



Variation phénotypique des fruits des écotypes de *Dacryodes edulis* (G. Dom) H.J. Lam récoltés dans trois zones agro-écologiques de la République Démocratique du Congo

Apollinaire Biloso*¹, Alain Tsobeng², Claude Akalakou¹, Ikonso Mwengi¹, Olivier Kapalay³, Jan Bogaert⁴

1. Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. Département d'Economie Agricole. BP 117 Kinshasa XI (RDC). E-mail : apollobiloso@gmail.com
2. World Agroforestry Centre. P.O. Box 16317 Yaoundé (Cameroun)
3. Institut National pour l'Etude et Recherche Agronomiques (INERA). BP 2037 Kinshasa (RDC)
4. Université de Liège. Gembloux Agro-Bio Tech. Passage des Déportés. 2 B-5030 Gembloux (Belgique).

Reçu le 10 juin 2018, accepté le 24 août 2018

RESUME

La variation phénotypique de trois écotypes de *Dacryodes edulis* (G. Dom) H. J. Lam récoltés dans trois zones agro-écologiques de la République Démocratique du Congo a été évaluée du 07 janvier au 31 décembre 2015. L'objectif de l'étude était de déterminer les caractéristiques phénotypiques de trois écotypes de *D. edulis* provenant du Kongo central (Kasangulu), de Kinshasa (Kimwenza) et de l'Equateur (Mbandaka), en vue de sélectionner les écotypes pouvant être domestiqués. Le choix aléatoire des arbres dans chaque site a été fait en respectant une distance d'au moins 50 m entre les arbres dans le but de réduire la probabilité de croisement entre ces derniers. Vingt arbres dans chaque site ont été sélectionnés et 25 fruits par arbre ont été récoltés (625 fruits par écotype). Les arbres d'un site constituent un écotype. Les fruits mûrs ont été récoltés suivant les quatre points cardinaux de la cime de chaque arbre sélectionné, conservés dans les filets en polyéthylène, étiquetés et transportés dans un délai de trois jours à la pépinière de World Agroforestry Centre (ICRAF) de Kinshasa/Gombe pour la caractérisation. Les résultats obtenus ont montré qu'il existe des différences significatives entre les variables ($P < 0.001$) des écotypes de *D. edulis* étudiés. Le poids de la pulpe du fruit était élevé chez les écotypes du Kongo central (46,4 g) et de Kinshasa (42,7 g). Au regard des caractéristiques recherchées (épaisseur et poids de la pulpe du fruit), les écotypes de Kinshasa et du Kongo central peuvent servir à la domestication de *D. edulis*.

Mots clés : *Dacryodes edulis*, caractérisation, poids de fruits, domestication, Kinshasa.

ABSTRACT

Phenotypic variation of three ecotypes of *Dacryodes edulis* (G. Dom) HJ Lam harvested in three agro-ecological zones of the Democratic Republic of Congo was evaluated from January 7th to December 31st, 2015. The objective of the study was to determine the phenotypic characteristics of three *D. edulis* ecotypes from Kongo Central (Kasangulu), Kinshasa (Kimwenza) and Ecuador (Mbandaka), with a view to selecting ecotypes that can be domesticated. The random selection of trees at each site was done at a distance of at least 50 m between trees in order to reduce the probability of crossing between trees. Twenty trees at each site were selected and 25 fruits per tree were harvested (625 fruits per ecotype). The trees in a site are an ecotype. The ripe fruits were harvested following the four cardinal points of the top of each selected tree, stored in the polyethylene nets, tagged and transported within three days to the World Agroforestry Center (ICRAF) Nursery in Kinshasa/Gombe for the characterization. The results obtained showed that there are significant differences between the variables ($P < 0.001$) of the *D. edulis* ecotypes studied. The weight of the fruit pulp was high among the Kongo central (46.4 g) and Kinshasa (42.7 g) ecotypes. In view of the desired characteristics (thickness and weight of the fruit pulp), the Kinshasa and Central Kongo ecotypes can be used for the domestication of *D. edulis*.

Keywords: *Dacryodes edulis*, characterization, fruit weight, domestication, Kinshasa.

1. INTRODUCTION

Le safoutier (*Dacryodes edulis* [G.Don] H.J. Lam) est une espèce fruitière de la famille des Burséracées, très apprécié de par sa valeur alimentaire, son rôle économique et sa place socio-culturelle. Ses fruits sont très appréciés et régulièrement commercialisés sur les marchés des grandes agglomérations urbaines de la République Démocratique du Congo (Mayele, 2012). Les recherches scientifiques effectuées ont révélé d'excellentes qualités nutritionnelles de la pulpe du fruit et des propriétés agro-alimentaires intéressantes des huiles extraites de la pulpe et du noyau du safou (Poligui *et al.*, 2013). Les feuilles et l'écorce de *Dacryodes edulis* sont utilisées en pharmacopée pour le traitement de l'épilepsie et le retard de croissance. La valeur de son fruit est remarquable aussi bien sur le plan nutritionnel qu'économique. Riche en protéines, lipides et hydrates de carbones, le Safou peut être utilisé pour lutter contre la malnutrition chez les enfants. En République Démocratique du Congo, *D. edulis* représente une source importante des revenus pour les ménages du Kongo central et de l'ancienne province de Bandundu (Ndoye & Awono, 2005 ; Biloso *et al.*, 2012). Nyimi (2008), place *D. edulis* parmi les produits forestiers non ligneux (PFNL) importants de la République Démocratique du Congo à l'issue d'une étude menée dans les anciennes provinces de Bandundu et de l'Équateur. *Dacryodes edulis* existe dans plusieurs provinces de la RDC, mais sa production est importante au Kongo-central. Sur le plan agricole, le Safoutier peut être utilisé comme plante d'ombrage principalement pour les cultures pérennes comme le cacaoyer (Orwa *et al.*, 2009). Le safoutier n'est pas une espèce menacée en RDC, mais les populations sauvages diminuent dans de nombreuses régions à cause de la déforestation et de la dégradation des forêts (Mayele, 2012). La domestication reste selon Tchoundjeu *et al.* (2002), l'une des voies à explorer pour la protection de cette espèce dans les régions où elle est menacée de disparition locale. Parmi les étapes de la domestication, figure la collecte et la conservation du germoplasme qui peut se faire de façon ciblée ou au hasard. Lorsqu'elle est ciblée, elle doit passer par la caractérisation phénotypique en vue de sélectionner des arbres supérieurs sur lesquels les germoplasmes à conserver seront collectés comme cela a été le cas pour *Irvingia gabonensis* (Baill.) et *Allanblackia floribunda* (Oliv.) (Atangana *et al.*, 2002). En ce qui concerne la domestication de *D. edulis*, plusieurs études ont été déjà conduites sur le bouturage et le marcottage (Mbondo, 2000 ; Kengué, 2002). Au Cameroun, des études sur la caractérisation phénotypique ont abouti à la maîtrise de la variation phénotypique et

à l'identification des arbres supérieurs (Waruhui *et al.*, 2004). De telles études sont cependant nécessaires en RDC en vue de caractériser les phénotypes des écotypes de safoutier. La présente étude a pour objectif de déterminer les caractéristiques phénotypiques des fruits de trois écotypes de *D. edulis* récoltés dans les provinces du Kongo central (Kasangulu), de Kinshasa (Kimwenza) et de l'Équateur (Mbandaka), en vue de sélectionner les écotypes pouvant être domestiqués. L'intérêt de cette étude est de mettre à la disposition des agriculteurs, des informations sur les écotypes susceptibles d'être domestiqués dans les provinces de Kinshasa et du Kongo central sur base de leurs caractéristiques phénotypiques.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Sites de collectes des fruits de *Dacryodes edulis*

Les fruits de *D. edulis* ont été collectés dans trois provinces de la République Démocratique du Congo, à savoir l'Équateur (Mbandaka, 0°02'55" de latitude Nord, 18°15'37" de longitude Est et à 315 m d'altitude), le Kongo central (Kasangulu, 4°19'39" de latitude Sud, 15°18'48" de longitude Est et à 281 m d'altitude) et Kinshasa (Kimwenza, 4°27'33" de latitude Sud et 15°17'20" de longitude Est et à 434 m d'altitude).

Climat

Le climat de Kasangulu (Province du Kongo central) correspond à celui de la ville-province de Kinshasa. Il s'agit d'un climat tropical humide de type Aw₄ selon la classification de Köppen. Ce climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons : une longue saison de pluies qui s'étend de mi-septembre à mi-mai intercalée par une petite saison sèche entre janvier et février, et une saison sèche qui s'étend de mi-mai à mi-septembre (De Saint Moulin, 2011). La température moyenne annuelle est de 24,4 °C, la pluviométrie moyenne annuelle dans la région est de 1500 mm et l'humidité relative annuelle est de 80 %. Entourée des forêts denses humides et des marais, la ville de Mbandaka subit un climat équatorial caractérisé par une chaleur torride augurant par moments des pluies torrentielles. La température descend rarement en dessous de 20 °C. La pluviométrie moyenne annuelle est de 2000 mm et l'humidité relative annuelle est de 90 % (De Saint Moulin, 2011).

Sols

Les sols de Kasangulu et Kinshasa sont en grande partie des sols sablonneux. On y trouve en certains endroits des sols à structure argilo-sablonneuse.

Tous ces sols appartiennent à la classe des sols ferrallitiques, acides et lessivés (Soltner, 1986 ; Van wambeke, 1995). Le sol de Mbandaka est par contre argileux et hydromorphe (Kambashi *et al.*, 2014).

2.2. Méthodes

Choix des arbres

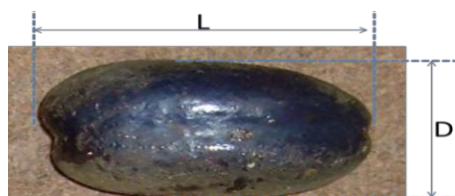
Le choix des arbres dans chaque site a été fait de manière aléatoire. Les arbres d'un même site étaient pris comme un seul écotype avec les mêmes caractéristiques morphologiques. Dans chaque site, vingt arbres ont été sélectionnés et numérotés en vue d'évaluer les différents paramètres de caractérisation morphologique des fruits (Dawson et Powell, 1999).

Collecte des fruits

Sur les vingt arbres de chaque site, 25 fruits ont été récoltés par safoutier. Les fruits mûrs ont été récoltés suivant les quatre points cardinaux de la cime de chaque arbre sélectionné (Atangana *et al.*, 2002). Ces derniers ont été conservés dans les filets en polyéthylène, étiquetés et transportés dans un délai de trois jours à la pépinière de l'ICRAF de Kinshasa/Gombe pour la caractérisation.

Caractérisation morphologique des fruits

La méthode utilisée est celle décrite par Waruhui *et al.* (2004). Une fois les fruits ramenés en pépinière (Figure 1), la caractérisation s'est faite écotype par écotype. Les fruits ont été pesés à l'aide d'une balance de précision de marque « Mettler Toledo » XPE6003SD5, de portée maximale 3,1 kg, avec une précision à la lecture de 5 mg, une répétabilité de 3 mg et le poids minimal de 6 g. Compte tenu de la forme globuleuse du fruit, deux mesures du diamètre ont été effectuées sur des directions perpendiculaires à l'aide d'un pied à coulisse de marque « Digital Calliper », de measuring range 0-150MM/0-6IN, de résolution 0.01MM/0.0005IN, de précision 0.02MM/0.001IN, de répétabilité 0.01MM/0.0005MM. Le diamètre moyen du fruit (D) a été déterminé suivant la formule : $D = \frac{D_1 + D_2}{2}$



Légende : D : Diamètre moyen ; D₁ : Premier diamètre ; D₂ : Deuxième diamètre effectué sur la direction perpendiculaire par rapport à D₁ ; L : longueur (L) du fruit.

Figure 1. Mesure du diamètre (D) et de la longueur (L) du fruit

La mesure de la longueur (L) du fruit a été réalisée à l'aide d'un pied à coulisse placé dans le sens longitudinal. La mesure de l'épaisseur de la pulpe a été effectuée à l'aide d'un pied à coulisse après la coupe longitudinale de la pulpe du fruit sans endommager le noyau. Deux mesures sur la prise de l'épaisseur de la pulpe à deux endroits différents choisis aléatoirement sur le fruit ont été faites dans le but d'obtenir une meilleure estimation. L'épaisseur moyenne de la pulpe (e) et du fruit a été déterminée suivant la formule : $e = \frac{e_1 + e_2}{2}$ (Soit e₁ première mesure de l'épaisseur et e₂ deuxième mesure de l'épaisseur). Le noyau a été pesé à l'aide d'une balance de précision de marque « Mettler Toledo ». La détermination du poids de la pulpe (PP) a été réalisée selon la formule suivante : PP = PF – PN (Poids du fruit « PF » et Poids du noyau « PN »).

Analyse des données

Les données obtenues ont été analysées avec les logiciels Excel 2010 et R. L'Analyse de la variance au seul de probabilité de 5 % a été effectuée et les corrélations entre les différents paramètres ont été déterminées.

3. RESULTATS

3.1. Variation entre les écotypes

L'étude sur la variation phénotypique (Tableau 1) de trois écotypes de *D. edulis* (diamètre des fruits, épaisseur de la pulpe, poids du fruit, poids de la graine et poids de la pulpe), a montré qu'il existe pour tous les paramètres évalués, des différences entre les fruits des écotypes caractérisés (P < 0,001).

Tableau 1. Le poids, la longueur du fruit, la largeur du fruit, l'épaisseur de la pulpe du fruit, le poids de la pulpe du fruit et le poids du noyau des différentes provenances de safou.

Variables	Ecotype	Moyenne	Erreur standard
Poids moyen du fruit (g)	Kongo central	72,0	4,9
	Kinshasa	61,0	5,0
	Mbandaka	30,0	3,9
Longueur moyenne du fruit (mm)	Kongo central	72,5	0,2
	Kinshasa	72,1	0,2
	Mbandaka	56,1	0,2
Largeur moyenne du fruit (mm)	Kongo central	48,3	3,2
	Kinshasa	38,6	3,3
	Mbandaka	30,8	2,5
Epaisseur moyenne de la pulpe (mm)	Kongo central	7,0	0,0
	Kinshasa	7,2	0,0
	Mbandaka	5,7	0,0
Poids moyen de la pulpe (g)	Kongo central	46,4	0,2
	Kinshasa	42,7	0,2
	Mbandaka	21,0	0,1
Poids moyen du noyau (g)	Kongo central	16,1	0,1
	Kinshasa	18,2	0,1
	Mbandaka	8,9	0,1

Les écotypes du Kongo central et de Kinshasa ont présenté le poids le plus élevé respectivement de 72,0 g et 61,0 g. Le poids moyen du fruit de l'écotype de Mbandaka était deux fois inférieur à celui des écotypes de Kinshasa et du Kongo central. En ce qui concerne la longueur du fruit, elle était de 72 mm en moyenne pour les écotypes du Kongo central et de Kinshasa et de 56,1 mm pour l'écotype de l'Equateur (Mbandaka). L'épaisseur moyenne de la pulpe a varié entre 5,7 mm (Ecotype de l'Equateur) et de 7,2 mm (Ecotype de Kinshasa). Le poids moyen de la pulpe chez les écotypes du Kongo central (46,4 g) et de Kinshasa (42,7 g) était deux fois plus élevé que chez l'écotype de l'Equateur (21,0 g). Le poids moyen du noyau le plus élevé a été observé chez les écotypes de Kinshasa (18,2 g) et du Kongo central (16,1 g) ; et le plus faible chez l'écotype de Mbandaka (8,9 g).

3.2. Corrélations entre les variables

Une corrélation positive et très significative a été trouvée entre le poids de la pulpe et la longueur du fruit ($r = 0,78$), tandis qu'une corrélation positive très faible a été enregistrée entre la largeur et la longueur du fruit d'une part et entre la largeur du fruit et l'épaisseur du fruit d'autre part ($r = 0,07$) (Tableau 2).

Tableau 2. Corrélations entre les caractéristiques des fruits

Paramètres		Poids fruit	Long. fruit	Larg. fruit	Epais. pulpe	Poids pulpe	Poids noyau
Poids fruit	Pearson Correlation	1	.156**	.018	.133**	.190**	.136**
	Sig. (1-tailed)		.000	.232	.000	.000	.000
	N	1607	1607	1607	1607	1607	1607
Long fruit	Pearson Correlation	.156**	1	.073**	.394**	.781**	.605**
	Sig. (1-tailed)	.000		.002	.000	.000	.000
	N	1607	1607	1607	1607	1607	1607
Larg fruit	Pearson Correlation	.018	.073**	1	.070**	.114**	.033
	Sig. (1-tailed)	.232	.002		.002	.000	.094
	N	1607	1607	1607	1607	1607	1607
Epais pulp	Pearson Correlation	.133**	.394**	.070**	1	.634**	.385**
	Sig. (1-tailed)	.000	.000	.002		.000	.000
	N	1607	1607	1607	1607	1607	1607
Poids pulp	Pearson Correlation	.190**	.781**	.114**	.634**	1	.647**
	Sig. (1-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000
	N	1607	1607	1607	1607	1607	1607
Poids noy	Pearson Correlation	.136**	.605**	.033	.385**	.647**	1
	Sig. (1-tailed)	.000	.000	.094	.000	.000	
	N	1607	1607	1607	1607	1607	1607

** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

4. DISCUSSION

L'étude sur la variation phénotypique des fruits de trois écotypes de *D. edulis* (diamètre des fruits, l'épaisseur de la pulpe, le poids du fruit, le poids de la graine et le poids de la pulpe), a montré qu'il existe pour tous ces paramètres, des variations phénotypiques. Ces résultats corroborent à avec ceux obtenus par Atangana *et al.* (2002) sur *Irvingia gabonensis*, ainsi que ceux de Waruhiu *et al.* (2004) sur *D. edulis*. Selon Waruhiu *et al.*

(2004), la variabilité des caractéristiques morphologiques des fruits est importante pour la domestication des espèces dont la pulpe est consommée. La corrélation positive observée entre le poids de la pulpe et la longueur du fruit indique qu'il est possible de prédire avec certitude, les caractéristiques des pulpes à partir de l'observation faite sur la taille et le poids du fruit. Elle montre aussi par ailleurs la possibilité d'identifier un nombre important de traits qui peuvent contribuer à la formation d'un "idéotype" (ensemble des caractéristiques idéales d'une plante établies selon les objectifs de sélection à atteindre et les impératifs techniques et économiques de la culture), combinant un certain nombre de caractéristiques désirables. Actuellement, la seule partie du fruit de *D. edulis* utilisée en alimentation en RDC est la pulpe. Des études sur les possibilités d'extraction d'huile contenue dans les noyaux ont été réalisées (Mayele, 2012). Une corrélation positive très faible a été enregistrée entre la largeur et la longueur du fruit d'une part et entre la largeur du fruit et l'épaisseur du fruit d'autre part ($r = 0,07$). Les safoutiers de Kasangulu dans la province du Kongo central sont déclarés supérieurs pour la largeur, le poids du fruit et de la pulpe, et les safoutiers de Kimwenza (Kinshasa) sont déclarés supérieurs pour la longueur du fruit. Les safoutiers de l'Equateur produisent des fruits dont la pulpe est plus épaisse. Par conséquent, les safoutiers de Kasangulu (Kongo central) et de Kinshasa représentent les meilleurs candidats pouvant être domestiqués. Les écotypes de Safoutier du Kongo central et de Kinshasa ont présenté des valeurs élevées en termes de poids de fruits, de longueur des fruits, de largeur des fruits et de poids de la pulpe par rapport l'écotype de Mbandaka. Ceci pourrait être dû à l'influence des conditions écologiques. Les fruits provenant des régions forestières sont plus petits que ceux de la savane. Les résultats de cette étude sont en harmonie avec ceux obtenus par Mayele (2012). Cette étude n'a pas pris en compte la variation entre les arbres d'un même site, c'est qui nécessite des recherches ultérieures.

5. CONCLUSION

Les caractéristiques phénotypiques des fruits de trois écotypes de *D. edulis* récoltés dans les provinces du Kongo central (Kasangulu), de Kinshasa (Kimwenza) et de l'Equateur (Mbandaka), ont été déterminées en vue de sélectionner les écotypes pouvant être domestiqués. Les écotypes du Kongo central et de Kinshasa ont présenté des fruits dont la longueur, la largeur, l'épaisseur de la pulpe, le poids de la pulpe et le poids du noyau étaient plus élevés. Le poids moyen de la pulpe était respectivement de 46,4 g chez l'écotype du Kongo central, de 42,7 g chez l'écotype de Kinshasa et de 21,0 g chez l'écotype

de Mbandaka. Une corrélation très significative a été enregistrée entre le poids de la pulpe et la longueur du fruit ($r = 0,78$) tandis qu'une corrélation très faible a été enregistrée entre la largeur et la longueur du fruit d'une part, et entre la largeur du fruit et l'épaisseur du fruit d'autre part ($r = 0,07$). Les écotypes de Kinshasa et du Kongo central peuvent être retenus pour la domestication. Des études sur la collecte et la caractérisation des écotypes de *D. edulis* dans d'autres zones agro-écologiques sont nécessaires afin d'identifier d'autres écotypes.

Remerciements

Nous tenons à remercier le World Agroforestry Centre pour avoir financé cette étude. Les auteurs remercient également les agriculteurs, les autorités administratives et locales qui ont été impliqués dans cette recherche.

Références

- Atangana A.R., Asaah E., Tchoundjeu Z., Schreckenber K. & Leakey R.R.B., 2002. Biophysical characterisation of *D. edulis* markets in Yaoundé. In *Kingue. J, Kapseu. C et Kayem G.J.* Presses Universitaires d'Afrique, Yaoundé.
- Biloso A., Akalakou C. & Degrande A., 2012. *Analyse de la chaîne de valeurs des produits agroforestiers en RDC. Cas du Fumbwa, safou et miel*, Rapport annuel, Projet AFTP4A, ICRAF, Yaoundé, 6 p.
- Dawson I.K. & Powell W., 1999. Genetic variation in the Afromontane tree *Prunus africana*, an endangered medicinal species. *Molecular Ecology*, 8, 151-156.
- De Saint Moulin L. & Kalombo Tshibanda J. L., 2011. *Atlas de l'organisation administrative de la RDC*. CEPAS, Kinshasa, 15 p.
- Kambashi B., Picron P., Boudry C., Thewis A., Kiatoko H. & Bindelle J., 2014. Nutritive value of tropical forage plants fed to pigs in the Western provinces of the Democratic Republic of the Congo. *J. Anim. Feed. Sci.*, 191, 47-56.
- Kengue J., 2002. *Safou (Dacryodes edulis (G. Dom) HJ. Lam)*. International Centre for Underutilised Crops: Southampton, UK; 147 p.
- Mayele D., 2012. Etude morphologique des safous du Bas-Congo. Poster présenté aux *Journées scientifiques de restitution*. Faculté des Sciences agronomiques, Université de Kinshasa.
- Mbondi, G., 2000. *Influence de l'inclinaison du rameau de safoutier (Dacryodes edulis (G. Don) H. J. Lam.) pour le marcottage aérien*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées (D.E.S.S.) en Industrie des Semences, option : Technologie des Semences, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 41 p.
- Ndoye O. & Awono A., 2005. *The markets of non-timber forest products in the provinces of Equateur and Bandundu, Democratic Republic of Congo*. Report for the Congo livelihoodimprovement and food security projet, USAID. Yaoundé, Cameroun, Center for international Forestry Research (CIFOR).
- Nyimi, C., 2008. *Répertoire des opérateurs actifs impliqués dans le commerce des produits forestiers non ligneux phares en République Démocratique du Congo*. Document de projet GCP/RAF/398/GER « Renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique Centrale à travers la gestion et l'utilisation durable des produits forestiers non ligneux ». FAO.
- Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R. & Anthony S., 2009. *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0* (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs>). (12/06/2018)
- Poligui R.N, Mouaragadja I., Haubruge E. & Francis F., 2013. La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* [G.Don] H.J.Lam [Bursaceae]) : enjeux et perspectives de valorisation au Gabon (synthèse bibliographique)», *BASE*, 17, (1), 131-147.
- Soltner D., 1986. *Les bases de la production végétale*. Tome 1, le Sol ; 14ème édition, collections sciences et techniques agricoles, 464 p.
- Tchoundjeu Z., Kengue, J., & Leakey, R.R. B., 2002. Domestication of *Dacryodes edulis*: State-of-the-art. *Forest, trees and livelihoods*. 12 (1-2), 3-13.
- Wambeke, V.A., 1995. *Les Sols des Tropiques, propriétés et contraintes*. CTA, 335 p.
- Waruhui, A., Kengue J., Atangana A.R., Tchoundjeu Z. & Leakey, R.R.B., 2004. Domestication of *Dacryodes edulis*: 2. Phenotypic variation of fruit traits in 200 trees from four populations in humid lowlands of Cameroon. *Food, Agricultural and environment*, 2 (1), 340-346.