analysées présentent une variation pour l'ensemble des caractères utilisés, en particulier ceux liés à la phénologie, à l'architecture de la plante et aux composantes du rendement. Cette variabilité génétique observée au sein des accessions constitue un atout pour les travaux de sélection. Ce qui permettrait une meilleure exploitation de ce matériel génétique dans des programmes de sélection de sésame au Niger, car le préalable à tout programme de sélection variétale reste incontestablement la connaissance de matériel génétique (germplasm) existant.

5 CONCLUSION

Cette étude qui avait pour objectif la caractérisation agromorphologique des accessions de sésame collectées dans les zones agroécologiques du Niger, a permis d'apporter des informations sur la diversité de ces accessions. En effet, un niveau élevé de diversité génétique basée sur des traits agromorphologiques et phénologiques a été observé. Cela indique la présence d'une opportunité de sélection de géotypes prometteurs dans cette collection. Cette grande diversité agromorphologique et phénologique existante dans le Germplasm de sésame du Niger, peut être structurée en trois groupes: un groupe des accessions précoces avec une production moyenne, un groupe des accessions productives avec un cycle à précocité moyenne et intermédiaire un groupe constitué des accessions tardives et moins productives. La floraison, le nombre de rameaux sur la tige principale, le nombre des nœuds avant la première fleur et la longueur des entre-nœuds et la durée du cycle à la maturité physiologique sont les principaux caractères qui permettent de discriminer les trois groupes d'accessions formés. Chaque groupe constitue une source potentielle de caractères intéressants pour l'amélioration du sésame au Niger.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude à la faculté d'agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey à travers Pr Baragé Moussa qui nous a offert le terrain pour la conduite l'expérimentation.

REFERENCES

- [1] Bedigian, D., & Harlan, J. R. (1986). Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. *Economic botany*, 40 (2), 137-154.
- [2] Nayar, N.M. and K.L. Mehra. 1970. Sesame - its uses, botany, cytogenetics, and origin. *Econ. Bot.*, 24: 20-31.
- [3] Kobayashi, T., M. Kinoshita, S. Hattori, T. Ogawa, Y. Tsuboi, M. Ishida, S. Ogawa and H. Saito. (1990). Development of the sesame metallic fuel performance code. *Nucl. Technol.*, 89: 183-193.
- [4] FAO (2018). FAO statistical databases and data sets. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- [5] Amoukou, A., I., & Hassimi, S. (2001). Bilan des activités sur le sésame au Niger.
- [6] Abdou, R. I. Y., Moutari, A., Ali, B., Basso, Y., & Djibo, M. (2015). Variability Study in Sesame (*Sesamum indicum* (L)) Cultivars based on Agro-Morphological Characters. *International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3 (6), 237.
- [7] Furat, S., & Uzun, B. (2010). The use of agro-morphological characters for the assessment of genetic diversity in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Plant Omics*, 3 (3), 85-91.
- [8] Akbar, F., Rabbani, M., A., Masood, M., S., Shinwari, Z., K. (2011). Genetic diversity of sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm from Pakistan using RAPD markers. *Paks. J. Bot.* 43: 2153-2160.
- [9] Smith, J., S., C. and Smith, O., S. (1989). The description and assessment of distance between inbred lines of maize. The utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. *Maydica*, 34: 151-161.
- [10] Bedigian, D., C., A., Smyth and Harlan, J., R. (1986). Patterns of morphological variation in sesame. *Economic Botany*, 40: 353-365.
- [11] Xiurong Z., Yingzhong Z., Yong C., Xiangyun F., Qingyuan G., Mingde Z., & Hodgkin, T. (2000). Establishment of sesame germplasm core collection in China. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47 (3), 273-279.
- [12] Nokoe, S. (2001). Augmented block design (ABD): the choice design for large scale former participatory on farm trials. 5 p. <http://www.unce.edu/enu/plec>.
- [13] IPGRI and NBPGR. (2004). Descriptors for Sesame (*Sesamum* spp.). *International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; and National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi, India*.
- [14] UPOV (1994) Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: wheat. Paper TG/3/11, UPOV, Geneva.
- [15] Vellvé R (1993) The decline of diversity in European agriculture. *Ecologist* 23: 64–69.
- [16] McKey, D., Emperaie, L., Elias, M., Pinton, F., Robert, T., Desmouliere, S., Rival, L. (2001). Gestion locales et dynamiques régionales de la diversité variétale du manioc en Amozonie, *Genetic Selection Evolution*, 33, p465-490.
- [17] Barnaud, A., Joly, H., McKey, D. B., Deu, M., Khasah, C., Monné, S., Garine. E. (2008). Gestion des ressources génétiques du sorgho (*Sorghum bicolor*) chez les Duupa (Nord Cameroun), *Cahiers Agricultures*, 17, (2), p178-182.
- [18] Delaunay, S., Tescar, R. P., Oualbego, A., Vom Brocke, K., Lançon, J. (2008). La culture du coton ne bouleverse pas les échanges traditionnels de semences de sorgho. *Cahiers Agricultures*, 17, p189– 194.
- [19] Missihoun, A. A., Agbangla, C., Adoukonou-Sagbadja, H., Ahanhanzo, C., Vodouhè. R. (2012). 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, p1003-1018.
- [20] Johnjoel A., Alarmelu S., Thangavelku S. (1998). Genetic diversity in sesame (*Sesamum indicum* L.). *J. Oilseeds Res.* 15: 71-75.
- [21] Parameshwarappa, S., G., Palakshappa, M., G., Salimath, P., M., Parameshwarappa, K., G. (2010). Analysis of genetic divergence in sesame. *Karnataka J. Agric. Sci.* 23: 227-230.
- [22] Manivannan, N., Nadarajan, N. (1996). Genetic divergence in Sesame. *Madras Agric. J.* 83: 789-790.
- [23] Dixit, U., N., & Swain, D. (2000). Genetic divergence and heterosis in sesame. *Indian Journal of Genetic*, 60: 213-219.
- [24] Gupta, R., R., Parihar, B., M., S., Gupta, P., K. (2001). Genetic diversity for some metric characters in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Crop Res.* 21: 350-354.
- [25] Bandila, S., Ghanta, A., Natarajan, S., & Subramoniam, S. (2011). Determination of genetic variation in Indian sesame (*Sesamum indicum*) genotypes for agro-morphological traits. *Journal of Research in Agricultural Science*, 7 (2), 88-99.
- [26] Abate, M., et Mekbib, F. (2015). Study on genetic divergence in low-altitude sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm of Ethiopia based on agro morphological traits. *Journal of Advanced Studies in Agricultural, Biological and Environmental Sciences*, 2 (3), 78-90.
- [27] Pathirana, R. (1994). Natural cross-pollination in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Plant Breeding*. 112: 167-170.
- [28] Baydar, H., Gurel, F. (1999). The effects of honey bees on cross-pollination and hybrid seed production in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Turk. J. Field Crops*. 4: 21-24.
- [29] Rouamba, A., Sandmeier, M., Sarr, A., Ricoch, A. (2001). Allozyme variation within and among populations of onion (*Allium cepa* L.) from West Africa. *Theoretical and Applied Genetics*, 103: 855-861.

- [32] Demol, J., Baudouin, J. P., Louant, B. P., Marechal, R., Mergeai, G., Otoul, E. (2002). Amélioration des plantes. Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 582 p.
- [33] Barnaud, A. (2007). Savoirs, pratiques et dynamique de la diversité génétique: le sorgho (*Sorghum bicolor* ssp. *bicolor*) chez les Duupa du Nord Cameroun. Thèse de doctorat, université de Montpellier II, Montpellier, p. 282.
- [34] Bakasso, Y. (2010). Ressources génétiques des roselles (*Hibiscus sabdariffa* L.) du Niger: évaluations agromorphologique et génétique. Thèse de Doctorat d'état, université de Niamey, Niamey, p.139.
- [35] Antoine, A. M., Adoukonou-Sagbadja, H., Rollande, A. D., Corneille, A., Clément, A. (2012). Impacts des pratiques culturelles sur l'organisation génétique des sorghos cultivés par les Lokpa au Nord-Ouest du Bénin révélé par les marqueurs SSRs. *Journal of Applied Biosciences*, 60: 4394-4409.
- [36] Sani, I. S., Yacoubou, B., Maman-Maarouhi, I., Mainassara, Z. A., Sanoussi, A., Adeline, B.,.
- [37] Claire., B., Mahamane, S. (2014). Diversité agro-morphologique des accessions de fonio [*Digitaria exilis* (Kippist.) Stapf.] au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8 (4): 1710-1729.
- [38] Teshome, A., Fahrig, L., Torrance, J. K., Lambert, J. D., Arnason, T. J., & Baum, B. R. (1999). Maintenance of sorghum (*Sorghum bicolor*, Poaceae) landrace diversity by farmers' selection in Ethiopia. *Economic botany*, 53 (1), 79-88.