Journal of Applied Biosciences 118: 11768-11780

ISSN 1997-5902

Évaluation de la diversité agromorphologique d'une collection de *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso

KIEBRE Zakaria*, BATIONO/KANDO Pauline, SAWADOGO Nerbéwendé, KIEBRE Mariam, SAWADOGO Boureima, TRAORE Renan Ernest, SAWADOGO Mahamadou et ZONGO Jean-Didier
Équipe Génétique et Amélioration des plantes Laboratoire Biosciences
Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre
Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ; 03 BP7021 Ouagadougou 03 ; Burkina Faso
*Auteur correspondant : kiebzak@yahoo.fr; Tel : +22670691997

Original submitted in on 8th September 2017. Published online at www.m.elewa.org on 30th October 2017 https://dx.doi.org/10.4314/jab.v118i1.3

RESUME
Objectif : Cleome gynandra L. est un légume-feuille traditionnel de plus en plus consommé au Burkina Faso. Du fait de sa valeur nutritionnelle élevée, il est un bon complément alimentaire contre les carences nutritionnelles. L'étude vise une meilleure connaissance de la diversité agromorphologique de *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso.
Méthodologie et Résultats : Au total, 100 accessions ont été caractérisées suivant un dispositif en blocs incomplets à l'aide de 7 variables qualitatives et 16 variables quantitatives. L'étude a montré l'existence d'une grande variabilité agromorphologique au sein des accessions étudiées. En effet, 19 variables mesurées sur la tige, les feuilles et les fruits discriminent les accessions étudiées. Les accessions sont organisées en quatre groupes suivant les zones climatiques et les pratiques culturales. Les performances agronomiques les plus élevées ont été observées dans la zone soudano-sahélienne et dans les jardins potagers alors que les plus faibles ont été obtenues dans la zone soudanienne et au sein des accessions prélevées dans les populations spontanées.
Conclusion et application des résultats : La variabilité mise en évidence dans cette étude pourrait être utilisée dans les programmes d'amélioration de *Cleome gynandra* L au Burkina Faso. Cette amélioration pourrait se faire à partir des accessions du groupe 1 qui sont majoritairement de couleur verte et possèdent les meilleures performances agronomiques.
Mots clés : *Cleome gynandra*, variabilité agromorphologique, Burkina Faso

ABSTRACT
Objective: Spider plant (*Cleome gynandra* L.) is a traditional leafy-vegetable consumed more and more in Burkina Faso. Due to its high nutritional value, it is a good food complement against the nutritional deficiencies. The study aims to a better knowledge of agromorphological diversity of spider plant of Burkina Faso.
Methodology and Results: One hundred (100) accessions were characterized according Alpha design, using 7 qualitative characters and 16 quantitative characters. The study has revealed a great variability. In fact, 19 characters, related to stem, leaves and fruits, discriminate the studied accessions. The accessions are organized into 4 groups according to the climatic zones and the farmer's practices. The greatest agronomic

performances were observed in the sudano-sahelian zone and the vegetable gardens while the weakest were observed in the sudan zone and within the accessions collected in the spontaneous populations.
Conclusion and application of results: The variability observed in this study could be used in the spider plan improvement programs. This improvement could be done with groups 1 accessions which are mainly of green color and have the best agronomic performances.
Key words: Spider plant, *Cleome gynandra*, agromorphological variability, Burkina Faso

INTRODUCTION

Les conditions climatiques du Burkina Faso subissent, de plus en plus, des variations se traduisant par un déplacement des isohyètes du nord vers le sud, un relèvement des températures extrêmes et une augmentation des vents (Thiombiano et Kampmann, 2010). L'une des conséquences de cette variation climatique est la perte de la biodiversité ; d'où la nécessité de développer des initiatives de préservation et de valorisation. La connaissance de la diversité d'une espèce est indispensable dans la conception d'initiatives de préservation et de valorisation. Cette diversité offre aux producteurs la possibilité de sélectionner des variétés en fonction de leurs besoins et aux sélectionneurs le matériel dont ils ont besoin pour leurs initiatives (IPGRI, 2002). Il est donc nécessaire que les collections établies à l'issue des travaux de prospection-collecte soient décrites et leur diversité évaluée pour faciliter l'élaboration de méthodes adéquates de conservation et de promotion. La diversité agromorphologique de *Cleome gynandra* L. est encore très peu connue. Les rares études de diversité agromorphologique déjà menées concernent quelques pays de l'Afrique de l'Est dont principalement le Kenya et la Tanzanie, et de l'Afrique australe, notamment le Zimbabwe, le Botswana et la Zambie. En Afrique de l'Ouest, il n'existe presque pas encore d'étude de diversité déjà réalisée sur ce légume-feuille. Les rares études rencontrées portent essentiellement sur sa composition biochimique en Côte d'Ivoire (Soro *et al*., 2012; Agbo *et al*., 2014) et au Burkina Faso (Meda *et al*., 2013). Au Burkina Faso, la caractérisation agromorphologique réalisée a concerné seulement les accessions de l'ouest du pays (Kiébré *et al*., 2015a). Aucune caractérisation de la diversité agromorphologique n'a encore été réalisée sur le plan national. Cette étude vise, à (i) évaluer le niveau de diversité de *Cleome gynandra* L. et (ii) établir l'organisation de cette diversité au Burkina Faso.

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Matériel végétal : Au total, 100 accessions de *Cleome gynandra* L. collectées au Burkina Faso dont 28 dans la zone soudanienne, 54 dans la zone soudano-sahélienne et 18 dans la zone sahélienne ont été utilisées pour la caractérisation agromorphologique. Étant donné que l'espèce est toujours en protoculture, les accessions ont été collectées dans les jardins potagers auprès des producteurs et directement dans la population spontanée. Le choix des accessions a été basé sur la quantité des semences et le taux de germination.

Site expérimental : L'étude a été réalisée dans la station expérimentale à Gampèla située à 18 Km de Ouagadougou sur l'axe Ouaga-Niamey à 12°15' de latitude Nord et 1°12' de longitude Ouest. Le site est localisé dans le domaine Nord-soudanien et est caractérisé par une pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 900 mm (Thiombiano et Kampmann, 2010). Les températures maximales annuelles oscillent entre 35 et 40 °C et les minimales varient de 18 à 19 °C.

Méthodes

Dispositif expérimental et pratiques culturales : L'essai a été conduit au cours de la saison pluvieuse de 2015. Avant la mise en place de l'essai, la parcelle a été préalablement labourée, nivelée et amendée avec de la fumure organique à la dose de 20 tonnes à l'hectare. Le sol et la fumure organique ont été analysés au Bureau National des Sols (BUNASOL) afin de déterminer leurs caractéristiques physico-chimiques comme la granulométrie, les taux de matière organique, de carbone et d'azote, la fraction de potassium disponible, la fraction de phosphore assimilable et le pH de l'eau du sol (Tableau 1). Le dispositif expérimental utilisé est de type Alpha design avec trois répétitions. Chaque répétition a

été subdivisée en cinq sous blocs. Les répétitions et les sous-blocs successifs ont été séparés d'un (1) mètre. Dans un bloc, chaque accession a été représentée par une ligne de trois mètres sur laquelle sept poquets ont été semés à raison de 10 graines par poquet. L'interligne et l'écartement entre les poquets successifs ont été de 0,5 m, respectivement. Un démariage à un plant par poquet a été réalisé 10 jours après le semis.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du sol et de la fumure organique

Caractéristiques physico-chimiques		Sol	Fumure organique
Granulométrie	Texture	Limono- Sableuse	-
	Argile (< 2µ) (%)	11,76 - 13,73	-
	Limons totaux (%)	25,49 - 27,46	-
	Sables (50-200µ) (%)	58,82 - 62,75	-
Matière organique	Matière organique totale (%)	0,957 - 1,646	49,560
Éléments minéraux	Carbone total (%)	0,555 - 0,955	28,747
	Azote total (%)	0,046 - 0,071	01,579
	Carbone/Azote	12,00 - 14,00	18,000
	Potassium disponible (ppm K)	84,18 - 101,23	154,51
	Phosphore assimilable (ppm P)	9,71 - 10,91	14,14
pH	Eau	5,26 - 5,64	7,22

Collecte de données : Les mesures biométriques et les observations ont porté sur 23 variables dont 16 quantitatives et 7 qualitatives.

Variables quantitatives : A l'exception du nombre de jours à la levée (NJL) et du nombre de jours à 50 % de floraison (NJF) mesurés sur toute la ligne, les autres variables quantitatives ont été mesurées sur 4 pieds par ligne 45 jours après semis. Il s'agit des:

- ***variables mesurées sur la tige*** qui sont la hauteur de la plante (HPL) mesurée du sol à la dernière feuille de la tige principale, le diamètre de la tige (DTI) mesuré au niveau du collet, le nombre de ramifications primaires (NRP);
- ***variables mesurées sur la feuille*** comprenant la longueur de la foliole (LOF) mesurée du pulvinus au sommet de la foliole centrale, la largeur de la foliole (LAF) mesurée à la partie médiane de la foliole centrale, la longueur du pétiole (LOP) mesurée de la gaine au pulvinus, le nombre de folioles par feuille (NFO) et la biomasse foliaire (BMS);
- ***variables mesurées sur la fleur*** à savoir le nombre de sépales (NSE), le nombre de pétales (NPE) et le nombre d'étamines (NET) qui ont été notées sur les 3 premières fleurs par plante;
- ***variables mesurées sur le fruit*** comprenant la longueur du pédoncule (LPE), la longueur du fruit (LGF) et la largeur du fruit (LRF) qui ont été mesurées sur les 3 premiers fruits par plante.

Variables qualitatives : Les variables qualitatives observées au nombre de 8 sont la couleur de la tige (CTI), la couleur de la feuille (CFE), la couleur des pétales (CPE), la couleur des sépales (CSE), la couleur des étamines (CET), le degré de pubescence de la plante (DPU) et le type de port de la plante (PPL). Les variables qualitatives ont été observées tout au long du cycle de développement des plantes.

Analyses statistiques : Les logiciels GenStat v4.10.3 (VSN International, 2011) et XLSTAT 2013.2.03 (htt/www.XLSTAT.com/fr) ont été utilisés pour les analyses statistiques. GenStat v4.10.3 a servi à l'analyse de variance (ANOVA) afin de déterminer les caractères qui discriminent les accessions. Les autres analyses ont été effectuées avec XLSTAT 2013.2.03. Le test de séparation des moyennes de Newman-Keuls au seuil de 5 % pour comparer les accessions en fonction des différentes zones climatiques et selon leur lieu de collecte à savoir les jardins potagers et les populations spontanées. L'analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée pour extraire les variables quantitatives les plus représentatives et éviter les redondances. Ainsi, les variables bien représentées et peu corrélées ont été utilisées pour le regroupement des accessions par une classification ascendante hiérarchique (CAH) selon la méthode d'agrégation de Ward en utilisant la distance euclidienne. Les groupes issus de cette classification ont été caractérisés par une analyse factorielle discriminante (AFD).

RESULTATS

Variation des caractères qualitatifs : Une grande variabilité a été observée sur les variables qualitatives. Le tableau 2 donne les fréquences des variables dans la collection de *Cleome gynandra* L. Deux modalités, à savoir le port érigé et le port semi-érigé, sont observées au niveau du type de port de la plante. Les accessions à port érigé constituent la majeure partie de la collection (42,04 %). Elles sont caractérisées par une tige principale dressée de laquelle partent des ramifications secondaires échelonnées. Par contre, les accessions à port semi-érigé, qui représentent 37,25 % de la collection, se ramifient dès la base et donnent quelques ramifications qui s'étalent sur le sol. Une minorité d'accessions (20,71 %) ont à la fois les deux types de port. En référence aux lieux de collecte, les accessions collectées dans les jardins potagers sont majoritairement à port érigé (63 %). Cependant, la majeure partie de celles collectées dans les populations spontanées sont à port semi-érigé (52 %). Une variabilité a été aussi observée sur la pubescence des plantes. Des accessions à pubescence faible, moyenne et élevée sont observées avec une prédominance des accessions à pubescence faible, soit 39,74 % de la collection. Une variabilité intra accessions de 23,57 % est également observée au sein de la collection étudiée. A l'exception de la couleur des pièces florales, une variabilité a été observée pour toutes les variables qualitatives. Les sépales sont de couleur verte, les pétales de couleur blanche et les étamines de couleur violette. Sur la base de la couleur de la tige et de la feuille, trois morphotypes, à savoir un morphotype vert, un morphotype violet-foncé et un morphotype violet-clair ont été identifiés.

- Le morphotype vert (Figure 1A), minoritaire (34 %) est caractérisé par des tiges vertes et des feuilles vert-clair. En référence aux lieux de collecte, la proportion du morphotype vert est plus élevée dans les jardins potagers (38,32%) que dans les populations spontanées (29,68 %).
- Le morphotype violet-foncé (Figure 1B) est le plus représentatif de la collection avec 39,98 %. Il est caractérisé par des tiges violet-foncé et des feuilles vert-sombre. Ce morphotype est plus important dans la population spontanée, soit 45,59 % que dans les jardins potagers à savoir 34,37 %.
- Le morphotype violet-clair (Figure 1C) représente seulement 15,36 % de la collection. Il est caractérisé par des tiges violet-clair et des feuilles de couleur vert-sombre. Les proportions de ce morphotype sont sensiblement égales au sein des accessions collectées dans les populations cultivées et dans celles prélevées dans les populations spontanées, soient respectivement 14,95 et 15,77 %.

Quant aux différents modes d'obtention de semences, la proportion d'accessions vertes est élevée au sein des accessions collectées auprès des jardiniers qui pratiquent la sélection massale. A l'opposé, les accessions collectées auprès de ceux qui prélèvent directement leurs semences dans les populations spontanées ont majoritairement des morphotypes violets (Tableau 2).

Tableau 2 : Variation des caractères qualitatifs dans la collection de *Cleome gynandra* L.

Caractères	Modalités	Fréquences (%)		
		Jardins potager	Population naturelle	Ensemble de la collection
Couleur de la tige	Violet-foncé	34,37	45,59	39,98
	verte	38,32	29,68	34
	Violet-clair	14,95	15,77	15,36
	variable	12,50	08,82	10,66
Couleur de la feuille	vert-sombre	49,32	61,36	55,34
	vert-clair	38,32	29,68	34
	variable	12,50	08,82	10,66
Degré de pubescence de la plante (DPU)	faible	33,33	46,15	39,74
	moyen	22,92	09,61	16,26
	élevé	31,25	09,61	20,43
	variable	12,50	34,63	23,57
Port de la plante (PPL)	érigé	63,00	21,08	42,04
	semi-érigé	22,50	52,00	37,25
	variable	14,50	26,92	20,71

A Morphotype vert **B** Morphotype violet-foncé **C** Morphotype violet-clair

Figure 1 : Trois morphotypes identifiés au sein de la collection de *Cleome gynandra* L

Variation des caractères quantitatifs : Performances moyennes des accessions étudiées : La levée intervient en moyenne 5 jours après semis. Le nombre de jours à 50% floraison variant de 17 à 27 jours après semis est relativement cours. A 45 jours après semis, les plantes ont en moyenne 63,4 cm de hauteur, 7 ramifications primaires et 182 g de biomasse foliaire fraiche. De grandes amplitudes de variation ont été observées au niveau des caractères hauteur de la plante (27 - 100 cm), nombre de ramifications primaires (2 - 10), longueur du pétiole (2 - 16,44 cm), largeur de la foliole centrale (0,7 - 7,22 cm), longueur de la foliole centrale (1,2 - 12,10 cm) et biomasse foliaire (16,4 - 474,7 g). Le nombre de folioles par feuille est compris entre 3 et 7. Les coefficients de variation sont élevés (CV > 30 %) pour le diamètre de la tige, la longueur du pétiole, la longueur de la foliole centrale, la largeur du fruit et la biomasse foliaire fraiche. Pour les autres caractères, ils sont faibles (CV < 30 %). Il existe une grande variabilité agromorphologique au sein des accessions de *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso. A l'exception du nombre de pièces florales, les caractères quantitatifs discriminent significativement les accessions étudiées au seuil de 1% (Tableau 3). La plus grande partie de cette variabilité est surtout expliquée par le facteur «accession». A l'exception du diamètre de la tige, la largeur du fruit, la longueur du fruit et la biomasse foliaire qui possèdent des coefficients de détermination relativement faibles ($R^2 \leq 50$ %), les autres ont des coefficients de détermination très élevés (R2≥ 60 %).

Tableau 3: Performances moyennes des accessions étudiées, résultats de l'analyse de variance

Variables	Min.	Max.	Moyenne	CV%	R^2 (%)	P value
HPL (cm)	27	100	63,40±17,17	17,10	75,30	<0,001
DTI (cm)	0,54	3,20	2,49±1,36	61,70	45,20	<0,001
NRP	2	10,17	6,56±0,78	18,69	64,80	<0,001
LOP (cm)	2	16,44	9,65±2,46	33,42	64,90	<0,001
LOF (cm)	1,20	12,10	8,18±2,66	46,83	73,30	<0,001
LAF (cm)	0,70	7,22	4,25±0,64	25,27	64	<0,001
LPE (cm)	3,70	11,68	9,40±0,87	18,78	66	<0,001
LRF(cm)	0,20	0,88	0,40±0,15	38,86	48,40	<0,001
LGF (cm)	2,50	15,70	8±1,54	19,70	39,90	<0,001
NJF (j)	17	27	20,96±1,93	9,23	82,40	<0,001
NJL (j)	4	7	5±0,57	11,54	64	<0,001
BMS (g)	16,40	474,70	182±46,91	65,18	29,40	<0,001

HPL : Hauteur de la plante, DTI : Diamètre de la tige, NRP : Nombre de ramifications primaires, LOP : Longueur du pétiole, LAF : largueur de la foliole, LOF : Longueur de la foliole, LPE: Longueur du pédoncule, LGF: Longueur du fuit, LRF: Largueur du fruit, NJF : Nombre de jours à 50% floraison, BMS: Biomasse foliaire, NJL: Nombre de jours à la levée, Min: minimum, Max: Maximum, CV%: coefficient de variation, F: F de Fisher, ±: erreur standard, R^2: coefficient de détermination

Influence de la zone climatique sur la diversité de la collection de *Cleome gynandra* L. Des effets zones climatiques hautement significatifs au seuil de 1% ont été observés entre les accessions des différentes zones climatiques (Tableau 4). Les performances agronomiques des accessions de la zone soudano-sahélienne sont supérieures à celles des accessions collectées dans les autres zones climatiques. A 45 jours après semis, les accessions de cette zone climatique ont en moyenne 73,70 cm de hauteur, 8 ramifications primaires et 194 g de biomasse foliaire fraiche. La zone climatique soudanienne possède les performances agronomiques les plus faibles pour la plupart des caractères. A 45 jours après semis, les accessions de cette zone climatique ont en moyenne une hauteur de 54,48 cm, 5 ramifications primaires et 96 g de biomasse foliaire fraiche. La zone climatique sahélienne, quant à elle, a des performances agronomiques intermédiaires à celles des deux autres zones; c'est-à-dire que les plantes ont en moyenne une hauteur de 64,33 cm, 7 ramifications primaires et 183 g de biomasse foliaire fraiche. Toutes les variables ont des coefficients de détermination $R^2 \leq 30$ %, indiquant qu'environ 30 % de la variabilité totale est due au facteur «zone climatique».

Tableau 4: Performances moyennes des accessions par zone climatique et les résultats de l'analyse de variance.

Variables	R^2 (%)	F Fisher	Zones climatiques		
			Sahélienne	Soudano-sahélienne	Soudanienne
HPL (cm)	25,90	26,32**	64,33 b	73,70 a	54,48 c
DTI (cm)	23,10	5,17**	2,39 ab	2,52 a	2,18 ab
NRP	27,70	15,25**	6,87 a	8,17 a	5,39 b
LOP (cm)	26,80	22,72**	7,97 b	10,85 a	7,71 b
LOF (cm)	22	17,81**	7,38 b	9,17 a	6,90 b
LAF (cm)	19,70	22,20**	3,52 b	4,44 a	2,31 c
LPE (cm)	20	8,76**	7,06 b	9,28 a	7,03 b
LRF(cm)	21	4,44*	0,35 b	0,41 a	0,41 b
LGF (cm)	20	20,60**	7,42 b	9,12 a	7,53 b
NJF (j)	28,80	14,17**	20,86 b	21,28 a	20,40 b
NJL (j)	29,20	22,01**	5,10 a	4,02 b	5,30 a
BMS (g)	19	18,63**	183 a	194 a	96 b

Les moyennes suivies de la même lettre dans chaque classe ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%.
R^2: coefficient de détermination, HPL : Hauteur de la plante, DTI : Diamètre de la tige, NRP : Nombre de ramifications primaires, LOP : Longueur du pétiole, LAF : largueur de la foliole, LOF : Longueur de la foliole, LPE: Longueur du pédoncule, LGF: Longueur du fuit, LRF: Largueur du fruit, NJF : Nombre de jours à 50% floraison, BMS: Biomasse foliaire, NJL: Nombre de jours à la levée, F: F de Fisher

Influence des pratiques paysannes de collecte de semences sur la diversité de la collection de *Cleome gynandra* L. : Les analyses de variance montrent des différences hautement significatives pour onze caractères entre les accessions collectées dans les jardins potagers et celles collectées dans les populations spontanées (Tableau 5) avec des performances agronomiques plus élevées au sein des accessions collectées dans les jardins potagers que celles collectées dans les populations spontanées. A 45 jours après semis, les accessions collectées dans les jardins potagers ont en moyenne 75,61 cm de hauteur, 10 ramifications primaires et 196 g de biomasse foliaire. Quant aux accessions collectées dans les populations spontanées, elles ont en moyenne 60,83 cm de hauteur, 6 ramifications primaires et 134 g de biomasse foliaire fraiche. Toutes les variables possèdent des coefficients de détermination $R^2 \leq 19$ %, ce qui signifie qu'environ 19 % de la variabilité totale peut être attribuée aux «lieux de collecte».

Tableau 5: Performances moyennes des accessions par lieux de collecte et les résultats de l'analyse de variance.

Variables	R^2 (%)	F Fisher	Lieux de collecte des accessions	
			Jardins potagers	Populations spontanée
HPL (cm)	12,50	12,73 **	75,61 a	60,83 b
DTI (cm)	11,10	11,15**	2,23 a	1,92a b
NRP	05,80	5,46**	10,22 a	6,05 b
LOP (cm)	10,40	10,34**	14,24 a	7,78 b
LOF (cm)	18,80	20,66**	11,91 a	7,79 b
LAF (cm)	15	15,81**	5,64 a	2,43 b
LPE (cm)	15,10	15,87**	10,78 a	7,41 b
LRF(cm)	7,50	6,04ns	0,42 a	0,39 a
LGF (cm)	5,80	5,69**	12,09 a	9,58 b
NJF (j)	7,80	7,59**	22,68 a	19,88 b
NJL (j)	11	11,12**	4,76 b	5,43 a
BMS (g)	9	10,13**	196 a	134 b

Les moyennes suivies de la même lettre dans chaque classe ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%.
R^2: coefficient de détermination, HPL : Hauteur de la plante, DTI : Diamètre de la tige, NRP : Nombre de ramifications primaires, LOP : Longueur du pétiole, LAF : largueur de la foliole, LOF : Longueur de la foliole, LPE: Longueur du pédoncule, LGF: Longueur du fuit, LRF: Largueur du fruit, NJF : Nombre de jours à 50% floraison, BMS: Biomasse foliaire, NJL: Nombre de jours à la levée, F: F de Fisher

Structuration de la diversité agromorphologique *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso

Diversité agromorphologique : Les trois (3) premiers axes de l'analyse en composantes principales expliquent 53,93 % de la variabilité totale (Tableau 6). L'axe 1 avec associe la taille de la plante (r = 0,578), les paramètres liés aux dimensions de la feuille, le cycle de la plante (0,479) et la biomasse foliaire (r = 0,633). Il explique 30,03 % de la variabilité. L'axe 2 qui totalise 12,76 % de la variance totale est corrélé positivement à la largeur de la foliole et la longueur de la foliole. Les axes 1 et 2 expliquent la majorité des caractères liés à la production de biomasse. L'axe 3 avec 11,14 % de la variance totale associe trois variables à savoir le nombre de ramifications primaires, la largeur du fruit et la longueur du fruit.

Tableau 6: Cosinus carrés de 12 caractères sur 2 facteurs et la contribution à la variabilité totale de ces caractères.

Variables	Composantes principales		
	F1	F2	F3
DTI	0,064	0,180	0,006
HPL	0,578	0,175	0,028
NRP	0,174	0,099	0,195
LOP	0,586	0,074	0,047
LAF	0,519	0,133	0,047
LOF	0,208	0,157	0,131
LPE	0,155	0,000	0,033
LGF	0,149	0,217	0,131
LRF	0,090	0,028	0,448
NJF	0,479	0,212	0,047
BMS	0,633	0,223	0,068
NJL	0,197	0,361	0,063
Valeur propre	3,003	1,276	1,114
% variance	30,029	12,763	11,137
% cumulé	30,029	42,792	53,929

HPL : Hauteur de la plante, DTI : Diamètre de la tige, NRP : Nombre de ramifications primaires, LOP : Longueur du pétiole, LAF : largueur de la foliole, LOF : Longueur de la foliole, LPE: Longueur du pédoncule, LGF: Longueur du fuit, LRF: Largueur du fruit, NJF : Nombre de jours à 50% floraison, BMS: Biomasse foliaire, NJL: Nombre de jours à la levée

Structuration des accessions : La classification ascendante hiérarchique donne une structuration de la diversité en quatre groupes (Figure 2). L'analyse de variance montre des différences hautement significatives entre les quatre (4) groupes (F<0,0001) pour tous les 12 caractères. Le groupe 1 est constitué de 34 accessions. Ce groupe qui se sépare des autres groupes dès le premier nœud du dendrogramme est constitué essentiellement d'accessions collectées dans les jardins potagers, c'est-à-dire dans les populations cultivées. Le groupe 2 comprend 25 accessions dont la majeure partie est issue de la zone climatique soudano-sahélienne. Quant au groupe 3, il est constitué de 26 accessions. C'est un groupe très composite, regroupant principalement les accessions issues des provinces situées dans les zones de transition entre les trois zones climatiques dont le Sanmatenga, le Namentenga, le Passoré et le Tuy, et quelques accessions collectées dans certaines provinces de l'extrême sud du pays, le Poni et le Nahouri. Les groupes 2 et 3 sont majoritairement formés d'accessions prélevées dans les populations spontanées. Le groupe 4 compte 15 accessions toutes collectées dans les populations spontanées. Ce groupe renferme surtout les accessions des provinces du Séno et du Yatenga situées dans la zone climatique sahélienne et celles des provinces de la Comoé et du Houet de la zone soudanienne.

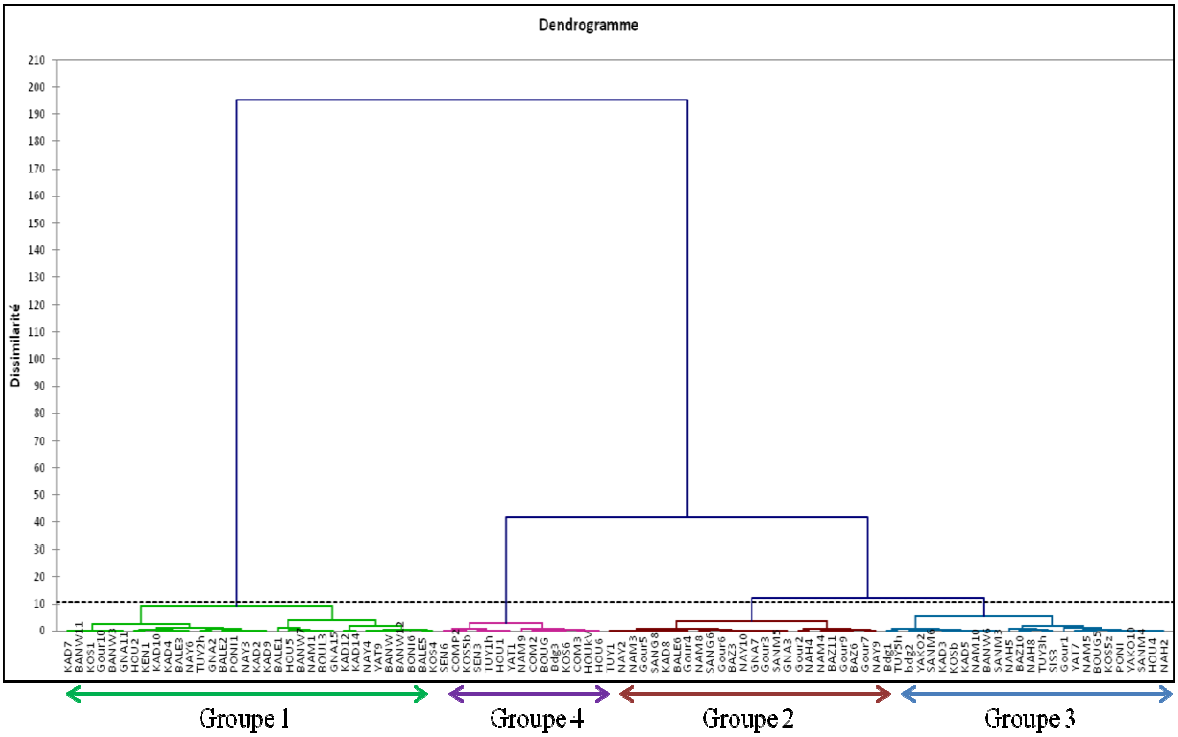

Figure 2 : Dendrogramme issu de la classification ascendante hiérarchique des 100 accessions

Caractéristiques des groupes : La caractérisation des quatre groupes par l'analyse factorielle discriminante (Figure 3) montre que les paramètres liés aux dimensions de la plante dont la hauteur de la plante et le nombre de ramifications primaires, les paramètres liés aux dimensions de la feuille, à savoir, la longueur de la foliole, la largeur de la foliole et la longueur du pétiole et le cycle végétatif de la plante, c'est-à-dire le nombre de jours 50 % floraison, discriminent les groupes. Le groupe 1 regroupe les accessions de meilleures performances agronomiques. Ces accessions se caractérisent par une grande taille (71,12 cm), un cycle végétatif long (22 jours), un port érigé, des feuilles larges, un nombre de ramifications primaires élevés (10) et une biomasse foliaire importante (195 g). Les accessions de ce groupe, collectées dans les jardins potagers appartiennent majoritairement au morphotype vert. Le groupe 2 est constitué d'accessions de performances agronomiques moyennes. Elles sont de taille moyenne (63,20 cm), cycle moyen (20 jours), port érigé avec un nombre moyen de ramifications primaires (8). Il contient majoritairement les accessions prélevées dans les champs. Le groupe 3 comporte les accessions ayant des performances agronomiques faibles mais supérieures à celles du

groupe 4. Le groupe 4 est composé d'accessions ayant les plus faibles performances agronomiques. Ces accessions sont de petite taille (53,70 cm), ont un cycle végétatif court (18 jours), un port semi-érigé, des feuilles minces, un petit nombre de ramifications primaires (6) et une biomasse faible (88,02 g). Ce sont des accessions majoritairement violettes, collectées dans les populations spontanées.

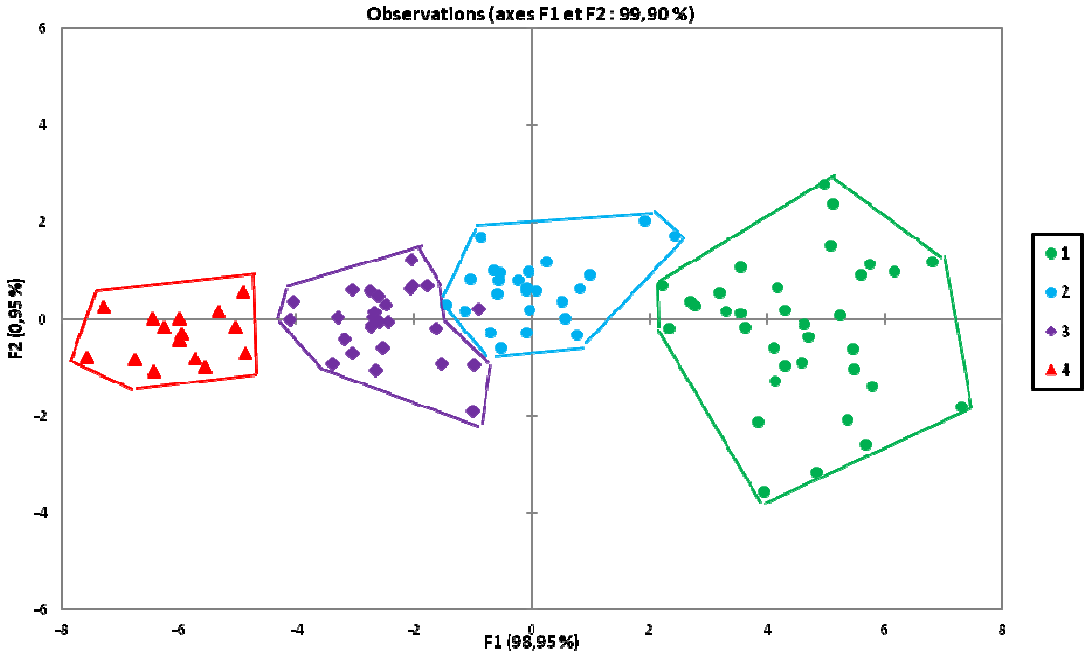

Figure 3 : Représentation dans le plan ½ de l'AFD des groupes d'accessions issus de la CAH

DISCUSSION

Les résultats observés dans cette étude montrent l'existence d'une grande variabilité morphologique de la collection de *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso. Cette variabilité qui porte sur la couleur de la tige et des feuilles, le port de la plante, la pubescence de la plante est similaire aux résultats des travaux de Masuka *et al.* (2012) sur des morphotypes du Kenya et du Zimbabwe et de K'Opondo (2011) sur les morphotypes de l'ouest du Kenya. Les résultats obtenus ont permis d'identifier trois morphotypes sur la base de la couleur de la tige au lieu de deux comme rapporté par les paysans au cours de l'enquête ethnobotanique (Kiébré *et al*., 2015b). En effet, ces derniers ne font pas de distinction entre les morphotypes violet-foncé et violet-clair. Ces résultats montrent l'importance de la connaissance de la taxonomie paysanne dans la gestion et la conservation des ressources génétiques des espèces. Ce savoir-faire local est largement connu pour avoir des conséquences sur le niveau de diversité génétique et l'évolution de la plante (Vom Brocke *et al*., 2003; Missihoun *et al*., 2012; Sawadogo, 2015). La couleur violette observée sur les tiges et les pièces florales des plantes est due à une accumulation d'anthocyanine dans les tissus de la plante (Chalker-Scott, 1999) comme l'a aussi rapporté Omondi-Wasonga (2014) sur des accessions du Kenya. Ce pigment, dont la synthèse est contrôlée par des facteurs intrinsèques et environnementaux comme la lumière, la température et les éléments nutritifs, joue un rôle adaptatif au stress hydrique (Chalker-Scott, 1999). Contrairement aux résultats de Masuka *et al.* (2012) et Omondi-Wasonga (2014) qui ont observé des fleurs à pétales violets et blancs sur des accessions du Kenya, Zimbabwe et Afrique du sud, aucune variation de couleur n'a été observée sur les pièces florales des accessions étudiées. Cette différence pourrait s'expliquer par l'existence de morphotypes différents entre ces pays et le Burkina Faso. Elle pourrait également être attribuée à l'étendue de la zone de collecte des échantillons. En effet, cette étude a porté uniquement sur des échantillons du Burkina Faso alors que les échantillons analysés par Masuka *et al.* (2012) et Omondi-Wasonga (2014) sont issus de plusieurs pays. Selon Marchenay et Lagarde, (1986), plus la zone de collecte est grande, plus elle offre une certaine hétérogénéité de facteurs environnementaux

qui favorisent la diversité. Les caractères qualitatifs de *Cleome gynandra* L. seraient sous le contrôle de gènes additifs ou pourrait résulter principalement de l'interaction entre l'environnement et les génotypes (Omondi-Wasonga, 2014). Cette hypothèse pourrait éventuellement expliquer les différences de couleur des pièces florales observées entre les accessions étudiées et les morphotypes du Kenya et du Zimbabwe (Masuka *et al.*, 2012; Omondi-Wasonga, 2014). Cette différence pourrait s'expliquer aussi par l'existence de génotypes différents entre ces pays. *Cleome gynandra* L. a un mode de reproduction mixte (Mnzava et Chigumira-Ngwerume, 2004). Ainsi, la variabilité intra accessions observée pourrait être due en partie au mode de reproduction de la plante. En effet, l'allogamie partielle ou totale qui offre des possibilités de fécondation croisée favorise un brassage génétique naturel conduisant à une diversité génétique importante (Demarly et Sibi, 1996). Cette variabilité intra accessions observée pourrait être attribuée également , en partie, aux semences utilisées dans cette étude qui sont des populations. Étant collectées auprès des paysans qui produisent les différents morphotypes en mélange dans les champs, elles sont formées par les graines issues de la multiplication en masse de la population. A cela s'ajoute le fait que le marché qui est le lieu d'approvisionnement de beaucoup de producteurs offre des possibilités de mélange des semences. Le mélange de semences pourrait aussi se faire au cours de la conservation. De telles pratiques paysannes favorisent la variabilité intra accessions. Plusieurs auteurs ont déjà observé sur diverses cultures, la possibilité de mélange des semences au champ et/ou au marché (Traoré, 2014; Sawadogo, 2015; Bationo-Kando *et al.*, 2015). L'existence d'une grande variabilité liée aux caractères quantitatifs dans la collection offre donc des possibilités de sélection de génotypes à haut potentiel de rendement et/ou aux caractéristiques organoleptiques correspondant aux besoins des populations. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par les auteurs comme Masuka *et al.* (2012) sur des morphotypes du Kenya et du Zimbabwe et K'Opondo (2011) sur les accessions du Kenya. Les performances des accessions, notamment les dimensions de la feuille et la longueur du fruit (8 cm), sont sensiblement similaires à celles observées par K'Opondo (2011) et Masuka *et al.* (2012). Cependant, le nombre de jours 50 % floraison des accessions utilisées (20,96 jours) est légèrement court que celui obtenu par K'Opondo (2011) sur des accessions du Kenya (36,5 - 40,3 jours). La différence pourrait s'expliquer par le fait que la collection étudiée est constituée de variétés paysannes et des accessions collectées directement dans les populations spontanées alors que les travaux de cet auteur ont porté sur quatre morphotypes déjà fixés obtenus par sélection. Les grandes amplitudes de variation obtenues au niveau des caractères hauteur de la plante, nombre de ramifications primaires, longueur du pétiole, largeur de la foliole centrale, longueur de la foliole centrale, biomasse foliaire et les valeurs élevées du coefficient de variation (30 %) traduisent une grande hétérogénéité des accessions étudiées (Aljane et Ferchichi, 2007). Cette grande variabilité serait due au fait que les accessions ont été collectées dans les jardins potagers (accessions cultivées) et dans les populations spontanées (accessions non cultivées). Omondi-Wasonga (2014) a déjà observé l'influence des pratiques culturales sur la diversité de *Cleome gynandra* L. du Kenya. En effet, les accessions issues des populations spontanées auraient gardé leurs caractéristiques sauvages tandis que celles issues des populations cultivées ont subi la sélection massale et ont tendance à acquérir d'autres caractéristiques qui les différencient des populations spontanées dont elles dérivent. Les groupes composites constitués d'accessions issues de différentes zones géographiques montrent l'existence d'une variabilité intra zones de collecte. Cette variabilité observée pourrait s'expliquer par l'existence d'une grande variabilité au sein de l'espèce. En effet, selon Chweya et Mnzava (1997), le genre *Cleome* renferme plusieurs espèces herbacées très polymorphes. Cependant, cette observation diffère de celle de Omondi-Wasonga (2014) qui a observé une faible variation de certains caractères à l'intérieur d'une même zone de collecte. Cette différence pourrait se justifier par l'existence d'une très grande variabilité au sein des accessions utilisées et par le fait que les accessions étudiées aient subi moins de pression de sélection que celles de cet auteur. En effet, la culture de *Cleome gynandra* L. est très peu développée au Burkina Faso comparativement au Kenya où plusieurs programmes de promotion et de production ont été mis en place sur les légumes-feuilles africains en général. La plus grande partie de la variabilité est surtout expliquée par le facteur «accession» qui a des coefficients de détermination très élevés ($R^2 \geq 60$ %) pour la plupart des caractères étudiés. Les pratiques paysannes, quant à elles, ont moyennement influencé la structuration de la diversité de *Cleome gynandra* ($R^2 \leq 19$ %). Les accessions de grandes tailles, à tige verte, à port érigé, à gros fruits rugueux, à nombre élevé de ramifications primaires se rencontrent plus dans les jardins potagers alors que celles de petite taille, à tige violette, à port semi-érigé, à fruits minces et lisses, à faible nombre de ramifications primaires sont principalement collectées

dans les populations non encore mises en culture (champ, bords des parcours, autres). Cela indique le degré d'influence de la sélection sur la diversité des accessions collectées dans les jardins potagers. Ces résultats concordent avec ceux de l'enquête ethnobotanique qui indiquent une préférence du morphotype vert (84 % des enquêtés) par rapport au morphotype violet (3 % des enquêtés). Les différences significatives observées entre les accessions issues des populations spontanées et celles collectées dans les jardins potagers peuvent être dues à la sélection massale pratiquée par les jardiniers. Ainsi, les performances agronomiques des accessions obtenues dans les jardins potagers plus élevées par rapport à celles des accessions prélevées dans les populations spontanées montrent que la sélection massale exercée par les producteurs serait orientée vers la grande taille de la plante et de la feuille, le long cycle végétatif de la plante, le nombre élevé de ramifications primaires et le gros diamètre de la tige. Étant donné que *Cleome gynandra* L. est en protoculture au Burkina Faso, plusieurs producteurs prélèvent leurs semences initiales dans les populations naturelles. Au fil des années, cette semence initiale subit progressivement la sélection massale dans les jardins potagers suivant les préférences des producteurs. Aussi, la mise en culture aurait favorisé la suppression progressive des caractères sauvages des accessions collectées dans les jardins potagers dont la petite taille, le cycle végétatif court et les petites feuilles alors que celles prélevées dans les populations spontanées conservent toujours ces caractères sauvages. En effet, les accessions collectées dans les jardins potagers ont bénéficié d'un temps de domestication plus long que celles récemment prélevées dans les populations spontanées. La domestication entraîne automatiquement une évolution progressive des populations cultivées qui ont tendance à se différencier des populations sauvages dont elles sont issues. Les plantes domestiquées sont caractérisées par l'hypertrophie des organes récoltés comme les tiges, les feuilles et les fruits, le rendement élevé, l'uniformité, le goût ou la couleur (Bouharmont, 1995). L'impact de la sélection sur la variabilité de *Cleome gynandra* L. a déjà été rapporté par plusieurs auteurs dont K'Opondo (2011) et Masuka *et al.* (2012) sur des accessions du Kenya et du Zimbabwe. Le facteur «zone climatique» qui a un coefficient de détermination d'environ R^2 = 30 % est le deuxième facteur ayant le plus influé sur la diversité de *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso. En effet, les valeurs des coefficients de détermination (R^2) montrent que la zone climatique explique mieux la variance de plusieurs caractères que les autres facteurs et qu'elle a un effet significatif sur l'expression d'un plus grand nombre de caractères. Les performances agronomiques des accessions de la zone soudano-sahélienne plus élevées par rapport à celles des zones climatiques sahélienne et soudanienne suggèrent que la zone climatique soudano-sahélienne correspond mieux aux exigences écologiques de *Cleome gynandra* L. Les performances agronomiques de la zone sahélienne sont assez proches de celles de la zone sahélo-soudanienne. *Cleome gynandra* L. serait mieux adapté à la zone soudano-sahélienne à pluviométrie moyenne (600-1100 mm d'eau par an) et dans une certaine mesure à la zone climatique sahélienne à pluviométrie faible (500 mm d'eau par an). Les plus faibles performances agronomiques obtenues dans la zone climatique soudanienne pourrait être dues à la très forte pluviométrie de cette zone (>1100mm d'eau par an) qui, au fil des années, a conditionné l'adaptation de *Cleome gynandra* L. se traduisant par la réduction de la taille des plantes. De fait, selon Mnzava et Chigumira-Ngwerume (2004), *Cleome gynandra* L. est rarement rencontré dans les régions très humides. Les différences entres les performances agronomiques des accessions des trois zones climatiques pourraient aussi être attribuées au nombre plus élevé de jardins potagers dans la zone sahélo-soudanienne que dans les autres zones et par l'existence d'une distribution géographique de la diversité de *Cleome gynandra* L. suivant le gradient climatique du Burkina Faso. Une structuration de la diversité de *Cleome gynandra* L. suivant l'origine géographique des accessions a été déjà rapportée par Omondi-Wasonga (2014) qui a observé des différences très significatives sur le plan agromorphologique entre les accessions du Kenya et celles de l'Afrique du Sud. La diversité génétique mise en évidence dans cette étude pourrait être utilisée dans les programme d'amélioration de *Cleome gynandra* L. Cette amélioration pourrait se faire à partir des accessions du groupe 1 qui sont majoritairement de couleur verte et possèdent les meilleures performances agronomiques. Ces accessions, pour la plupart, proviennent des jardins potagers de la zone climatique soudano-sahélienne.

CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'existence d'une grande variabilité au sein des accessions de *Cleome gynandra* L. du Burkina Faso. A l'exception de la couleur et du nombre des pièces florales, tous les caractères étudiés ont été variables. Ces caractères portent sur les paramètres liés aux dimensions de la tige, de la feuille, du fruit et le cycle végétatif de la plante. Une structuration de la diversité agromorphologique en quatre groupes a été observée. Cette structuration est à la fois influencée par les pratiques paysannes et la zone géographique de collecte des accessions. Ainsi, les accessions vertes de grande taille à cycle végétatif long, très appréciées par les producteurs et les consommateurs, se rencontrent majoritairement dans les jardins potagers de la zone soudano-sahélienne alors que les accessions violettes, de petite taille et à cycle végétatif précoce se rencontrent majoritairement dans les populations spontanées. La diversité génétique observée dans cette étude constitue un atout important pouvant être exploitée dans les programmes d'amélioration variétale de *Cleome gynandra* L. au Burkina Faso.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par la Fondation Internationale pour la Science (IFS), Suède, à travers une bourse accordée à Monsieur KIEBRE Zakaria.

BIBLIOGRAPHIE

Agbo A.E, Kouamé C, Anin A.O.L, Soro L.C, N'zi J-C, Fondio L. and Gnakri D., 2014 Seasonal variation in nutritional compositions of spider plant (*Cleome gynandra* L.) in South Côte d'Ivoire. International Journal of Agricultural Policy and Research 2: 406-413

Aljane F. et Ferchini A., 2007. Caractérisation et évaluation de six cultivars du caprifiguier (*Ficus carica* L.) en Tunisie. Plant Genetic Resource Newsletter, 151, 22-26.

Bationo-Kando P., Sawadogo B., Nanéma K. R., Kiébré Z., Sawadogo N., Kiébré M., Traoré R. E., Sawadogo M. and Zongo J.D., 2015. Characterization of *Solanum ethiopicum* (Kumba group) in Burkina Faso. International Journal of Sciences and Nature. 6 (2): 169-176

Bouharmont J., 1995. Création variétale et amélioration des plantes. Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de l'amélioration de la production végétale, Hatier. Paris, 313-337.

Chalker-Scott L., 1999. Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses. Photochemistry and Photobiology, 70 (*1*): 1-9.

Chweya J.A, and Mnzava N.A., 1997. Cat's whiskers. *Cleome gynandra L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 11. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 54 p.

Demarly Y. et Sibi M., 1996. Amélioration des plantes et Biotechnologies. 2ème édition mise à jour, Ed. John Libbey Eurotext, 170 p.

IPGRI, 2002. La place des ressources phytogénétiques dans le renouveau de l'Afrique, Bulletin pour l'Afrique au sud du Sahara, N°17 Juillet 2002, 12 p.

K'Opondo F.B.O., 2011. Morphological characterization of selected spiderplant (*Cleome gynandra* L.) types from western Kenya. Annals of Biological Research, 2 (*2*): 54- 64.

Kiébré Z., Bationo/Kando P., Nanéma K.R., Sawadogo M. et Zongo JD., 2015a. Caractérisation agromorphologique du caya blanc (*Cleome gynandra* L.) de l'Ouest du Burkina Faso, *International* Journal of Innovation and Applied Studies, 11(1): 156-166

Kiébré Z., Bationo/Kando P., Sawadogo N., Sawadogo M. and Zongo JD., 2015b. Selection of phenotypic interests for the cultivation of the plant *Cleome gynandra* L. in the vegetable gardens in Burkina Faso. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 3(3): 288 - 297

Marchenay P. et Lagarde M.F., 1986. Guide de prospection-A la recherche des variétés locales de plantes cultivées. Groupe de recherche et de développement sur le patrimoine génétique animal et végétal de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 211 p.

Masuka A., Goss M. and Mazarura U., 2012. Morphological Characterization of Four Selected Spider Plant (*Cleome Gynandra* L.) Morphs from Zimbabwe and Kenya. Asian Journal of Agriculture and Rural Development, 2 (*4*): 646 – 657.

Meda N.T.R., Bangou M.J., Bakasso S., Millogo-Rasolodimby J. and Nacoulma O.G., 2013. Antioxidant activity of phenolic and flavonoid fractions of *Cleomegynandra* and *Maerua angolensis* of Burkina Faso, Journal of Applied Pharmaceutical Science, 3 (2): 036-042

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*. Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6 (3) : 1003-1018.

Mnzava N.A. & Chigumira Ngwerume, F. C. 2004. *Cleome gynandra* L. [Internet] Fiche de Protabase. Grubben, G.J.H. et Denton, O.A. (Éditeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas.

Omondi -Wasonga, D., 2014. *Phenotypic characterization of kenyan and South african spider plant* (Cleome gynandra *L.) ecotypes*, Thesis, Univ. Nairobi, 110 pages

Sawadogo N., 2015. Diversité génétique des sorghos à grains sucrés [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH] du Burkina Faso, Thèse de doct., Univ. Ouaga, 185 p.

Soro C.L., Ocho-Anin Atchibr I.A.L., Armand K.K.K. et Christophe K., 2012. Évaluation de la composition nutritionnelle des légumes feuilles, J. of Appl. Biosci. 51: 3567 – 3573.

Thiombiano A. et Kampmann D., (ed), 2010. Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome II : Burkina Faso, Ouagadougou et Frankfurt/Main.

Traore E.R., 2014. Étude de la diversité du taro *(Colocasia esculenta* (L.) Schott.*):* cas d'une collection du Burkina Faso et d'une collection internationale. Thèse de doct., Université de Ouagadougou (Burkina Faso).

Vom Brocke K., Christinck A., Weltzien E.R., Presterl T. and Geiger H.H., 2003. Farmer's seed systems and management practices determine pearl millet genetic diversity patterns in semiarid regions of India. *Crop Sci*., 43 : 1680-1689.