

Évaluation De L’aptitude De *Pseudospondias Microcarpa* (A. Rich.) Engl. Var. *Microcarpa* (Anacardiaceae) Au Marcottage Aérien Et Perspectives De Domestication Dans Le Sud-Est Du Gabon

Moupela, C.

Mbeang Beyeme, A. M.

Institut National Supérieur d’Agronomie et de Biotechnologies, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Mokea-Niaty, A.

Faculté des Sciences, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Ngoye, C.

Medza Mve, S. D.

Institut National Supérieur d’Agronomie et de Biotechnologies, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Fabre Anguilet, E.

Faculté des Sciences, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Lepengue, A. N.

IRAF - CENAREST Libreville, Gabon

Doi:10.19044/esj.2020.v16n12p410 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n12p410](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n12p410)

Resume

La Multiplication Végétative Des Espèces Spontanées À Usages Multiples Reste Encore Limitée En Zone Tropicale Humide D’afrique Centrale. Cette Étude Évalue L’aptitude De *Pseudospondias Microcarpa* Au Marcottage Aérien Dans Les Conditions De Franceville Dans Le Sud-Est Du Gabon. L’objectif À Terme Est Sa Domestication Et Son Intégration Dans Les Systèmes Agroforestiers Traditionnels. Sur 102 Branches Orthotropes, 4 Substrats (Sphaigne Du Chili, Mousse, Inflorescence Mâle Du Palmier À Huile, Sciure De Bois) Ont Été Testés. L’induction Racinaire, Intervenant Au Bout De 30 Jours, S’étend Au-Delà De 120 Jours, Et Ne Dépend Pas Du Type De Substrat. Le Volume Racinaire Par Contre Augmente Avec La Texture Du Substrat Utilisé. Les Taux D’enracinement ($78,43 \pm 7,98\%$) Et De Réussite

($97,5 \pm 3,42\%$) À 120 Jours Sont Très Prometteurs. Les Taux De Survie En Pépinière ($55,56 \pm 13,25\%$) Et En Champ ($45,83 \pm 19,93\%$) Restent Assez Variables. Néanmoins, Ces Résultats Indiquent Que *Pseudospondias Microcarpa* Var. *Microcarpa* Présente Une Bonne Aptitude Au Marcottage Aérien. Cette Observation Constitue Un Préalable À La Domestication De Cette Espèce. Les Deux Derniers Résultats Suggèrent Cependant De S'appesantir Sur La Recherche Des Conditions Optimales De Sevrage Et De Culture, Afin D'améliorer La Production Des Plants Par Marcottage Aérien De *Pseudospondias Microcarpa*. L'autre Résultat Majeur Est La Prise En Compte Des Substrats Locaux Dans La Vulgarisation De Cette Technique À Faible Coût.

Mots-Cles : *Pseudospondias Microcarpa*, Marcottage Aérien, Domestication, Gabon, Pfnl

Assessment of the Fitness of *Pseudospondias Microcarpa* (A. Rich.) Engl. Var. *Microcarpa* (Anacardiaceae) in Aerial Marcottage and Domestication Prospects in Southeast Gabon

Moupela, C.

Mbeang Beyeme, A. M.

Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Mokea-Niaty, A.

Faculté des Sciences, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Ngoye, C.

Medza Mve, S. D.

Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Fabre Anguilet, E.

Faculté des Sciences, Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville, Gabon

Lepengue, A. N.

IRAF - CENAREST Libreville, Gabon

Abstract

Vegetative propagation of spontaneous multipurpose species is still limited in tropical rainforest areas of Central Africa. This study evaluates the aptitude of *Pseudospondias microcarpa* for aerial marcottage under the conditions of Franceville in south-eastern Gabon. The ultimate objective is its domestication and its integration into traditional agroforestry systems. A total of 102 orthotropic branches were tested on 4 different substrates: Chilean sphagnum moss, moss, male inflorescence of oil palm, and sawdust. The root induction, occurring after 30 days, extends beyond 120 days and does not depend on the substrate type. Rooting ($78.43 \pm 7.98\%$) and success rates ($97.5 \pm 3.42\%$) at 120 days were very promising. The nursery ($55.56 \pm 13.25\%$) and field ($45.83 \pm 19.93\%$) survival rates remain quite variable. However, these results indicate that *Pseudospondias microcarpa* var. *microcarpa* has a good ability to aerial marcottage. This observation constitutes a prerequisite for the

domestication of this species. The latter two results suggest, however, to further investigate the optimum conditions of weaning and cultivation. This is done in order to improve *Pseudospondias microcarpa* plant production through aerial marcottage. The other major result has to do with taking into account local substrates in popularizing this low-cost technique.

Keywords : *Pseudospondias Microcarpa*, Aerial Marcottage, Domestication, Gabon, NTFP

Introduction

Les produits forestiers non ligneux (PFNL) offrent un ensemble de biens et services utiles aux populations vivant dans ou à proximité des zones forestières (Tchatat & Ndoye, 2006). Cependant, beaucoup d'espèces fournissant ces PFNL restent scientifiquement peu étudiées (Djoufack *et al.*, 2007 ; Vantomme & Gazza, 2010 ; Moupela, 2013). Poissenet *et al.* (2006) indiquent qu'en Afrique, peu d'efforts sont consacrés à la domestication des plantes spontanées et à leur amélioration variétale. En Afrique Centrale, les travaux disponibles sur les PFNL concernent l'ethnobotanique, l'écologie, le cadre légal, les filières, l'impact sur l'économie des ménages (Ndoye *et al.*, 1997 ; Ambé, 2001 ; Bita, 2016). Leur domestication est abordée depuis peu (Tchatat & Ndoye, 2006).

Le processus de domestication des fruitiers sauvages d'intérêt réputé et sujets à de fortes pressions, incluant leur culture et leur intégration dans les systèmes agroforestiers, met souvent au premier plan la multiplication par voie sexuée. Cette dernière constitue selon Meunier *et al.* (2008) le mode de propagation préférentiellement pour la conservation de l'environnement et sa riche biodiversité. Mais la disponibilité des graines, leurs difficultés à germer, les soins exigés, les conditions de croissance requises et les longs délais d'entrée en production entraînent des réticences de la part des populations à opter pour cette technique (Tchoundjeu *et al.*, 2004). De ce fait, la multiplication par voie végétative constitue une alternative pour remédier à ce problème. En effet, certaines de ces techniques de multiplication par voie végétative (bouturage, drageonnage et marcottage) sont bien connues et largement mises à profit pour de nombreuses espèces des zones tropicales sèches (Hartmann *et al.*, 1997 ; Nsielolo Kitoko *et al.*, 2015). En revanche, elles restent peu utilisées dans les régions tropicales humides (Meunier *et al.*, 2008).

Dans ce sens, certaines espèces ligneuses à usages multiples nécessitent une attention particulière : c'est le cas de *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa* (Anacardiaceae). En effet, c'est une espèce très répandue dans les forêts sempervirentes et semi-décidues (Meunier *et al.*, 2015). Elle est principalement observée le long des cours

d'eau. Plante médicinale, elle est avant tout un fruitier sauvage dont les fruits sont appréciés par les populations locales et commercialisés. Son bois léger et tendre est utilisé comme bois de chauffe et en construction. Plante mellifère, les écorces et les feuilles contiennent des tanins (Latham & Konda Ku Mbuta, 2014). Il est indispensable de préserver leur diversité et, parallèlement, d'envisager leur domestication. La présente étude se propose donc d'évaluer l'aptitude de *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa* (Anacardiaceae) à la multiplication végétative par marcottage aérien et d'estimer le coût de production d'une marcotte en fonction du substrat utilisé.

Matériel Et Methodes

Materiel

Matériel Végétal

Le matériel végétal est constitué de 102 marcottes placées sur 20 arbres d'âges indéterminés de l'espèce *P. microcarpa* var. *microcarpa* présente dans des jachères et aux bords des ruisseaux.

Matériel technique

Substrats

Le support de culture est constitué de substrats locaux (mousse, inflorescence mâle du palmier à huile et sciure de bois rouge) et de la sphaigne du Chili.

Outillage

Pour la pose des marcottes et la mise en place en pépinière, le matériel utilisé comprend : 1 sécateur, 1 couteau, 1 scie horticole, 1 marqueur, 1 lime, 1 seringue, 1 pied à coulisse, des sachets transparents, des sachets pépinière et 1 rouleau de ruban adhésif.

Méthodes

Zone D'étude

L'étude a été réalisée à Franceville dans le département de la Mpassa au Sud-Est du Gabon (1°37'15"S, 13°34'58"E), voir la figure 1. La pluviosité moyenne annuelle est de 1962,4 mm (Richard & Léonard, 1993). La température moyenne annuelle est d'environ 25,7°C. Les pics de température surviennent de février à avril avec des optima (30,1°C) tandis que les minima sont observés de juillet à août (21,3°C). Les sols dominants sont de type ferrallitique à faciès jaune où tous les éléments de la roche-mère sont hydrolysés et la plus grande partie des bases exportée. Dans l'ensemble, les sols ont donc une faible richesse chimique mais présentent des caractéristiques physiques correctes et des teneurs en argile suffisantes (DGS, 2017). Les formations végétales de cette région se distinguent par des savanes herbeuses

et/ou arbustives entrecoupées de forêts galeries disposées le long des cours d'eau.

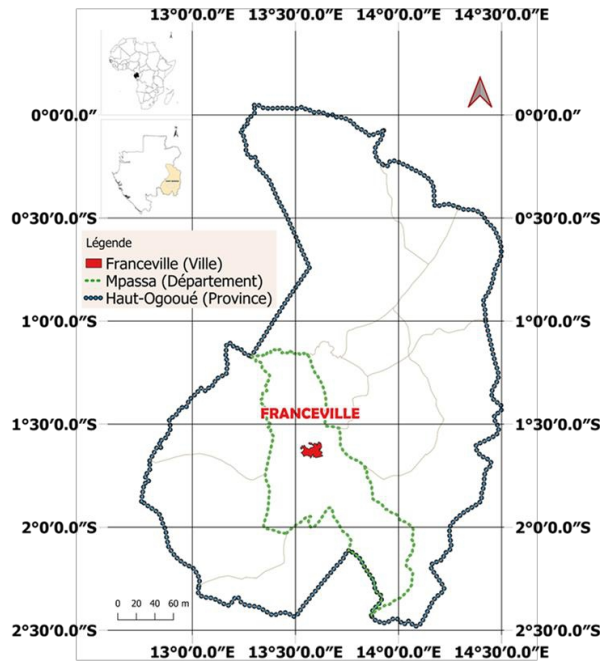


Figure 24. Localisation de la zone d'étude

Mise en place de l'essai

Le choix des substrats utilisés a été guidé par les critères de disponibilité au niveau local (excepté la sphaigne du Chili) et de production en quantité suffisante pour être fournis sans risque de rupture durant toute la durée de l'expérimentation. Ainsi quatre substrats ont été mis en compétition dont trois mélangés à de la terre noire adapté de Moupela *et al.* (2013). Le substrat 1 est composé uniquement de la sphaigne du Chili. Le substrat 2 contient $\frac{3}{4}$ de mousse et $\frac{1}{4}$ de terre noire. Le substrat 3 est un mélange de $\frac{3}{4}$ d'inflorescence mâle du palmier à huile et $\frac{1}{4}$ de terre noire. Le substrat 4 est formé d'un mélange de $\frac{3}{4}$ de sciure de bois rouge et $\frac{1}{4}$ de terre noire.

L'essai s'est déroulé sur une période de six mois, de novembre 2017 à avril 2018. La sélection des arbres a été faite en fonction de leur accessibilité. Selon la quantité disponible pour chaque substrat, les 102 marcottes ont été réparties comme suit : 7 marcottes pour la sphaigne du Chili, 22 marcottes pour la mousse, 30 marcottes pour l'inflorescence mâle du palmier à huile et 43 marcottes pour la sciure de bois rouge. Seuls les rameaux de type orthotrope sont utilisés pour la qualité des racines produites et leurs taux de survie après sevrage (Mialoundama *et al.*, 2001 ; Bellefontaine, 2010 ; Bita, 2016). La technique de marcottage utilisée est celle décrite par Meunier *et al.* (2008), Mbete (2011) et Moupela *et al.* (2013). Elle consiste à laisser des

racines se former tandis que la tige est encore attachée à la plante-mère. Ce n'est qu'après formation des racines que l'on détache la marcotte et l'on la met en terre. Le marcottage permet d'obtenir des copies des pieds-mères, c'est-à-dire qu'il y a conservation intégrale des caractères génotypiques (Jaenicke & Beniest, 2003 ; Tchoundjeu *et al.*, 2004). La technique comporte deux étapes majeures : (1) la préparation du manchon (c'est un film plastique transparent et suffisamment épais qui a été rempli d'un substrat) et (2) l'annélation qui consiste à effectuer deux incisions circulaires et d'enlever un anneau d'écorce sur 10 cm sous un nœud. L'incision pratiquée conduit à l'accumulation d'hormones végétales radicigènes à l'endroit où elle a été faite, sans gêner pour autant l'alimentation en eau et en nutriments de la pointe de la pousse. Cette annélation est faite sur les branches de diamètre variant de 1,7 à 4 cm à l'aide d'un couteau. La section du rameau annelé est ensuite recouverte d'un manchon en polyéthylène transparent contenant le substrat. L'ensemble est maintenu autour de la tige grâce à un ruban adhésif attaché aux extrémités. Les manchons exposés au soleil sont recouverts d'un papier aluminium pour éviter la surchauffe des racines. Pour chaque marcotte, la quantité de substrat utilisée correspond à trois mesures d'une boîte de 400 g de tomate concentrée. Tous les 15 jours, 30 mL d'eau sont apportés au substrat à l'aide d'une seringue médicale de façon à éviter le dessèchement du substrat. Dès que les racines apparaissent sous la surface du film plastique, la branche est sectionnée à 3 ou 4 cm sous la partie entaillée à l'aide d'une scie horticole. Les marcottes prélevées subissent une taille consistant à supprimer certains rameaux afin de faciliter leur reprise et le renforcement de leur système racinaire. Elles sont ensuite placées individuellement en pépinière (à l'ombre) dans des sachets de 5 L de terreau et régulièrement arrosées avant d'être repiquées en champ.

Paramètres observés

L'aptitude de *P. microcarpa* var. *microcarpa* au marcottage aérien a été évaluée par la mesure de six paramètres :

Le délai d'apparition des racines, exprimé en jours, équivalant au temps qui s'écoule entre la mise en place du manchon et l'apparition des premières racines, visibles à travers le film plastique transparent recouvrant le substrat.

La durée d'apparition des racines, exprimée en jours, correspond au temps qui s'écoule entre la première marcotte à s'être enracinée et la dernière marcotte à l'être.

Le taux d'enracinement, exprimé en pourcentage, a été estimé au quatrième mois après la pose (au moment du sevrage), en faisant le rapport entre le nombre de marcottes ayant développé des racines et le nombre total de marcottes posées.

Le **taux de réussite**, exprimé en pourcentage, a été estimé au quatrième mois après la pose, en faisant le rapport entre le nombre de marcottes enracinées vivantes et le nombre total de marcottes posées.

Le **taux de survie**, exprimé en pourcentage, est estimé en faisant le rapport entre le nombre de marcottes vivantes après un mois de culture en pépinière et le nombre total de marcottes sevrées.

Le **taux de reprise**, exprimé en pourcentage, est estimé en faisant le rapport entre le nombre de marcottes ayant produit de nouvelles feuilles après 1 mois de culture en champ et le nombre total de marcottes transplantées.

Les taux d'enracinement et de réussite obtenus dans les quatre substrats ont été comparés avec le test Khi-deux (χ^2) au seuil 5%.

L'effet substrat a également été étudié au moyen de trois autres paramètres :

Le **nombre moyen de racines principales (ou racines primaires)** a été estimé au moment du sevrage, sur un échantillon de quatre marcottes choisies au hasard.

La **longueur moyenne de la racine principale**, exprimée en centimètres (cm), est évaluée en mesurant la distance entre le point d'encrage sur le manchon à l'extrémité de la racine primaire. Elle est obtenue sur l'échantillon précédent.

Le **volume moyen racinaire**, exprimé en millilitres (mL), a été estimé par le test de densité à l'eau dans une éprouvette graduée (Ouedraogo, 2011), sur le même échantillon, en considérant toutes les racines de la marcotte.

Ces trois paramètres ont été analysés via le test de Kruskal-Wallis au seuil 5 %. En cas de différences significatives, la procédure de Conover (1999) a été utilisée pour les comparaisons multiples en appliquant la correction de Holm (1979). La librairie *agricolae* (De Mendiburu, 2009) du logiciel R a été utilisée pour ces analyses.

Outre les paramètres d'efficacité des substrats, le **coût de production** (P_i) d'un plant issu du marcottage aérien pour un substrat donné a aussi été évalué, en utilisant la formule suivante :

$$P_i = \frac{Sb_i + M}{Ns_i} + \frac{Ps + Sv}{\sum_{i=1}^4 Ns_i}$$

i = substrat ; Sb_i = coût d'acquisition du substrat ; M = coût du matériel de production ; Ps = coût total de la pose des 102 marcottes ; Sv = coût total de suivi des 102 marcottes ; Ns_i = nombre sevré de marcottes.

Le terreau ayant été collecté gratuitement sur le lieu de l'essai, son coût d'acquisition n'est pas inclus dans le **coût du substrat**. Ce dernier ne prend donc en compte que le coût d'acquisition des quatre substrats ayant servi à la pose des marcottes.

Le **coût de la pose des marcottes** est estimé en considérant que la durée nécessaire pour poser un manchon est de 7 à 10 minutes. Sur cette base, il faudrait environ deux journées de huit heures de travail pour les 102 marcottes posées ; à raison de 3500 FCFA/journée pour un ouvrier dans le contexte gabonais (Moupela *et al.*, 2013).

Le **coût de suivi des marcottes** est estimé en considérant qu'une marcotte est produite lorsque cette dernière est sevrée puis placée en pépinière. Ce coût intègre la réhydratation des substrats tous les 15 jours durant le marcottage, la préparation des sacs pépinière, le sevrage et la mise en sac des marcottes sevrées. L'ensemble de toutes ces opérations est évalué à trois journées de travail.

Le **coût du matériel de production** n'inclut pas l'amortissement du matériel. L'estimation est réalisée dans la logique d'une campagne unique de production du matériel végétal. Suivant cette logique, le coût du matériel est affecté à chaque groupe de marcottes produites ; les groupes étant définis par les quatre substrats. En effet, pour un usage unique, peu importe le substrat utilisé et la quantité de marcottes à produire, la dépense liée à l'achat du matériel reste invariable.

Résultats

Comportement De *P. Microcarpa* Var. *Microcarpa* Au Marcottage Aérien

L'évolution du taux d'enracinement est présentée sur la figure 2. Sur celle-ci, on note au 30^{ème} jour que la sphaigne du Chili atteint près de 60% des marcottes enracinées, alors que la mousse et la sciure de bois et l'inflorescence mâle du palmier ne présentent respectivement que 40 et 10% de taux d'enracinement. La vitesse d'enracinement est élevée avec la sphaigne du Chili, moyenne avec la mousse et la sciure de bois et lente avec l'inflorescence mâle du palmier à huile. Au-delà du 30^{ème} jour, le taux d'enracinement induit par la mousse ralentit par la suite, alors que celui provoqué par l'inflorescence mâle du palmier à huile s'accélère jusqu'à dépasser légèrement ce dernier au 60^{ème} jour. À cette même période, la sphaigne du Chili et la sciure de bois ont atteint leur capacité maximale d'induction racinaire, respectivement de 85,7% (6 marcottes sur 7) et 79,1% (34 marcottes sur 43). Il faut attendre deux semaines de plus pour que les deux autres substrats (mousse et inflorescence mâle du palmier à huile) atteignent leurs taux maximums qui sont respectivement de 72,7% (16 marcottes sur 22) et 80% (24 marcottes sur 30).

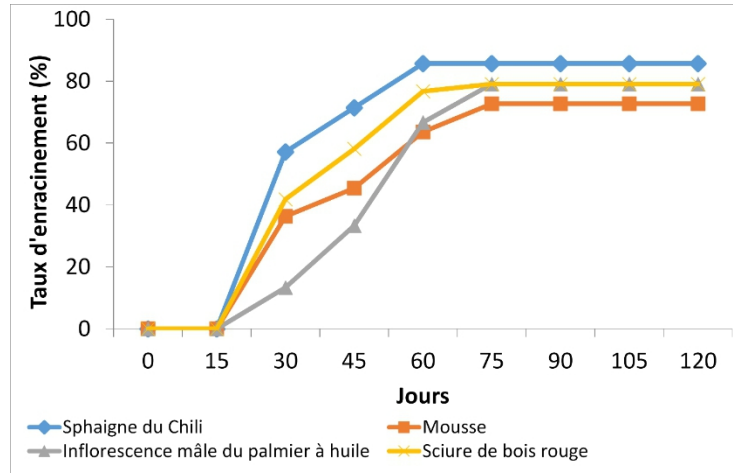


Figure 2. Évolution du taux d'enracinement des marcottes de *P. microcarpa* (Rich.) Engl. var. *microcarpa* sur une période de 120 jours d'observation.

Pour l'ensemble des substrats, le taux d'enracinement global est de 78,43% (80 marcottes enracinées sur les 102 posées) et le taux de réussite global s'élève à 76,47% (78 marcottes enracinées et vivants au sevrage sur les 102 posées). L'écart observé entre ces deux valeurs est dû à la mort de deux marcottes enracinées. Ces deux mortalités ont été enregistrées avec le substrat inflorescence mâle du palmier à huile. Pour les trois autres substrats, toutes les marcottes enracinées ont été sevrées. De façon générale, quel que soit le substrat utilisé, un manchon enraciné a quasi 100% de chances d'atteindre la phase de sevrage. Les intervalles de confiance à 95% du taux de réussite prévoient que plus de 50% des manchons posés développent des racines et conservent leur vigueur jusqu'au sevrage pratiqué au 120^{ème} jour, indépendamment du substrat (Tableau 1). L'effet substrat n'est visible que sur la vitesse d'enracinement, durant les 75 jours après la mise en place des marcottes (Figure 2). À partir du 75^{ème} jour, les résultats obtenus sur les différents substrats sont du même ordre de grandeur. En effet, la statistique de Khi-deux reprise dans le tableau 1 indique qu'il n'y a aucune différence significative entre les taux d'enracinement enregistrés dans les quatre substrats ($\chi^2 = 0,69662$; ddl = 3 ; p-value = 0,874). De même, entre les taux de réussite, aucune différence statistiquement significative n'est observée ($\chi^2 = 0,81206$; ddl = 3 ; p-value = 0,8466).

L'enracinement intervient au 30^{ème} jour après la pose du manchon (Figure 3a) et s'étend au-delà des 120 jours de suivi. L'évolution des taux de réussite est régulière et atteint la valeur maximale 4 mois après le marcottage.

Tableau 1. Aptitude de *P. microcarpa* (Rich.) Engl. var. *microcarpa* au marcottage aérien après 120 jours de suivi.

	Sphaigne du Chili	Mousse	Inflorescence mâle du palmier à huile	Sciure de bois	Statistique de χ^2 Degré de liberté (ddl)
Nombre de marcottes posées	7	22	30	43	
Nombre de marcottes enracinées	6	16	24	34	
Taux d'enracinement (%) [IC à 95 %]	85,71 [59,8 ; 100]	72,72 [54,1 ; 91,33]	80 [65,7 ; 94,31]	79,1 [67 ; 91,25]	
Nombre de marcottes enracinées et vivantes	6	16	24	32	0,81206 3
Taux de réussite (%) [IC à 95 %]	85,71 [59,8 ; 100]	72,72 [54,1 ; 91,33]	80 [65,7 ; 94,31]	74,42 [61,4 ; 87,46]	

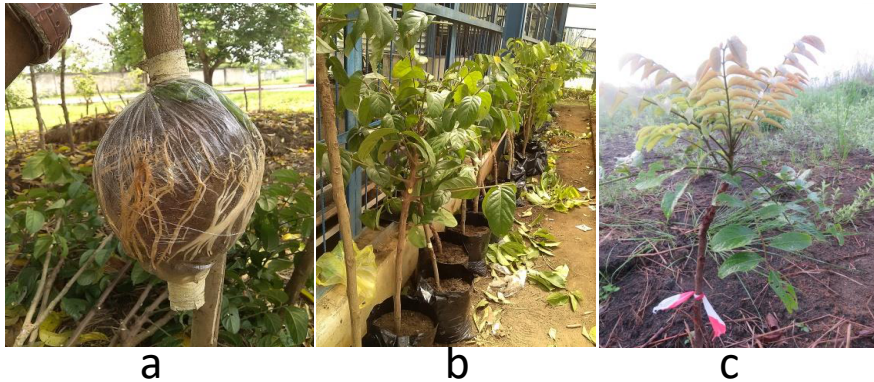


Figure 3. Acclimation des plants de *P. microcarpa* (Rich.) Engl. var. *microcarpa* issus du marcottage aérien. (a) marcotte sevrée (b) marcottes sevrées répiquées en pépinière, (c) plant répiqué en champ.

Acclimation des marcottes après sevrage

L’acclimation en pépinière n’est pas homogène au sein de la population de marcottes sevrées (Figure 3b). Indépendamment du substrat, on enregistre un taux global de survie de $55,56 \pm 13,25\%$ (30 marcottes sur 54), après un mois de suivi en pépinière. Il est attendu en moyenne que la moitié des marcottes sevrées parviennent à s’adapter aux nouvelles conditions environnementales. L’intervalle de confiance ($\pm 13,25\%$) calculé autour de

cette proportion estime l'effectif des marcottes susceptibles de s'acclimater entre 42% et 70% de l'effectif total.

Sur les 24 marcottes plantées en champ, issues d'une période d'acclimatation de 30 jours, seules $45,83 \pm 20\%$ ont pu émettre de nouvelles feuilles (Figure 3c) après une période de culture de 30 jours.

Densité racinaire

Les paramètres de densité racinaire montrent très peu de disparité entre les substrats et une certaine hétérogénéité entre les marcottes issues d'un même substrat (Tableau 2). Les paramètres nombre et longueur des racines primaires semblent être indépendants du type de substrat. En effet, le test de rang de Kruskal-Wallis conclut à des différences non significatives, d'une part entre les nombres moyens de racines primaires ($H = 5,760309$; $ddl = 3$; $p\text{-value} = 0,1239$) et d'autre part entre les longueurs moyennes de la racine primaire ($H = 2,336156$; $ddl = 3$; $p\text{-value} = 0,5056$) obtenus pour les quatre substrats. Dans le tableau 2, les marcottes produites avec l'inflorescence mâle du palmier à huile, la sciure de bois rouge et la sphaigne du Chili présentent une forte hétérogénéité au niveau du nombre de racines primaires, avec des écart-types respectifs de 45, 6 et 16, pour des moyennes respectives de 43, 9 et 29. En revanche, le substrat mousse montre une bonne performance à ce niveau. Les marcottes produites avec de la mousse sont plus homogènes (34 ± 7 racines primaires en moyenne pour une marcotte).

Entre les quatre substrats, la différence significative est plutôt observée sur les volumes racinaires moyens, selon le test de Kruskal-Wallis ($H = 12,483$; $ddl = 3$; $p\text{-value} = 0,005899$), repris dans le tableau 2. Le test classe les substrats en trois groupes. Le premier groupe, composé uniquement de la sphaigne du Chili, provoque un développement très abondant du système racinaire, avec en moyenne $21,87 \pm 2,39$ mL de racines par marcotte. Le deuxième groupe, comprenant la mousse et l'inflorescence mâle du palmier à huile, favorise un développement assez abondant du système racinaire, avec des volumes compris entre $11,25 \pm 4,78$ mL et $15 \pm 4,08$ mL de racines par marcotte en moyenne. Le dernier groupe, celui de la sciure de bois rouge, induit un très faible développement du système racinaire, avec un volume moyen de $3,75 \pm 1,44$ mL. Cette influence des substrats sur le développement du système racinaire des marcottes peut être aisément visualisée sur la figure 4. La sphaigne du Chili favorise un système racinaire abondant, non touffu, de couleur brun vif, bien déployé et harmonieusement réparti sur la circonférence du manchon (Figure 4a). La mousse produit un système racinaire présentant à peu près les mêmes caractéristiques que celui de la sphaigne du Chili, mais sa coloration est plus sombre et il paraît plus touffu (Figure 4b). L'inflorescence mâle du palmier à huile produit un abondant réseau de racines primaires, d'une coloration sombre, assez bien réparti sur la circonférence du manchon (Figure

4c). La sciure de bois rouge produit un très faible développement du système racinaire, de couleur sombre et très mal réparti sur la circonférence du manchon (Figure 4d).

Tableau 2. Paramètres de densité racinaire des plants de *P. microcarpa* (Rich.) Engl. var. *microcarpa* issus du marcottage aérien après 120 jours de suivi.

	Nombre moyen de racines primaires	Longueur moyenne de la racine primaire (cm)	Volume racinaire (mL)
Sphaigne du Chili	29 ± 16 ^a	14,58 ± 1,48 ^a	21,87 ± 2,39 ^a
Mousse	34 ± 7 ^a	11,51 ± 4,63 ^a	15,00 ± 4,08 ^b
Inflorescence mâle du palmier à huile	43 ± 45 ^a	11,34 ± 8,57 ^a	11,25 ± 4,78 ^b
Sciure de bois rouge	9 ± 6 ^a	12,97 ± 5,10 ^a	3,75 ± 1,44 ^c
<i>Statistique de Kruskal-Wallis</i>	5,760309	2,336156	12,48295
<i>Degré de liberté (ddl)</i>	3	3	3
<i>p-value</i>	0,1239	0,5056	0,005899

Les valeurs sont exprimées en moyenne ± écart-type.

Les moyennes portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil 0,05.

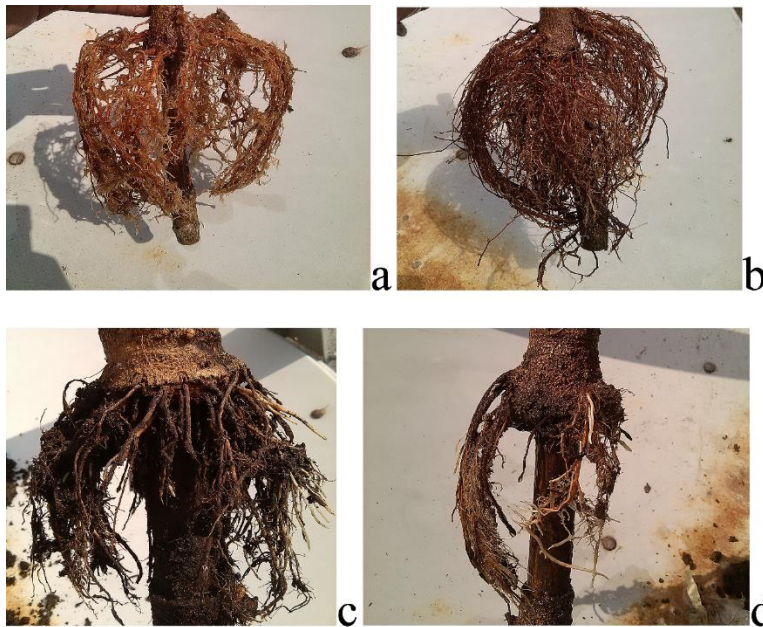


Figure 4. Densité racinaire des plants de *P. microcarpa* (Rich.) Engl. var. *microcarpa* issus du marcottage aérien après 120 jours de suivi. (a) sphaigne du Chili (b) mousse (c) inflorescence mâle du palmier à huile (d) sciure de bois.

Coût de production des marcottes

La production du matériel végétal nécessite un certain nombre d'investissements, qui peuvent varier en fonction des objectifs poursuivis par

le producteur, de l'environnement économique du milieu de production, des disponibilités en main d'œuvre, etc. Tous ces paramètres vont donc agir sur le coût de production d'une marcotte qui peut être fort variable (Tableau 3). D'un substrat à un autre, le coût de production n'est pas le même. On note de fortes variations entre les différents coûts unitaires. Le tableau 3 présente le classement des substrats. Selon l'ordre de rentabilité décroissante, nous avons : la sciure de bois rouge (1734 FCFA), l'inflorescence mâle du palmier à huile (2216 FCFA), la mousse (3581 FCFA) et la sphaigne du Chili (11824 FCFA) qui serait très peu recommandable. Le substrat le plus coûteux est la sphaigne de Chili, importée d'Europe, suivie de la mousse qui nécessite une large prospection (coût du transport) pour sa collecte.

Tableau 3. Coût estimatif de production d'une marcotte de *P. microcarpa* (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa* dans les conditions de Franceville au Sud-Est du Gabon.

	Nombre initial de marcottes	Marcottes sevrées	Coût matériel ^(a) (FCFA)	Coût substrat (FCFA)	Coût pose ^(b) (FCFA)	Coût suivi ^(b) (FCFA)	Coût unitaire de production (FCFA)
Sphaigne du Chili	7	6	47300	22300	538	808	11824
Mousse	22	16	47300	6400	1436	2154	3581
Inflorescence mâle du palmier à huile	30	24	47300	500	2154	3230	2216
Sciure de bois	43	32	47300	1000	2872	4308	1734
Totaux	102	78	47300 ^(a)	30200	7000 ^(b)	10500 ^(b)	

(a) : dans la logique d'une campagne unique de production du matériel végétal, le coût du matériel reste le même quels que soient le(s) substrat(s) utilisé(s) et le nombre de marcottes à produire.

(b) : coût total réparti en fonction du nombre produit de marcottes pour chaque substrat.

Discussion

L'indicateur principal du choix de multiplication d'une espèce par marcottage aérien reste certainement la faculté d'émission des racines de celle-ci durant ce processus. Par contre le développement racinaire représente un élément déterminant à la réussite du marcottage. En effet, après la séparation de la marcotte de la branche mère, les racines émises pendant la durée du processus doivent prendre le relais pour assurer la nutrition du jeune plant. Dès lors, un échec de reprise des plants en pépinière peut être imputé, entre autres, à un développement racinaire insuffisant (Jaenicke & Beniést, 2003), surtout si le terreau utilisé est le même que celui ayant servi au marcottage. Avec des taux d'enracinement et des taux de réussite au sevrage compris entre 73 % et 86 %, en fonction du substrat utilisé, *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa* montre une bonne aptitude au marcottage aérien, réalisé sur les branches orthotropes. Cette aptitude serait due à la faculté de *P. microcarpa* à former des bourrelets cicatriciels au niveau des bords supérieurs des parties annelées. En effet, Bellefontaine *et al.* (2011) ont montré que la

formation des bourrelets cicatriciels et par la suite des racines, est rendue possible grâce à l'action combinée des produits de la photosynthèse (hydrates de carbone, auxines, etc.) et des propriétés physico-chimiques d'un substrat humidifié. Cette explication relève l'intérêt du choix du substrat pour la réussite du marcottage aérien. Cette étude montre qu'une diversité de substrats peut être utilisée pour provoquer l'induction racinaire chez *P. microcarpa*. Logiquement l'induction racinaire a lieu plus tôt. Mais elle n'est constatée qu'à l'observation de l'enracinement à travers le film plastique transparent couvrant le manchon (Figure 3a). Les racines observées sont celles ayant traversé l'amas de substrat. Ainsi, le délai d'enracinement évoqué dans cette étude serait plutôt un délai d'apparition des racines à travers le manchon et non un délai d'induction racinaire. Entre les quatre substrats testés, aucune différence significative n'est observée ni sur le taux d'enracinement ni sur le taux de réussite. Ce résultat rejoint celui de Nguema Ndoutoumou *et al.* (2013). La disposition de *P. microcarpa* à se prêter au marcottage aérien serait davantage associée à ses qualités intrinsèques. L'absence d'enracinement, observée chez certaines marcottes qui ont fini par se dessécher, pourrait avoir été causée par le traumatisme subi par la plante lors de l'annelage des écorces. Kengué et Tchio (1994) ont évoqué cela sur le marcottage aérien de *Dacryodes edulis* (G. Don) H.J.Lam. Par contre, le dessèchement des marcottes enracinées, posées au mois de novembre en pleine saison des pluies, pourrait être lié à la combinaison de deux facteurs : une défaillance au niveau du suivi et une insuffisance quantitative des produits de la photosynthèse. *P. microcarpa* étant une espèce caducifoliée dont la fructification s'étale d'avril à décembre (Meunier *et al.*, 2015), elle aurait adopté une stratégie d'adaptation par une réduction de la surface foliaire (chute des feuilles) et une réorientation des réserves vers les organes de reproduction.

Il est probable que la saison joue également un rôle clé dans l'adaptation de cette espèce au marcottage aérien. Certains auteurs (Harivel *et al.*, 2006 ; Bellefontaine 2010 ; Meunier *et al.*, 2015) ont effectivement relevé un effet significatif de la saison sur la réussite du marcottage aérien de certaines espèces. Les taux élevés d'enracinement et de réussite au sevrage, obtenus dans cette étude, montrent que la saison des pluies serait une période propice à la pratique du marcottage aérien, pour l'espèce *P. microcarpa* à Franceville. Le fort taux d'enracinement aurait vraisemblablement aussi été favorisé par le choix des branches orthotropes. Travaillant sur le marcottage aérien de l'espèce *Grewia coriacea* Mast., Bitá (2016) a montré que la densité racinaire dépend du tropisme des branches, et serait plus importante sur les axes orthotropes.

P. microcarpa présente des délais d'apparition des racines assez courts (1 à 5 mois) et nettement inférieurs à ceux d'autres espèces comme *Coula edulis* Baill (Moupela *et al.*, 2013). Néanmoins, ils s'inscrivent dans la

fourchette de nombreuses espèces telles que *Dacryodes edulis* Lam (Mialoundama, 2001). Cependant, les tests de densité racinaire et le sevrage des marcottes ont été effectués au 120^{ème} jour. Il est difficile de statuer sur la capacité du système racinaire à assurer la survie de la marcotte, si le sevrage était réalisé entre 30 et 75 jours. Certains auteurs (Bellefontaine, 2010 ; Bellefontaine *et al.*, 2011) affirment que le nombre et la qualité des racines adventives néoformées dans le manchon sont déterminants pour la survie future du plant. Si elles sont rares et chétives, la marcotte risque de ne pas survivre à la période de sevrage. Cette remarque pourrait constituer une explication du taux élevé de mortalité enregistré en pépinière (44,4 %). En effet, au bout de 45 jours, en moyenne 48 % de marcottes n'avaient pas développé de racines (Figure 2). Il est possible que le système racinaire de ces dernières n'ait pas atteint son développement optimal au moment du sevrage. Ce développement insuffisant des racines néoformées pourrait être compensé par une quantité importante de celles-ci, mesurée ici par les paramètres nombre de racines primaires, longueurs des racines primaires et volume racinaire. À ce niveau le choix du substrat devient déterminant, car pour une même période, tous ne donnent pas les mêmes résultats. Pour les deux premiers paramètres, l'effet substrat est négligeable. Cet effet serait plutôt remarquable sur l'homogénéité des individus issus d'un même groupe, surtout pour la variable "nombre de racines primaires". L'absence de différences significatives sur les paramètres nombre et longueur de racines primaire serait donc due à une grande disparité entre les marcottes au sein même des substrats. Cette disparité est plus grande pour les substrats "sphaigne du Chili" et "inflorescence mâle du palmier à huile", pour ce qui concerne le nombre de racines primaires. Par contre au niveau de la longueur des racines principales, la plus grande hétérogénéité est obtenue avec l'inflorescence mâle du palmier à huile, suivi de la sciure de bois rouge et la mousse. Comparée aux trois autres, la mousse présente un avantage capital, celui de produire des marcottes plus homogènes. En effet, une grande hétérogénéité du système racinaire peut fortement affecter la croissance homogène des marcottes en pépinière. Ce qui pourrait conduire à l'obtention des plantules avec des niveaux de développement fort variables.

Si les paramètres nombre et longueur des racines primaires ne permettent pas de capturer l'effet substrat, peut-être parce que ne prenant en compte qu'un type de racines, la densité racinaire (ou volume racinaire) serait mieux indiqué à cette fin. En effet, celle-ci prend en compte l'ensemble des racines développées par une marcotte sous un substrat donné. Le volume racinaire fait mieux ressortir l'influence du degré d'hétérogénéité au sein des populations de marcottes sur le résultat du test statistique. Les volumes racinaires moyens, accompagnés de faibles écart-types, sont statistiquement différents. La sphaigne du Chili avec ses multiples caractéristiques physico-

chimiques (la rétention d'eau, l'effet tampon, la porosité, une texture grossière et fibreuse, un pH acide, etc.) conduit à un meilleur résultat en termes de quantité de racines (Bellefontaine *et al.*, 2011 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011). Parmi les substrats locaux testés, une préférence sera portée sur la mousse et l'inflorescence mâle du palmier à huile, même si leur disponibilité n'est pas toujours garantie. En plus de procurer un développement important des racines, la mousse présente l'avantage de favoriser une croissance homogène de celles-ci dans la population de marcottes. Le faible volume racinaire obtenu avec la sciure de bois est certainement dû à sa texture très fine (faible porosité), qui occasionnerait l'asphyxie des racines par une aération insuffisante.

Il est également établi que les premiers signes de l'aptitude d'une espèce au marcottage aérien concernent l'induction et le développement racinaire des manchons. Cette faculté, nécessaire et indispensable, n'est cependant pas suffisante pour conclure sur la capacité d'une espèce à être multipliée par cette voie (Verheij, 2005). Cette aptitude doit être confirmée à travers le comportement des marcottes après sevrage. Le sevrage, qui est la séparation de la marcotte de la branche mère, induit un stress physiologique, par arrêt du flux de sève qui alimente le feuillage de cette dernière. Cette opération provoque un changement de régime dans la vie de la marcotte, imposant au système racinaire de celle-ci d'entrer en fonction, afin d'assurer sa survie (Bita, 2016 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011). *P. microcarpa* affiche un comportement assez disparate après sevrage. Le taux d'échec enregistré en pépinière serait davantage lié aux mauvaises manipulations lors du repiquage (qui auraient par exemple causé la casse des racines) et aux négligences durant le suivi des marcottes (ombrage insuffisante, réduction insuffisante ou sévère de la surface foliaire, etc.). Il est également possible que le changement brutal de terreau ait réduit les chances d'acclimatation des marcottes en pépinière. Ces réflexions poussent à s'interroger sur les conditions optimales de sevrage et de culture en pépinière. En effet, l'intervalle de confiance autour du taux de mortalité en pépinière est assez large. Il indique que lorsque les conditions ne sont pas à leur optimum, l'on peut enregistrer jusqu'à près de 60% de perte en pépinière. En revanche, lorsque celles-ci sont optimales, il est possible de réduire fortement les pertes, jusqu'à 30% en pépinière. Ce qui permettrait de prévenir les éventuelles pertes en champ.

Le taux de mortalité atteint des valeurs plus élevées en plantation. Il est estimé entre 34% et 74%. Ceci confirme la nécessité d'optimiser les conditions de sevrage et de pépinière, pour la production d'une quantité suffisante de plants, afin de couvrir ces pertes en champ. Ainsi, au-delà des conditions du milieu de culture en champ, le niveau d'acclimatation en pépinière a certainement une incidence sur la capacité des plants à reprendre

en plein champ. Il apparaît de ce fait logique de penser qu'une marcotte non correctement conditionnée en pépinière, puisse présenter des difficultés à reprendre en plantation (Bita, 2016 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011). Les taux de mortalité estimés dans le pire des cas (60% en pépinière et plus de 70% en plantation) signifieraient que le marcottage aérien ne serait pas la technique indiquée pour une multiplication à grande échelle de l'espèce. Mais logiquement, ils devraient permettre de s'interroger sur la durée nécessaire du marcottage et les conditions optimales de culture (pépinière et plantation) de cette espèce après sevrage. En attendant d'avoir des précisions sur ces facteurs, ces deux résultats impliqueraient que pour espérer produire des plants de *P. microcarpa* à partir du marcottage aérien, il y a nécessité de partir d'un échantillon important de marcottes au moment de la pose. Cette recommandation est davantage soutenue par l'observation faite sur le coût unitaire de production qui reste fortement dépendant du coût d'acquisition du substrat et de la quantité produite de marcottes. La seconde variable serait dépendante du nombre initial de marcottes, lui-même influencé par la disponibilité du substrat. Plus le nombre de marcottes produites augmente, plus le coût unitaire de production diminue. L'augmentation du coût d'acquisition du support de culture s'accompagne d'un accroissement du coût de production. Le coût d'acquisition semble conditionné par la disponibilité du substrat. Lorsque ce dernier est facile d'accès, il revient moins cher et peut ainsi être disponible en quantité suffisante, ce qui permettrait de poser une quantité importante de marcottes (Nguema Ndoutoumou *et al.*, 2013).

Conclusion

La multiplication de *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa* par marcottage aérien est possible, à condition de partir d'un échantillon important lors de la pose des marcottes, car la mortalité peut atteindre des taux très élevés en pépinière et en champ. Il convient de poursuivre des études sur les conditions optimales de culture et déterminer la période optimale de sevrage après l'apparition des racines. *P. microcarpa* présente deux avantages majeurs au marcottage aérien : l'enracinement précoce et l'indépendance au substrat. Toutefois, le substrat a un effet sur la densité racinaire. Les substrats à texture grossière (sphaigne du Chili, mousse, inflorescence mâle du palmier à huile) sont les plus convenables.

References:

1. Ambé, G.A. (2001). Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte d'Ivoire : état de la connaissance par une population locale, les Malinkés. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement* 5(1) : 43-58.

2. Bellefontaine, R. (2010). De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). *Sécheresse* 21 (1) : 42-53.
3. Bellefontaine, R., Ferradous, A., Mokhtari, M., Bouiche, L., Saibi, L., Kenny, L., Alifriqui A. & Meunier, Q. (2011). Mobilisation *ex situ* de vieux arganiers par marcottage aérien. *In Actes du Premier Congrès International de l'Arganier*, Agadir. 11pp.
4. Bitá, A.M. (2016). Etude des conditions de germination des graines, de multiplication végétative de *Grewia coriacea* Mast. (Malvacée) en vue de sa domestication. Thèse de doctorat, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo. 162pp.
5. Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametrics Statistics*, Wiley, 3rd Edition.
6. De Mendiburu, F. (2009). Una herramienta de analisis estadístico para la investigación agrícola. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-PERU).
7. Djoufack, S. D., Nkongmeneck, B. A., Dupain, J., Bekah, S., Bombome, K. K., Epanda M. A. & Van Elsacker, L. (2007). Manuel d'identification des fruits consommés par les gorilles et les chimpanzés des basses terres de l'Ouest ; Espèces de l'écosystème du Dja (Cameroun). 107pp.
8. DGS. (2017). *Annuaire statistique du Gabon 2017-2018*. Ministère de l'économie, du commerce de l'industrie et du tourisme. 249pp.
9. Harivel, A., Bellefontaine, R. & Boly, O. (2006). Aptitude à la multiplication végétative de huit espèces forestières d'intérêt au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 288 (2) : 39-50.
10. Hartmann, H., Kester, D., Davies, J. F. & Geneve, R. (1997). *Plant Propagation: Principles and Practices*. Engle-wood Cliffs (NJ), Prentice Hall International. 770pp.
11. Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 6: 65-70.
12. Jaenicke, H. & Beniést, J. (2003). La multiplication végétative des ligneux en agroforesterie ; manuel de formation et bibliographie. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya. 162pp.
13. Kengué, J. & Tchio, F. (1994). Essai de bouturage et de marcottage aérien du safoutier (*Dacryodes edulis*), *In* : Kengué, J. et Nya Ngatchou J. (Eds.). Actes du séminaire régional sur la valorisation du safoutier 4-6 octobre 1994 à Douala. 80-98 pp.
14. Latham, P. & Konda Ku Mbuta, A. (2014). Les plantes utiles du Bas-Congo, République Démocratique du Congo. DFID, Kinshasa, RDC. 409pp.

15. Mbeté, P., Makosso, S., Lelou, B., Douh, C. & Ngokaka, C. (2011). Essai de multiplication végétative du Colatier (*Cola nitida*) via la technique du marcottage au Congo Brazzaville. *Journal of Applied Biosciences* 37 : 2485-2490.
16. Meunier, Q., Bellefontaine, R. & Monteuis, O. (2008). La multiplication végétative d'arbres et arbustes médicinaux au bénéfice des communautés rurales d'Ouganda. *Bois et Forêts des Tropiques* 295 (2) : 71-82.
17. Meunier, Q., Moumbogou, C. & Doucet, J.L. (2015). Les arbres utiles du Gabon. Presses Agronomiques de Gembloux, Liège, Belgique. 339pp.
18. Mialoundama, F., Mampouya, P.C. & Galamo, G.R. (2001). Optimisation des conditions de marcottage du safoutier (*Dacryodes edulis* « G. Don » H.J. Lam). *Cahiers Agricultures* 10 : 335-338.
19. Moupela, C. (2013). Ecologie, dynamique des populations et intérêts économiques du noisetier d'Afrique (*Coula edulis* Baill.) au Gabon. Thèse de doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, Gembloux, Belgique. 145 pp.
20. Moupela, C., Doucet, J. L., Dainou, K., Meunier, Q. & Vermeulen, C. (2013). Essais de propagation par semis et marcottage aérien de *Coula edulis* Baill. et perspectives pour sa domestication. *Bois et forêt des tropiques* 318 (4) : 3-13.
21. Ndoye, O., Ruiz-Perez, M. & Eyebe, A. (1997). The markets of non-timber forest products in the humid forest zone of Cameroon. *ResearchGate*. 26pp.
22. Nguema Ndoutoumou, P., Ondo-Azi, A.S., Mbeang Beyeme, A.M., Ondo Ovono, P., Ignanga Ignanga, A.W. & Campa, C. (2013). Essais de propagation de *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich.) dans les conditions climatiques de Franceville (Sud-Est du Gabon). *Biosciences Proceedings* 19 : 131-137.
23. Noubissié Tchiagam, J.B., Ndzié, J.P., Bellefontaine, R. & Mapongmetsem, P.M. (2011). Multiplication végétative de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex. A. Rich. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au nord du Cameroun. *Fruits* 66: 327-341.
24. Nsielolo Kitoko, R., Lejoly, J. & Aloni Komanda, J. (2015). Sylviculture du *Millettia laurentii* De Wild. (Wenge) par macroboutures dans les savanes herbeuses du plateau des Batéké à Ibi/RD Congo". *International Journal of Innovation and Applied Studies* 12 (1): 123-131.
25. Ouedraogo, H. (2007). Structure démographique et modes de régénération de *Pterocarpus erinaceus* Poir. et autres espèces

- prioritaires utilisées dans l'artisanat à l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 77pp.
26. Poissonnet, M., Parmantier, A., Wyngaarde, B., Demenois, J. & Lescuyer, G. (2006). Espoirs et difficultés du transfert de la gestion forestière à deux communautés de Guyane et du Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques* 289 (3) : 5-16.
 27. Richard, A. & Léonard, G. (1993). Le Gabon. Edig/Edicef, Vanves, France. 193pp.
 28. Tchatat, M. & Ndoye, O. (2006). Étude des produits forestiers non ligneux d'Afrique centrale : réalités et perspectives. *Bois et Forêts des Tropiques* 288 (2) : 27-39.
 29. Tchoundjeu, Z., Ngo Mpeck, M.L., Asaah, E. & Amougou, A. (2004). The role of vegetative propagation in the domestication of *Pausinytalia johimbe* (K. Schum), a highly threatened medical species of West and Central Africa. *Forest Ecology and Management* 188: 175-183.
 30. Vantomme, P. & Gazza, S. (2010). Le défi de la sylviculture en faveur des produits forestiers non ligneux sous les tropiques : de la cueillette à l'agriculture ? *Bois et Forêts des Tropiques* 304 (2) : 5-13.
 31. Verheij, E. (2005). Multiplier et planter des arbres. Deuxième édition, Wageningen, Pays Bas. 110pp.