



Etude de la variation de quelques caractères morphologiques d'un échantillon de *Sclerocarya birrea* au Burkina Faso

Pauline BATIONO/KANDO^{*}, Jean Didier ZONGO, Romaric K. NANEMA et Ernest R. TRAORE

Laboratoire de Génétique et de Biotechnologie Végétales, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou, 09 BP 848 Ouagadougou 09, Burkina Faso.

^{*} Auteur correspondant, E-mail: pauline_bationo@univ-ouaga.bf, bationopauline@yahoo.fr

RESUME

Le prunier d'Afrique, *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., est une Anacardiaceae principalement des savanes sahélo-soudaniennes. La sous espèce *birrea*, très répandue en Afrique Occidentale demeure sous utilisée. La description morphologique de 103 pieds de *S. birrea* subsp *birrea* le long d'un transect Nord-Sud (gradient climatique) au Burkina Faso a été faite en utilisant 15 caractères quantitatifs du fruit et du port des arbres. Cette étude a mis en évidence l'existence d'une variabilité et de différences très significatives au sein de cet échantillon, pour tous les caractères étudiés. De très fortes corrélations ont été trouvées entre les caractéristiques des fruits mais aussi entre celles des fruits et celles des noyaux. Les fortes et très significatives corrélations trouvées, entre le poids des fruits et le poids de la matière fraîche d'une part et entre le poids des fruits et le poids des graines d'autre part, montrent que la taille est un bon indicateur de production de pulpe et de graine. L'analyse multivariée montre que la diversité morphologique est structurée avec répartition des arbres en quatre groupes distincts basés sur les caractères discriminants suivants : le diamètre du fruit (DF), le nombre de graines par noyau (NG), le poids de la graine (PG), la hauteur du fût (HF) de l'arbre et le nombre de branches principales (NB). La grande variabilité pour tous les caractères montre qu'il existe un potentiel pour des sélections en vue de l'amélioration de cette espèce.

© 2008 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Sclerocarya birrea* subsp *birrea*, variabilité morphologique, Burkina Faso

INTRODUCTION

Le prunier d'Afrique, *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., est une Anacardiaceae répandue en zone sahélo-soudanienne depuis le Sénégal jusqu'en Ethiopie et en Erythrée, et vers le sud jusqu'en Namibie, au Botswana, au Zimbabwe, au Mozambique, en Afrique du sud, au Swaziland et en Ouganda, où elle a un intérêt traditionnel important (Hall, 2002). Elle présente trois sous espèces (Kokwaro, 1986). *Sclerocarya birrea* subsp *birrea* est commune en Afrique Occidentale, *S. birrea* subsp *multifolialata* (Engl.) kokwaro est distribuée principalement en Tanzanie et *S. birrea* subsp *caffra* (Sond.) kokwaro est abondante en Afrique australe.

Au Burkina Faso *Sclerocarya birrea* subsp *birrea* se rencontre dans toutes les zones climatiques. Il se rencontre parfois en peuplement pur et dense. L'espèce fait l'objet de multiples usages et est considérée par les populations de certaines zones du sahel comme une des essences ligneuses prioritaires (Ouédraogo et al., 1999).

Dans beaucoup de pays africains, les produits forestiers non ligneux sont restés longtemps des ressources sous utilisés. Leur connaissance et leur exploitation relèvent de traditions ancestrales. C'est seulement ces dernières années, que des initiatives en agroforesterie visant à intégrer des arbres à produits commercialisables dans les systèmes agricoles ont été menées par divers pays

© 2008 International Formulae Group. All rights reserved.

(Tchiégang et al., 1999 ; Leakey et al., 2000 ; Soloviev et al., 2003 ; Kadzere et al., 2006). Des analyses physicochimiques des fruits sauvages de consommation locale ont été entreprises en Afrique de l'ouest et centrale sur certaines espèces telles que *Annona segalensis*, *Irvingia gabonensis*, *Dacryodes edulis*, *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, *Parkia biglobosa*, *Zizyphus mauritiana* (Clergé et al., 1999 ; Leakey et al., 2000, 2002 ; Pierre et al., 2003 ; Irene et al., 2006).

Les études sur la variation et la qualité du fruit de *Sclerocarya birrea* se sont concentrées sur l'extrême sud de son aire de répartition. Des collections de fruits, de noyaux et de graines d'arbres de *S. birrea* du Kenya, de l'Afrique du sud et de la Namibie ont été analysées pour leur composition nutritionnelle et minérale et pour leur variation (Thiong'o et al., 2002 ; Leakey et al., 2005a, 2005b). Leakey et al. (2005a) ont trouvé une variation significative pour le poids du fruit, le poids de la pulpe et du tégument du fruit. Ils ont montré aussi qu'il existait une grande variation pour les caractéristiques du noyau et de la graine (poids du noyau, de la graine, de la coque du noyau et nombre de graines par noyau) au sein d'échantillons de fruits de *Sclerocarya birrea* subsp *caffra* d'Afrique du sud et de Namibie. Ils ont également trouvé l'existence de nombreuses corrélations significatives entre les caractères des fruits, des noyaux, tout comme, pour d'autres fruitiers sauvages d'Afrique de l'ouest et centrale tels que, *Irvingia gabonensis* (Atangana, 1999 ; Atangana et al., 2001), *Dacryodes edulis* (Leakey et al., 2002).

La présente étude, qui porte sur *Sclerocarya birrea* subsp *birrea* évalue la variabilité phénotypique de quelques caractères dans un échantillon du Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

La caractérisation concerne 103 arbres identifiés le long d'un transect orienté nord-sud du Burkina Faso (Figure 1) en suivant le gradient climatique. Un lot de fruits mûrs a été collecté sur chaque pied au mois de mai 2007 pour constituer un échantillon de base, duquel dix fruits ont été prélevés au hasard pour effectuer les mesures et les pesées.

En se basant sur les travaux de Leakey et al. (2000, 2005a, 2005b), 15 paramètres ont été utilisés pour caractériser la diversité génétique chez *S. birrea*. Il s'agit de :

- la hauteur de l'arbre (HT) et du fût (HF), le diamètre du tronc (DM) et le nombre de branches principales (NB) relatifs au port des arbres ;

- la longueur (LF) et le diamètre (DF) des fruits, l'épaisseur du noyau (EN), le poids du fruit entier (PF), le poids du tégument du fruit (PE), le poids du noyau (PN), le poids des graines par noyau (PG), le poids de la pulpe (PP), de la coque du noyau (CN), le poids de la matière fraîche (MF), le nombre de graines par noyau (NG), relatifs aux dimensions des fruits.

Des variables ont été calculées à partir des données observées. Il s'agit des rapports entre le poids de la matière fraîche et le poids du fruit entier (MF/PF), le poids de la pulpe et le poids du fruit (PP/PF), le poids de la coque du noyau et le poids du noyau (PK/PN), le poids de la graine et le poids du noyau (PG/PN), le poids du noyau et le poids du fruit entier (PN/PF).

Pour le traitement des données, les logiciels EXCEL et XLSTAT-pro ont été utilisés. L'analyse de variance a permis d'apprécier les différences entre les arbres pour les différentes variables. Les relations entre caractères ont été étudiées à partir des corrélations totales. Le regroupement des arbres a été obtenu à partir d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). L'analyse factorielle discriminante (AFD) a permis de caractériser les groupes formés par la CAH.

RESULTATS

Caractéristiques des fruits des arbres

Le tableau 1 présente les performances et les résultats de l'analyse de variance des différents caractères des fruits mesurés pour l'ensemble des arbres ; le tableau 2, les résultats de l'analyse de variance intersites.

La longueur (LF) et le diamètre (DF) des fruits

Les tableaux 1 et 2, montrent un effet significatif pour la longueur des fruits (LF) et le diamètre des fruits (DF) entre les arbres pour l'ensemble de la zone d'étude et entre les sites. Les fruits les plus volumineux proviennent du site de Tabou (TB) qui atteignent en moyenne 3,2 cm pour la

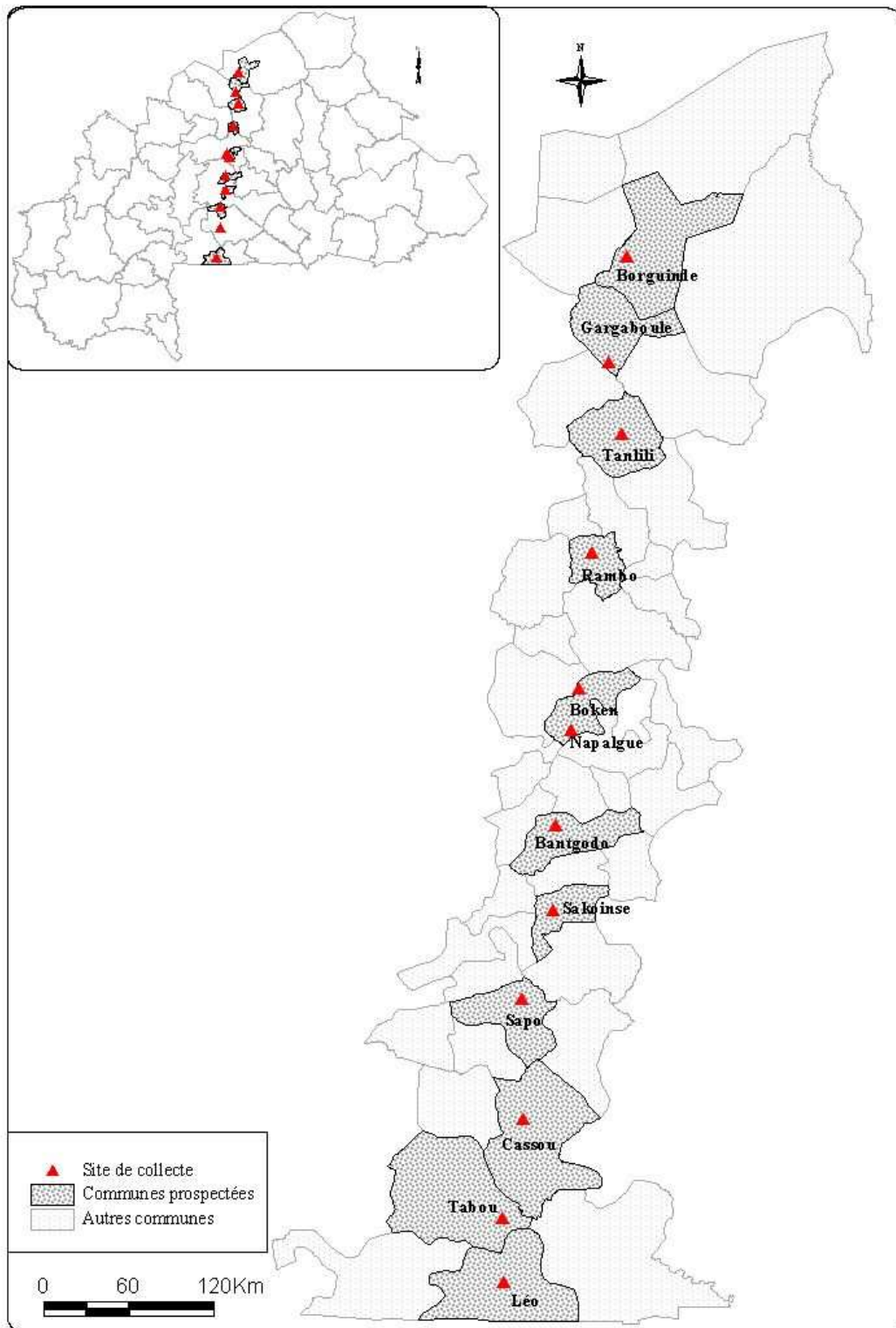


Figure 1: Zone d'étude.

longueur et 3,5 cm pour le diamètre. Pour l'ensemble des sites (Tableau 1), la longueur et le diamètre des fruits varient respectivement de 2-4 cm et de 2,24-3,71 cm, avec respectivement des écarts types de 0,3 et 0,34 très faibles. Les coefficients de variation sont également faibles, soit 10,2% pour LF et 12,06% pour DF. A l'intérieur des sites la valeur du coefficient de variation oscille entre 6 et 12% pour LF et 7 et 14% pour DF.

Le poids du fruit entier (PF)

Les résultats de l'analyse de variance (Tableau 1), montrent qu'il existe une différence hautement significative pour le poids du fruit. Le poids du fruit varie de 7,23 à 26,62 g. La moyenne déterminée sur l'ensemble des arbres est de 15,5 g, avec un écart type et un coefficient de variation très élevés. Entre les sites (Tableau 2), le poids du fruit varie de 13,6 g (site de Sapu) à 21,7 g pour le site de Tabou. Le coefficient de variation à l'intérieur des sites varie de 12 à 37%.

Les poids du tégument (PE), de la pulpe (PP) et de la matière fraîche (MF) des fruits

Le poids du tégument du fruit, le poids de la pulpe et le poids de matière fraîche du fruit présentent des différences hautement significatives entre les arbres de l'ensemble de la zone d'étude (Tableau 1) et entre les sites (Tableau 2). Les écarts types de 1,75, 2,8 et

4,13, respectivement pour PE, PP et MF sont élevés. Les coefficients de variation sont assez proches et très élevés, soit 33% pour PE, 36,3% pour PP et 31,6% pour MF. Au niveau intersites (Tableau 2), les fruits les plus riches en pulpe et en matière fraîche proviennent du site de Tabou. Les rapports poids de la matière fraîche-poids du fruit entier (MF /PF) et poids de la pulpe-poids du fruit (PP/PF) (Tableau 3), montrent que le poids du fruit est attribuable à hauteur de 84% à la matière fraîche et que la pulpe contribue pour moitié au poids du fruit.

Caractéristiques du noyau et de la graine

Le tableau 4 présente les performances des arbres et les résultats de l'analyse de variance pour les caractéristiques du noyau et de la graine pour l'ensemble de la zone d'étude. Le tableau 5, quant à lui, donne les résultats de l'analyse de variance entre les sites.

L'épaisseur du noyau (EN)

Les tableaux 4 et 5 montrent un effet significatif pour le caractère épaisseur du noyau (EN). Il varie de 0,95 à 1,84 cm avec un écart type de 0,16 très faible. Le coefficient de variation de 12,7% est peu élevé. A l'intérieur des sites, il varie de 10 à 16%.

Tableau 1: Performances moyennes des arbres pour les dimensions des fruits et résultats de l'analyse de variance (F).

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient de Variation (%)	F
LF (cm)	2.18	3,68	2.94	0.34	10.2	**
DF (cm)	2.24	3.71	2.85	0.41	12.06	**
PF (g)	7.23	26.62	15.55	4.76	30.6	**
PE (g)	2.54	9.88	5.32	1.75	33	**
PP (g)	3.31	15.67	7.78	2.8	36.4	**
MF (g)	5.85	22.73	13.09	4.13	31.6	**

** : significatif au seuil de 5%

Tableau 3: Performances des arbres pour les variables calculées à partir des mensurations des fruits.

Rapports	minimum	maximum	moyennes
PP/PF	0.29	0.63	0.50
MF/PF	0.77	0.89	0.84
CN/PN	0.76	0.92	0.86
PG/PN	0.08	0.24	0.14
PN/PF	0.11	0.23	0.16

Le nombre de graines par noyau (NG)

Le caractère nombre de graines (NG) présente une différence très significative entre les sites (Tableau 5) et au sein de l'ensemble de l'échantillon. Il varie de 1,4 à 2 graines entre les sites et de 1 à 3 graines pour l'ensemble de la zone d'étude. Pour l'ensemble des fruits échantillonnés il est de 0 à 3 graines par noyau. Les noyaux à 2 graines sont les plus communs, soit 63% de l'effectif total. L'écart type intrasite qui varie de 0,31 à 0,63 et celui de l'ensemble de la zone d'étude (Tableau 4) sont proches et faibles. Par contre, les coefficients de variation sont très élevés, soit 25% pour l'ensemble de la zone d'étude et 21 à 47% pour les sites.

Le poids du noyau (PN), le poids de la graine (PG) et le poids de la coque (CN)

Les résultats des analyses de variance (tableau 4 et 5) montrent qu'il existe des différences hautement significatives entre les sites et pour l'ensemble de la population pour le poids du noyau (PN), le poids de la graine (PG) et le poids de la coque du noyau (CN). Le poids du noyau varie de 0,92 à 4,36 g, celui de la graine de 0,13 à 0,69 et celui de la coque de 0,70 à 3,86. Les écarts types de 0,76, 0,13 et de 0,6 respectivement pour PN, PG et NC sont peu élevés. Par contre les coefficients de variation sont très élevés, soient 30,8% pour PN, 37,4% pour PG et 31,3% pour CN. A l'intérieur des sites il varie de 19-41% pour PN, 23-72% pour PG et 22-39% pour CN. Les rapports (Tableau 3) poids de la coque/poids du noyau (CN/PN) et poids de la graine/poids du noyau (PG/PN) montrent que le poids du noyau est essentiellement constitué par celui de la coque (86%).

Caractères morphologiques des arbres

Les performances des arbres et les résultats des analyses de variance pour les

quatre variables mesurées sont donnés dans les tableaux 6 et 7.

Hauteur totale de l'arbre (HT)

D'après le tableau 6, la moyenne de la hauteur des arbres est de 7,66 m avec un écart type (1,48) et un coefficient de variation (19%) qui sont élevés. La plupart des individus, soit 80% ont une hauteur comprise entre 5 et 9m. L'analyse de variance montre une différence significative entre les sites et dans l'ensemble de la zone d'étude pour ce caractère. Le tableau 7 montre une variation intersite de la hauteur des arbres, de 7 à 9 m avec une diminution de la hauteur moyenne du Sud (site de Tabou) au Nord (site de Gargabouli). Les valeurs du coefficient de variation à l'intérieur des sites sont de 7% pour la minimale et 21% pour la maximale. Cette dernière est supérieure à celle de l'ensemble de la zone d'étude.

Diamètre du tronc (DM)

Pour le caractère diamètre du tronc mesuré à 1,30 m, 78% de l'effectif total ont un diamètre compris entre 20 et 40 cm. L'analyse de variance (Tableau 6) montre qu'il y a une différence significative entre les sites pour ce caractère. Par contre pour l'ensemble de tous les arbres la différence n'est pas significative. L'écart type de 8,44 est très grand. Le coefficient de variation (29%) est élevé. Les valeurs du coefficient de variation à l'intérieur des différents sites varient de 14% pour le site de Tanlili (TA) à 33% pour le site de Sapou (SP). Ces valeurs, inférieures à 29% pour le minimum et légèrement supérieures à 29% pour le maximum, sont également élevées. **Hauteur du Fût (HF)**

La moyenne de l'ensemble des sites est de 2,03 m, avec un minimum de 0,66 m et un maximum de 3,8 m. La distribution de

Tableau 4: Performances moyennes des noyaux et des graines et résultats de l'analyse de variance (F).

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation (%)	F
EN (cm)	0.95	1.84	1.33	0.16	12.7	**
NG	0.50	2.83	1.60	0.4	25	**
PN (g)	0.92	4.36	2.46	0.76	30.8	**
PG (g)	0.13	0.69	0.35	0.13	37.4	**
CN (g)	0.70	3.86	2.11	0.6	31.3	**

** : significatif au seuil de 5%

l'ensemble des arbres pour le caractère hauteur du fût, montre, qu'une très forte majorité des individus, soit 81% à une hauteur du fût se situant dans l'intervalle de 0,66 à 2,5m. L'analyse de variance montre une différence significative entre les individus pour ce caractère. Les écarts types de 0,57 pour l'ensemble de la zone d'étude et 0,26 à l'intérieur des sites sont faibles. Le coefficient de variation de 28% est élevé.

Nombre de branches principales (NB)

Les résultats de l'analyse de variance (Tableau 6) montrent un effet significatif entre les sites et entre les arbres pour le caractère nombre de branches principales. Le nombre varie de 2 à 4 branches, avec une moyenne de 2,15 et un écart type de 0,4 faible. Celui intersites, varie de 2,57 à 2,07. Le coefficient de variation qui n'est que de 19% pour l'ensemble de la zone d'étude et (13-20%) à l'intérieur des sites est moyen. 87% de l'effectif total ont chacun 2 branches principales.

Corrélations entre les caractères

La matrice de corrélation entre les caractères étudiés (Tableau 8) montre qu'il existe de nombreuses corrélations positives et très hautement significatives entre les caractères des fruits, les caractères des noyaux et les caractères de la graine.

Quelques corrélations importantes entre les caractères des fruits, des noyaux et des graines sont les suivantes :

- Longueur du fruit (LF) et diamètre du fruit (DF), avec $r = 0,79$
- Longueur du fruit (LF) et poids du fruit (PF), avec $r = 0,75$
- Longueur du fruit (LF) et poids de la pulpe (PP), avec $r = 0,66$
- Longueur du fruit (LF) et poids de la graine (PG), avec $r = 0,62$

- Poids du fruit (PF) et poids de la pulpe (PP), avec $r = 0,93$
- Poids du fruit (PF) et poids de la matière fraîche (MF), avec $r = 0,99$
- Poids du fruit (PF) et poids de la graine (PG), avec $r = 0,73$

La seule corrélation significative entre les caractères morphologiques des arbres est celle entre la hauteur totale de l'arbre (HT) et le diamètre du tronc (DM) $r=0,59$. Aucune corrélation importante n'est établie entre les caractères des fruits et les caractères étudiés sur la morphologie des arbres.

Analyses multivariées

La classification ascendante hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique porte sur 9 variables (compte tenu des corrélations entre les caractères 6 variables ont été éliminées afin d'éviter la redondance). Réalisée sur les moyennes pondérées et des distances euclidiennes, la CAH donne l'arbre présenté en figure 2. Une troncature au niveau d'inertie 68,49 donne quatre groupes dont les effectifs respectifs sont de 20, 19, 36 et 28 arbres. La répartition des arbres dans les différents groupes représentée par le tableau 9 montre que la diversité est structurée sans distinction de site et de zone climatique. Chaque groupe est constitué d'arbres venant de presque tous les sites, à l'exception de Tabou situé au Sud.

L'analyse factorielle discriminante (AFD)

L'analyse factorielle discriminante effectuée sur la base des quatre groupes donne une valeur observée de F égale à 19,11 alors que la valeur critique de F est 1,53 avec une probabilité de 0,001 qui montre que ces groupes sont des entités distinctes qui diffèrent les unes des autres avec les caractéristiques consignées dans le tableau 10.

Tableau 6: Performances moyennes des arbres pour les dimensions du port et résultats de l'analyse de variance (F).

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient de Variation (%)	F
HT (m)	4.40	11.95	7.66	1.48	19.3	**
DM (cm)	10.00	47.00	28.91	8.44	29.2	**
HF (m)	0.66	3.8	2.03	0.57	28	**
NB	2	4	2.15	0.40	19	**

** : significatif au seuil de 5%

L'ANOVA indique que les caractères discriminants sont DF, NB, PG, HF et NB. Avec 96,12% des arbres bien classés, les groupes formés sont représentatifs de la variabilité totale. Les deux premiers axes représentent 97,6% de la variabilité totale. Le premier axe qui l'explique à 79,14% est fortement corrélé avec les variables DF, NG, et PG, c'est l'axe de la performance du fruit et de la graine. L'axe 2, qui l'explique avec 18,46% de la variabilité observée, est fortement corrélé avec HF et NB, c'est l'axe de l'envergure des arbres. Le tableau 10 et la position des centres de gravité des groupes sur le plan 1 et 2 formé par ces deux axes (figure 3) permettent de les caractériser comme suit :

Le groupe 1, très fortement et positivement corrélé à l'axe 1 est celui des arbres à performances élevées pour DF, NB, et PG.

Le groupe 2 est fortement et négativement corrélé à l'axe 1, mais positivement corrélé à l'axe 2; c'est le groupe des arbres à fût haut et à nombre de branches élevé.

Le groupe 3 est moyennement corrélé à l'axe 1. Il constitue le groupe des arbres à performance moyenne pour les caractéristiques du fruit et de la graine. Le groupe 4 est fortement et négativement corrélé aux deux axes, c'est le groupe des arbres à performances faibles pour tous les caractères. La répartition géographique des types d'arbres montre que les quatre types se retrouvent dans presque tous les sites.

DISCUSSION

La présente étude, qui évalue la morphologie a permis de mettre en évidence que *Sclerocarya birrea* subsp *birrea* est caractérisée par une importante variabilité intraspécifique, tant au niveau intrapopulation qu'interpopulation. Les résultats sont comparables à ceux de la subsp *caffra* en Afrique australe (von Maydell, 1983 ; Nerd et al., 1993 ; Thiong'o et al., 2002 ; Leakey et al., 2005a, 2005b, 2005c). En effet, les valeurs moyennes de la longueur du fruit, du diamètre du fruit et de l'épaisseur du noyau se situent entre celles rapportées par von Maydell (1983), 3 à 3,5 cm de long et 3 à 4 cm de diamètre, et celle de Thiong'o et al. (2002), 3 à 5 cm de diamètre. Les valeurs des écarts types montrent que les valeurs sont peu

dispersées autour de la moyenne. Avec des coefficients de variation peu élevés, la variabilité est effectivement faible pour ces trois caractères. Par contre, les coefficients de variation sont très élevés pour les caractéristiques du fruit (PF, PP, PE et MF), les caractéristiques du noyau et de la graine (PN, NG, PG et CN), indiquant une très grande variabilité entre les arbres pour ces variables. Ces résultats sont identiques à ceux de Leakey et al. (2005a, 2005b). Les pourcentages de 84% pour MF/PF et 50% pour poids de pulpe/poids de fruit (PP/PF) sont des caractéristiques importantes pour une valorisation technologique des fruits. Le tégument (peau) et la pulpe sont utilisés pour la fabrication de la bière (Shackleton, 2002), la pulpe pour produire du jus de fruit et de la gelée (Mander et al., 2002). Au Burkina Faso, le jus est pressé pour faire une agréable boisson ou est fermenté en alcool (Neya, 2006). La commercialisation des graines de *S. birrea* est en plus fréquente sur les marchés locaux et urbains burkinabè. La valeur moyenne de 14% que nous avons trouvée, supérieure à celle de Wynberg et al. (2002) et Leakey et al. (2005b), montre que la fraction comestible et commercialisable est beaucoup moins importante que le résidu, la coque.

Les caractères étudiés sur la morphologie des arbres, montrent une variation phénotypique entre les arbres dans l'ensemble de la zone d'étude et à l'intérieur des sites. A l'exception du diamètre du tronc, les écarts types montrent que les valeurs sont peu dispersées autour des moyennes pour la hauteur totale de l'arbre, la hauteur du fût et le nombre de branches. Par contre, les coefficients de variation de 19,3%, 29,2%, 28% et 19% respectivement, pour la hauteur des arbres (HT), le diamètre des troncs (DM), la hauteur des fûts (HF) et le nombre de branches principales (NB), indiquent qu'effectivement la variabilité liée à ces caractères est élevée. Les valeurs moyennes trouvées, pour la hauteur totale, la hauteur du fût et le diamètre des arbres, se situent dans l'intervalle de celles notées par Sérémé (1996) au Burkina Faso. En nous référant aux travaux de Soumaré et al. (1994), avec une hauteur moyenne de 7,66 m et un diamètre moyen de 28,9 cm, l'âge moyen des individus mesurés varie de 19-32 ans. La population est donc vieillissante. Il se pose alors un problème de

Tableau 2: Résultats de l'analyse de variance intersites pour les caractéristiques du fruit.

Caractères	SITES									Probabilité
	Tabou	Sapo	Sakouinsé	Bantogdo	Napalgué	Bokin	Rambo	Tanlili	Gargabouli	
LF (cm)	3,15 c	2,85 a	2,92 a	2,82 a	2,80 a	2,85 a	3,07 bc	3,12 c	2,97 ab	p < 0,0001
DF (cm)	3,50 ab	2,86 a	2,92 bc	2,72 a	2,77 ef	2,75 de	2,79 cd	2,90 f	2,70 f	p < 0,0001
PF (g)	21,73 d	13,6 ab	15,34 b	12,72 a	14,04 ab	13,5 ab	15,40 b	20,43 d	16,92 c	p < 0,0001
PE (g)	8,34 e	5,97 c	5,92 c	4,08 a	4,06 a	4,19 a	5,16 b	5,95 c	5,15 b	p < 0,0001
PP (g)	9,87 d	5,44 a	7,09 bc	6,32 b	7,84 c	7,19 bc	7,82 c	11,58 e	9,31 d	p < 0,0001
MF (g)	18,22a	11,41cd	13,02c	10,40d	11,91cd	11,38cd	12,98bc	17,41a	14,56b	p < 0,0001

a, b, c, d, e, f : Sur la même ligne, les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes (méthode de Duncan)

Tableau 5: Résultats de l'analyse de variance intersites pour les caractéristiques du noyau et de la graine.

Caractères	SITES									Probabilité
	Tabou	Sapo	Sakouinsé	Bantogdo	Napalgué	Bokin	Rambo	Tanlili	Gargabouli	
EN (cm)	1,44 cd	1,27 ab	1,26 a	1,28 ab	1,34 b	1,29 ab	1,32 ab	1,51 d	1,36 b	p < 0,0001
PN (g)	3,52 c	2,21 a	2,33 a	2,32 a	2,13 a	2,16 a	2,42 a	2,97 b	2,47 a	p < 0,0001
PG (g)	0,49 d	0,30 b	0,31 b	0,31 b	0,24 a	0,36 bc	0,41 c	0,45 cd	0,37 bc	p < 0,0001
CN (g)	3,03 c	1,91 a	2,01 a	2,01 a	1,90 a	1,80 a	2,01 a	2,53 b	2,10 a	p < 0,0001
NG	2,05 c	1,44 a	1,78 b	1,51 ab	1,40 a	1,44 a	1,68 b	1,88 bc	1,42 a	p < 0,0001

a, b, c, d, e, f : Sur la même ligne, les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes (méthode de Duncan)

Tableau 7: Résultats de l'analyse de variance intersites des caractères des arbres.

Caractères	SITES									Probabilité
	Tabou	Sapo	Sakouinsé	Bantogdo	Napalgué	Bokin	Rambo	Tanlili	Gargabouli	
HT (m)	9,04a	8,71a	7,31b	7,06 b	7,51ab	7,05 b	7,89ab	7,49 ab	7,13 b	p = 0,040
DM (cm)	32,97ab	23,96 b	23,13ab	26,51ab	30,49ab	30,91ab	33,62 a	31,37 ab	27,35 ab	p = 0,16
HF (m)	2,18ab	2,16 ab	2,09 b	1,87 bc	2,67 a	1,95 bc	2,25 ab	1,47 c	1,93 bc	p = 0,007
NB	2,57 a	2,07 b	2,08 b	2,07 b	2,90 b	2,36 ab	2,09 b	2,11ab	2,09 b	p = 0,2

a, b, c, d, e, f : Sur la même ligne, les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes (méthode de Duncan)

Tableau 8: Matrice de corrélation entre les caractères observés chez *Sclerocarya birrea* au Burkina Faso.

	LF	DF	PF	PE	PP	MF	EN	NG	PN	PG	CN	HT	HF	DM
DF	0.79**													
PF	0.75**	0.73**												
PE	0.69**	0.79**	0.85**											
PP	0.66**	0.55*	0.93***	0.62*										
MF	0.74**	0.71**	0.99***	0.84**	0.94***									
EN	0.64*	0.65*	0.66**	0.50*	0.63*	0.64*								
NG	0.31	0.42	0.47	0.41	0.38	0.43	0.35							
PN	0.68**	0.71**	0.86**	0.74**	0.72**	0.81**	0.64*	0.58*						
PG	0.62*	0.56*	0.73**	0.58*	0.67*	0.70**	0.57*	0.65*	0.80**					
CN	0.66**	0.71**	0.84**	0.74**	0.70**	0.79**	0.62*	0.54*	0.99***	0.72**				
HT	0.30	0.40	0.37	0.46	0.24	0.36	0.29	0.22	0.39	0.22	0.40			
HF	0.03	0.06	-0.03	-0.01	-0.07	-0.05	0.01	0.09	0.10	-0.04	0.12	0.27		
DM	0.39	0.34	0.43	0.34	0.42	0.43	0.37	0.15	0.37	0.34	0.36	0.59*	0.20	
NB	0.12	0.17	0.07	0.12	0.03	0.07	0.12	0.00	0.05	0.07	0.04	0.06	0.08	0.25

*** = Très hautement significatif, ** = hautement significatif, * = significatif

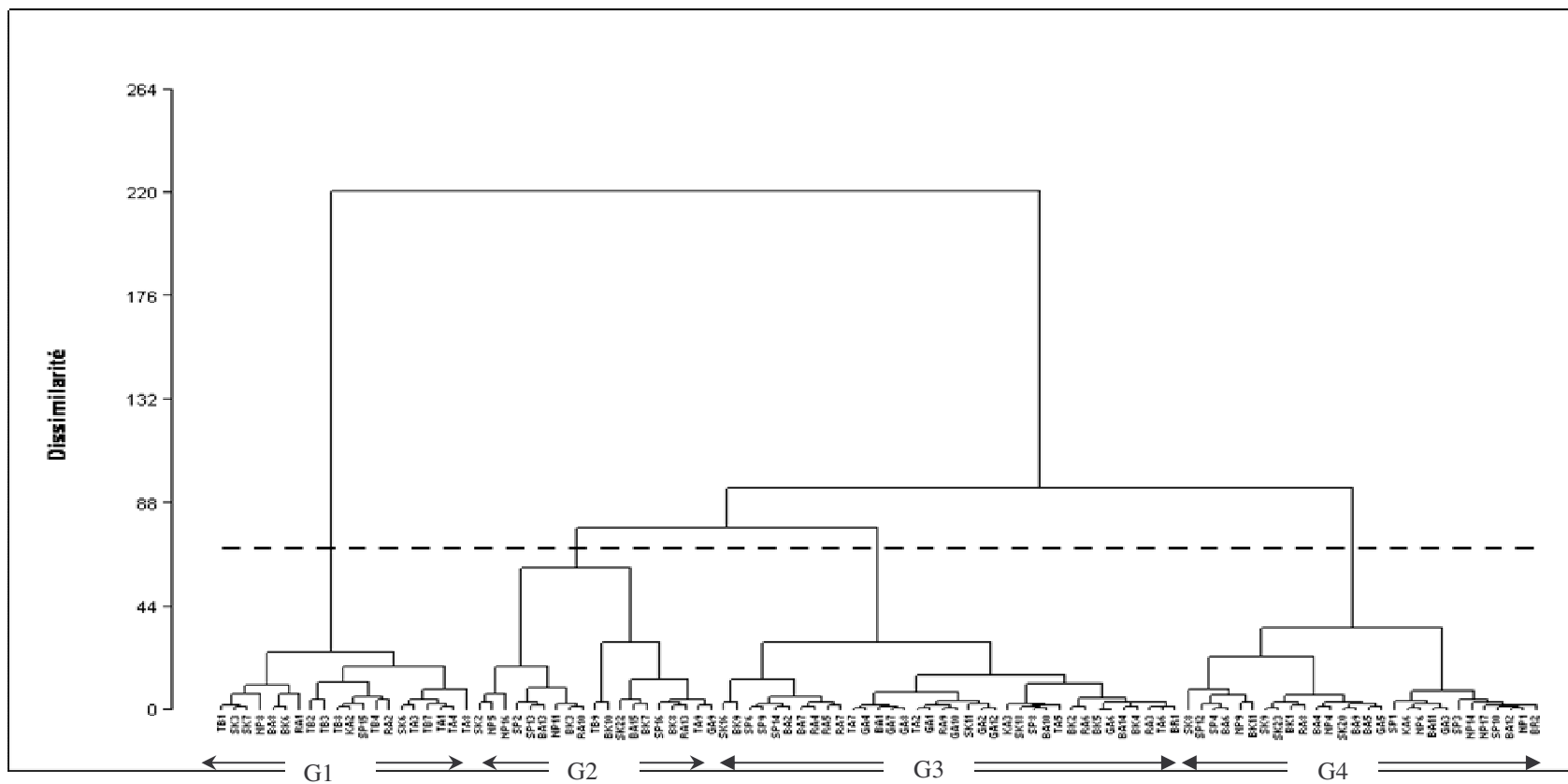


Figure 2: Dendrogramme issu de la classification ascendante hiérarchique des arbres.

Tableau 9: Composition des groupes issus de la CAH.

Groupes	Effectif	Composition
1	20	TB1 TB2 TB3 TB4 TB7 TB8 KA2 SP15 SK3 SK6 SK7 BA8 NP8 BK6 RA1 RA2 TA1 TA3 TA4 TA8
2	19	TB9 SP2 SP13 SP16 SK2 SK22 BA13 BA15 NP5 NP11 NP16 BK3 BK7 BK8 BK10 RA10 RA13 TA9 GA9
3	36	KA3 SP6 SP8 SP9 SP14 SK11 SK16 SK18 BA1 BA2 BA7 BA10 BA14 BK2 BK4 BK5 BK9 RA3 RA4 RA5 RA6 RA7 RA9 TA2 TA5 TA6 TA7 GA1 GA2 GA4 GA6 GA7 GA8 GA10 GA12 BR1
4	28	KA6 SP1 SP3 SP4 SP10 SP12 SK8 SK9 SK20 SK23 BA4 BA5 BA6 BA9 BA11 BA12 NP1 NP4 NP6 NP9 NP14 NP17 BK1 BK11 RA8 GA3 GA5 BR2

Tableau 10: Performances moyennes des groupes issus de la CAH.

GROUPE	I	II	III	IV	Signification de F observé
Effectif	20	19	36	28	
Variables					
DF (cm)	3.36	2.79	2.79	2.62	**
PF (g)	22.19	14.79	15.94	10.74	NS
EN (cm)	1.52	1.31	1.32	1.22	NS
NG	2.06	1.51	1.64	1.29	**
PG (g)	0.52	0.30	0.39	0.21	**
HT(m)	8.43	8.41	7.46	6.80	NS
HF (m)	2.04	2.57	1.84	1.99	**
DM (cm)	33.09	35.33	27.54	23.32	NS
NB	2.1	2.68	2.00	2.00	**

NS : Différence non significative; ** : Différence hautement significative

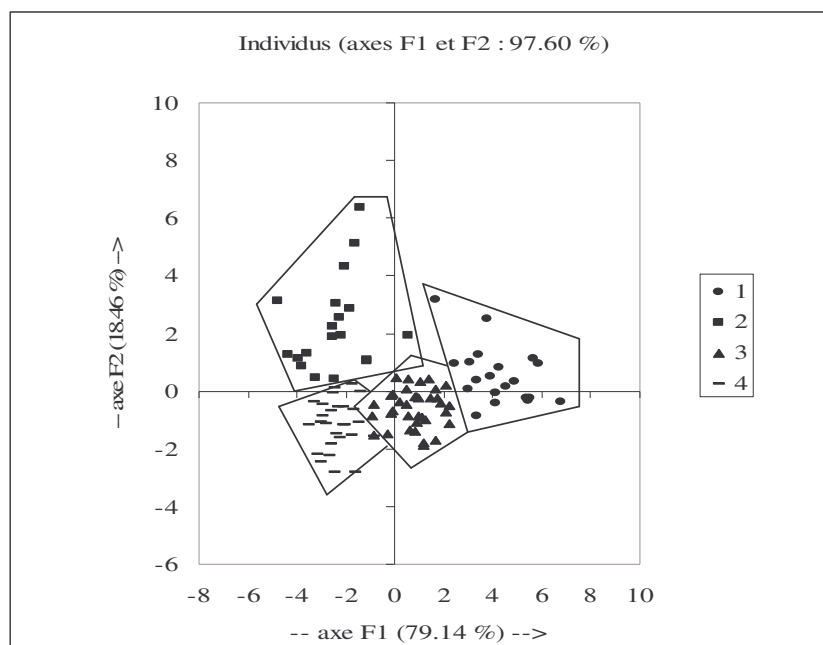


Figure 3: Représentation dans le plan 1/2 de l'AFD des arbres et des centres de gravité des groupes issus de la CAH.

régénération naturelle. La taille de l'arbre qui décroît du sud au nord pourrait être liée à la dégradation des conditions climatiques en allant vers le nord, quand on sait que la taille d'un arbre est beaucoup influencée par les facteurs environnementaux.

Les très fortes corrélations entre le diamètre du fruit et les caractères tels que le poids du fruit, le poids de la pulpe et entre le poids du fruit et le poids de la matière fraîche corroborent les résultats de Leakey et al. (2005c). Les plus gros fruits sont généralement riches en pulpe. Par contre, la forte corrélation entre le poids du fruit et le poids de la graine est en contradiction avec les résultats de Leakey et al. (2005c) pour *S. birrea* subsp *caffra* et de Atangana et al. (2002) pour *Irvingia gabonensis*. Le manque de corrélation entre le poids de la graine et le poids de la pulpe justifie bien le fait que chez *S. birrea*, le poids de la pulpe n'est pas très influencé par le nombre de graine par fruit comme c'est le cas chez beaucoup d'autres espèces (Leakey et al., 2002). L'absence de corrélations importantes entre les caractères morphologiques des arbres et les caractéristiques du fruit et de la graine, montrent qu'on peut rencontrer des grands et des petits arbres portant des gros fruits ou des petits fruits. Nous avons d'ailleurs fait ce constat sur le terrain pendant la prospection et la collecte. On remarque ainsi, que les corrélations entre les différents caractères de *S. birrea* ne sont pas bien établies. Ces conclusions confirment les résultats de Leakey et al. (2005c). Il est difficile d'établir des liens nets entre les différents caractères morphologiques.

La distinction des quatre groupes a été essentiellement faite sur la base de caractères (caractères des fruits et des graines des arbres) qui peuvent être influencés par les conditions du milieu dans lequel vivent les arbres. La part du génotype sur l'expression de ces caractères reste à faire. La répartition des arbres dans les 4 types définis par l'AFD, montre, que chaque type se rencontre dans presque tous les sites. Ce résultat semble important pour un programme de sélection et d'amélioration, car toute la variabilité est représentée dans chaque site.

Conclusion

Ces travaux nous ont permis de rassembler des informations sur le niveau et la structuration de la diversité morphologique de *Sclerocarya birrea* subsp *birrea* au Burkina Faso. Ces résultats concordent bien dans l'ensemble avec ceux de la subsp *caffra* d'Afrique du Sud et de Namibie et d'autres espèces fruitières sauvages. Pour tous les caractères étudiés, une variabilité a été observée à travers l'ensemble de la zone d'étude. C'est à partir de cette variabilité naturelle que pourront se faire d'éventuels essais d'amélioration de l'espèce.

Pour les caractères morphologiques des arbres, cette variabilité est surtout liée à l'âge et aux conditions climatiques. En ce qui concerne les fruits, les noyaux et les graines, la variabilité pour la longueur, et le diamètre du fruit et l'épaisseur du noyau est peu variable, mais très variable pour les autres caractères. Cette variabilité phénotypique est plus due au génotype des individus qu'à l'âge et aux conditions du milieu. Sur le même site on peut rencontrer des arbres ayant des grosseurs de fruits différents. L'analyse multivariée réalisée sur les valeurs mesurées a montré que ce sont la hauteur du fût, le nombre de branches principales, les dimensions du fruit, qui distinguent les arbres en quatre groupes. Le premier groupe est constitué d'arbres caractérisés par de gros fruits à pulpe. Le deuxième groupe est constitué d'arbres caractérisés par un long fût ramifié. Le troisième groupe est composé d'arbres à fruits de taille moyenne et le quatrième groupe par des arbres à fût court, peu ou non ramifié et à fruits de petits calibres.

Parmi les caractères étudiés, seuls le poids de la pulpe, le poids de la graine et le nombre de graines peuvent avoir des intérêts agronomiques. La variabilité observée étant la résultante de l'interaction de plusieurs facteurs (génétique, écologie, âge etc.), d'autres études mettant en œuvre d'autres méthodes permettront d'aborder l'effet de ces différents facteurs. Ce n'est qu'après cela que l'amélioration véritable pourra se faire.

BIBLIOGRAPHIE

Atangana A. 1999. Caractérisation biophysique de *Irvingia gabonensis* de la zone de forêt dense humide de basse

- altitude du Cameroun. MSc Thesis, University of Yaoundé, Cameroon, p.94.
- Atangana AR, Tchoundjeu Z, Foudoun J, Asaah E, Ndoumbe M, Leakey RRB. 2001. Domestication of *Irvingia gabonensis*. 1. Phenotypic variation in fruit and kernels in two populations from Cameroon. *Agroforestry Systems*, **53**: 55-64.
- Atangana A, Asaah E, Tchoundjeu Z, Schreckenber K, Leakey RRB. 2002. Biophysical characterisation of *Dacryodes edulis* fruits in three markets in Cameroon. In *3ème Séminaire International sur la Valorisation du Safoutier et Autres Oléagineux Non-conventionnels*, Kengue J, Kapseu C, Kayerm GJ (eds). Presse Universitaires d'Afrique: Yaoundé; 106-118.
- Guira M. 1997. Etude de la phénologie et de la variabilité de quelques caractères chez le karité, *Butyrospermum paradoxa* subsp *parkii* (G. Don) Hepper (Sapotaceae) dans les champs et jeunes jachères dans la moitié ouest du Burkina Faso. Thèse de 3è cycle, Université de Ouagadougou, p.166.
- Hall JB. 2002. Ressources Végétales de l'Afrique Tropicale. Précurseur-Programme PROTA : Wageningen, Pays-Bas ; 144-148.
- Kadzere I, Watkins CB, Mervin Ian V, Akinnifesi KF, Saka JDK, Mhango J. 2006. Fruit variability and relationships between color at harvest and quality during storage of *Uapaca kirkiana* (Muell. Arg.) Fruit from natural woodlands. *HORTScience*, **41**: 352-356.
- Kokwaro JO. 1986. Anacardiaceae. In *Flora of Tropical East Africa*, Polhill RM, Balkema AA (eds). Rotterdam, The Netherlands; 42-45.
- Leakey RRB, Fondoum JM, Atangana A, Tchoundjeu Z. 2000. Quantitative descriptors of variation in the fruits and seeds of *Irvingia gabonensis*. *Agroforestry Systems*, **50**: 47-58.
- Leakey RRB, Atangana AR, Kengni E, Warahiu AN, Usoro C, Tchoundjeu Z, Anebeh PO. 2002. Domestication of *Dacryodes edulis* in West and Central Africa: characterization of genetic variation. *Forest, Trees and Livelihoods*, **12**: 57-71.
- Leakey RRB, Shckleton S, du Plessis P. 2005a. Domestication potential of Marula (*Sclerocarya birrea* subsp *caffra*) in South Africa and Namibia: 1 Phenotypic variation in fruit traits. *Agroforestry System*, **64**: 25-35.
- Leakey RRB, Pate K, Lombard C. 2005b. Domestication potential of Marula (*Sclerocarya birrea* subsp *caffra*) in South Africa and Namibia: 2 Phenotypic variation in nut and kernel traits. *Agroforestry System*, **64**: 37-49.
- Leakey RRB. 2005c. Domestication potential of Marula (*Sclerocarya birrea* subsp *caffra*) in South Africa and Namibia: 3 Multiple trait selection. *Agroforestry System*, **64**: 51-59.
- Mander M, Cribbin J, Lewis F. 2002. The commercial marula industry: a sub-sector analysis. Report to UK DFID Forestry Research Program (Project No R7795). Institut of Natural Resources, Scottsville, South Africa, p. 79.
- Nerd A, Mizrahi Y. 1993. Domestication and introduction of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) as a new crop for the Negev desert of Israel. In *New Crops*, Janick J, Simon JE (eds). Wiley: New York, USA; 496-499.
- Neya O. 2006. Conservation of tree from tropical Dry-Lands. PhD Thesis, Wageningen University, Pays-Bas, p.195.
- Ouédraogo SJ, Belem M. 1999. « Prioritisation » ou préférence paysanne et amélioration de la production des espèces agroforestières du Burkina Faso. In *Vers une Approche Régionale des Ressources Génétiques Forestières en Afrique Sub-Saharienne*, Ouédraogo AS, Boffa JM (eds). IPGRI: Rome, Italy; 219-226.
- Shackleton SE, Shackleton CM, Cunningham AB, Lombard C, Sullivan C, Netshiluvhi TR. 2002. Knowledge on *Sclerocarya birrea* subsp *caffra* with emphasis on its importance as a non-timber forest product in South Africa and southern Africa: A summary, Part 1: taxonomy, ecology and role in rural livelihoods. *South. Afr. Forest. J.*, **194** : 27-41.
- Séréme A. 1996. Les anacardiaceae du Burkina Faso : Paramètres botaniques et concentration en tanin. Thèse 3è Cycle, Univ. de Ouagadougou, p.130.

- Soloviev P, Niang TD, Gaye A, Totte A. 2003. Variabilité de caractères physico-chimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette, récoltés au Sénégal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*. *Fruits*, **59**: 1-18.
- Soumaré A, Groot JJR, Koné D, Radersma S. 1994. Structure spatiale du système racinaire de deux arbres du sahel: *Acacia seyal* et *Sclerocarya birrea*. Rapport PSS No 5, Wageningen.
- Tchiégang C, Dandjouma A, Dzudie T. 1999. Caractérisation physico-chimique de cinq espèces fruitières endémiques de la savane camerounaise. *Fruits*, **54**: 413-422.
- Thiong'o MK, Kingori S, Jaenicke H. 2002. The taste of the wild: Variation in the nutritional quality of marula fruits and opportunities for domestication. *Acta Horticulturae*, **575**: 237-244.
- von Maydell VHJ. 1983. *Arbres et Arbustes du Sahel : leurs Caractéristiques et leurs Utilisations*. GTZ: Eschborn, Allemagne.
- Wynberg R, Cribbins J, Leakey R, Lombard C, Mander M, Shackleton S, Sullivan C. 2002. Knowledge on *Sclerocarya birrea* subsp *caffra* with emphasis on its importance as a non-timber forest product in South Africa and southern Africa: A summary, Part 2: Commercial use, tenure and policy, domestication, intellectual property rights and benefit-sharing. *Southern African Forestry Journal*, **196**: 67-77.