

Collecte, tri et caractérisation des accessions de maïs (*Zea mays* L.) de décrue cultivées au niveau de la haute et moyenne vallée du fleuve Sénégal (cas de la Mauritanie)

Ibrahima Cheikhou TRAORÉ¹, Nianguiri Moussa KONATE², Elhadji FAYE³, Habibou Mbaye GUEYE⁴ et Hamidou DIENG^{1*}

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 5026, Université de Nouakchott Al Aasriya (UNA), Nouakchott, Mauritanie.

²Département de Production et de Protection Végétale, Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique (ISET), Unité de Recherche Ressources Génétiques et Environnement, Rosso, Mauritanie.

³Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR) ex ENCR de BAMBEY. B.P. 54 Bambey, Sénégal.

⁴Centre National de Recherche Agronomique et du Développement Agricole (CNRADA) B.P. 22 Kaédi, Mauritanie.

* Auteur correspondant, dibamidou@yahoo.fr, Tel : 00 222 4 6443347/0022222228244.

Publication date 31/12/2019, <http://www.m.elewa.org/JAPS>

1 RÉSUMÉ :

L'objectif de cette étude était de collecter, trier et étudier la diversité phénotypique des accessions de maïs de décrue sur la base de quelques variables sélectionnées, parmi les descripteurs du maïs. Cent soixante-deux (162) accessions de maïs de décrue collectées dans la haute et moyenne vallée du fleuve Sénégal ont été ainsi triées et évaluées au plan morphologique. Parmi ces 162 accessions, 64,81% sont collectées au niveau de la haute vallée et 35,19 % dans la moyenne vallée. En se basant sur trois caractères morphologiques du maïs, (couleurs des grains, texture des grains et couleur de la rafle), le tri de cette collection a montré une très grande variabilité en morphotypes (15), avec la dominance du morphotype Jaune-Corné-Blanc (J-C-B) dans la collection avec un effectif (85/162). Les morphotypes avérés très rares ne dépassent pas l'effectif 1 dans la collection. La caractérisation sur épis de ces morphotypes en fonction de certains caractères (poids de l'épi et le poids de 100 graines, longueur de l'épi,...), liés au rendement a montré une diversité phénotypique très importante. En effet, le poids de l'épi varie de 63,03g pour les morphotypes à petits épis à 290 g pour les morphotypes à gros épis de même que pour la longueur de l'épi qui varie de 10,5 cm à 26 cm. Cette diversité offre une grande possibilité de choix des géniteurs pour la création de variétés améliorées de maïs ayant un potentiel de rendement élevé et adaptées à différentes zones agro-écologiques de la vallée du fleuve Sénégal.

ABSTRACT

The objective of this study was to collect, sort and study the phenotypic diversity of flood recession maize accessions based on a few selected variables, among the maize descriptors. One hundred and sixty-two (162) flood recession maize accessions collected in the high and medium valley of the Senegal River were thus sorted and evaluated morphologically. Among these 162 accessions, 64.81% are collected in the upper valley and 35.18% in the middle valley. Based on three morphological characteristics of the maize (grain colors, texture and

color of the stalk), the sorting of this collection showed a great variability in morphotypes (15), with the dominance of the morphotype Yellow-Corné-Blanc (JCB) in the collection with a strength (85/162). The morphotypes found to be very rare do not exceed the number 1 in the collection. Characterization on the ears of these morphotypes according to some characteristics (weight of the ear and the weight of 100 g, length of the ear), related to the yield showed a very important phenotypic diversity. In fact, the weight of the ear varies from 63.03 g for short-eared morphotypes to 290 g for coarse-cut morphotypes as well as for spike length ranging from 10.5 cm to 26 cm. This diversity offers a great opportunity for brood stock selection for the creation of improved maize varieties with high yield potential and adapted to different agro-ecological zones of the Senegal River Valley.

2 INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays* L.) est une graminée céréalière importante pour beaucoup de pays, surtout pour sa production mondiale 839 millions de tonnes en 2013 contre 653 millions pour le blé (Kahndo *et al.*, 2015). En Afrique de l'ouest et du centre, le maïs représente un peu plus de 20% de la production alimentaire (Rouanet, 1984) et sa production est estimée à 18,5 million de tonnes (Boua *et al.*, 2016). En Mauritanie, le maïs a longtemps occupé une place de choix parmi d'autres céréales, bien que sa production nationale reste encore faible (2979 tonnes pour une superficie 3943 ha, soit 0,75 t.ha⁻¹ (DSIA/MDR, 2018). La culture du maïs, surtout de décrue, occupe une part importante de l'activité agricole des agriculteurs de la rive droite du fleuve Sénégal. Cette production est utilisée sous différentes formes : maïs grillé, couscous, bouillies de maïs et aussi comme fourrage pour le bétail.

Pour faire face à l'instabilité du climat, surtout la rareté et la fluctuation des pluies le plus souvent déficitaires, les producteurs de la rive droite du fleuve Sénégal, utilisent plusieurs techniques culturelles traditionnelles, transmises de génération en génération axées surtout sur l'utilisation des écotypes locaux pour garantir une production certes faible, mais sécurisée.

Il existe ainsi, plusieurs formes traditionnelles locales de maïs de décrue, mal connues des sélectionneurs modernes, mais jalousement conservées par les producteurs. Selon Missihoun *et al.* (2012), les variétés locales représentent l'essentiel du matériel végétal utilisé par les producteurs et constituent la

matière première devant être utilisée par les sélectionneurs pour améliorer la productivité et la qualité nutritionnelle. Elles présentent en plus une meilleure adaptation aux conditions climatiques et pédologiques de leur région d'origine (Hammer *et* Teklu, 2008). La connaissance des meilleurs écotypes de ce matériel, pourra à la suite de son utilisation, contribuer à l'autosuffisance alimentaire et à la sécurité nutritionnelle des populations. Malgré les efforts de la communauté scientifique mauritanienne, très peu de données scientifiques sont disponibles sur ces importantes ressources phylogénétiques de maïs de décrue. Il est donc nécessaire, voire indispensable de conduire des recherches sur la nature, les performances et la diversité du maïs de décrue, un patrimoine génétique à identifier et à sauvegarder. Pour une meilleure connaissance de l'existant, quatre étapes sont nécessaires :

- L'organisation des prospections de collecte de ces écotypes au niveau des différentes zones agro-écologiques de la vallée. Cette collecte est le point de départ pour déceler et localiser les meilleurs écotypes (Marchay et Lagarde, 1987) et peut en assurer une meilleure conservation (Labeyrie *et al.*, 2014) ;

- la rencontre avec les producteurs utilisateurs pour une collecte d'informations surtout, en ce qui concerne les techniques culturelles et les connaissances traditionnelles sur les écotypes transmis de génération en génération ;

- l'analyse de la diversité génétique par le tri et la caractérisation des accessions collectées sur la base des méthodes morphologiques et biologiques ;
- la formulation de recommandations aux producteurs utilisateurs des écotypes pour la production maïs aussi pour les sélectionneurs.

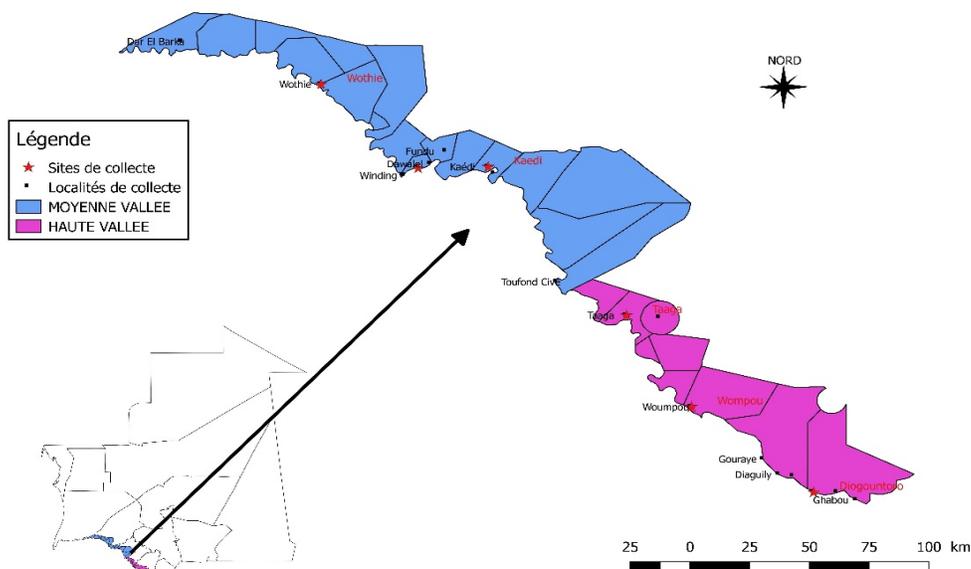
3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Zone d'étude et sites de collectes :

La collecte des accessions de maïs de décrue a eu lieu entre mars et avril 2018 dans deux zones agro-écologiques de la rive droite du fleuve Sénégal ; haute et moyenne vallée (Figure 1). Dans chacune de ces deux zones agro-

L'objectif de la présente étude est de contribuer à une meilleure connaissance et à la valorisation de la performance des écotypes de maïs de décrues collectées dans la haute et moyenne vallée de la rive droite du fleuve Sénégal.

écologiques, la collecte est faite sur trois sites distants d'au moins 50 km (en rouge sur la figure 1). Pour chacun de ces trois sites, trois localités sont ciblées comme points de collecte au centre, en amont et en aval parallèlement au fleuve Sénégal (en noir sur la figure 1).



Carte de situation des zones agroécologiques de la rive droite du fleuve Sénégal réalisée par Oumar DIAGANA à partir des données du terrain à l'aide du logiciel QGIS.

Figure 1 : Localités et sites de collecte des accessions de maïs de décrue au niveau de la haute et moyenne vallée du fleuve Sénégal (collecte réalisée en 2018).

3.2 Technique de collecte et mode de prélèvement des accessions : Dans chacune des localités visitées, les accessions ont été collectées sur la base des observations directes, à la suite des entretiens avec les producteurs, qui détiennent des informations sur la nature, les performances et les origines des accessions. Cette méthode est le plus souvent utilisée lors des prospections et de la collecte pour plusieurs

espèces cultivées (Adoukonou-Sagbdja *et al.*, 2006 ; Missihoun *et al.*, 2012). Ainsi, au niveau de chaque producteur rencontré, nous avons collecté des accessions, soit au champ soit dans les greniers, selon la disponibilité du matériel conservé par le producteur.

3.3 Tri et caractérisation des accessions collectées :

3.3.1 Tri des accessions collectées : Nous avons utilisé trois caractères sélectionnés parmi les descripteurs du maïs (IPGRI, 1991) pour le tri des accessions collectées. Il s'agit de la couleur de la rafle, de la couleur et de la texture

des grains. La combinaison de ces trois caractères nous a permis de regrouper les accessions collectées en morphotypes existants dans la rive droite du fleuve Sénégal (Tableau 1).

Tableau 1 : Principaux caractères utilisés pour le tri des accessions collectées

Descripteurs	Possibilité	Remarque
Couleur du grain	Jaune ; blanc ; violet clair ; violet foncé ; rouge ; bigarré ; brun ; tacheté	Choix de la couleur dominante sur l'épi
Texture des grains	Denté ; semi-denté, intermédiaire entre denté et corné, mais plus proche de denté ; semi-corné, corné avec extrémité molle ; corné ;	Choix de la texture dominante sur l'épi
Couleur de la rafle	Blanc ; rouge ; brun ; pourpre ; bigarré ; violet	Généralement la couleur de la rafle est unique

Source adapté d'IPGRI (1991)

3.3.2 Caractérisation des morphotypes obtenus : Pour étudier la diversité génétique des accessions de maïs de décrue utilisées au niveau de la rive droite, nous avons procédé à la caractérisation de tous les morphotypes obtenus en utilisant cinq caractères quantitatifs liés à la productivité de maïs (Tshibingu *et al.*, 2017). Il s'agit du poids de l'épi sans spathe (POE), du poids des cent grains (P100G), de la longueur de l'épi (LOE), du nombre de rangées par épi et du diamètre de l'épi (DIE).

3.4 Analyse statistique des données : Les données de collecte, de tri et de caractérisation morphologique ont été soumises à une analyse descriptive (fréquence, moyenne, pourcentage) à l'aide du logiciel SPSS 22.0. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux et de graphiques construits avec le logiciel Excel. La comparaison des moyennes par le test de la plus petite différence significative (LSD) a été faite à l'aide du logiciel STATISTIX 10.0.

4 RESULTATS

4.1 Bilan de collecte : Dix-huit localités ont été visitées entre mars et avril 2018 dans les différents sites de la haute et de la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Au total 162 accessions ont été collectées dont 64,81 % dans

la haute vallée et 35,18 % dans la moyenne vallée (Tableau 2). Dans certaines localités de la moyenne vallée nous n'avons pas trouvé d'accessions en raison d'une mauvaise récolte de l'année précédente.

Tableau 2 : Nombre d'accessions obtenues en fonction des localités et des zones agro-écologiques

Zones agro-écologiques	Nombre de localités	Nombre d'accessions collectées	% des accessions collectées
Haute vallée	09	105	64,81
Moyenne vallée	09	57	35,18
Total	18	162	100

4.2 Bilan du tri de la collection des accessions : La combinaison des trois caractères descripteurs (couleur de la graine, texture des grains et la couleur de la rafle) a permis de regrouper les 162 accessions en 15 morphotypes dont 11 morphotypes dans la haute vallée et 9 dans la moyenne vallée (Tableau 3). Quelques morphotypes sont

retrouvés également dans la haute vallée et dans la moyenne vallée. Ainsi les morphotypes jaune-corné-blanche dominant dans la collection avec un effectif de (64/105) dans la haute vallée et (21/57) dans la moyenne vallée (Figure 2). Les morphotypes avérés très rares ne dépassent pas l'effectif 1 dans la collection.

Tableau 3 : Nombre de morphotypes en fonction des accessions collectées

Zone agro-écologique	Nombre d'accessions	Nombre de morphotypes obtenus après le tri
Haute vallée	105	11
Moyenne vallée	57	09
Total	162	***

*** : La somme est impossible dans le cas où les mêmes morphotypes peuvent se retrouver aussi bien en haute et moyenne vallée

Tableau 4 : Exemples de morphotypes regroupés, en se basant sur la couleur de l'épi, la texture des graines et sur la couleur de la rafle

(un épi peut avoir la même couleur des grains mais des couleurs de la rafle différentes).

Morphotypes	Couleur de l'épi	Texture des grains	Couleur de la rafle
J-C-B	 Jaune	 Corné	 Blanche
B-D-R	 Blanc	 Denté	 Rouge

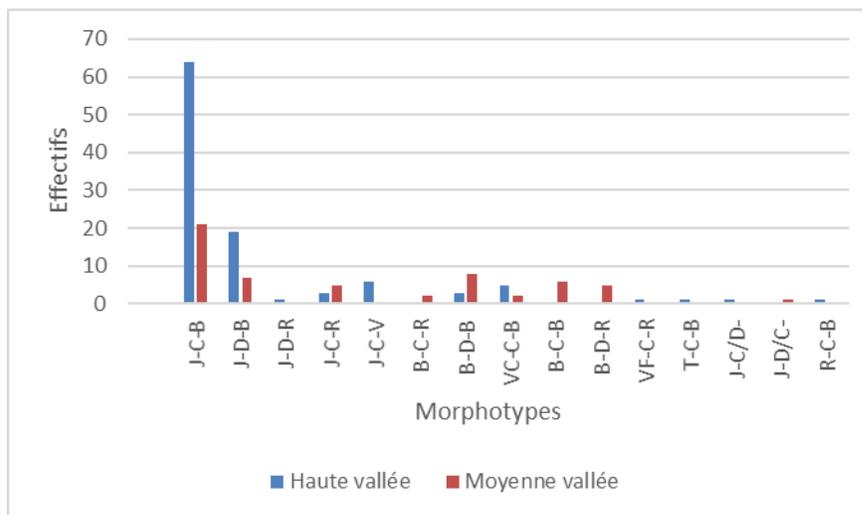
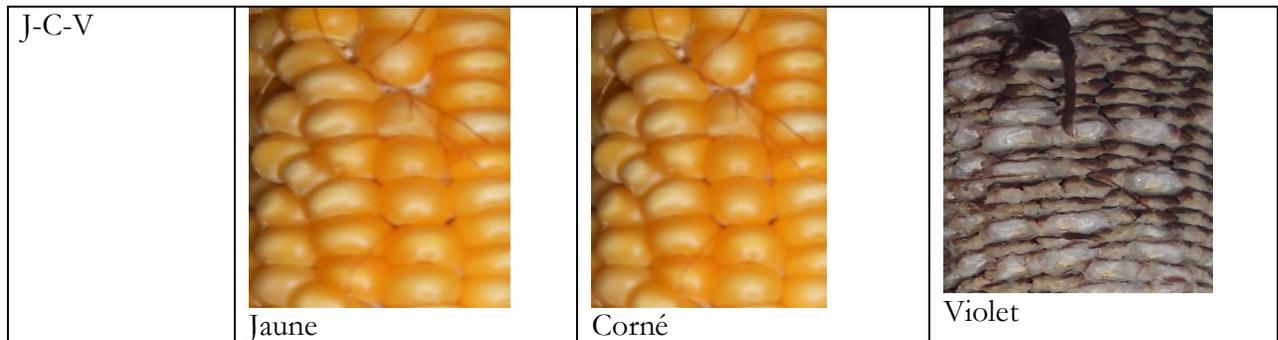


Figure 2 : Effectifs d'apparition des morphotypes au niveau de la collection et en fonction des zones agro-écologiques

4.3 Analyse de la pertinence des différents morphotypes en fonction des sites : Une variabilité très importante des morphotypes en fonction des sites a été

observée dans la zone d'étude. Le plus fort taux de variabilité de morphotype (09) a été observé dans le site de M'Bagne, et le plus faible (03) dans le site de Wothie (Figure 3).

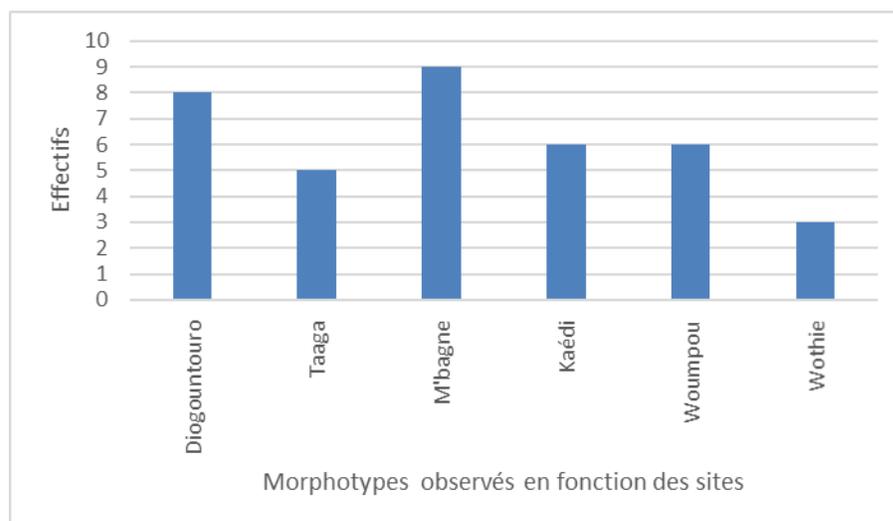


Figure 3 : Nombre de morphotypes observés en fonction des sites

4.4 Caractérisation morphologique sur épis des morphotypes : Les paramètres de production (Tableau 4) ont été mesurés sur l'ensemble des morphotypes obtenus. Des écarts importants ont été observés entre les valeurs minimales et maximales pour l'ensemble des caractères. Par exemple, le poids de l'épi

sans spathe varie de 63,03 g pour les morphotypes à petit épis à 290 g pour les morphotypes à gros épis, de même pour la longueur de l'épi qui varie de 10,5 cm à 26 cm. En moyenne, les morphotypes ont une taille de 18,16 cm et un poids de 170,01 g.

Tableau 4 : Valeur minimale, maximale, moyenne et écart-type de 5 caractères quantitatifs étudiés

Variable	Nombre de morphotypes observés	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne	Ecart-type
Longueur de l'épi (cm)	15	10,50	26,00	18,16	2,80
Diamètre de l'épi (cm)	15	6,00	20,50	13,76	1,70
Nombre de rangée /épi	15	10,00	22,00	15,09	2,40
Poids de l'épi sans spathe (g)	15	63,03	290,00	170,01	46,53
Poids de 100 grains (g)	15	16,40	46,73	27,38	5,88

4.5 Comparaison des performances des morphotypes : La comparaison des valeurs moyennes des paramètres de production de maïs par la plus petite différence significative (LSD) a été effectuée sur les morphotypes de la collection (Tableau 5). La longueur de l'épi, le nombre de rangées par épi, le poids de l'épi et le poids de 100 grains présentent des différences significatives entre les différents morphotypes. Les épis les plus courts ont été

observés sur les morphotypes J-D-B avec 15, 10cm et les plus longs ont été observés dans les morphotypes J-C-R avec 20,060 cm. Le poids de l'épi et le poids de 100 grains le plus élevé a été observé avec les morphotypes B-D-B et les plus petit avec les morphotypes J-D-B. Quant au nombre de rangées/épi les morphotypes J-D-B présentent le meilleur nombre de rangées/épi.

Tableau 5 : Variabilité des morphotypes en fonction des paramètres de production

Morphotypes	Longueur épi (cm)	Diamètre épi (cm)	Nombre rangée/épi	Poids de l'épi (gr)	Poids 100 grains (gr)
B-D-R	18,720ab	14,860a	15,200ab	209,15a	32,198a
B-D-B	16,340bc	14,480a	13,600ab	176,21ab	30,092ab
B-C-B	15,260c	14,360a	14,000ab	156,84ab	28,696abc
J-C-R	20,060a	13,640a	13,200b	183,35ab	31,322a
VC-C-B	17,960abc	13,680a	14,800ab	164,74ab	28,678abc
J-C-V	19,140ab	12,900a	15,200ab	151,82ab	29,850ab
J-D-B	15,100c	12,900a	17,200a	124,98b	21,256c
J-C-B	18,100abc	10,200b	16,000ab	156,21ab	22,240bc
Moyenne générale	17,585	13,377	14,900	165,412	28,041
CV	14,600	14,130	19,970	29,370	23,740
Lsd	3,300	2,430	3,830	62,580	8,570

5 DISCUSSION

La prospection et la collecte constituent les étapes les plus importantes pour la sauvegarde des ressources phytogénétiques selon Marchay et Lagarde (1987). Plusieurs études ont montré que d'importantes collections de plantes cultivées ont été conservées par les communautés locales avec leurs modes de cultures traditionnelles et pratiques agricoles (Plucknett *et al.*, 1983 ; Altieri et Merrick, 1987; Pei et Xu, 1997 ; Li *et al.*, 2011). Pour étudier ce patrimoine important conservé, nous avons réalisé des prospections dans les différentes zones agro écologiques de la vallée du fleuve Sénégal en vue de collecter les ressources génétiques du maïs de décrue. Cette collecte a concerné 6 sites regroupant 18 localités, dans lesquelles 162 accessions ont été collectées, 64,81 % dans la haute vallée et 35,18 % dans la moyenne vallée. La présente étude a révélé

l'existence d'une diversité dans la combinaison des trois caractères descripteurs (couleur du grain, texture des grains et la couleur de la rafle). Quinze morphotypes ont été observés dans l'ensemble des 162 accessions collectées dont 11 morphotypes dans la haute vallée et 9 dans la moyenne vallée. Ainsi, le plus fort de taux de variabilité de morphotype (09) a été observé dans les sites de Diogountouro et M'bagne, et le plus faible (03) a été observé dans le site de Wothie (Figure 3). La présence de ces multitudes de morphotypes témoigne de l'existence probable d'une grande variabilité génétique des variétés locales de maïs cultivées dans les sites de collecte. Le taux de morphotypes élevé au niveau de M'bagne et Diogountouro peut s'expliquer par leur forte intensité de pratique culturelle en milieux de décrue, pluvial et irrigué tandis que à Wothie la

pratique culturale est surtout limitée en milieu de décrue et irrigué. Le morphotype jaune-corné-blanc (J-C-B) est le plus abondant dans la collection avec 52,46 % d'apparitions, suivi par le morphotype jaune-denté-blanc (J-D-B) avec 16 %. Leur prépondérance pourrait s'expliquer d'une part par les habitudes alimentaires et d'autre part par les pratiques plus maîtrisées de gestions des semences. Plusieurs auteurs ont montré que les pratiques de gestion paysanne des semences, notamment les échanges de semences (variétés) entre agriculteurs sont à l'origine d'une diversité importante entre les populations de plantes cultivées (Mckey *et al.*, 2001 ; Barnaud *et al.*, 2008 ; Delaunay *et al.*, 2008 ; Missihoun *et al.*, 2012).

La caractérisation sur épis de ces quinze (15) morphotypes a révélé des écarts importants entre les caractères agronomiques de

production, ce qui peut s'expliquer par une forte variabilité génétique des accessions collectées. Le poids de l'épi sans spathe varie de 63,03 g pour les morphotypes à petit épis à 290 g pour les morphotypes à gros épis, de même pour la longueur de l'épi qui varie de 10,5 cm à 26 cm. En moyenne, les morphotypes ont une taille de 18,16 cm et un poids de 170,01 g. La caractérisation permet d'avoir une première idée de la variabilité du matériel collecté et constitue une des étapes importantes dans la description et la classification du germoplasme des plantes cultivées (Manzano *et al.*, 2001 ; Yobi *et al.*, 2002 ; Radhouane, 2004). Au regard des moyennes des différents morphotypes sous l'analyse de la différence significative, les morphotypes Blanc-denté-rouge et Jaune - corné-rouge, présentent les paramètres les plus pertinents liés au rendement.

6 CONCLUSION

L'étude est menée dans le cadre de la conservation et de la valorisation des ressources phytogénétiques de la rive droite du fleuve Sénégal. Elle a permis de collecter 162 accessions de maïs de décrue, dont 64,81 % dans la haute vallée et 35,18 % dans la moyenne vallée. Il est à retenir que ces accessions présentent une large variabilité de morphotypes, basée sur la combinaison de trois caractères descripteurs (la couleur des grains, la texture des grains et la couleur de la rafle) et sur les paramètres de production. Cette variabilité des morphotypes varie en fonction de la gestion paysanne des semences, notamment les échanges de semences entre les producteurs dans la haute et la moyenne vallée du fleuve

Sénégal. Le faible échange de semence et les contraintes abiotiques et biotiques menacent la disparition de la variabilité et la disponibilité des morphotypes. En terme de variation sur les paramètres de production, les morphotypes jaune-corné -rouge présentent les épis les plus longs, le poids de l'épi et le poids de 100 grains les plus élevés. Cette variabilité constitue un atout pour les travaux de sélection. Il est donc urgent d'analyser l'importance socioculturelle de cette culture de décrue, d'entreprendre des études phylogénétique, agro-morphologique et génétique afin de mettre en place un programme de préservation, de conservation et d'amélioration génétiques.

7 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Université de Nouakchott Al Aasriya pour l'appui financier de cette étude à travers le projet de recherche

« Caractérisation agro-morphologique des accessions de maïs de décrue collectées dans la vallée du fleuve Sénégal ».

8 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adoukonou-Sagbadja H, Dansi A, Vodouhè R, Akpagana K, 2006. Indigenous knowledge and traditional conservation

of Fonio millet (*Digitaria exilis* Stapf, *Digitaria iburua* Stapf) in Togo,

- Biodiversity and Conservation*, 15, 2379-2395.
- Altieri MA, Merrick LC. 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany* 41:86-96.
- 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, 2,178-182.
- Baoua I.B, Amadou. L, Bakoye .O.N, O. Abdoulaye, Baributsa .D, Murdock L.L .2016. Maize quality in markets in four West African countries. *Journal of Stored Products Research* 69 (2016) 26-30.
- Delaunay S, R-P, Tesca, A, Oualbego, K. Vom-Brocke, J. Lançon, 2008. La culture du coton ne bouleverse pas les échanges traditionnels de semences de sorgho. *Cahiers Agricultures*, 17-189– 194.
- DSIA/MDR 2018 .Direction des Statistiques et de l'Information Agricole, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- Hammer K, Teklu Y. 2008. Plant Genetic Resources: Selected Issues from Genetic Erosion to Genetic Engineering, *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 109 (1), 15–50.
- IPGRI. 1991. Descriptors for Maize. CIMMYT / IPGRI Mexico City, Mexique / Rome, Italy. 100 pp.
- KahndoP D, Louise A, René A, Gnonpo J N ; Patrice L K. 2015. Évaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*Zea mays* L.) produites en Côte d'Ivoire, *Afrique SCIENCE* 11(3)- 181 – 196.
- Labeyrie, V., Rono, B., Leclerc, C., 2014. How social organization shapes crop diversity: an ecological anthropology approach among Tharaka farmers of Mount Kenya. *Agriculture and Human Values* 31, 97–107. Doi: 10.1007/s10460-013-9451-9.
- Li Y, Long C, Kato K, Yang C, Sato K, 2011. Indigenous knowledge and traditional conservation of hulless barley (*Hordeum vulgare*) germplasm resources in the Tibetan communities of Shangri-la, Yunnan, SW China. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58:645-655.
- Manzano A.R., Nodals R.A.A., Gutiérrez R.A.I.M., Mayor F.Z., Alfonso C.L. 2001. Morphological and isoenzyme variability of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) germplasm in Cuba. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 126, 31-40.
- Marchay, Lagarde, 1987. A la recherche des variétés locales de plantes cultivées. Paris : France, Lavoisier.
- McKeye D, Emperai L, Elias M, Pinton F, Robert T, Desmoulière S, Rival L. 2001. Gestion locales et dynamiques régionales de la diversité variétale du manioc en Amozonie. *Genet. Sel. Evol.*, 33 : 465-490.
- Missihoun A.A., Agbangla C., Adoukonou-Sagbadja H., Ahanhanzo C et 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, 1003-1018.
- Pei SJ, Xu JC, 1997. Biodiversity and sustainability in swidden agroecosystems: problems and opportunities. In: Pei SJ et al (eds) *Biodiversity in Swidden agroecosystems in Xishuangbanna*. *Yunnan Education Press, Kunming*, pp 173-177.
- Plucknett DL, Smith NJH, Williams JT.1983. *Crop germplasm conservation and developing countries*. *Science* 220: 63–169.
- Rouanet.G 1984 .Le maïs GI collection René Coste, Maisonneuve et Larose et ACCT Paris ,12.5 pages.

- Radhouane L. 2004.. Etude de la variabilité morpho-phénologique chez *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., *Plant Genetic Resources Newsletter*, 138, 18-22.
- Tshibingu Remy Mukendi, Théodore Tshilumba Mukadi, Maurice Mpoyi2 B., Benjamin Mutamba Ntatangolo, Dominique Kabongo Musenge, Meschack Ilunga Tshibingu, Judith Ngoie Kazadi, Dieudonné Ngoyi Nyembo, Theodore Munyuli
- Mushambani. 2017. Évaluation de la productivité du maïs (*Zea mays* L.) sous amendements organique et minéral dans la province de Lomami, République Démocratique du Congo, *Journal of Applied Biosciences* 109: 10571-10579.
- Yobi A., Henchi B., Neffati M., Jendoubi R. 2002.Système de reproduction et variabilité morpho-phénologique chez *Allium roseum*, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 127, 29-34.