

Premier article : Identification des cultivars locaux de maïs dans la partie ouest de la région des plateaux du Togo

Par : S. Amadou, K. E. Kpemoua, N. Tchala, A. Dao et J. Sanou

Pages (pp.) 01-13.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - *Numéro Spécial Productions Végétales, Animales et Halieutiques, Économie Rurale, Sociologie Rurale, Agronomie, Environnement, Développement Durable & Sécurité Alimentaire de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) – Octobre 2019*

Le BRAB est en ligne (on line) sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Programme Information Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : brabinrab@yahoo.fr / craagonkanmey@yahoo.fr

Identification des cultivars locaux de maïs dans la partie ouest de la région des plateaux du Togo

S. Amadou¹, K.E. Kpemoua¹, N. Tchala¹, A. Dao² et J. Sanou²

Résumé

Les cultivars locaux de maïs diversifiés et rustiques, constituent un matériel important pour le sélectionneur. C'est la raison pour laquelle l'étude a été menée sur les cultivars locaux de maïs collectés au Togo en 2014. L'objectif de l'étude était d'analyser les cultivars locaux du maïs dans la partie ouest de la région des plateaux du Togo. Les cultivars locaux ont été collectés dans six villages. Quatre ont été de la région des Plateaux : Eketo-Plateau, Lavié-Todzi, Okomotsi et Oulita-Gonobè et deux autres villages de la région Maritime (Ativémé et Agoè). Les cultivars locaux dans le matériel collecté au Togo ont été identifiés sur la base des critères tels : la couleur des grains, les données quantitatives des graines et les données des épis et agromorphologiques. L'évaluation agromorphologique de ces cultivars a été faite dans un dispositif complètement aléatoire avec trois répétitions. Sur 18 cultivars collectés dans le milieu d'étude, 15 ont été retenus comme étant des cultivars locaux. La structuration de ces cultivars locaux a permis de constater qu'ils sont de grande taille jusqu'à 3,75 m, tardives (floraison mâle 72 jours après semis) et moins productifs (< 1 t/ha). Cette étude confirme l'existence des cultivars locaux et la possibilité de les utiliser dans un programme d'amélioration de la production du maïs.

Mots clés : maïs, cultivars locaux, caractérisation, Région des Plateaux, Togo.

Identification of local maize landraces in the western part of the plateau region of Togo

Abstract

Local cultivars, of corn, diversified and hardy, constitute an important material for the breeder. This is the reason why the study was carried out on local cultivars of maize collected in Togo in 2014. Local cultivars were collected in six villages. Four were from the Plateaux region, namely Eketo-Plateau, Lavié-Todzi, Okomotsi and Oulita-Gonobè and two other villages in the Maritime region (Ativémé and Agoè). The local cultivars in the material collected in Togo were identified on the basis of criteria such as: the color of the grains, the quantitative data of the seeds and the data of the ears and agromorphological. The agromorphological evaluation of these cultivars was done in a completely random device with three repetitions. Out of 18 cultivars collected in the study environment, 15 were selected as local cultivars. The structuring of these local cultivars has shown that they are large up to 3.75 m, late (male flowering 72 days after sowing) and less productive (< 1 t / ha). This study confirms the existence of local cultivars and the possibility of using them in a program to improve maize production.

Key words: maize, local cultivars, characterization, Plateaux region, Togo.

INTRODUCTION

Le maïs est la première céréale produite au monde devant le riz et le blé. Les statistiques montrent que la production du maïs est passée de 476,77 millions de tonnes en 1993 à 1,017 milliards de tonnes en 2013 (FAOSTAT, 2014). La production mondiale du maïs a plus que doublé ces dix

¹Msc Sadate AMADOU, Centre de Recherche Agronomique du Littoral (CRAL), Institut togolais de recherche agronomique (ITRA), BP 2318 Lomé, E-mail : sadate04@gmail.com, Tél. : (+228)90781797, République du Togo.

Dr Kossi Essotina KPEMOUA, Direction Scientifique (DS/ITRA), BP 2318 Lomé, E-mail : kossi.kpemoua@gmail.com, Tél. : (+228) 90018757, République du Togo.

Dr Noudifoulè TCHALA, CRAL/ITRA, BP 2318 Lomé, E-mail : ngtchala@gmail.com, Tél. : (+228)90841903, République du Togo.

²Dr AbdallahDAO, Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA) à Farako-Bâ, 01 BP 910 Bobo-Dioulasso, E-mail : dao_abdalla@yahoo.fr, Tél. : (+226)76846475, République du Burkina Faso.

Dr Jacob SANOU, (INERA/Farako-Bâ), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso, E-mail : jacobsanou17@gmail.com, Tél. : (+226)70283797, République du Burkina Faso.

dernières années. Cette situation s'explique par l'augmentation du volume de population. Erken *et al.* (2019), ont estimé la population mondiale à 7.715.000.000 âmes en 2019. Ces personnes prennent le maïs dans leur régime alimentaire. Par conséquent, la demande mondiale en maïs a augmenté de 2% chaque année (Ortiz *et al.*, 2010). Cette culture cosmopolite, regorge une diversité génétique qu'on retrouve auprès des agriculteurs et dans certaines banques de gènes.

L'adaptation du maïs à différentes zones agro-écologiques si l'on s'en tient à son origine a été suivie par la modification des allèles pour s'adapter aux nouvelles conditions de culture. La différence entre les cultivars locaux de maïs tropical, tempéré et des zones semi-arides peut être le fruit de ce long processus (Camacho et Tania, 2013). Le maïs cultivé en Europe a dû modifier ces allèles pour s'adapter aux conditions de froid du climat tempéré (Drinic *et al.*, 2012).

Le matériel endogène, communément appelé cultivar local fait souvent l'objet de discussion. Après une synthèse de plusieurs auteurs, Zeven (1998) propose les autochtones (cultivars locaux toujours maintenus dans leur lieu d'origine) et les allochtones (venus d'ailleurs), deux types de cultivars locaux. Par contre Kell *et al.* (2009) ont distingué deux types de cultivars locaux. Le premier type encore appelé "cultivars locaux primaires" est constitué par des cultures qui ont développées leurs caractéristiques spécifiques à travers la culture répétée *in situ* et qui n'ont jamais fait l'objet d'amélioration dans un programme de sélection et d'amélioration des plantes. Le deuxième type dit "cultivars locaux secondaires" est constitué de plantes qui ont été créées par un programme de sélection et d'amélioration du maïs qui ont été maintenues à travers la culture répétée *in situ* et qui sont vraisemblablement génétiquement différents du matériel amélioré de départ. C'est cette classification qui a été adoptée par la FAO en 2013.

Face aux différentes menaces de disparition des cultivars locaux, plusieurs institutions se mobilisent pour limiter la perte de ce matériel. La conservation *in situ* semble de plus en plus compromise par la migration des populations, l'urbanisation, la vulgarisation des variétés améliorées et les changements des pratiques agricoles (Hallauer, 1995 ; Prasanna, 2012). L'initiative de collecter et classer les cultivars locaux du maïs dans les années 1950 au Mexique et dans les Caraïbes a contribué énormément à la conservation de ceux-ci (Taba, 2005). Les institutions comme l'Union Européenne en collaboration avec la biodiversité internationale en 2012 et en 2013 et la FAO depuis plusieurs années se sont penchées sur la question en organisant des ateliers de réflexion sur cette thématique. La FAO en 2014 a élaboré, à cet effet, des normes applicables aux banques de gènes. Ces normes détaillent les conditions de stockage, de régénération de matériel et surtout l'enregistrement de l'information concernant le matériel (FAO, 2014). Ces injonctions incitent à la conservation *ex situ*.

Le Nigeria et le Burkina Faso conduisent actuellement plusieurs travaux permettant de valoriser ou de sauvegarder le matériel local de maïs (Sanou, 1996 ; Sanou et Gouesnard, 2011 ; Badu-Apraku *et al.*, 2013). Plusieurs collectes ont permis de réunir un certain nombre de matériel dans ces pays. La diversité de ce matériel étant très grande et les zones agro-écologiques diversifiées, plusieurs collectes permettent de réunir le maximum de diversité de maïs existants dans ces pays. La Côte d'Ivoire s'est engagée dans la collecte et la conservation du violet de Katiola (N'da *et al.*, 2014). Le Mali et le Bénin se sont lancés aussi dans les collectes (Deguenonvo *et al.*, 2013). Au Togo, les données n'existent pas sur les cultivars locaux de maïs. Toutes ces considérations ont motivé l'étude sur les cultivars locaux. L'objectif de l'étude était d'analyser les cultivars locaux du maïs pouvant être utilisés dans un programme d'amélioration variétale du maïs au Togo.

SITE DE COLLECTE ET DES ESSAIS

Site de collecte des cultivars locaux au Togo

Les cultivars locaux ont été collectés dans six villages du Togo en 2014. Ces villages sont situés dans deux régions administratives, quatre (Eketo-Plateau, Lavié-Todzi, Okomotsi et Oulita-Gonobè) dans la région des Plateaux et deux (Ativémé et Agoè) dans la région Maritime. Les villages de la région des Plateaux sont situés à environ 250 km au Nord de Lomé et à 700 m au-dessus du niveau de la mer.

Sites des essais

Les essais ont été conduits à la station de Farako-Bâ au Burkina Faso. La station de Farako-Bâ, l'une des trois stations de la Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles (DRREA) de l'Ouest de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) est située entre 11°06' de latitude nord et 4°20' de longitude ouest et à 405 m au-dessus du niveau de la mer au Burkina

Faso. La station de Farako-Bâ est sous un climat de type soudano-guinéen. La pluviométrie annuelle se situe entre 1.000 et 1.400 mm. Les mois les plus pluvieux sont juillet et août (Figure 1).

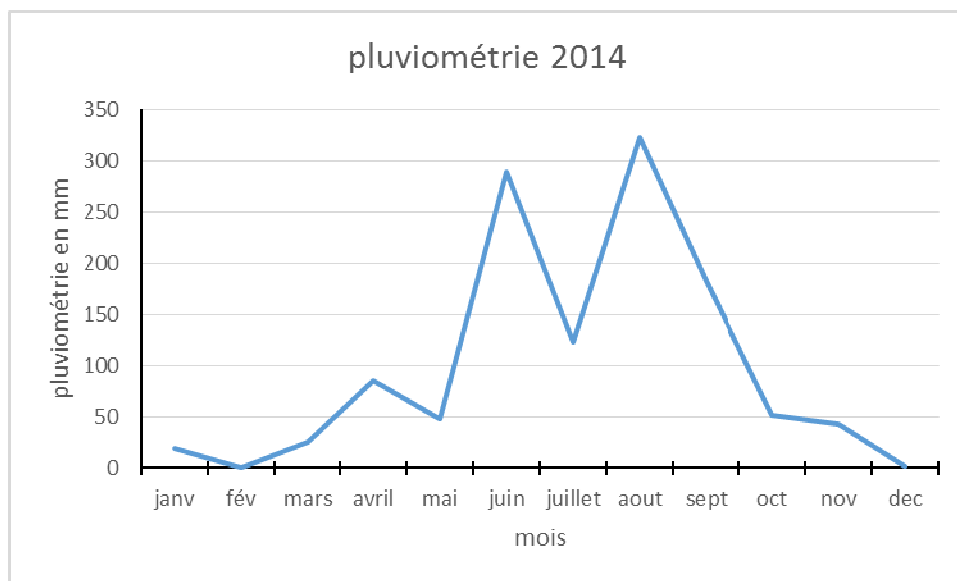


Figure 1. Pluviométrie mensuelle de l'année 2014 sur la station de Farako-Bâ

Source : Données météorologique de la station de Farako-Bâ

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal pour la caractérisation agro morphologique

Les cultivars locaux de maïs collectés ont été tous caractérisés sauf un échantillon, exclu pour insuffisance de graines (Tableau 1).

Tableau 1. Liste des paramètres agro morphologiques mesurés

Abréviation	Description
LE	Longueur de l'épi
SME1	Section moyenne au niveau du sommet de l'épi
SME2	Section moyenne au milieu de l'épi
SME3	Section moyenne à la base de l'épi
NR	Nombre de rangées des grains sur l'épi
NGR	Nombre de grains par rangée
P1E	Poids d'un épi
EG	Épaisseur du grain
LaG	Largeur du grain
LoG	Longueur du grain
P100	Poids de 100 grains
dSME	Calcul de la différence entre SME3 et SME1
B, J, Jc, V	Couleur des grains Blanc, jaune, jaune orange, violet
FM	Floraison mâle, nombre de jour après le semis quand 50% des plantes de la parcelle ont ouvert les premières étamines
FF	Floraison femelle, est le nombre de jour après le semis quand 50% des plantes de la parcelle ont sorti les premières soies
ASI	Intervalle entre les dates de floraisons mâle et femelle en jour ASI=FF-FM
HMP	Hauteur moyenne (en cm), longueur du plant du sol à la base des panicules à la floraison femelle sur 10 plantes choisies au hasard sur la parcelle

Abréviation	Description
HMIE	Hauteur moyenne d'insertion de l'épi (en cm), longueur du plant du sol à la base de l'épi à la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard
NTF	Nombre total de feuilles de chaque plant après la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard
FSE	Nombre de feuilles au-dessus de l'épi y compris la feuille de l'épi des 10 plantes choisies au hasard après la floraison femelle
LfE	Longueur de la feuille de l'épi le plus haut de la base à l'apex après la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard sur la parcelle
LargfE	Largeur de la feuille de l'épi, mesure à mi longueur de la feuille de la distance entre les deux bords de la feuille qui porte l'épi sur les 10 plantes choisies au hasard
NbE	Le nombre d'épis par plant des 10 plantes choisies au hasard sur la parcelle après la floraison femelle
RAMP	Nombre de ramification primaire des panicules par rapport au brin principal après la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard
RAMS	Nombre de ramification secondaire des panicules après la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard
RAMT	Nombre de ramification tertiaire des panicules par rapport au brin principal après la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard
LoP	Longueur de la panicule de la base de la panicule au sommet après la floraison femelle sur les 10 plantes choisies au hasard sur la parcelle
MAT	La maturité, nombre de jours après le semis quand plus de 50% des plantes ont les trois quarts (3/4) des spathes dorés
PE	Poids en kg des épis choisis (commercialisables) de la parcelle
PeE	Poids en kg des épis échantillonnés (5 épis choisis au hasard dans le lot des épis choisis)
PeG	Poids grains en kg des épis de l'échantillon
H	Humidité des grains en pourcentage
RDT	Le rendement (t/ha) $RDT = PE * \frac{PeG}{PeE} * \frac{100-H}{85} * \frac{10}{s}$
C	La casse est le nombre de plant dont la tige est cassée en dessous de l'épi
V	La verse est le nombre de plantes inclinées à plus de 45°
CURV	La notation des symptômes de la Curvulariose (maladie fongique) suivant l'échelle 1 à 5 (1 absence et 5 très sévère) après la floraison femelle
Hm	La notation des symptômes de l'helminthosporiose (maladie fongique) suivant l'échelle 1 à 5
MSV	Le comptage des plantes atteintes par la Striure du maïs (maladie virale)
PP	La notation des symptômes de la rouille (maladie fongique)

Le matériel végétal évalué dans l'essai, caractérisation agro morphologique, a été composé de ce qui suit :

- 17 cultivars locaux collectés au Togo ;
- 5 variétés vulgarisées au Togo en guise de référence ;
- 1 témoin du Burkina Faso : SR 21, de cycle intermédiaire, a été choisi pour la stabilité de son rendement et de son cycle (SANOU, 2013).

Matériel de collecte et de prise de données au laboratoire et au champ

Pour faciliter la collecte, le matériel suivant a été utilisé :

- les grands et petits sacs de jute : les petits pour chaque échantillon et les grands pour le regroupement des échantillons ;

- les étiquettes élaborées à partir des feuilles de papier portent toute l'information nécessaire permettant de reconnaître chaque échantillon ;
- les élastiques ont servi à attacher les étiquettes sur les épis pour plus de précaution.

Les matériels suivants ont été utilisés au laboratoire :

- le pied à coulisse pour mesurer les diamètres des sections de l'épi ;
- le double décimètre pour mesurer la longueur de l'épi ;
- l'humidimètre de marque DRAMINSKI pour prendre l'humidité des grains après égrenage ;
- la balance de 2 kg et de 20 kg de marque Mettler PE 2000 pour la mesure du poids des grains et des épis.

Le matériel utilisé au champ a été constitué de toises de 5 m de long avec une unité de graduation de 5 cm pour la mesure des hauteurs des plants et des règles flexibles pour la mesure des dimensions des feuilles et des panicules.

Méthode de collecte et dispositif expérimental

Guide et codification de la collecte

Le guide de collecte utilisé a été inspiré de celui élaboré par Sanou et Gouesnard (2011). Les informations demandées aux donateurs ont été relatives à son identité et au matériel collecté. L'attribution des codes aux échantillons a suivi la procédure édictée par Sanou et Gouesnard (2011). Le code s'était présenté sous la forme suivante : TG pour Togo (pays dans lequel la collecte a été faite) ; i pour le numéro du site (village) de collecte ; j pour le numéro du producteur donateur des échantillons ; k pour tous les échantillons fournis par un producteur. Cela a donné TG*i*-*j*-*k*. A titre d'exemple le code du deuxième échantillon du premier producteur dans le deuxième village prospecté a été TG02-01-2.

Critères de choix des cultivars locaux

La couleur et la disposition des cultivars sur le plan de l'analyse en composante principale (ACP) ont été les critères de deux niveaux suivants :

- Les variétés améliorées de maïs au Togo étant monocolores jaune ou blanche, l'hypothèse émise stipule que toute variété au Togo ayant autres couleurs, est un cultivar local ou renferme les gènes d'un cultivar local et dans les deux cas sont classés comme étant un cultivar local.
- Les cultivars locaux qui ont été distants des variétés améliorées dans le plan de l'ACP ont été considérés comme différents de celles-ci. Ces cultivars ont été choisis alors comme étant de vrais cultivars locaux.

Dispositif expérimental de l'essai de caractérisation agromorphologique

Le dispositif complètement aléatoire a été choisi pour l'essai. L'affectation des cultivars dans chaque parcelle a été faite de façon aléatoire à l'aide du logiciel CropStat 7.1. Chaque traitement a été répété trois fois. La parcelle expérimentale a été découpée en bandes. Les bandes ont respecté la disposition dos-à-dos proposée par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA). L'allée de 2 m de large a servi de passage et de prise de données. Les parcelles élémentaires ont été constituées de deux lignes de 26 plantes chacune soit 13 poquets par ligne. Les écartements ont été de 0,80 m entre les lignes et de 0,40 m sur la ligne.

Opérations culturales de l'essai caractérisation agromorphologique

Le défrichement a été suivi du labour à la charrue puis nivelé manuellement. Les opérations culturales effectuées au cours de cet essai sont basées sur les recommandations en vigueur en matière de cultures du maïs au Burkina Faso. Après le semis, l'herbicide de prélevé et post semis ACEPRONET 400 EC (*Acetochlor* et *Prometryne* 400 g/L) a été appliqué pour lutter contre les mauvaises herbes. Le compost et l'engrais minéral N-P-K S-B de formule 14-18-18 6-1 ont été apportés comme engrais de fond. L'engrais minéral N-P-K S-B a été apporté à la dose de 200 kg à l'hectare soit 160 g par parcelle élémentaire. L'urée à 46% d'azote a été apportée en deux fractions à la dose de 150 kg par hectare.

La première fraction était de 100 kg soit 80 g par parcelle élémentaire et la deuxième fraction de 50 kg soit 40 g par parcelle élémentaire.

Paramètres mesurés et analyse des données

Les paramètres mesurés sont résumés dans le tableau 2. Les données collectées ont été saisies dans le tableur Excel et transformées avec la fonction logarithme avant analyse. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée dans le but de structurer les cultivars locaux. Cette analyse a permis d'avoir les scores des cultivars sur les composantes ayant une valeur propre supérieure ou égale à 1. Ces valeurs ont été utilisées pour la classification hiérarchique ascendante (CAH). La CAH a été faite en se basant sur la méthode UPGMA (Unweighed Pair-Group Method with arithmétique Average) et en optant pour la similarité (Pinheiro de Carvalho et al., 2007).

RESULTATS

Collecte réalisée au Togo

La collecte réalisée a permis d'avoir 18 cultivars locaux (Figure 2). Tous les échantillons collectés ont été des épis soit avec spathes ou sans spathe (photos 1 et 2 de la Figure 2). Certains cultivars ont été monocolores, d'autres bicolors et certains tricolores (photos 3 et 4 de la Figure 2).



Photo 1. Échantillons dès réception après du producteur



Photo 3. Épis sans spathe

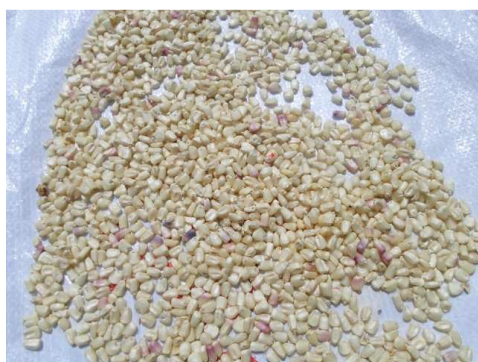


Photo 3. Graines (blanc et violet) de maïs après égrenage



Photo 3. Graines (blanc et jaune) de maïs après égrenage

Figure 2. Planche de photos des épis avec spathes (photo 1) ou sans spathe (photo 2) et des cultivars à grains monocolores (photo 3) ou bicolors ou tricolores (photo 4)

Dans le tableau 2, a été présentée, la liste exhaustive des cultivars collectés. Le producteur a offert un seul épi pour l'échantillon TG03-04-1 (Tableau 2). Treize échantillons ont été retenus dans la préfecture de Wawa sur les 18 collectés. La plupart n'ont pas eu de nom local. Ils ont été tous tardifs sauf ceux collectés dans la région Maritime (Tableau 2). La plupart des grains ont été de type denté.

Tableau 2. Liste des cultivars collectés au Togo

N°	Nom local	Code	Nombre épis	Type d'échantillon	Village	Préfecture	Région	Cycle (jours)	Couleur	Type de grain
1	Nyamassilé	TG01-01-1	25	épis au champ	Oulita-Gonobè	WAWA	Plateaux	120	B	D
2	Néant	TG02-02-1	10	épis au champ	Lavié-Todzi	AKATA	Plateaux	120	B Jc V	D
3	Néant	TG02-01-1	8	épis au champ	Lavié-Todzi	AKATA	Plateaux	120	B Jc	D
4	Néant	TG03-01-1	8	épis au champ	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B Jc V	D
5	Néant	TG03-02-1	9	épis grenier	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B V	D
6	Néant	TG03-03-1	9	épis au champ	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B Jc	C
7	Néant	TG03-04-1	1	épis au champ	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B Jc	D
8	Néant	TG04-01-1	9	épis au champ	Okomoutsi	WAWA	Plateaux	120	B	D
9	Néant	TG02-01-2	8	épis grenier	Lavié-Todzi	AKATA	Plateaux	120	B	C
10	Néant	TG04-01-2	8	épis grenier	Okomoutsi	WAWA	Plateaux	120	B	D
11	Néant	TG03-05-1	10	épis grenier	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B	C
12	Néant	TG03-02-2	8	épis au champ	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B	C
13	Néant	TG03-01-2	9	épis grenier	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B	C
14	Néant	TG03-06-1	20	épis magasin	Eketo-Plateau	WAWA	Plateaux	120	B Jc	D
15	Néant	TG01-02-1	12	épis au champ	Oulita-Gonobe	WAWA	Plateaux	120	B Jc	D
16	Néant	TG04-02-1	8	épis au champ	Okomoutsi	WAWA	Plateaux	120	B	C
17	Atilé	TG06-01-1	8	épis au champ	Ativemé	ZIO	Maritime	80	B V	D
18	Agoèbli	TG05-01-1	5	épis au champ	Agoè-Logopé	GOLFE	Maritime	90	B	C

B = blanc, Jc = jaune claire, V = violet, D = denté, C = corné

Identification des cultivars locaux

Cultivars locaux choisis sur la base de la couleur des grains

Les grains des échantillons ont été de couleur blanche, jaune claire ou violet. Sur la base de la couleur, quatre échantillons de couleur violette ont été retenus comme étant les cultivars locaux (tableau 2). Ce sont : TG02-02-1, TG03-01-1, TG03-02-1 et TG06-01-1. La couleur jaune s'est retrouvée dans les cultivars locaux TG02-02-1 et TG03-01-1. Ces derniers ont été tricolores.

Cultivars locaux choisis sur la base des résultats de l'ACP des données grains et épis

Sur la figure 3 illustrant l'ACP a été schématisée une répartition des individus suivants les axes 1 et 2 fournis par l'ACP. Ces deux composantes ont été responsables de plus de la moitié de la variabilité soit 60,43%.

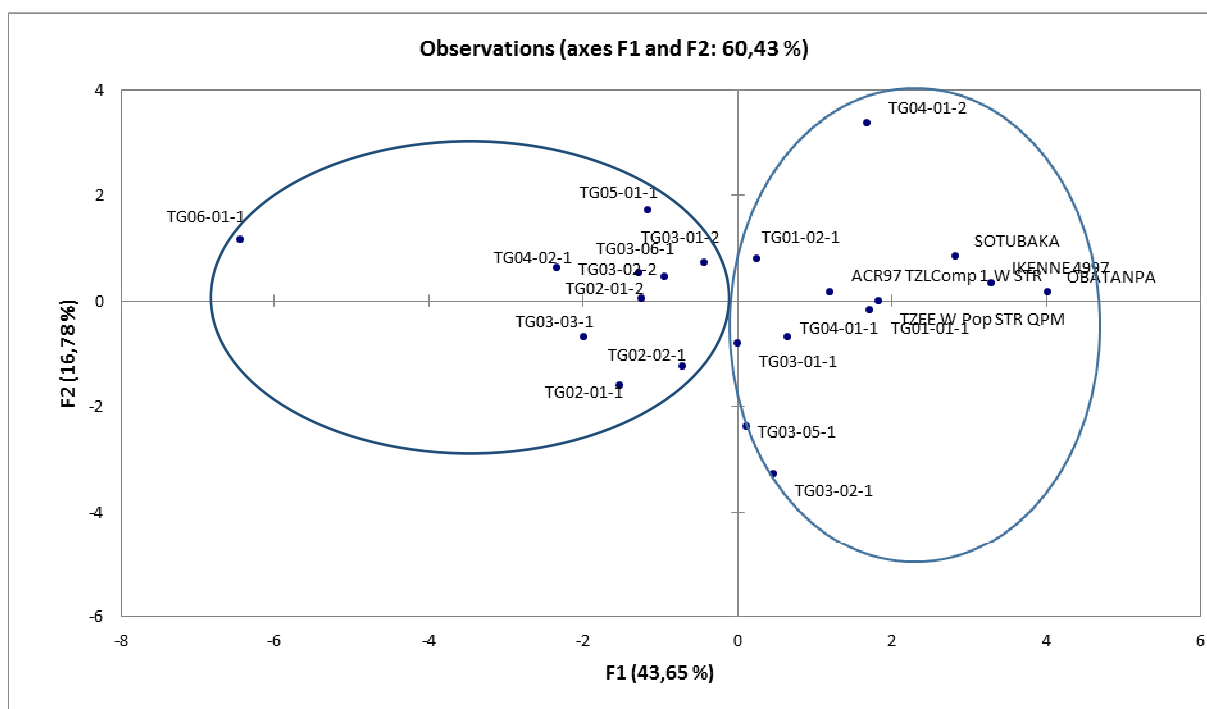


Figure 3. Représentation des cultivars locaux du Togo sur les axes F1 et F2 de l'ACP

En se référant uniquement à l'axe F1 défini par les variables SMEII, SMEIII, SMEI, P1E et NGR deux groupes s'étaient distingués. Le premier, à droite du point d'origine, a été constitué des variétés améliorées et de quelques cultivars locaux. Le second groupe, à gauche du point d'origine, a été constitué uniquement des cultivars locaux (cadres 1 et 3). Ce dernier groupe a été considéré comme étant différent des variétés améliorées. Ce groupe a été composé des 10 cultivars TG02-01-1, TG02-01-2, TG02-02-1, TG03-01-2, TG03-02-2, TG03-03-1, TG03-06-1, TG04-02-1, TG05-01-1 et TG06-01-1. En se référant à l'axe F2 constitué par les variables LaG et LE, les cultivars locaux distants des variétés améliorées TG01-02-1, TG03-01-1, TG03-02-1, TG03-05-1 et TG04-01-2 s'étaient ajoutés. L'ACP a permis de sélectionner 15 génotypes sur les 17 étudiés. Ces 15 génotypes ont été alors considérés comme étant potentiellement des cultivars locaux car ayant des caractéristiques différentes des variétés améliorées.

Cultivars locaux choisis en combinant les critères couleurs et les données quantitatives des grains et des épis

Les 15 cultivars locaux choisis sur les bases des données quantitatives ont été TG01-02-1, TG02-01-1, TG02-01-2, TG02-02-1, TG03-01-1, TG03-01-2, TG03-02-1, TG03-02-2, TG03-03-1, TG03-05-1, TG03-06-1, TG04-01-2, TG04-02-1, TG05-01-1 et TG06-01-1. Les quatre génotypes précédemment retenus sur la base de la couleur ont été tous choisis en prenant en compte les caractères quantitatifs. Au total, 15 cultivars locaux ont été choisis. Les critères de choix ont été la couleur, les sections

moyennes de l'épi (SMEI, SMEII, SMEIII), le poids d'un épi (P1E), le nombre de grains par rangée (NGR), la largeur des grains (LaG) et de la longueur de l'épi (LE).

Caractérisation des cultivars locaux collectés sur le plan agro morphologique

Cultivars locaux choisis sur la base des résultats de l'ACP réalisée avec données agro morphologiques des essais au champ

L'Analyse en Composantes Principales a permis d'avoir quatre composantes dont la valeur propre a été supérieure à un. Ces quatre composantes ont détenu 80,73% de la variabilité totale (Tableau 3). Ces dernières ont été constituées par 12 variables sur les quinze 15 introduites pour faire l'ACP. Les deux premières composantes F1 et F2 (64,29% de la variabilité totale) ont permis de représenter les individus dans un plan avec la composante F1 sur l'axe horizontal et la composante F2 sur l'axe vertical (Figure 4).

Tableau 3. Distance de Mahalanobis entre les groupes (G)

Groupes	G1	G2	G3
G1	0,000	44,258	99,579
G2	44,258	0,000	155,421
G3	99,579	155,421	0,000

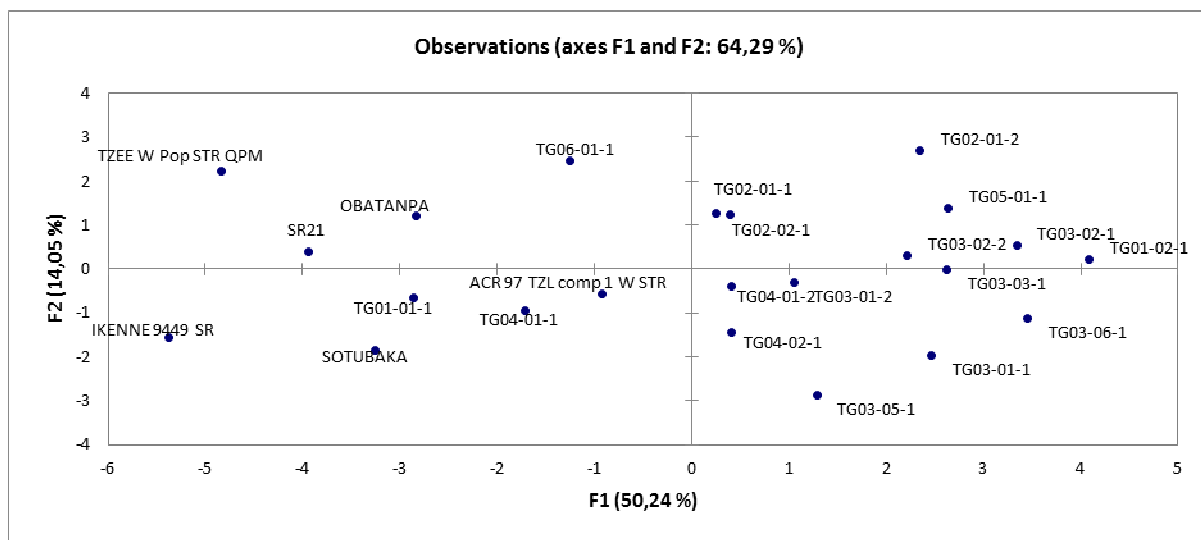


Figure 4. Représentation des individus sur les 2 premières composantes de l'ACP

Deux groupes distincts, en considérant, l'axe F1 ont été constatés. Un groupe à gauche du point d'origine a été formé par l'ensemble des variétés améliorées et des trois cultivars locaux (TG01-01-1, TG04-01-1 et TG06-01-1). L'autre à droite du point d'origine a été composé par les cultivars locaux. Dans ce cas, tous les génotypes situés dans le deuxième groupe ont été considérés comme étant des cultivars locaux. Les similarités qui ont existé entre ces génotypes ont été plus rassurantes. Par conséquent, les quatre composantes principales de l'ACP qui ont eu des valeurs propres supérieures à un (1) ont été retenues. Les scores des génotypes sur chacune des composantes a permis de faire la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

Regroupement des cultivars locaux du Togo en fonction de leur ressemblance

Sur la figure 5 a été mis en exergue le dendrogramme issu de la Classification Ascendante Hiérarchique. Cette figure a réuni les cultivars locaux en trois groupes. Les groupes 1 et 2 ont été composés chacun de 9 génotypes tandis que le groupe 3 en a été constitué de 5 (Figure 5). Les génotypes TG01-01-1, TG03-06-1 et TG02-01-1 ont été les éléments centraux des trois groupes 1, 2 et 3 respectivement. Les variétés améliorées ont été dans un même groupe (Groupe 1). Les génotypes TG01-01-1, TG04-01-1 et TG06-01-1 ont appartenu aussi à ce groupe. Les génotypes des

groupes 2 et 3 ont été différents des variétés améliorées sur le plan agro morphologique. Ils ont pu être considérés comme étant des cultivars locaux.

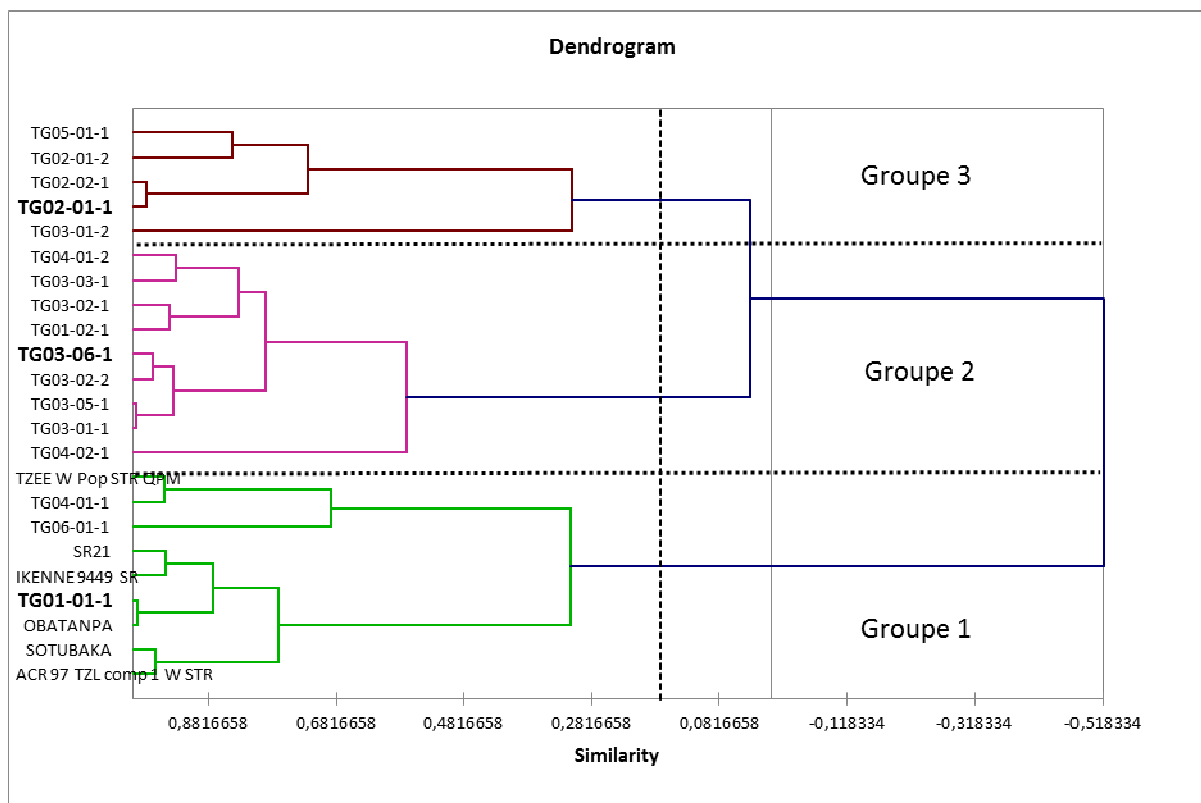


Figure 5. Dendrogramme de la CAH en se basant sur la similarité des individus

Résultats de la vérification de l'appartenance des cultivars locaux du Togo aux différents groupes obtenus par la CAH

L'analyse factorielle discriminante a été réalisée avec l'ensemble des variables utilisées pour faire l'ACP. Les deux composantes principales de l'AFD ont permis de faire cette classification ; la composante F1 détenant 76,53% contre 23,47% pour la composante F2. Sur la figure 6 ont été montrés les trois groupes bien distincts. Les groupes 2 et 3 ont été aux deux extrémités de la figure par rapport à l'axe horizontale (F1). Les calculs des distances de Mahalanobis ont montré d'ailleurs que ces deux groupes s'étaient éloignés l'un de l'autre (Tableau 3). L'AFD ayant confirmé la classification réalisée par la CAH, les 12 variables utilisées pour faire la CAH ont été suffisantes pour classer le matériel. Les caractéristiques suivantes de chacun des trois groupes ont été présentées :

- Le groupe 1 a été composé des génotypes de taille plus courte, avec moins de feuilles, un cycle plus précoce (FM = 61 jours) que l'ensemble des autres groupes avec des rendements plus élevé (2,23 tonnes à l'hectare).
- Le groupe 2 a été constitué des génotypes de cycle tardif (FM = 67 jours), des plantes de grandes tailles et un rendement plus faible par rapport aux deux autres groupes.
- Le groupe 3 a contenu les génotypes qui ont eu une taille moyenne, plus de feuilles et de grandes dimensions, plus d'épis et dont le cycle et le rendement ont été intermédiaires entre les deux autres groupes.

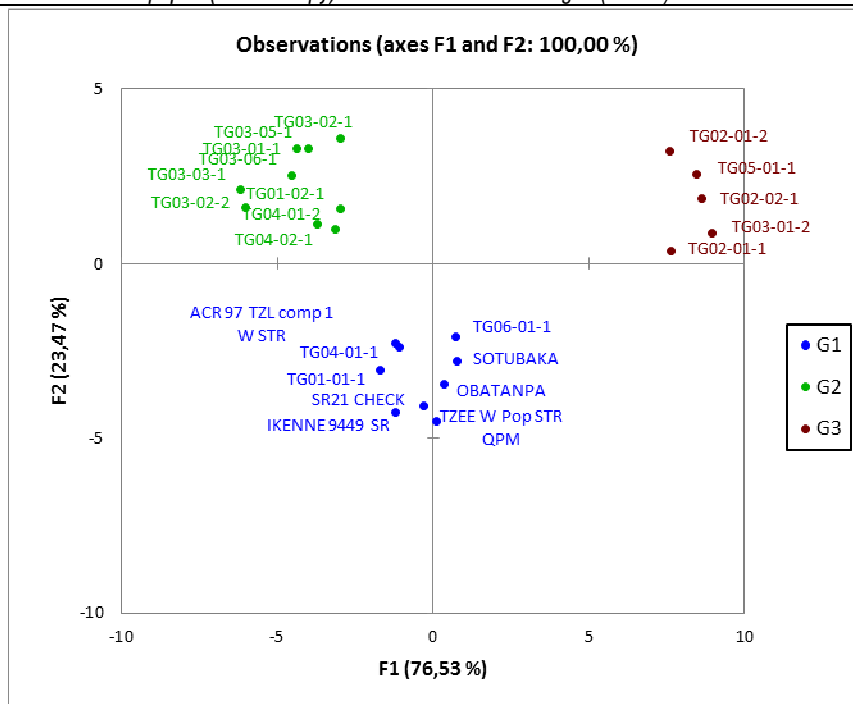


Figure 6. Représentation des différents groupes dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canoniques 1 et 2. (G : groupe)

DISCUSSION

Collecte et choix des cultivars locaux sur la base des épis et des grains

Sur la base de la couleur et des données sur l'épi et les graines, le travail identifie 15 cultivars locaux. Tous les échantillons issus du village Eketo-Plateau sont de vrais cultivars locaux. Cela s'explique par l'isolement géographique de cette localité sur l'ensemble des sites prospectés. Louette (1994) utilise la même méthode pour identifier les variétés locales de maïs. Elle estime que les caractéristiques de l'épi forment 64,3% des critères de reconnaissance des variétés locales par les paysans de Cuzalapa au Mexique. Sanou (1996) trouve également que les caractéristiques des épis et des grains sont les principaux critères de distinction des cultivars locaux. Les collectes de 2011 réalisées au Burkina Faso par Sanou et Gouesnard (2011) se basent sur ces critères utilisés pour retenir les vrais cultivars locaux. N'da et al. (2014) retiennent les sections de l'épi comme étant un critère important dans la caractérisation des cultivars locaux de Côte d'Ivoire.

La couleur violette permet de retenir quatre cultivars locaux. Ce caractère s'utilise comme critère fondamental dans la reconnaissance des cultivars locaux du Togo. Cette procédure utilisée par Louette (1994) permet d'identifier les cultivars locaux Negro de couleur noir ou Amarillo Ancho de couleur violet. Elle n'utilise pas le critère couleur dans les analyses de données affirmant que c'est un critère de toute évidence.

Caractérisation agromorphologique au champ

Une grande variabilité existe dans les cultivars locaux du Togo en prenant en compte la grande taille des plantes à côté des plantes de taille inférieure à 1 m (80 cm). Des plantes de 375 cm s'observent avec des dates de floraison mâle très étendue (48 à 72 jours) et de floraison femelle (50 à 78 jours) pour un rendement variant de 0,29 à 4,53 tonnes à l'hectare. Cette diversité confirme les postulats de Zeven (1998) et Kell et al. (2009) quant à l'hétérogénéité des cultivars locaux. Sanou (1996) trouve une forte variabilité pour les caractères du cycle (FM, FF, MAT) et de l'architecture (HMP, HMIE, NTF et FSE) dans les cultivars locaux du Burkina Faso. Tout récemment d'autres études conduites par N'DA et al. (2014) ont confirmé cette notion fondamentale pour les cultivars locaux.

Les cultivars locaux collectés au Togo viennent tous (sauf TG05-01-1 et TG06-01-1) d'une même zone agro écologique avec une uniformité du cycle par rapport au lieu de provenance. La cohabitation des cultivars locaux de cycle intermédiaire avec ceux de cycle tardif (cultivars du Togo) rappelle les

résultats obtenus par Sanou (1996) qui fait cas de la présence de cultivars locaux de différents cycles auprès d'un même producteur selon que ce soit des cultivars de case ou des cultivars de plein champ.

Les cultivars locaux présentent des rendements très faibles. Même si ces derniers sont moins prolifiques, les rendements de 0,29 tonnes à 1,24 tonnes à l'hectare pour des plantes de plus 3 m ne sont pas sans explication. Le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CYMMIT) lors des travaux antérieurs constate la corrélation négative entre les hauteurs des plantes de maïs et le rendement. Des programmes de sélection permettent d'avoir des gains de rendement de 4,4% pour une réduction des hauteurs des plantes de 2,4% (Johnson *et al.*, 1986). La deuxième explication est l'intervalle de temps pour la floraison mâle et pour la floraison femelle qui est d'environ une semaine pour la plupart des cultivars voire au-delà d'une semaine pour d'autres. Cela pose le problème de la synchronisation des floraisons donc de la disponibilité du pollen au moment de la sortie des soies. La fécondation dépend aussi bien de la vigueur du pollen que de sa disponibilité en quantité. Aussi, les plantes portent-elles plusieurs épis. L'absence de dominance apicale a été une cause de concurrence entre les épis. L'autre aspect moins évident est le fait que le matériel soit dans une écologie autre que la sienne. Une dernière explication du faible rendement peut être liée au sol car les rendements obtenus des variétés améliorées sont inférieurs au potentiel de celles-ci. A titre d'exemple, la variété SR 21 présente un rendement moyen de 2,5 tonnes contre 4 à 5 tonnes à l'hectare comme potentiel.

Pour une meilleure distinction de cultivars locaux du Togo, les variables agromorphologiques les plus importantes sont les variables de l'architecture (HMP, HMIE, NTF, LargE), du cycle (FF et FM), du rendement et des composantes du rendement (RAMP, RAMT, LoP, NbE et RDT). Par contre N'da *et al.*, (2014) n'inclut pas les caractères liés à la panicule dans leur classification. Cela explique le nombre réduit des variables retenues (sept) pour la classification des cultivars collectés en Côte d'Ivoire en cinq groupes. Les variables similaires avec les résultats de l'étude sont HMIE, HMP, FM et FF.

CONCLUSION

Les cultivars locaux comme sources de gènes, est le principe directeur du CIMMYT et des premiers sélectionneurs. Cette idée est de plus en plus abandonnée au Togo. Une étude permet de redécouvrir les potentialités de ces cultivars. L'étude permet de collecter les cultivars locaux de maïs au Togo et de les caractériser. Les premiers résultats permettent d'identifier 15 cultivars locaux sur les 18 collectés dans la région des plateaux au Togo. Ces cultivars se caractérisent par des rendements faibles (0,5 t/ha), des tailles hautes pouvant avoisiner quatre mètres avec un cycle tardif (plus de 110 jours). Pour répondre au besoin de création des variétés de maïs présentant un rendement élevé et tolérantes aux stress hydriques dans ces temps marqués par les variabilités et changements climatiques et la forte demande en produit à base de maïs, l'identification des cultivars locaux permet d'entrer dans un cycle de création variétale. Cela suppose que d'autres études similaires se mènent sur plusieurs cultivars locaux du Togo. La sélection utilise de plus en plus des marqueurs moléculaires. Cette technologie peut servir à caractériser, avec plus de précision, les cultivars locaux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Badu-Apraku, B., M. Oyekunle, A. Menkir, K. Obeng-Antwi, C. G. Yallou, I. S. UsmanetH. Alidu, 2013: Comparative Performance of Early-maturing Maize Cultivars Developed in Three Eras under Drought Stress and Well-watered Environments in West Africa. *Crop science*, july–august 2013, vol. 53, 1298-1311.
- Camacho Villa, T. C., Tania, C., 2013: Maize landraces and indigenous peasants from Lacandon Jungle, Mexico. In *Conserving Europe's plant genetic resources for use now and in the future*. PGR Secure - EU Seventh Framework Programme, Issue 2 October 2013. Eds : V. Negri, R. Torricelli, N. Maxted. University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, United Kingdom, pp. 21-23.
- Deguenonvo N. N. M., B. Fandohan, A. E. Assogbadjo, 2013: On-farm management of seeds diversity in Benin: patterns, constraints and perspectives. In *Conserving Europe's plant genetic resources for use now and in the future*. PGR Secure - EU Seventh Framework Programme, Issue 2 October 2013. Eds : V. Negri, R. Torricelli, N. Maxted. University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, United Kingdom. Pp 19-20.
- Drinic S. M., V. Andjelkovic, D. I. Micic, 2012: Genetic Diversity of Maize Landraces as Sources of Favorable Traits. *The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity*, 5, 89-112.
- Erken A., R. Kollodge, K. Madonia, H. Ranck, K. Ruiz, 2019 : État de la population mondiale 2019 : Une tâche inachevée, la poursuite de l'acquisition des droits et des choix pour tous, New York: United Nations, 176 p.

- FAO, 1996 : Rapport sur l'état des ressources phylogénétiques dans le monde. Préparé pour la conférence technique internationale sur les ressources phylogénétiques, Leipzig, Allemagne du 17 au 23 juin 1996. FAO, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italie 75 p.
- FAO, 2014 : Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. FAO, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome 182 p.
- FAOSTAT, 2014: Food and nutrition in number, statistical year book. FAO, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, 249 p.
- Hallauer, A. R., 1995: International Activities in Maize Germplasm. Iowa State University, Ames, IA 50011, United State, 15 p.
- Johnson E. C., Fischer K. S., Edmeades G. O., A. F. E. Palmer, 1986. Recurrent Selection for Reduced Plant Height in Lowland Tropical Maize. *Crop Science*, 26:253-260.
- Louette, D., 1994 : Gestion traditionnelle de variétés de maïs dans la réserve de la biosphère Sierra de Manantlan (RBSM, États de Jalisco et Colima, Mexique) et conservation in situ des ressources génétiques de plantes cultivées. Thèse Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 2, place Pierre Viala 34060 MONTPELLIER Cedex 02, 307p.
- N'da H. A., L. Akanvou, R. Akanvou, A. I. Zoro Bi, 2014 : Évaluation de la diversité agro-morphologique des accessions de maïs (*Zeamays l.*) collectées en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.20, Issue 3: 3144-3158.
- Ortiz, R., S. Taba, V. H. Chávez Tovar, M. Mezzalama, Y. Xu, J. Yan, J. H. Crouch, 2010: Conserving and Enhancing Maize Genetic Resources as Global Public Goods—A Perspective from CIMMYT. *Crop Sci.*, 50:13–28.
- Prasanna, B. M., 2012: Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization. *J. Biosci.* 37 (5), 843–855.
- Sanou, J., 1996 : Analyse de la variabilité génétique des cultivars locaux de maïs de la zone de savane ouest africaine en vue de sa gestion et de son utilisation. Thèse de Doctorat unique. ENSA-Montpellier, 2, place Pierre Viala 34060 Montpellier Cedex 02, 126 p.
- Sanou, J., Gouesnard, B., 2011 : Collecte de cultivars locaux de maïs au Burkina Faso. INERA Farako-Bâ, 01 BP : 910, Bobo-Dioulasso, 13 p.
- Taba, S., 2005: Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, In situ Conservation, Core Subsets, and Prebreeding; Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, April 7-10, 2003. CIMMYT, Km. 45, Carretera, Mexico-Veracruz, El Batán, Texcoco, Edo. de Mexico C.P. 56130 Mexico, 78 p.
- Zeven, A. C., 1998: Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104 : 127–139.