

Caractérisation phénotypique de quelques accessions de *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Milne-Redh. (Marantacée) dans les zones agroécologiques forestières à pluviométries bimodale et monomodale du Cameroun

Etienne Pacôme LIMALA II¹, Godswill NTSOMBOH-NTSEFONG^{1*}, Benoit-Constant LIKENG-LI-NGUE,¹ Luther Fort MBO NKOULOU², Thierry MOLO¹, Passy Jean AMOUGUI OUAMVENE¹, Florent ZOA¹ et Joseph Martin BELL^{1*}.

¹ Unité de Génétique et Amélioration des Plantes, Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, BP 812, Yaoundé, Cameroun.

² Division de Production Végétale, Centre de Recherche Agricole de Mbalmayo, Institut de Recherche Agricole pour le Développement, Mbalmayo, Cameroun.

*Auteur correspondant, E-mail : ntsombob@yahoo.fr, Tél : 679 94 19 10

*Auteur correspondant, E-mail : josmarbell@yahoo.fr, Tel : 00 (237) 99 85 65 39

Résumé

La présente étude a été conduite dans les Régions du Centre et du Littoral (Cameroun), précisément dans cinq localités à savoir Ebombe, Pouma, Mode, Hondol et Okola. Elle s'est fixée pour objectif de déterminer la variabilité génétique de *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Marantacée. La collecte des données réalisée de Mars 2021 à Avril 2022 s'est effectuée à travers la récolte de 165 individus, à raison de 33 par localité. Au total, 26 variables dont 13 qualitatives et 13 quantitatives ont été évaluées. L'analyse statistique a été faite grâce au logiciel R. version 3.4.1. Les relations entre variables ont été étudiées grâce à la matrice de corrélation phénotypique. La variabilité au sein des accessions collectées a été étudiée par une analyse en composantes principales (ACP), le coefficient de variation (CV) et la classification ascendante hiérarchique (CAH). Par ailleurs, l'étude a mis en évidence une grande variabilité morphologique au sein de *M. macrosatichyum* dans les zones d'étude. L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les individus des deux zones agro-écologiques pour l'ensemble des variables étudiées (diamètre au collet, longueur, largeur, surface et nombre de nervures secondaires du limbe) exceptée la longueur de la tige. La variabilité a été confirmée sur l'ensemble des variables étudiées à travers les CV qui ont tous été supérieurs à 20 %. De même, l'ACP et la CAH ont montré une importante variabilité entre les accessions avec la formation de 3 groupes (clusters 1, 2 et 3). Il ressort de cette étude que les paramètres du pétiole (diamètre au collet et longueur du pétiole) et la surface foliaire sont les caractères phénotypiques les plus discriminants pour apprécier la variabilité au sein de *M. macrostachyum*.
Mots clés : diversité génétique, variabilité phénotypique, agroécologie, morphotype, *Megaphrynium macrostachyum*.

Received: 03/01/2024

Accepted: 02/04/2024

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jcas.v20i2.1>

© The Authors. This work is published under the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.

Abstract

This study was carried out in the Central and Littoral Regions (Cameroon), precisely in five localities namely Ebombe, Pouma, Mode, Hondol and Okola. Its objective was to determine the genetic variability of *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Marantaceae. The data collection carried out from March 2021 to April 2022 was carried out through the collection of 165 plants, at a rate of 33 per locality. In total, 26 variables including 13 qualitative and 13 quantitative were evaluated. The statistical analysis was carried out using the R. software version 3.4.1. The relationships between variables were studied using the phenotypic correlation matrix. Variability within the collected accessions was studied by principal component analysis (PCA), coefficient of variation (CV) and hierarchical ascending clustering (CAH). Furthermore, the study highlighted a large morphological variability within *M. macrosatchyum* in the study areas. The statistical analysis showed significant differences between individuals from the two agro-ecological zones for all the variables studied (diameter at the collar, length, width, surface area and number of secondary veins of the blade) except the length of the stem. The variability was confirmed on all the variables studied through the CVs which were all greater than 20%. Likewise, PCA and CAH showed significant variability between accessions with the formation of 3 groups (clusters 1, 2 and 3). It appears from this study that the parameters of the petiole (diameter at the collar and length of the petiole) and the leaf surface are the most discriminating phenotypic characteristics for assessing variability within *M. macrostachyum*.

Key words: genetic diversity, phenotypic variability, agroecology, morphotype, *Megaphrynium macrostachyum*.

Introduction :

La forêt fournit des biens et services qui sont essentiels pour 1,2 milliards de personnes dans le monde (Betti *et al.*, 2016). En Afrique, la survie de 60 à 80 % des populations pauvres dépend directement des ressources naturelles (Betti *et al.*, 2016) La forêt, dans les pays du bassin du Congo, renvoie généralement au bois d'œuvre et dans une certaine mesure au bois-énergie et à la chasse (Massamba, 2013). Les autres produits forestiers non ligneux (PFNL) encore appelés « *récoltes cachées* » sont négligés et leur contribution à l'économie nationale (produit intérieur brut) est souvent très mal appréciée faute de données statistiques fiables, à l'instar de *M. macrostachyum* (Massamba, 2013). Pourtant, les « *récoltes cachées* » ont toujours été et continuent d'être une composante importante de la culture des populations africaines. Ils font non seulement partie de leurs modes de vie « traditionnels », mais ils demeurent essentiels et indispensables à la qualité de vie de bon nombre de ménages, tant en zone rurale qu'urbaine (Ngonzo *et al.*, 2008). De plus, les « *récoltes cachées* » contribuent à la lutte contre la pauvreté, à l'équilibre alimentaire et à la sécurité des populations dans les zones urbaines et rurales (Tchatat et Ndoye, 2006).

La gestion durable des espèces végétales demande une analyse de la variabilité de leur matériel végétal sur le plan morphologique, afin de différencier les individus (Kouyaté et Van Damme, 2002) et de cibler les morphotypes intéressants à reproduire. La variabilité des espèces végétales s'exprime en général au niveau des caractéristiques de l'appareil végétatif et/ou de l'appareil reproducteur de la plante (Mars et Marrakchi, 2000 ; Gbemavo *et al.*, 2015). Plusieurs travaux ont montré que l'existence d'un ensemble de caractères différents au sein d'une même espèce, aboutit à la mise en place de vastes programmes d'amélioration (Diallo, 2001 ; Jendoubi *et al.*, 2001 ; Zoro Bi *et al.*, 2006). Trois types de marqueurs sont largement utilisés pour l'évaluation de la variabilité génétique, à savoir les marqueurs morphologiques (phénotypiques), biochimiques et moléculaires (ADN) (N'dri, 2022).

Dans le cadre cette étude, les marqueurs morphologiques sont ceux qui ont retenu notre attention particulière, parce qu'ils sont d'abord à la base de la classification des espèces végétales

sauvages et cultivées (Roux, 1987). En outre, l'analyse des paramètres morphologiques constitue la première phase de l'évaluation de la diversité génétique (Manzano *et al.*, 2001 ; Radhouane, 2002 ; Yobi *et al.*, 2002). En effet, l'analyse de ces descripteurs permet de révéler la diversité telle qu'elle est perçue et sélectionnée par les exploitants locaux, principaux acteurs de la gestion de la diversité variétale (Sawadogo *et al.*, 2010). Aussi, elle est l'approche la plus pratique pour la différenciation phénotypique à condition de l'associer à un outil statistique qui estime la variation liée au milieu d'étude (Nébié *et al.*, 2013 ; N'Zué *et al.*, 2014 ; Agré *et al.*, 2015).

Au Cameroun, cette plante est utilisée : pour emballer plusieurs mets traditionnels (mitumba, ndomba, pistache...), dans la médecine traditionnelle, comme emballage commercial dans les marchés, comme couvert pour les buffets, comme emballage de conservation des poissons frais par les pêcheurs, dans la vannerie

(fabrication des paniers et nattes). Malgré cette importance, très peu d'études scientifiques sont portées sur cette plante en général et sur sa caractérisation morphologique en particulier. D'où la nécessité d'entreprendre la caractérisation morphologique de *M. macrostachyum* au Cameroun. La disponibilité des données sur sa caractérisation permettra de donner des données scientifiques fiables qui permettront de faciliter la prise de décision des gestionnaires dans le but ultime de mieux valoriser et de gérer durablement *M. macrostachyum*

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

II.1.1. Sites d'étude

L'étude a été menée dans cinq localités à savoir : **Ebombe** et **Pouma** situés dans la zone forestière monomodale du Cameroun ; **Mode**, **Hondol** et **Okola** situés dans la zone forestière bimodale du Cameroun. Les caractéristiques desdites localités sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des localités d'étude.

Localités Caractéristiques	EBOMBE	POUMA	MODE	HONDOL	OKOLA
Zone	Forestière	Forestière	Forestière	Forestière	Forestière
agroécologique	monomodale	monomodale	bimodale	bimodale	bimodale
Latitude-Nord	3°29'00	3° 51' 00"	3° 52'58"	3° 43'59"	4° 01'0"
Longitude-Est	10°13'00	10°13'00	10° 50'58"	11° 12' 34"	11° 22' 60"
Altitude (m)	315	133	381	712	636
Climat	Mousson	Mousson	Savane à hiver sec	Savane à hiver sec	Savane à hiver sec

II.1.2. Matériel végétal

Au cours de cette étude, le matériel végétal était constitué de 165 accessions de *M. macrostachyum*. Les différents organes dont les fruits et les graines ont également constitué le Matériel biologique (Fig. 1)

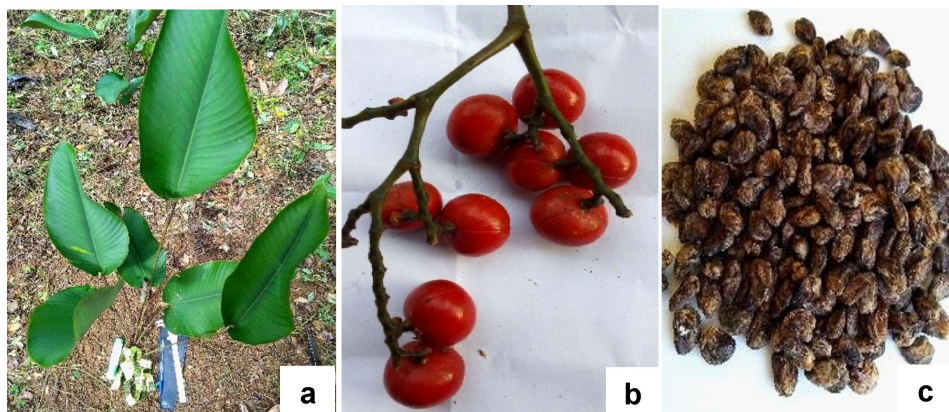


Fig. 1. Matériel végétal du *M. macrostachyum*. (a) accessions de *M. macrostachyum* ; (b) : fruits ;(c) : graines).

II.2. Méthodes

II.2.1. Collecte des données

La phase de collecte des données, a consisté en la récolte des accessions de *M. macrostachyum* dans les différents sites d'étude, la mesure et l'observation des variables quantitatives et qualitatives. Dans chaque site, un échantillonnage de 33 individus a été réalisé, le choix de l'échantillon s'est fait suivant la technique de l'échantillonnage aléatoire simple et exhaustif, laquelle consiste à sélectionner des individus de telle sorte que tous aient la même probabilité de faire partie de l'échantillon (Amyotte, 1996). Ainsi, un échantillonnage de 165 individus pour les cinq localités d'étude a été réalisé. Ces individus étaient récoltés à l'aide d'une machette au ras de la tige, dans différentes touffes dispersées sur le site, ensuite rassemblés et ramenés à un endroit préparé au préalable pour la collecte des variables qualitatives et quantitatives. Quant aux fruits, ils ont été récoltés sur quelques plantes dans deux localités où ils étaient disponibles, à savoir Mode et Hondol et ramenés à l'Unité de Génétique et Amélioration des Plantes (UGAP) du Département de Biologie et Physiologie Végétales (DBPV) de la Faculté des Sciences (FAS) de l'Université de Yaoundé I (UYI) pour la prise des paramètres.

Au total, 26 variables ont été étudiées suivant la description de Milne Read (1951). 13 caractères qualitatifs (couleur, aspect et forme du pétiole ; couleur, aspect et forme du limbe ; couleur, aspect et forme du fruit ; couleur, aspect et forme de la graine et le nombre de graines par fruit ; position des nervures secondaires) et 13 caractères quantitatifs (longueur et diamètre au collet du pétiole ; longueur, largeur et nombre de nervures secondaires du limbe ; surface foliaire ; hauteur ; diamètre et poids du fruit) ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse et d'un mètre ruban, calculés et enregistrés pour des analyses ultérieures.

II.2.2. Analyses des données

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Excel 2016, puis soumises à une analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5 % à l'aide du logiciel R. version 3.4.1. Si l'ANOVA est significative, les données sont soumises à un test de comparaison de moyennes (test de Kruskal-wallis) afin de déterminer les groupes évidents.

II.2.3. Etude de la variabilité génétique

La variabilité génétique des accessions récoltées a été étudiée en utilisant les variables quantitatives collectées. Cette variabilité a été appréciée par l'analyse en composantes principales (ACP), la classification ascendante hiérarchique (CAH) et les corrélations entre variables étudiées. Dans cette étude, l'ACP a été réalisé grâce au package Factor-Miner du logiciel R, pour faire ressortir les différentes similarités existantes entre les variables étudiées. Il a aussi permis de voir comment se répartissent les accessions sur les deux premières composantes en réalisant un graphique de type BI-plot. La CAH a été réalisée pour ressortir les groupes phénotypiques possibles sur la base des variables quantitatives. Les CV ont également permis d'apprécier la variabilité des individus pour les paramètres quantitatifs étudiés. La matrice de corrélation a été faite grâce au package Psych par la fonction pairs panels, pour voir s'il existe les corrélations entre les différents caractères étudiés.

III. RESULTATS

III.1. Caractères qualitatifs

III.1.1. Couleur, aspect et forme du pétiole

Une seule couleur est observée, la couleur verte. Mais cette dernière varie du vert-clair au vert-foncé, présentant des taches diversifiées. Tous les pétioles sont lisses et brillants ayant la forme circulaire (Fig. 2).

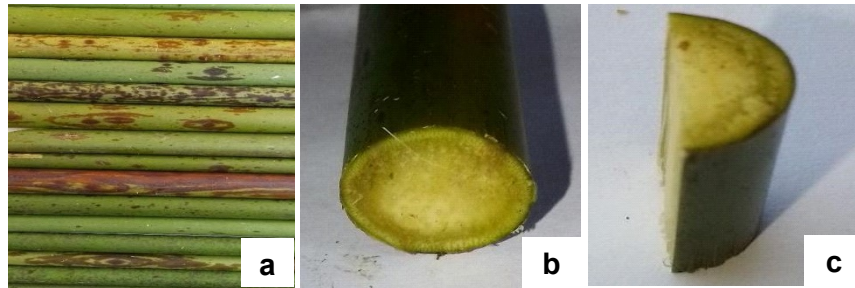


Fig. 2. Couleur et forme de pétiole du *M. macrostachyum*. (a) : couleur ; (b) : forme.

III.1.2. Couleur, aspect et forme du limbe

De manière générale, tous les limbes ont la couleur verte. Leur face supérieure est foncée huileuse et celle inférieure moins foncée. Cependant, une variabilité est notée au niveau de cette couleur verte qui va du vert sombre au vert clair. En outre, certains présentent sur leur face inférieure, des taches de couleur violette, les unes sur toute ladite face et les autres sur la bordure droite allant de la base jusqu'à l'apex. Concernant l'aspect du limbe, aucune variabilité n'a été observée sur l'ensemble d'individus. Tous les limbes sont lisses sur les deux faces et sur la marge. Les nervures sortent en saillie sur la face supérieure et en creux sur celle inférieure et la nervure centrale est pourvue d'une rainure. Quant à la forme du limbe, une variabilité a été notée. Cette dernière est soit ovale, soit

ovale-elliptique ou alors elliptique avec une base plus ou moins arrondie et un apex pointu (aigu ou acuminé) (Fig. 3).

Ce résultat confirme la description faite par Milne-Readhead (1952) qui a révélé que la forme du limbe chez l'espèce était ovale à elliptique. Ces résultats s'expliqueraient par une transmission simple des caractères des parents aux descendants pour les deux couleurs et les deux formes prises individuellement, alors que le mixage (formes intermédiaires) de celles-ci proviendrait par le brassage génétique naturel à travers la fécondation croisée chez l'espèce, ce qui conduit à une diversité génétique importante au sein de *M. macrostachyum*. Ce résultat est similaire à celui de Assongba *et al.*, (2021), qui ont révélé le même fait chez *Cleome gynandra*.

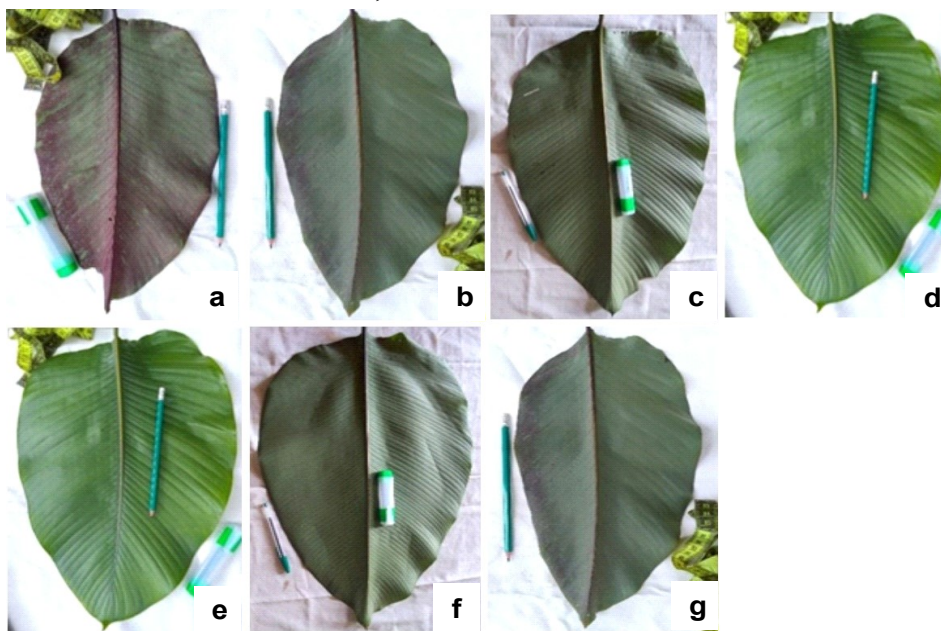


Fig. 3. Couleurs du limbe de *M. macrostachyum*. (a) limbe vert tacheté de violet sur la face inférieure ; (b) : limbe vert tacheté de violet sur la bordure droite de la face inférieure ; (c) limbe vert sombre ; (d) limbe vert clair ; (e) : limbe ovale ; (f) : limbe ovale-elliptique ; (g) limbe.

III.1.3. Couleur, aspect et forme du fruit

Concernant le caractère couleur du fruit, aucune variabilité n'a été observée. Tous les fruits ont une couleur vert-foncé à l'état de maturité, marron à l'état de pré-mûrissement et rouge vif à l'état de murissement (Fig. 4).

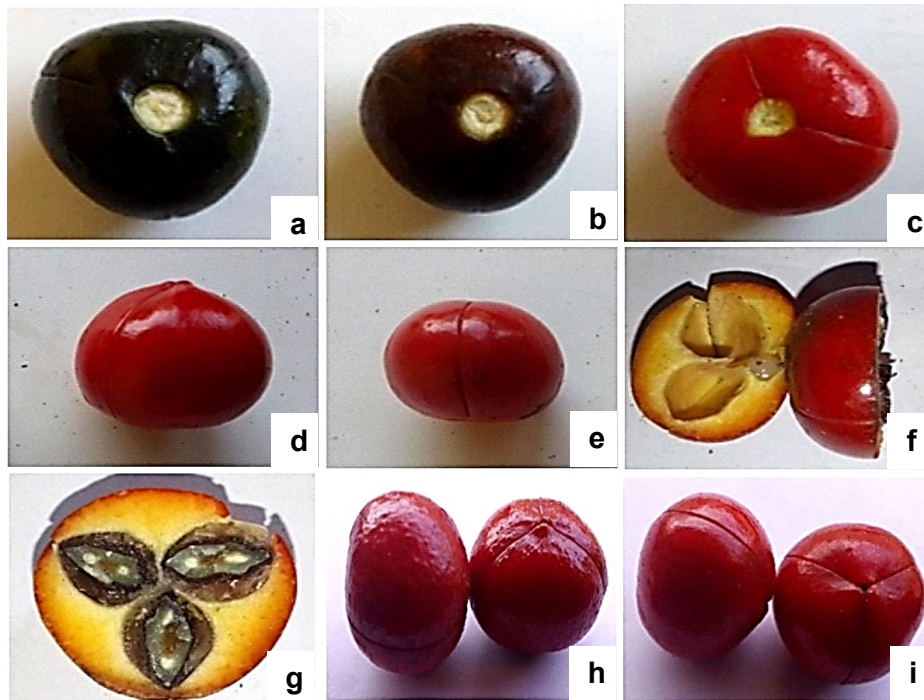


Fig. 4. Couleurs, formes et aspect du fruit chez *M. macrostachyum*. (a) fruit mature ; (b) fruit de pré-mûrissement ; (c) fruit mûr ; (d) fruit globuleux à bout aplati ; (e) fruit globuleux à bout pointu ; (f et g) coupe transversale du fruit ; (h) fruits rugueux ; (i) fruits lisses

Quant au caractère forme du fruit, une seule forme observée, celle globuleuse, mais présentant un point de distinction au niveau du bout. Les uns ayant un bout pointu et les autres un bout aplati (Fig. 4). De même pour le caractère aspect, une variabilité a été observée sur tous les fruits. La plupart des fruits sont lisses et quelques-uns sont rugueux, mais tous sont brillants et à trois lobes plus ou moins identiques (Fig. 4). Ce résultat est différent de la description faite par Milne-Readhead (1952) qui a révélé que les fruits de *M. macrostachyum* étaient lisses. Ce résultat indique l'existence de deux morphotypes qui s'expliqueraient de même par l'existence de deux ancêtres au sein de l'espèce. Aussi, cette faible variabilité ou l'existence des deux formes s'expliquerait par ailleurs par le fait que le fruit résulte simplement du développement de l'ovaire.

III.1.4. Couleur, aspect et forme de la graine

Pour ce qui est du caractère couleur de la graine, trois couleurs ont été observées à savoir : marronne, marronne-noirâtre et noire. Aucune variabilité n'a été observée sur l'aspect des graines. Elles sont toutes rugueuses avec une aride blanchâtre. Mais cette aride est beaucoup plus dense chez les graines noires que celles marronnes. Quant à la forme, une faible variabilité est également notée, avec des graines plus longues, moyennes et courtes (Fig. 5). Ce résultat sur la couleur des graines est différent de la description faite par Milne-Readhead (1952), qui a révélé que les graines de *M. Macrostachyum* étaient soit marronnes, soit noires, et s'expliquerait de même par l'allopollinisation favorisant une diversité importante au sein de l'espèce. Ce résultat est similaire à celui de N'dri (2021) chez *Myrianthus arboreus*.

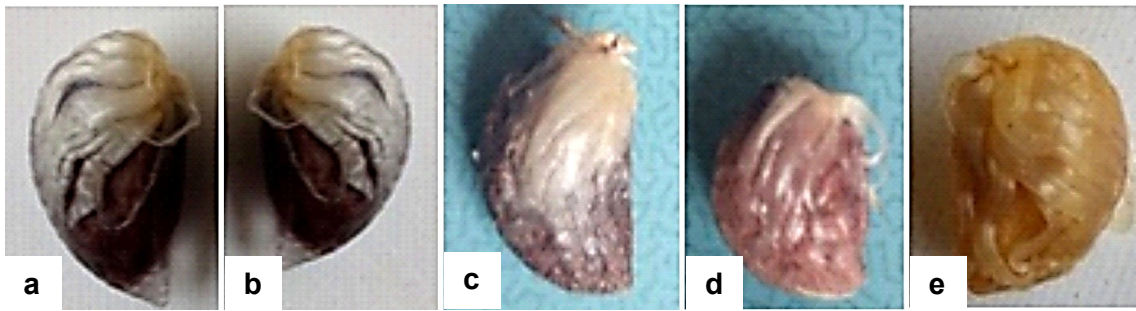


Fig. 5. Couleurs, aspect et formes de la graine du *M. macrostachyum*. (a) : graine noire rugueuse ; (b) graine noire rugueuse ; (c) graine marron-noirâtre et rugueuse ; (d) graine marronne rugueuse ; (e) graine jaunâtre rugueuse.

III.1.2. Caractères quantitatifs

III.1.2.1. Variabilité du pétiole et du limbe

Pour ce qui est du caractère longueur du pétiole, les individus d'Ebombe ont la plus grande moyenne (3,44 m) et ceux de Pouma la plus petite (2,22 m). L'analyse statistique montre une différence significative entre les individus d'Ebombe ; ceux d'Okola, Hondol et Modè et ceux de Pouma (Tableau 2). Pour le diamètre au collet, les individus d'Okola ont la plus grande moyenne (14,77 cm) et ceux de Pouma la plus petite (9,08 cm). L'analyse statistique montre une différence significative entre les individus d'Okala et ceux des autres localités (Tableau 2). Quant à la longueur du limbe, les individus de Hondol ont la plus grande moyenne (77,66 cm) et ceux de Pouma la plus petite (60,40 cm). Une différence significative est observée entre les individus de Hondol, Modè, Okola et ceux d'Ebombe et Pouma (Tableau 2) ;

Pour la largeur du limbe, les individus de Hondol ont toujours la plus grande moyenne (43,63 cm) et ceux de Pouma la plus petite (28,83 cm). Une différence significative est observée entre les individus de Hondol ; ceux de Modè, Okola et Ebombe et ceux de Pouma (Tableau 2). Concernant le nombre de nervures secondaires, les individus de Modè ont la plus grande moyenne (59,90) et ceux de Pouma la plus petite (44,93). Une différence significative est observée entre les individus de Modè, Okola et Hondol ; ceux

d'Ebombe et ceux de Pouma (Tableau 2). Quant au dernier caractère qui est la surface foliaire, les individus de Hondol ont la plus grande moyenne (3158,39 cm²) et ceux de Pouma la plus petite (1791,80 cm²). L'analyse statistique montre une différence significative entre les individus de Hondol, Modè et Okola ; ceux d'Ebombe et ceux de Pouma (Tableau 2).

De manière globale, l'analyse statistique montre une différence significative entre les individus de la zone 4 (Ebombe et Pouma) et ceux de la zone 5 (Modè, Hondol et Okola) pour 5 variables (diamètre au collet, longueur du limbe, largeur du limbe, nombre de nervures secondaires et la surface foliaire) sur les 6 étudiés, seule la longueur du pétiole ne présente aucune différence significative entre les deux zones (Tableau. 2). D'une manière générale, il ressort de ce travail que le pétiole chez *M. macrostachyum* a une longueur qui varie de 1,08 à 5,27 m avec une moyenne de $2,96 \pm 0,93$ m et un diamètre au collet qui varie de 4 à 23 mm avec une moyenne de $23 \pm 4,08$ mm. Quant au limbe, il a une longueur qui varie de 35 à 99 cm avec une moyenne de $67,27 \pm 13,62$ cm ; une largeur qui varie de 18 à 55 cm avec une moyenne de $37,76 \pm 8,81$ cm ; un nombre de nervures secondaires qui varie de 28 à 90 avec une moyenne de $54,64 \pm 12,033$; et une surface foliaire minimale de 712,8 cm² et maximale de 5098,5 cm² avec une moyenne de $2642 \pm 1059,34$ cm². Ces résultats sont différents de ceux de Kew

(1952) et Dhethuvi (1996) qui ont montré que la longueur du pétiole était comprise entre 1 et 4 m, la longueur du limbe entre 30 et 90 cm, la largeur du limbe entre 12 et 40 cm et la surface foliaire moyenne 1787,5 cm². Ces résultats peuvent s'expliquer de diverses manières. D'abord, par le choix des échantillons récoltés dans la nature et qui n'auraient pas le même âge au sein d'une même localité et entre les différentes localités, ensuite par des performances génétiques des accessions et en fin par des conditions pédoclimatiques et des microclimats plus ou moins favorables au développement des individus au sein d'un même site ou alors d'une zone à une autre. Par ailleurs, une différence significative a été globalement observée entre les individus des deux zones agroécologiques sur l'ensemble des variables étudiées, exceptée la longueur du pétiole. Ces différences significatives d'une part et des similarités d'autre part, pourraient s'expliquer par des filiales génétiques

identique pour certains individus et différente pour d'autres, donc ces individus proviendraient d'un ancêtre commun ou alors par différents ancêtres, mais aussi la similarité d'un site à un autre ou d'une zone à une autre serait due aux différents modes de dissémination des organes reproducteurs (Assongba *et al.*, 2021). Ces variabilités peuvent aussi s'expliquer par des conditions environnementales qui influencent sur l'expression des individus.

Quant aux coefficients de variations des paramètres étudiés, le plus grand est observé sur la surface foliaire (40,09) et le plus petit sur la longueur du limbe (20,25 %). Ces derniers montrent une variabilité assez importance entre les accessions étudiées, car ils ont été tous supérieurs à 20 (Tableau 2). Ce résultat est similaire à celui de Mbo Nkoulou *et al.*, (2023) sur le bananier plantain et Diagara *et al.*, (2022) sur le Vouadzou.

Tableau 2. Variabilité des caractères quantitatifs étudiés et à leurs générales minimales, maximales et moyennes des caractères quantitatifs du *M. macrostachyum*.

Localités	Lpt (m)	Dct (mm)	Llb (cm)	Llb (cm)	Nns	Sfo (cm ²)
EB	3,44a±0,92	14,01a±3,68	65,65b±14,55	36,98b±7,11	53,06b±11,48	2509,80b±973,44
PO	2,22c±0,59	9,08b±2,00	60,40b±11,62	28,83c±5,42	44,93c±8,13	1791,80c±608,15
MO	3,02b±1,20	14,22a±4,92	70,55a±17,12	40,20b±10,68	59,90a±13,15	3001,43ab±1369,40
HO	3,04b ±0,54	14,04a±2,43	71,66a±7,58	43,63a±5,11	55,63ab±6,40	3158,39a±667,02
OK	3,09ab±0,85	14,77a±3,90	68,06ab±13,05	39,12b±7,20	59,66a±12,88	2748,64ab±964,52
Z4	2,83a ±0,98	11,55b ±3,85	63,03b ±13,33	32,91b ±7,50	49,00b ±10,87	2150,80b ± 882,86
Z5	3,05a ±0,90	14,34a ±3,86	70,09a ±13,13	40,98a ±8,15	58,40a ±11,31	2969a ±1044,11
Min.	1,08	4,00	35,00	18,00	28,00	712,8
Max.	5,27	23,00	99,00	55,00	90,00	5098,5
Moy.	2,96 ± 0,93	13,23± 4,08	67,27± 13,62	37,76± 8,81	54,64±12,03	2642,0±1059,34
CV	31,64	30,88	20,25	23,35	22,02	40,09

EB= EBOMBE ; PO = POUMA ; MO = MODE ; HO = HONDOL ; OK = OKOLA ; z4 = Zone 4 ; Z5 = Zone 5
 Lpt = Longueur du pétiole ; Dct = diamètre au collet ; Llb = longueur du limbe ; Llb = largeur du limbe ; Nns = nombre de nervures secondaires ; Sfo = surface foliaire ; Min. = Minimales ; Max. = Maximales ; Moy. = Moyennes. NB : les chiffres suivis de la même lettre dans le tableau ne sont pas significativement différents.

III.1.2.1. Variables du fruit

Pour ce qui est du caractère hauteur du fruit, la plus petite hauteur qui est de 6 mm est observée chez le fruit de Hondol et la plus grande qui est de 12 mm chez ceux de Modè, une différence significative est observée entre les fruits des deux localités. De même, la plus grande moyenne 9,85

mm, est observée à Modè et la plus petite, 7,35 mm à Hondol. L'analyse statistique montre une différence significative entre les fruits des deux localités. Quant au diamètre, le plus petit, 12 mm est observé à Modè, alors que le plus grand, 17,5 mm est observé à Hondol. Avec la plus grande moyenne, 14,18 mm observée à Hondol et la plus

petite, 12,80 mm observée à Modè. L'analyse statistique montre également une différence significative est entre les fruits des deux localités. Concernant le troisième caractère qui est le poids, les fruits le plus petit poids qui est de 4,2 g est

observé sur les fruits de Hondol et le plus grand qui est de 8,4 g, sur ceux de Modè, avec la plus grande moyenne $6,48 \pm 1,06$ g, observée à Hondol. Une différence significative est également notée entre les fruits des deux localités (Tableau 3).

Tableau 3. Variabilité des fruits et des graines du *M. macrostachyum* dans les deux localités.

<i>Variabilités des fruits</i>										
Localité	ht min (mm)	ht max (mm)	ht moy. (mm)	dm min (mm)	dm max (mm)	dm moy. (mm)	pd min (g)	pd max. (g)	pd moy. (g)	
MO	8,5±00	12±00	9,85a±0,96	12±00	14,5±00	12,80b±0,71	4,2±00	6,8±00	5,43b±0,58	
HO	6±00	9±00	7,35b±0,92	12±00	17,5±00	14,18a±1,67	4,7±00	8,4±00	6,48a±1,06	

<i>Variabilités des graines</i>									
Localité	Lmin (mm)	Lmax (mm)	Lmoy (mm)	lmin (mm)	lmax (mm)	lmoy (mm)	emin (mm)	emax (mm)	emoy (mm)
MO	13±00	16±00	13,90b±0,92	7,5±00	10±00	8,50b±0,65	4±00	6±00	4,48b±0,51
HO	13,5±00	16±00	15,06a±0,66	9,0±00	10±00	9,71a±0,38	4±00	5±00	4,6a±0,31

MO = Modè ; HO = Hondol ; ht = hauteur ; dm = diamètre ; pd = poids ; min = minimal ; max = maximal ; moy = moyenne

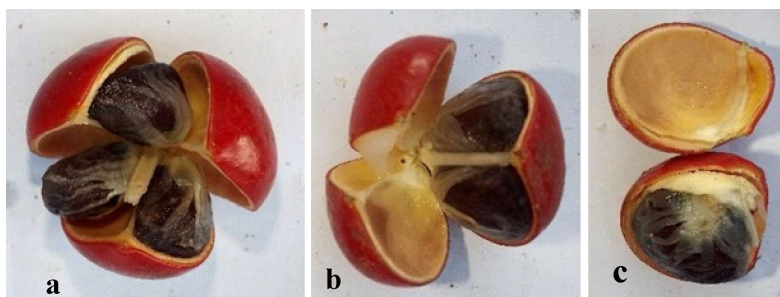
III.1.2.2. Variables de la graine

Pour ce qui est du caractère longueur de la graine, la plus petite longueur est de 13 mm et observée sur les fruits de Modè, alors que la plus grande est de 16 mm et observée en même temps sur les fruits de Modè et de Hondol, avec la plus grande moyenne 15,06 observée à Hondol. Une différence significative est observée entre les graines des deux localités. Quant à la largeur du fruit, la plus petite est de 7,5 mm et toujours observée sur les graines de Modè et la plus grand est de 10 mm, encore observée en même temps sur les graines des deux localités, avec la plus grande moyenne 9,71 observée à Hondol. Une différence significative est également notée entre les graines des deux localités. Concernant le troisième caractère qui est l'épaisseur du fruit, la plus petite épaisseur est de 4 mm et observée en même temps sur les graines des deux localités et la plus grande est de 6 mm est observée sur les graines de Modè avec la plus grande moyenne 4,6 g observée sur les graines de Hondol. Une différence significative est également notée entre les graines des deux localités (Tableau 3). Quant au nombre de graines par fruit, le résultat montre que les fruits contiennent généralement 3 graines, mais quelques-uns contiennent 2 et rarement 1

graine (Fig. 6). En moyenne, 73,66 % de fruits contiennent 3 graines ; 24,33 % de fruits contiennent 2 graines et 2 % de fruits contiennent 1 graine. Ce résultat est différent de la description faite par Milne-Readhead (1952) qui a révélé que les fruits de l'espèce avaient 3 graines. D'après nos observations au cours de cette étude, les fruits possédant 2 ou 1 graine, étaient soit malformés, soit très petits respectivement pour les deux cas. Ce résultat s'expliquerait soit par la viabilité des ovules fécondés, soit alors par la capacité du pollen à féconder les ovules de chaque fleur (Mpemboura, 2022).

III.3. Variabilité génétique des accessions de *M. macrostachyum*

L'analyse en composante principale (ACP) n'a pas montré un regroupement des accessions en fonction des localités pour les variables étudiées. Néanmoins, on note un regroupement des accessions de Log-Hende sur l'un des axes opposés aux variables (Fig. 7). Les deux premières dimensions (Dim1 et Dim2) ont expliqué à 90,5 % la variabilité observée. La première Dim a expliqué 82,2 % et la deuxième 8,3 % de la variabilité observée. Par ailleurs, la dispersion des individus dans le bi-plot explique une variabilité au sein de la population



étudiée. L'ACP est utilisée pour observer des différences dans un ensemble d'individus et donc comprendre les relations possibles entre les variables et ces individus (Mbo Nkoulou *et al.*, 2023). Dans la présente étude, l'ACP n'a pas pu clairement discerner les individus de l'échantillonnage en groupes. La projection des accessions sur les deux principaux axes n'a pas ressorti des groupes en fonction de leur affinité phénotypique ou leur origine. Mais, il est révélé une large distribution des individus, indiquant que les traits contribuant à ces axes ne sont pas forcément liés phénotypiquement. Ce résultat est similaire à celui de Mbo Nkoulou *et al.*, (2023) sur la bananier plantain. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que ces individus proviendraient d'un même ancêtre et se seraient dispersés à travers certains agents de dissémination.

Le dendrogramme obtenu avec la CAH a mis en exergue trois principaux groupes d'individus (Fig. 7). Quant à la contribution des individus dans la variabilité observée, de manière individuelle les accessions M32, M15 et P26 ont le plus contribué à la variabilité observée. Au niveau des variables, la surface foliaire a le plus contribué à la variabilité observée (Fig. 7). Le regroupement s'est fait indépendamment des localités et zones agroécologiques. Cette similarité s'expliquerait par le fait que les individus étudiés seraient issus d'un ancêtre commun (Dane et Liu, 2007). Ces résultats sont similaires à ceux de Szamosi *et al.* (2009). Ces auteurs ont évalué la variabilité morphologique au sein des accessions de *Citrullus lanatus*, originaire de Hongrie et de Turquie.

L'étude a montré que les caractères morphologiques ne permettent pas une séparation claire des accessions de ces deux pays.

Pour ce qui est des corrélations phénotypiques, aucune corrélation négative n'a été notée, tous les paramètres étudiés sont positivement corrélés. La plus grande corrélation est observée entre la largeur du limbe et la surface foliaire (0,96) alors que la plus petite est observée entre la longueur du pétiole et le nombre de nervures secondaires (0,63) (Fig. 8). De même, les interactions phénotypiques entre les variables et la distribution de ces variables à l'intérieur de la population sont observées dans la figure 8. En effet, les corrélations constituent un outil indispensable pour les améliorateurs dans le choix des caractères à intégrer dans les programmes de sélection (Diagara *et al.*, 2022). Les corrélations entre les caractères peuvent faciliter l'amélioration génétique dans la mesure où quand les caractères sont en corrélation positive, l'amélioration de l'un entraînera celle des autres en sélection indirecte (Bakasso *et al.*, 2010). Nous notons alors que les corrélations observées entre la largeur et longueur du limbe expliquerait l'importance de la surface foliaire. Ce résultat est similaire à celui de N'dri (2021) sur *M. Arboreus*. Par ailleurs, on a noté que les accessions qui ont un diamètre au collet élevé ont également une hauteur du pétiole élevée, ce résultat est similaire à ceux obtenus par Diagara *et al.*, (2022) et Arouna *et al.*, (2018) qui ont rapporté respectivement une corrélation significative de ($r = 0,71$) et ($r = 0,85$) sur le diamètre au collet chez le Vouadzou.

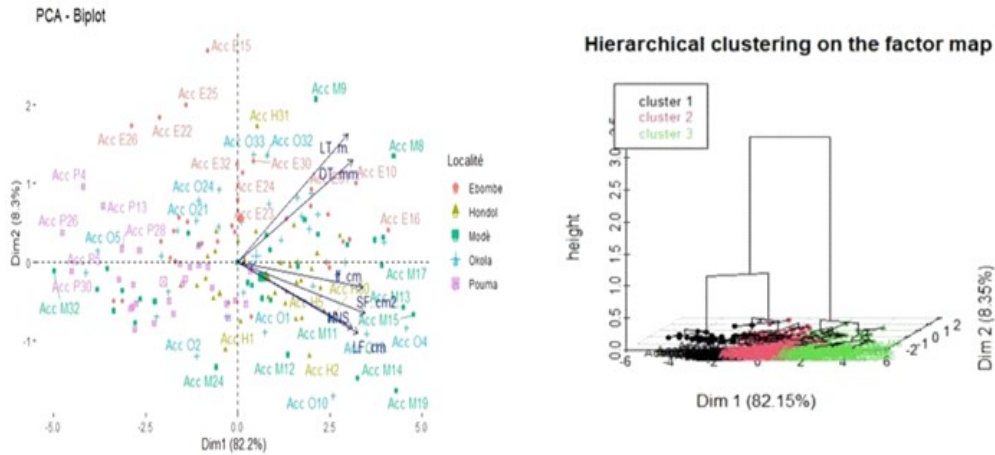


Fig. 7. Distribution des individus dans le plan 1-2 révélé par l'ACP et dendrogramme des individus sur la base des variables étudiées

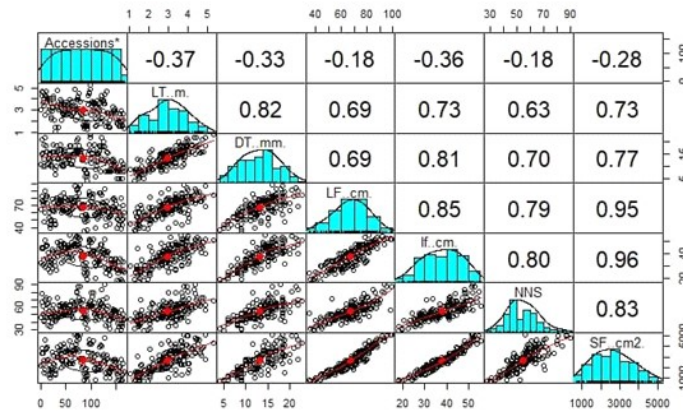


Fig.8. Matrice de corrélation entre les variables étudiées et distribution des individus.

CONCLUSION

L'étude morphologique basée sur 26 caractères a indiqué l'existence d'une variabilité au sein de l'espèce. La surface foliaire et le diamètre au collet sont les caractères morphologiques les plus discriminants au sein des accessions de *M. macrostachyum*. Une différence significative a été observée sur l'ensemble des caractères étudiés entre les individus des zones agroécologiques 4 et 5 exceptée la longueur du pétiole d'une part, et entre les individus des cinq localités pour certaines variables d'autre part. Cette variabilité a été structurée en trois groupes suite à une classification ascendante hiérarchique. Cette étude pourrait être d'un apport important pour une gestion durable de cette espèce au Cameroun.

CONFLIT D'INTERET

Les Auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt pour cette étude.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les proches, paysans et exploitants qui ont accepté de nous accompagner et assister durant la récolte de nos échantillons dans différentes localités. Ce travail a été rendu possible grâce au soutien de toute l'équipe de l'Unité de Génétique et Amélioration des Plantes (UGAP) de l'Université de Yaoundé I.

REFERENCES

Agré A., Dansi A., Rabbi I., Battachargee R., Dansi M. & Melaku G. 2015. Agro-morphological characterization of elite cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars collected in Benin. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology, 2 (2) : 1-14.

- Amyotte. L., 1996.** Méthodes quantitatives (application à la recherche en sciences Humaines). Édition du renouveau pédagogique (E.R.P.I.). Saint-Laurent (Québec), Canada.
- Arouna A.I, Alhassane A, Daouda O.S, et Boureima K.S., 2018.** Variabilité Morphologique et Agronomique Des Morphotypes De Voandzou (*Vigna Subterranea* (L.) Cultivés Dans La Zone Sahélienne Du Niger. *European Scientific Journal*, 14 : 377-393.
- Assongba Y.F., Essou J.I., Adomou C.A. et Djego M.G.J., 2021.** Caractérisation morphologique de *Cleome gynandra* L. au BENIN. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences*. 15 (1) : 185 – 199
- Awono, A., Eba'a, A. R., Betti J. L., Ngouhouo P. J., Foundjem, T. D., Tieguhong C. J., 2013.** Importance économique et sociale des produits forestiers non ligneux de nature végétale au Cameroun. In *Etude de l'importance économique et sociale du secteur forestier et faunique au Cameroun*. Cifor : Yaoundé ; 129-130
- Bakasso Y., 2010.** Ressources génétiques des roselles (*Hibiscus sabdariffa* L.) du Niger : Evaluations agro-morphologique et génétique. Thèse de doctorat inédit. Université Abdou Moumouni de Niamey. 102p.
- Betti, J. L., 2007a.** plan d'action/stratégie pour une meilleure collecte des données Statistiques sur les produits forestiers non ligneux au Cameroun et recommandations pour les pays de la COMIFAC. Projet renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique centrale à travers la gestion et l'utilisation durable des PFNL, GCP/RAF/398/GER, COMIFAC-GTZ. P. 180
- Betti J.L., Ngankoué C.M., Dibong S.D. & Singa A.E. 2016.** Etude ethnobotanique des plantes alimentaires spontanées vendues dans les marchés de Yaoundé, Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 1678-1693.
- Dane F. et Liu J. 2007.** Diversity and origin of cultivated and citron type watermelon (*Citrullus lanatus*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 1255-1265.
- Diagara S.M., Issa A.H., Mamoudou B.M., et Kiari B.K., 2022.** Caractérisation agromorphologique de 30 accessions de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verde] cultivées dans la zone soudanienne du Niger. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 36 (2) : 553-563
- Diallo O.B., 2001.** Biologie de reproduction et évaluation de la diversité génétique chez une Légumineuse *Tamarindus indica* L. (Ceasalpinioideae). Thèse de Doctorat, Sciences et Techniques du Languedoc, Université de Montpellier II (Montpellier, France), 119 p.
- Gbemavo J.C., Gandji K., Gnangle P.C., Assogbadjo E.A. et Kakaï G.L.R. 2015.** Variabilité morphologiques et conservation des morphotypes de *Jatropha curcas* Linn. (Euphoraceae) au Bénin. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 109 (1) : 55-69.
- Jendoubi R., Neffati M. Henchi B. et Yobi A. 2001.** Système de reproduction et variabilité morpho-phénologique chez *Allium roseum* L. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 2934.
- Kouyaté A.M. et Van Damme P. 2002.** Caractères morphologiques de *Detariummicrocarpum* Guill. et Perr. au Sud du Mali. *Fruits*, 57 : 231-238.
- Manzano A.R., Nodals R.A.A., Gutiérrez RAIM., Mayor F.Z. et Alfonso C.L. 2001.** Morphological and isoenzyme variability of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) germplasm in Cuba. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 126 : 31-40.
- Mars M. et Marrakchi M. 2000.** Etude de la variabilité intra-arbre chez le grenadier (*Punica*

granatum L.). Application à l'échantillonnage des fruits. *Fruits*, 347-355.

Masamba F.D., 2013. Analyse économique de la filière feuilles de *Megaphrynium macrostachyum* (Benth) Milne Redh sur l'axe Kisangani. Mémoire, Kisangani, 48 p

Mbo Nkoulou L.F., Tchinda Ninlac L.A., Crosd D., Martind G., Ndiang N., Houegbana J., et al., 2023. Analysis of genetic diversity and agronomic variation in banana sub-populations for genomic selection under drought stress in southern Benin. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/gene*

Milne-Readhead, E., 1952. Marantaceae. In: *Turrill, W.B. et Milne-Readhead, E. (Editeurs). Flora of tropical East Africa.* Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London, United Kingdom. 11pp

N'dri K.E., 2021. *Biologie de la reproduction, diversité agromorphologique et optimisation du bouturage de Myrianthus arboreus (Cecropiaceae) P. Beauv. (1805) en Côte d'Ivoire.* Thèse de Doctorat inédit. Université Jean Lorougnon Guédé, Cote d'Ivoire. 164 p

Nébié B., Nanema K., Bationo K.P., Traoré R., Labeyrie V. & Sawadogo N. 2013. Variation de caractères agromorphologiques et du Brix d'une collection de sorghos à tige sucrée du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (5) : 1919-1928.

Ngonzo R, Kamga J, Nyako Z. 2008. Etude de marché sur cinq produits forestiers autres que le bois, Programme partenariat coopératif et mutualiste, SICODEVI

N'zué B., Okana M., Kouakou A., Dibi K., Zouhouri G. & Essis B. 2014. Morphological characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) accessions collected in the centrewest, south-west and west of Côte d'Ivoire. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 4 (6) : 220-231.

Radhouane L., 2002. Etude de la variabilité morpho-phénologique chez *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 138 : 18-22.

Roux L. (1987). Utilisation des isoenzymes comme marqueurs génétiques. *Le sélectionneur Français*, 39 : 31-39.

Sawadogo M., Ouedraogo J., Tignegré J.B., Drabo I. & Balma D. 2010. Caractérisation agromorphologique et moléculaire de cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) du Burkina Faso. *Cameroon Journal Experimental Biology*, 6 (1) : 31-40.

Szamosi C., Solmaz I., Sari N. et Bársony C. 2009. Morphological characterization of Hungarian and Turkish watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56 : 1091-1105.

Tchatat, M., et Ndoye, O., 2006. Etude des produits forestiers non ligneux d'Afrique Centrale : réalités et perspectives. Bois et forêts des tropiques. Le point sur les produits forestiers non ligneux. Document de projet n° 288 (2) 2.

Verina I., Ndoye O., Midoko D, Chupezi J, et Nazi R, 2012. Les Produits forestiers non ligneux : contribution aux économies nationales et stratégies pour une gestion durable. CIFOR, FAO, IRET, pp.137-154

Yobi A., Henchi B., Neffati M. & Jendoubi R. 2002. Système de reproduction et variabilité morpho-phénologique chez *Allium roseum*. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 127 : 2934.

Zoro Bi I.A., Koffi K.K., Djè Y., Malice M. & Baudoin J.P. (2006). Indigenous Cucurbits of Côte d'Ivoire: a review of their genetic resources. *Sciences & Nature*, 3 (1) : 1-9.