

Multiplication végétative de *Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam. par marcottage aérien

Christiane Elomo (1), Blandine Nguénayé (1),
Zacharie Tchoundjeu (1), Ebenezar Assah (1), Alain Tsobeng (1),
Marie-Louise Avana (2), Martin J. Bell (3), Frederik Nkeumoe (1) –

- (1) World Agroforestry Centre, Cameroun
- (2) Université de Dschang, Cameroun
- (3) Université de Yaoundé, Cameroun

Dacryodes edulis (G. Don) H.J. Lam. (Burseraceae), est un arbre fruitier à haute valeur dans les régions de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Le marcottage aérien de cette espèce est aujourd'hui maîtrisé, mais l'effet du clone et du type de propagule sur l'enracinement des marcottes reste des points d'ombre, ainsi que l'orientation de la branche et la position de la marcotte dans le houppier. Des essais ont été mis en place afin de tester l'effet du clone, du type de propagule (bouture et marcotte), du houppier (bas et haut) et de l'orientation de la branche (plagiotope, oblique et orthotope) sur l'enracinement des marcottes. Pour les trois premiers facteurs, les clones âgés de 10 ans à maturation normale et un mélange sciure décomposée – terre arable à proportions égales, ont été utilisés pendant la mise en place des essais. Les arbres à maturation tardive de plus de 20 ans et la sciure de bois décomposé ont été utilisés pour le facteur orientation. Dix mois après la pose des marcottes, les résultats ont révélé que l'effet clonal affecte très significativement l'enracinement des marcottes ($p < 0,001$). Le meilleur résultat a été obtenu pour les clones, MA/DE/40M, BUM/DE/36M et DE/M/2-70C. Le type de propagule a eu un effet significatif sur l'enracinement des marcottes ($p < 0,012$) et concernant le paramètre mortalité, cet effet a été significatif au huitième mois ($p < 0,038$). Aucun effet significatif ($p = 0,12$) de la position de la branche dans le houppier sur l'enracinement des marcottes n'a été enregistré. Toutefois le haut houppier a eu un pourcentage d'enracinement élevé ($39,59 \pm 3,37\%$) par rapport à celui du bas houppier ($31,94 \pm 3,44\%$) à 10 mois. Le taux de mortalité est élevé chez les marcottes du bas houppier ($40,28 \pm 4,08\%$) et le nombre moyen de racines primaires ($6,97 \pm 0,87\%$) a été bas par rapport aux résultats du haut houppier ($33,33 \pm 3,91$ et $7,36 \pm 0,8\%$ respectivement). Neuf mois après la pose des marcottes, les branches orthotropes ont présenté un nombre de racines primaires élevé ($13,55 \pm 1,22\%$) et un faible taux de mortalité des marcottes ($6,67 \pm 4,55\%$) contrairement aux pourcentages des branches plagiotropes ($7,84 \pm 0,77\%$, $26,67 \pm 8,05\%$ respectivement). Aucun effet significatif ($p = 0,45$) de l'orientation de la branche n'a été enregistré, mais le pourcentage d'enracinement des marcottes des branches plagiotropes et obliques est élevé ($43,33 \pm 9,05\%$), comparé à celui des branches orthotropes ($30 \pm 8,34\%$). Ainsi donc, nous pouvons conclure de cette étude que, le haut houppier et les branches orthotropes sont adaptés pour le marcottage aérien de *D. edulis*.

Mots clés: domestication, safoutier, clone, marcotte, Cameroun

Dacryodes edulis (G. Don) H. J. Lam. (Burseraceae) is a high-value fruit tree in West and Central Africa. Air layering of this species is now under control, but uncertainty remains as to the effect of a number of factors on rooting; these include cloning the type of propagule, the orientation of branches and the position of the marcots in the crown. A series of experiments were conducted to evaluate the effect of cloning, the type of propagule (cuttings and marcots), position in the crown (lower and upper) and the orientation of branches (plagiotropic, oblic and orthotropic) on the tree's rooting ability. For the first three factors, older clones of 10 years with a normal maturation were bedded in equal proportions of decomposed sawdust and arable soil. To test the orientation factor late maturing trees of over 20 years bedded in, decomposed sawdust were used. Ten months after the setting up of marcots, the results showed that the clonal effect significantly ($p < 0.001$) affects the rooting of marcots. The best result was obtained for clones MA/DE/40M, BUM/DE/36M and DE/M/2-70C. The type of propagule had a significant effect ($p < 0.012$) on percentage of rooting marcots. On the dead marcots, this effect was significant ($p < 0.038$) from the eighth month. No significant effect ($p = 0.124$) of the position of the branch in the crown was recorded on the rooting of marcots. However, the upper crown had apparently a high percentage of rooting ($39.59 \pm 3.37\%$) compared to that of the lower crown ($31.94 \pm 3.44\%$) at 10 months. The percentage of dead marcots recorded was high at lower crown marcots ($40.28 \pm 4.08\%$) and the mean number of primary roots was low ($6.97 \pm 0.87\%$) compared to the upper part (33.33 ± 3.91 and $7.36 \pm 0.8\%$ respectively). Nine months after the setting up of marcots, the orthotropic branches showed a high number of primary roots ($13.55 \pm 1.22\%$) and a low percentage of dead marcots ($6.67 \pm 4.55\%$) compared to plagiotropic branches (7.84 ± 0.77 and $26.67 \pm 8.05\%$ respectively). With respect to the orientation of branches, no significant ($p = 0.45$) effect on the rooting of marcots was recorded, but the rooting percentage of marcots on plagiotropic and oblic branches ($43.33 \pm 9.05\%$) was high compared to the percentage of orthotropic branch ($30 \pm 8.34\%$). It can therefore be concluded from this study that orthotropic branches of *D. edulis*, upper crown are among the best parameters for air layering.

Key words: domestication, African plum tree, clone, marcots, Cameroon

Introduction

Dacryodes edulis (G. Don) H.J. Lam., dont le fruit est communément appelé safou est une espèce de la famille des Burseraceae, originaire de l'Afrique Centrale et du Golfe de Guinée (Sonwa et al., 2002). Il pousse dans les champs depuis la Sierra Léone jusqu'au Sud de l'Angola et à l'Est de l'Ouganda (Kengue, 2011). Classé parmi les cinq fruitiers locaux prioritaires identifiés pour l'Afrique (Franzel et al., 2008), *D. edulis* est très utilisé dans la pharmacopée traditionnelle. Les feuilles ou les écorces bouillies dans une eau fermentée à base de graines sont administrées aux enfants nigériens pour le traitement de l'épilepsie et le retard de croissance (Omonhinmin, 2012). La valeur de son fruit est remarquable aussi bien sur le plan nutritionnel qu'économique. Très riche en protéines, lipides et hydrates de carbones, le safou peut être utilisé pour traiter les enfants mal nourris (Ajayi & Adesanwo, 2009). En outre, les exportations de safou à partir de l'Afrique Centrale et du Nigéria vers la France, la Grande Bretagne et la Belgique sont estimées à 2 millions de dollars américains (Awono et al., 2002).

Fruitier tant utilisé par les populations, *D. edulis* ne semble pas être une espèce gravement menacée, mais ses populations locales diminuent dans de nombreuses régions à cause de la déforestation et de la dégradation des forêts (Kengue, 2011). C'est la raison

pour laquelle il est nécessaire de mener des propagations clonales des arbres supérieurs (Tchoundjeu *et al.*, 2002) pour l'intégration des cultivars dans des systèmes de culture afin de former des agroforêts (Sado *et al.*, 2011) où ils peuvent jouer un rôle d'ombrage principalement pour les cultures pérennes comme le cacao et le café (Orwa *et al.*, 2009).

Dacryodes edulis est à reproduction sexuée essentiellement allogame et la multiplication par semis induit une descendance à forte variabilité (Youmbi, 2000). Cette variabilité peut se manifester sur des différences phénotypiques comme la maturation des fruits ou la floraison. Il s'observe ainsi des individus à maturation précoce dont la période de fructification a lieu entre le mois d'avril et mai, des individus à maturation normale (juillet – septembre) et des individus à maturation tardive (novembre – décembre) (Kengue, 2002). En outre, les travaux effectués par Biakaiy (2008) ont permis de classer les arbres de *D. edulis* par catégorie en fonction de l'épaisseur de la pulpe, la grosseur, la longueur, le goût du fruit et la production. Sur la base de toutes ces diversités de caractères, la sélection et le clonage des individus sont nécessaires pour l'obtention des clones supérieurs de meilleures qualités gustatives et à fort rendement économique. Pour ce faire, la multiplication végétative reste la méthode la plus commune permettant de reproduire des copies conformes des individus sélectionnés.

Parmi les techniques de multiplication végétative, le greffage s'est soldé par un échec (Kengue, 2002 ; Verheij, 2002). Le bouturage a connu des avancées considérables (Mialoundama *et al.*, 2002 et Assah *et al.*, sous presse) malgré quelques points à raffiner. Le marcottage aérien a présenté les meilleurs résultats jusqu'aujourd'hui. La série de résultats obtenue pendant les travaux de marcottage aérien menés par Kengue (1998) sur le diamètre de la branche (Mialoundama *et al.*, 2002), le substrat d'enracinement de *D. edulis* pourrait être complétée par la position de la marcotte dans le houppier, jusqu'ici mené uniquement sur *Irvingia gabonensis* (Tchoundjeu *et al.*, 2010). En outre, l'on pourrait penser que le microclimat qui règne autour des marcottes dans le houppier est supposé varier en fonction du niveau où se trouve celle-ci et pourrait influencer son enracinement. Les travaux menés par Mialoundama *et al.*, (2000) et Mbondo (2000) portaient sur l'orientation des branches et n'étaient pas précis car les angles d'inclinaison entre les branches n'avaient pas été définis. C'est la raison pour laquelle, ils avaient recommandé des études plus approfondies sur ce facteur. Les travaux sur l'influence du type de propagule sur l'enracinement des marcottes de *D. edulis* n'ont pas encore fait l'objet d'une étude.

Les objectifs globaux de la présente étude sont d'évaluer, l'influence du clone et du type de propagule sur l'enracinement des marcottes, ensuite l'influence de la position de la marcotte dans le houppier sur l'enracinement des marcottes, et enfin l'influence de l'orientation de la branche sur l'enracinement des marcottes.

Matériels et méthodes

Sites de l'étude

Cette étude a été menée dans les parcelles expérimentales de l'ICRAF, Région du Centre au Cameroun à Mbalmayo, Minkoa-Meyos et à Makénééné (en champ) comme illustré ci-dessus (Tableau I et Fig. 1).

| Localités/Paramètres | Makénééné | Mbalmayo | Minkoa-Meyos |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Latitude | 4°28 N | 3°10 N | 3°51 N |
| Longitude | 10°28 E | 11°00 E | 11°25 E |
| Altitude | 650 m | 650 m | 813 m |
| Pluviométrie moyenne | 2088 mm | 1802 mm | 1400 mm |
| Température moyenne | 25°C | 24°C | 25°C |
| Type de sol | Ferralitique | Ferralitique | Acide |

Tableau 1. Caractéristiques des sites d'études (Ambassa Kiki, 2000)

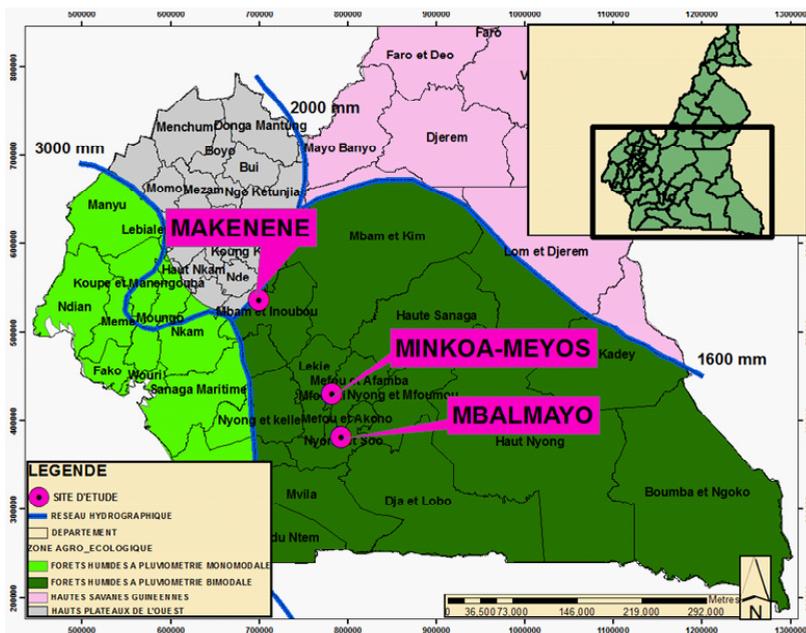


Figure 1. Carte présentant les sites d'étude adaptée de l'IRAD (2006)

Caractéristiques des clones

Dans la parcelle mixte boutures/marcottes, les clones de safoutier ont été plantés en association avec d'autres espèces ligneuses. Il s'agit de l'ayous (*Triplochiton scleroxylon*) et du bibolo (*Lovoa trichilioides*). Ces espèces à bois d'œuvre très utilisées dans notre pays (Cameroun) ont été suivies en pépinière et ensuite associées aux clones de *Dacryodes edulis* dans la parcelle expérimentale. Cette association avait pour but de diversifier des produits dans la parcelle. La parcelle composée uniquement des clones de marcottes a aussi servi pour le test des marcottes. Dans ces parcelles, les plants de boutures et de marcottes ont été transplantés en avril de l'an 2000.

Les clones étaient de quatre provenances : trois de Boumnyebel (BUM/DE/16M, BUM/DE/17M, BUM/DE/36M) ; sept clones provenant du parc à bois de Mbalmayo (DE/M/2-102C, DE/M/242C, DE/M/2-70C, DE/M/2-91C, DE/M/2-92C, DE/M/2-96C, DE/M/C) ; un clone de Makénééné (MA/DE/40M) et un de Mbouda (MB/DE/11M). Actuellement les clones BUM/DE/16M, BUM/DE/17M, DE/M/C et DE/M/242C sont présents dans la parcelle expérimentale de Minkoa-Meyos et les autres dans celle de Mbalmayo.

| Code dans la banque de gènes | Type de propagule | Site de collecte des clones | Latitude | Longitude | Altitude (m) |
|------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|----------------|--------------|
| BUM/DE/16M | Marcotte | Boumnyebel | 3°50'39.09" N | 10°54'33.08" E | 796 |
| BUM/DE/17M | Marcotte | Boumnyebel | 3°49'19.36"N | 10°55'18.25"E | 796 |
| BUM/DE/36M | Marcotte | Boumnyebel | 3°51'48.41"N | 10°56'32.19"E | 796 |
| DE/M/2-102C | Bouture | Mbalmayo | 3°28'18.86"N | 11°29'32.13"E | 677 |
| DE/M/242C | Bouture | Mbalmayo | 3°28'27.94"N | 11°28'04.25"E | 676 |
| DE/M/2-70C | Bouture | Mbalmayo | 3°28'01.75"N | 11°28'58.93"E | 677 |
| DE/M/2-91C | Bouture | Mbalmayo | 3°28'01.38" N | 11°28'46.40"E | 673 |
| DE/M/2-92C | Bouture | Mbalmayo | 3°27'52.08"N | 11°28'58.38"E | 678 |
| DE/M/2-96C | Bouture | Mbalmayo | 3°28'05.32"N | 11°28'57.64"E | 677 |
| DE/M/C | Bouture | Mbalmayo | 3°28'16.89"N | 11°28'58.19"E | 677 |
| MA/DE/40M | Marcotte | Makénééné | 4°53'08.71"N | 10°49'01.85"E | 718 |
| MB/DE/11M | Marcotte | Mbouda | 5°35'97.01"N | 10°19'04.78"E | 1301 |

Tableau 2. Informations générales sur les clones marcottés

Pratique du marcottage

La pose des marcottes a eu lieu entre mai et juin 2009 pour les marcottes posées sur les clones et au mois de mai 2010 pour le reste. Sur le plan pratique, le marcottage aérien a été réalisé suivant la méthode décrite par Kengue (2002). Le dispositif expérimental a été le plan en bloc complet randomisé, chaque arbre constituant un bloc et l'unité expérimentale a été la marcotte pour tous nos essais.

Expérience 1 : Effet clonal et du type de propagule sur l'aptitude à l'enracinement des marcottes de *Dacryodes edulis*

Nous avons pris en compte deux facteurs, l'effet clonal et le type de propagule. L'on a posé les marcottes sur les branches de diamètre compris entre 3 et 5 cm des arbres de 10 ans d'âge et le mélange sciure décomposée et terre arable à proportion égale a servi comme substrat d'enracinement.

Pour l'effet clone, 12 traitements (clones) ont été appliqués. Ceux-ci ont été identifiés et testés à partir des résultats des études précédentes comme étant les meilleurs sur la base de leur rendement, de la taille et du goût de leurs fruits (Biakaïy, 2008). Il s'agit de: BUM/DE/16M, BUM/DE/17M, BUM/DE/36M, DE/M/2-102C, DE/M/242C, DE/M/2-70C, DE/M/2-91C, DE/M/2-92C, DE/M/2-96C, DE/M/C, MA/DE/40M et MB/DE/11M. Trois ar-

bres ont été marcottés par traitement dont huit marcottes par arbre, vingt-quatre marcottes par clone et deux cent quatre-vingt-huit marcottes posées au total.

Deux traitements ont été appliqués pour le facteur type de propagule ; les arbres issus du bouturage et ceux issus du marcottage. Cinq arbres sont issus des marcottes et sept issus des boutures. Pour chaque type de propagule, trois arbres ont été marcottés, huit marcottes par arbres, soit cent vingt marcottes pour les arbres issus des marcottes et cent soixante-huit pour ceux issus des boutures.

Expérience 2 : Effet de la position de la marcotte dans le houppier sur l'aptitude à l'enracinement des marcottes de Dacryodes edulis

Nous avons utilisé le même matériel végétal de l'expérience 1 pour tester les paramètres de ce facteur. Deux niveaux d'houppier ont été considérés : le niveau bas qui part des branches les plus basses à la moitié supérieure du houppier et le niveau haut qui va de la moitié supérieure du houppier au sommet de l'arbre. Pour chaque niveau de houppier considéré, huit marcottes ont été posées à raison de quatre marcottes par niveau de houppier, pour un total de deux cent quatre-vingt-huit marcottes sur trente-six arbres.

Expérience 3 : Effet de l'orientation de la branche sur l'aptitude à l'enracinement des marcottes

Nous avons marcotté des arbres de plus de 20 ans d'âge caractérisés par une maturation tardive ou/et précoce. Le substrat d'enracinement a été la sciure de bois décomposé. On a utilisé les branches de diamètre 4 à 5 cm. Trois traitements ont été appliqués: l'orientation orthotrope (où l'angle varie de 0 à 45°), l'orientation oblique (45 et 75°) et l'orientation plagiotrope (75 et 90°). Ces angles d'inclinaison ont été déterminés suivant l'angle que fait la branche à marcotter avec l'axe principal de l'arbre ou avec une ramification. Dix arbres ont été marcottés à raison de, neuf marcottes par arbre, soit trois marcottes pour chaque traitement, pour un total de quatre-vingt-dix marcottes.

Collecte des données

Les données liées à l'état général de la marcotte (enracinée, morte et non enracinée) et le nombre de racines émises par marcotte enracinée ont été pris en compte. Pour les essais effet clonal, type de propagule et position de la branche dans le houppier, trois évaluations ont été faites à l'intervalle d'un mois et les trois dernières dans un intervalle de deux mois. En ce qui concerne l'essai orientation, six évaluations ont été faites, la première a eu lieu deux mois après la pose des marcottes (juillet 2010), trois ont eu lieu à l'intervalle d'un mois (août, septembre, octobre 2010) et les deux dernières en un intervalle de deux mois (décembre 2010 et février 2011). Le nombre de racines a été compté après le sevrage.

Les marcottes présentant des racines visibles à travers le plastique, encore individualisées ou commençant à peine à se ramifier et à former des poils absorbants ont été sevrées de l'arbre mère à l'aide d'une scie horticole. Elles ont été ensuite mouillées à l'eau, étiquetées et mises dans de sacs appropriés en vue de faciliter leur transport pour

la pépinière. En pépinière, le substrat enrobant la partie écorcée a été partiellement défaits avec précaution pour éviter d'endommager les racines. Le nombre de racines a été compté et enregistré, ensuite les marcottes ont été plantées dans des sachets en polyéthylène noirs, perforés d'une contenance de quatre litres, préalablement remplis d'un mélange de terre arable et de sable dans les proportions 3/1. Elles ont été stockées dans un châssis de rééducation du genre décrit par Tchoundjeu *et al.*, (2010). Toute branche marcottée desséchée a été considérée comme morte et immédiatement détruite pour éviter toute confusion lors des futures évaluations. Toute branche marcottée restée verte mais ne présentant aucune racine visible, a été notée vivante car susceptible de s'enraciner ultérieurement.

Analyse statistique

Les données collectées ont été codifiées sous forme binaire ("0" signifiant marcotte non enracinée et "1" marcotte enracinée en cas d'enracinement et "o" pour la marcotte vivante et "1" pour la morte en cas de mortalité). Elles ont été par la suite saisies dans le tableur Excel 2010 puis transportées dans le logiciel GenStat V pour analyse afin de déterminer les effets sur les différents facteurs étudiés (clone, type de propagule, orientation et position de la branche dans le houppier). L'ensemble des données a été soumis à un modèle d'analyse de régression, celles relatives à l'enracinement et à la mortalité des marcottes ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du modèle de régression logistique pour déterminer les différences significatives entre les moyennes calculées (taux d'enracinement et de mortalité) des différents traitements. Pour évaluer l'effet des différents traitements sur le nombre de racines primaires par marcotte enracinée, les données ont été soumises à des analyses en utilisant le modèle log linéaire. La différence significative entre les taux d'enracinement, de mortalité et le nombre moyen de racines primaires par marcotte enracinée a été évaluée grâce à la plus petite différence significative au seuil de 5%.

Résultats

*Effet du clone et du type de propagule sur l'aptitude à l'enracinement des marcottes de *Dacryodes edulis**

L'analyse de la variance multiple a montré que l'effet clonal a significativement influencé l'enracinement des marcottes tout au long de l'essai ($p < 0,001$). Il ressort de la figure 2 que, le temps mis par les marcottes pour s'enraciner a varié d'un clone à l'autre. 50% des 12 clones testés ont fourni des marcottes enracinées au bout de 3 mois et la proportion a atteint 75% soit 9 clones sur 12 au quatrième mois. Les clones DE/M/C, DE/M/2-96C et BUM/DE/16M ont présenté les premières marcottes enracinées au sixième et huitième mois respectivement. Trois clones seulement ont présenté un pourcentage d'enracinement supérieur ou égal à 50% 10 mois après la pose des marcottes. Il est apparu sur cette figure que les clones MA/DE/40M, BUM/DE/36M et DE/M/2-70C ont présenté les pourcentages de marcottes enracinées les plus élevés tandis que BUM/DE/16M, DE/M/C et DE/M/2-91C ont présenté le plus faible pourcentage de marcottes enracinées.

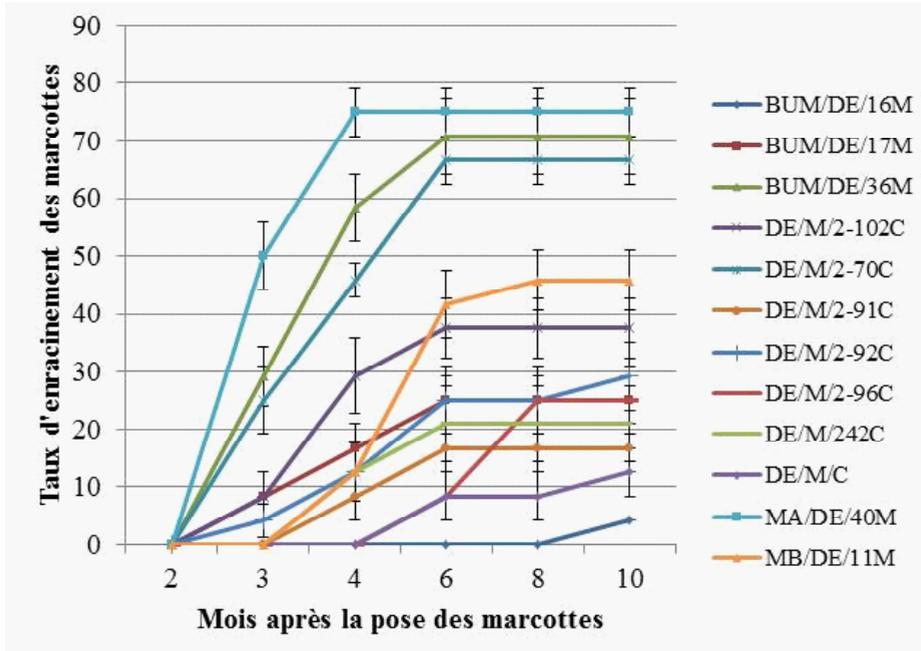


Figure 2. Évolution du pourcentage de marcottes enracinées en fonction du temps pour chaque clone

Le clone n'a pas affecté la mortalité 3 mois après la pose des marcottes ($p = 0,07$). Par contre son effet est significatif à partir du 4^{ème} mois ($p = 0,04$) jusqu'à la fin de l'essai ($p < 0,001$ à 10 mois). Il ressort de la figure 3 que, seul le clone DE/M/242C a présenté des marcottes mortes au 10^{ème} mois. Tandis que DE/M/2-91, DE/M/2-96 et DE/M/2-102C sont apparus comme les plus susceptibles à la dégénérescence avec 25% de marcottes mortes au 3^{ème} mois. Au 10^{ème} mois, à ceux-ci se sont ajoutés BUM/DE/16M et DE/M/C. Par contre les clones MA/DE/40M et BUM/DE/36M ont présenté des taux de mortalité constant depuis la première évaluation et ceux-ci sont les plus faibles à la fin de l'essai. Il a été constaté, à partir des figures 2 et 3, que certains clones (BUM/DE/16 M) dont l'apparition des racines a été tardive ont présenté les taux de mortalité les plus élevés.

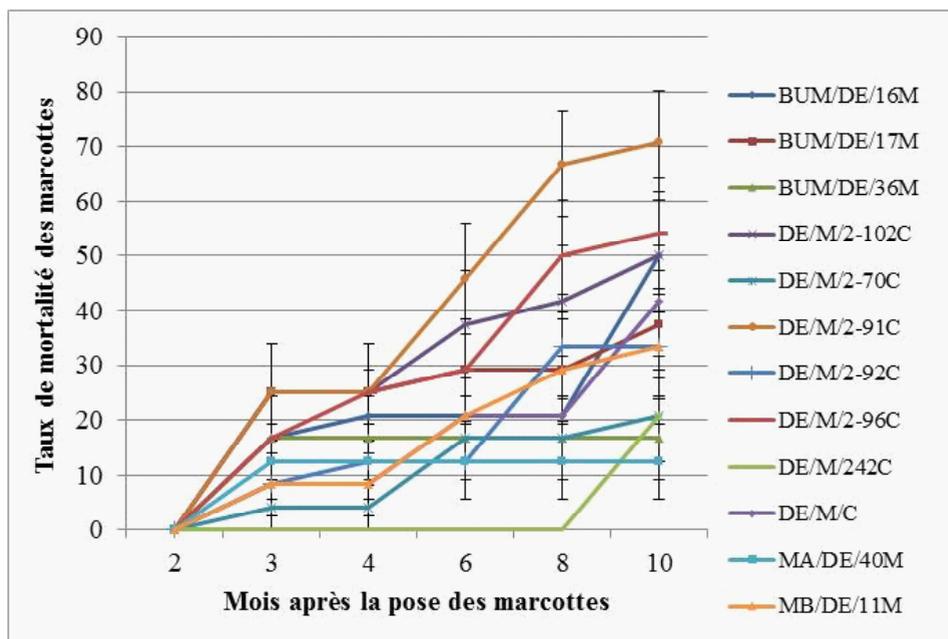


Figure 3. Évolution du taux de mortalité des marcottes en fonction du temps pour chaque clone de *D. edulis*

L'influence du clone sur le nombre moyen de racines formées par marcotte enracinée a été hautement significative ($P < 0,001$). Le nombre moyen de racines par marcotte enracinée a varié de $1,40 \pm 1,5$ pour DE/M/242C à $16,00 \pm 3,96$ pour DE/M/2-91C.

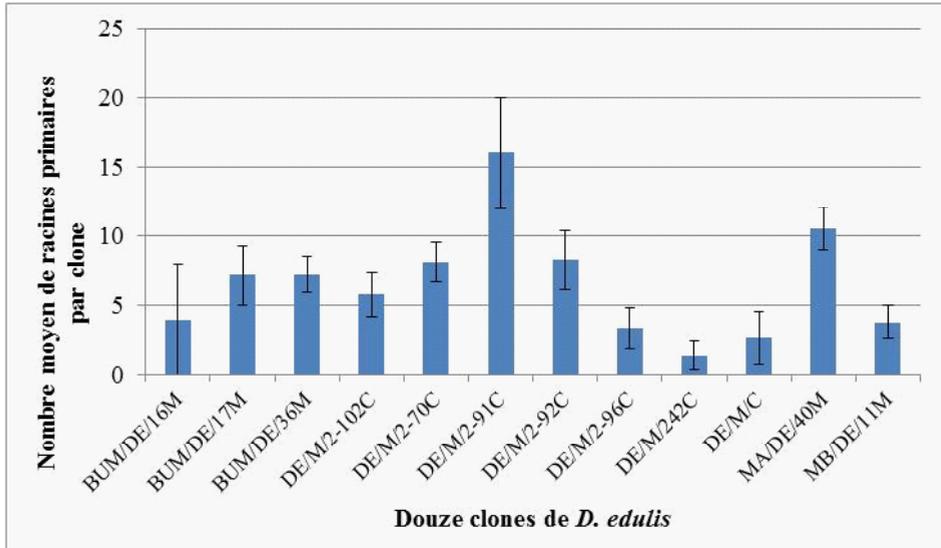


Figure 4. Nombre moyen de racines primaires par clone

Dix mois après la pose des marcottes, le type de propagule a affecté significativement l'enracinement des marcottes ($p = 0,012$). Les arbres issus des marcottes ont été les meilleurs en termes de taux d'enracinement soit $44,17 \pm 4,53\%$ contre $29,76 \pm 3,51\%$ pour les arbres issus des boutures. L'influence significative du type de propagule sur la mortalité des marcottes a été observée le 8^{ème} mois après la pose ($p = 0,04$). Les arbres issus des boutures ont favorisé le dépérissement des marcottes ($41,67 \pm 3,80\%$) par rapport aux arbres issus des marcottes ($30 \pm 4,17\%$) au 10^{ème} mois après la pose des marcottes. Le nombre de racines n'a pas eu un effet significatif ($p = 0,20$), cela s'est illustré par les valeurs suivantes : $6,78 \pm 0,36\%$ pour les marcottes issues des boutures et $7,44 \pm 0,37\%$ pour celles issues des marcottes, à la fin de l'essai.

Effet de la position de la branche sur l'aptitude à l'enracinement des marcottes de *Dacryodes edulis*

L'analyse de la variance multiple (MANOVA) a montré que la position de la marcotte dans le houppier n'a pas eu d'effet sur l'enracinement des marcottes ($p = 0,12$ au 10^{ème} mois après la pose). Les marcottes posées sur le houppier bas ont présenté un pourcentage d'enracinement élevé ($11,81 \pm 2,18\%$ et $23,61 \pm 3\%$) respectivement au 3^{ème} et 4^{ème} mois par rapport à celles posées sur le houppier haut ($9,03 \pm 2,05\%$ et $21,53 \pm 2,54\%$), mais la tendance a changé à partir du 6^{ème} mois jusqu'à la fin de l'essai.

En ce qui concerne la mortalité, la position de la branche a eu un effet significatif du 3^{ème} au 4^{ème} mois ($p < 0,001$). Cet effet n'a pas été observé du 6^{ème} mois ($p = 0,11$) jusqu'à la fin des essais ($p = 0,22$). Au 10^{ème} mois, les taux de mortalité enregistrés ont été de $40,28 \pm 4,08\%$ pour le bas houppier contre $33,33 \pm 3,92\%$ pour le haut houppier.

La position de la branche dans le houppier n'a pas eu d'effet significatif sur le nombre moyen de racines par marcotte enracinée ($p = 0,74$). Les nombres moyens des racines par marcottes enracinée ont été de $6,97 \pm 0,86\%$ pour le bas houppier et $7,36 \pm 0,80\%$ pour le haut houppier.

*Effet de l'orientation de la branche sur l'aptitude à l'enracinement des marcottes de *Dacryodes edulis**

L'analyse de variance multiple (MANOVA) a montré que l'orientation de la branche n'a pas eu un effet significatif sur l'enracinement des marcottes ($p = 0,46$) neuf mois après la pose. Les taux cumulés d'enracinement des branches orthotropes et plagiotropes ont été respectivement de: $30 \pm 8,34\%$ et $43,33 \pm 9,05\%$. Celui des marcottes posées sur les branches obliques est le même que le taux d'enracinement des marcottes posées sur les branches obliques.

Par contre, l'orientation a significativement eu une influence sur la mortalité des marcottes ($p < 0,01$ et $p = 0,05$ respectivement à trois et neuf mois). Les branches orthotropes ont présenté les taux cumulés de mortalité les plus faibles (Fig.5).

L'orientation a affecté le nombre moyen de racines sur les marcottes ($p < 0,001$). Les pourcentages en nombre moyen de racines primaires ont été élevés pour les marcottes enracinées des branches orthotropes ($13 \pm 1,22\%$) et bas pour les marcottes enracinées des branches obliques ($7,69 \pm 0,77\%$) (Fig.6).

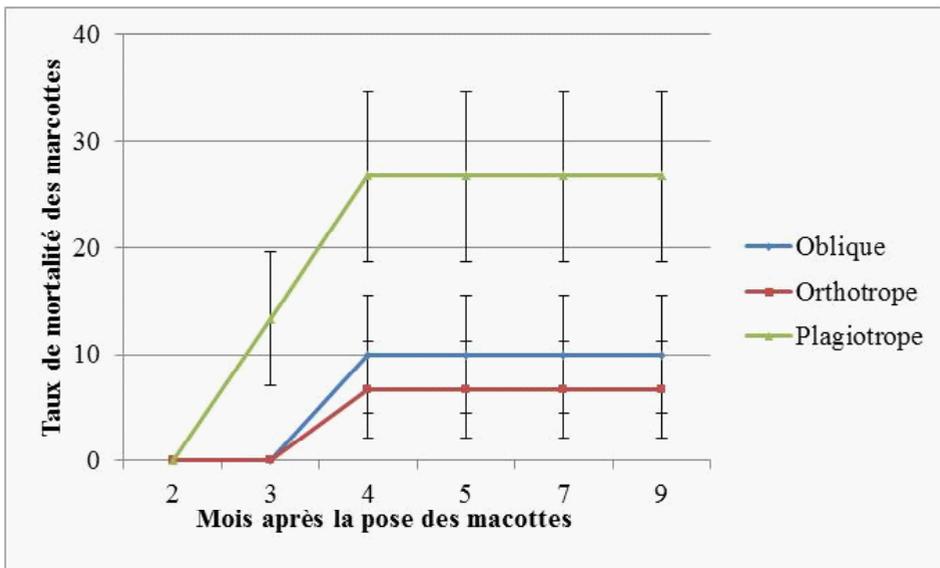


Figure 5. Influence de l'orientation de la branche sur la mortalité des marcottes

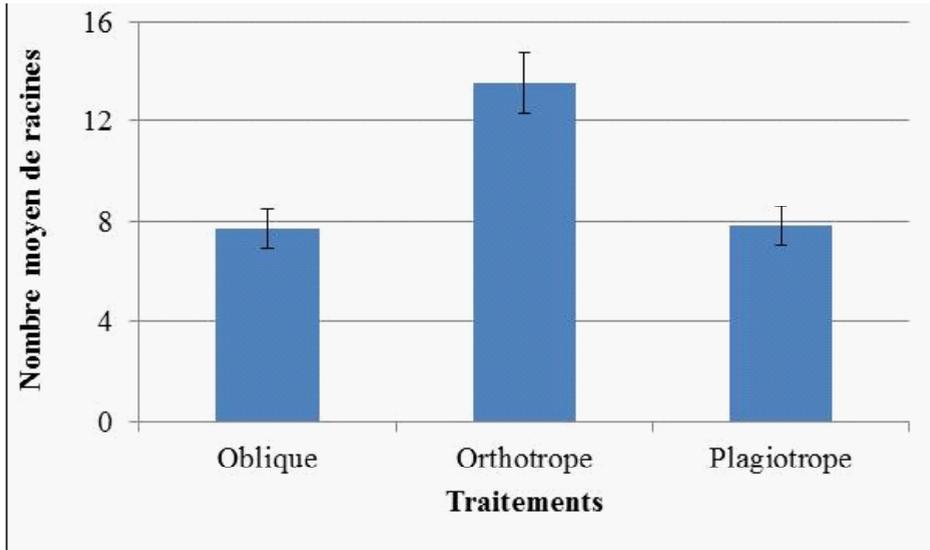


Figure 6. Nombre moyen de racines principales par marcotte enracinée

Discussion

Les études menées par Tchio et Kengue (1998) et Mialoundama *et al.*, (2002) ont montré que le premier sevrage des marcottes de *D. edulis* se fait à 5 mois pour des marcottes n'ayant pas reçu d'hormones de croissance. Selon Mialoundama et ses collaborateurs, ces hormones accélèrent l'enracinement et réduisent le délai de sevrage des marcottes de *D. edulis* de cinq à trois mois. Or pour la présente étude, le premier sevrage s'est réalisé trois mois après la pose des marcottes pour les clones (10 ans) comme pour les arbres en champ (plus de 20 ans). Ceci peut être qualifié de précoce comparativement aux résultats précédemment obtenus. Ces résultats se justifient par le fait que, dans les mêmes conditions de climats, certains arbres réagissent rapidement et à 100%, alors que d'autres se montrent plutôt réfractaires au marcottage aérien (Kengue, 2002). En ce qui concerne les arbres de plus de 20 ans d'âge, ils sont caractérisés par une maturation tardive ou précoce des fruits. Selon la déclaration de Tchaya Paul originaire et résident de l'arrondissement de Makénéne, ces individus pourraient fructifier une à deux fois par an. De ce fait, l'activité physiologique des arbres à maturité tardive pourrait alors être très intense favorisant ainsi l'enracinement précoce des marcottes. La différence observée par rapport au pourcentage des marcottes enracinées, le taux de mortalité et le nombre moyen de racines chez les différents clones corrobore les résultats obtenus par Kengue *et al.*, (1998). Cette différence de comportement peut être liée à l'état physiologique de l'arbre au moment où la marcotte a été posée (Kengue *et al.*, 1998).

Au premier abord, nous avons pensé que les arbres issus des boutures auraient des meilleurs résultats car ils sont issus des tissus juvéniles (Jaenicke & Beniést, 2003) qui entraînent une activité physiologique intense. Cela s'est démontré par les résultats de

Atiojio et al., (2011), où les arbres issus des boutures ont une forte biomasse aérienne, souterraine et par conséquent un stock de carbone élevé et une capacité élevée de séquestration de gaz carbonique. Mais cela n'a pas été le cas, nos résultats pourraient alors aller dans le même sens que ceux de Akinnifesi et al., (2009), qui ont montré que les propagules de *Uapaca kirkiana* issus des marcottes ont un bon rendement en termes de fructification, une bonne croissance et une meilleure matière sèche par rapport aux arbres issus de greffons. Ils justifient cela par le fait que les marcottes sont issues des tissus matures et se développent sur leurs propres racines alors que les arbres issus des greffons se sont développés sur des racines juvéniles appartenant à un autre plant. De plus, l'on pourrait ajouter que les meilleurs résultats obtenus pour les arbres issus des marcottes sont dus au fait que celles-ci ont été posées sur l'arbre mère en champs alors que les boutures sont issues des tissus juvéniles dans un milieu contrôlé. De ce fait, pour ce cas nous pouvons penser à une meilleure adaptabilité des marcottes en milieu naturel par rapport aux boutures.

Cette étude a révélé que la position de la branche dans le houppier n'a pas d'effet significatif sur l'enracinement des marcottes ainsi que sur le nombre moyen de racines par marcotte enracinée. Ces résultats corroborent ceux de Tchoundjeu et al., (2010) sur le marcottage du manguier sauvage (*Irvingia gabonensis*). Ils expliquent ces résultats par une égale distribution le long du houppier des hydrates de carbones provenant de la photosynthèse, bien que le haut houppier soit supposé en produire davantage du fait de son exposition direct au soleil. La différence observée sur l'enracinement du troisième au quatrième mois après la mise en place des marcottes et le pourcentage de mortalité toujours élevé des marcottes posées sur le niveau bas du houppier pourraient probablement se justifier par à une diminution progressive de l'intensité lumineuse au fur et à mesure que l'on décroît du houppier (Sellin & Kupper, 2004) et par conséquent, la diminution de l'activité photosynthétique des branches de cette partie de l'arbre. Cependant, l'évolution de nos résultats nous amène à confirmer ceux de Tchoundjeu et al., (2010) sur le fait que toute position de la marcotte dans le houppier est apte pour l'enracinement des marcottes du moment qu'il y a une égale distribution des facteurs physiologiques favorisant l'enracinement.

Les branches plagiotropes favorisent l'enracinement des marcottes de *D. edulis* en termes de pourcentage d'enracinement. Par contre, les branches orthotropes, développent un nombre élevé de racines primaires. Ce nombre de racines est déterminant pour la survie des arbres en champ. Or, les travaux de Asaah (2010) ont montré que, les racines secondaires qui deviennent par la suite des racines adventives se développent à partir des racines primaires. Autrement dit, plus le nombre de racines primaires est élevé, plus son nombre en racines secondaires l'est aussi. Cela entraîne par conséquent, une meilleure stabilité des marcottes en champ. De ce fait, l'on pourra affirmer comme Mbondo (2000) et Mialoundama (2000) que les branches orthotropes sont les plus adaptées au marcottage aérien de *D. edulis*. Ces résultats pourraient se justifier par le fait que les arbres marcottés étaient à plus de 20 ans d'âge et possédaient en majorité des branches de gros diamètre qui émettaient des rejets qui ont servi de matériel végétal pour les branches

orthotropes. Ces rejets sont constitués par des tissus juvéniles qui sont caractérisés par la vigueur et la facilité à s'enraciner (Jaenicke & Beniést, 2003). En outre, les enzymes comme les auxines stimulatrices de la formation des racines et augmentatrices du nombre moyen de racines primaires sont en grande quantité dans les tissus juvéniles par rapport aux tissus matures (Wesley, 1988). Parlant de la grande mortalité observée chez les branches plagiotropes, cela pourrait s'expliquer par le vieillissement des tissus végétatifs dû à l'âge des arbres marcottés.

Conclusion

Il ressort de cette étude que l'enracinement des marcottes est possible à trois mois autant pour les clones que pour les arbres en champs chez le safoutier. L'aptitude à l'enracinement des marcottes des clones de *D. edulis* varie d'un clone à l'autre. MA/DE/40M, BUM/DE/36M et DE/M/2-70C sont ceux qui se sont démarqués par leur pourcentage élevé de marcottes enracinées ($\geq 50\%$), leur nombre moyen de racines supérieur à six et leur faible taux de mortalité. La pose des marcottes pourrait être prioritaire sur des arbres issus du marcottage et quel que soit leur lieu de provenance. La partie supérieure du houppier pourrait être plus favorable au marcottage aérien que la partie inférieure. Les rameaux orthotropes se prêtent mieux au marcottage aérien chez le safoutier, bien qu'ils présentent le plus faible taux d'enracinement. Pourtant, les marcottes issues de cette orientation ont un pourcentage élevé en termes de nombre de racines qui détermine la stabilité du plant en champ et un faible taux de mortalité.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit du Fond International pour le Développement Agricole (FIDA) et la Coopération Belge pour leur support financier apporté dans la réalisation de ce travail de recherche. Ils sont aussi adressés à Makueti Joséphine, Mbouombouo Amadou et Ndzana Modeste de l'ICRAF pour leurs appuis lors de la réalisation de ce travail.

Références

- Akinnifesi, F. K., Mng'omba, S. A. & Sileshi, (2009). *Propagule type affects growth and fruiting of Uapaca kirkiana, a priority indigenous fruits tree of Southern Africa*. HortScience, vol. 44, n° 6: pp. 1662-1667.
- Ambassa-Kiki, R. (2000). *Caractérisation biophysique succincte des différentes zones agro-écologiques du Cameroun*. IRAD, Yaoundé, 4 p.
- Asaah, E., Tchoundjeu, Z., Wanduku, N.T. & Van Damme, P. (2010). *Understanding structural roots system of 5-year-old African plum tree (D. edulis) of seed and vegetative origins* (G. Don) H.J. Lam.). Tree, 24: pp. 789 -796.
- Atiojio, N.E., Avana, M.L. & Tchoundjeu, Z. (2011). *Influence du type de propagules de Dacryodes edulis sur les caractéristiques morphologiques des arbres et leur capacité de séquestration du carbone : Implications pour les opportunités de paiement des services environnementaux*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur de conception des Eaux, Forêts et Chasses, option : Foresterie, Faculté d'Agronomie et de Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun, 79 p.
- Awono, A., Ndoye, O., Schreckenber, K., Tabuna, H., Isseri, F. & Temple, L. (2002). *Production and marketing of safou (Dacryodes edulis) in Cameroon and internationally: Market development issues*. Forest in the West Africa humid forest zone. Community forestry note No 6, FAO, Rome, Italy, 232 p.

- Biakaiy, N., (2008). Assessment of the biometric characterization of superior clones: case of *Dacryodes edulis* in Cameroon. End of course dissertation presented for the award of the diploma Forest and Wildlife Engineer, option: Forestry, Faculty of Agronomy and Agricultural Sciences, University of Dschang, Cameroon, 72p.
- Franzel, S., Akinnifesi, F.K. & Ham, C. (2008). Setting priorities among indigenous fruit tree species in Africa: Examples from southern and west Africa regions. In Akinnifesi, F. K., Leakey, R.R.B., Ajayi, O.C., Sileshi, G., Tchoundjeu, Z., Matakala, P. & Kwesiga, F.R. (eds) *Indigenous fruit trees in the tropics: Domestication, Utilization and Commercialisation*, pp. 1-27.
- Jaenicke, H. & Beniast, J. (2003). *La multiplication végétative des ligneux agroforestiers*. Kul Graphico Ltd WCA, Nairobi, 142 p.
- Kengue, J. & Tchio, F. (1998). Influence de la période de marcottage sur l'enracinement chez le safoutier (*Dacryodes edulis* H. J. Lam) à Njombé (Cameroun). Dans Kapseu, C. & Kayem, G.J. (eds). Actes du 2ème séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non conventionnels, pp. 137-146.
- Kengue, J., Tchio, F. & Ducelier, D. (1998). *Le marcottage aérien: une technique pour la multiplication végétative du safoutier*. Dans Kapseu, C. & Kayem, G.J. (eds). Actes du 2ème séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non conventionnels, pp.123-135.
- Kengue, J. (2001). Guide de la culture du safoutier. Presbyterian printint press. Limbé – Cameroun, 55 p.
- (2002). *Safou. Dacryodes edulis* G. Don. International centre for underutilised crops, Southampton, UK. (Eds). Hughes, A., Haq, N. & Smith, R. 147 p.
- Kengue, J., Kengni, E. & Tabuna, H. (2011). *Dacryodes edulis, safou. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne*. Bioversity International (Rome, Italie).
- Mbondo, 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.
- Mialoundama, F., Mampouya, P.C. & Galamo, G.R. (2000). Optimisation des paramètres pour le marcottage aérien chez le safoutier (*Dacryodes edulis*). Dans Kengue, J., Kapseu, C. & Kayem G.J. (éds). Rapport du 3ème séminaire international sur le safoutier et autres oléagineuses non-conventionnels, Yaoundé, Cameroun, 3-5 Octobre 2000. Presses Universitaires d'Afrique, Yaoundé, pp. 489-501.
- Mialoundama, F., Avana, M-L., Youmbi, E., Mampouya, P.C., Tchoundjeu, Z., Beuyo, M., Galamo, G.R., Bell, J.M., Kogpuep, F., Tsoheng, A.C. & Abega, J. (2002). *Vegetative propagation of Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam marcots cutting and micropropagation. *Forest Trees and Livelihoods* 12 (1-2): pp. 85-96.
- Omonhinmin, A.C., 2012. *Ethnobotany of Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam in Southern Nigeria 1: Practices and applications among the Yoruba speaking. *Ethnobotany Research and Applications* 10: pp. 175-184.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Simons, A., (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0* (<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>).
- Sado, T., Eboutou, L., Degrande, A., Tchoundjeu, Z., Tsoheng, A. & Atia, J. (2011). *Installation et gestion d'un agroforêt à base de cacaoyer*. World Agroforestry Centre. 21 p.
- Sonwa, D., Okafor, J., Mpungi Buyungu, P., Weise, S., Tchatat, M., Adesina, A., Nkongmeneck, A., Ndoyé, O. & Endamana, D. (2002). *Dacryodes edulis, a neglected non-timber forest species for the agroforestry systems of West and Central Africa*. *Forest trees and livelihoods* 12 (1-2): pp. 40-55.
- Tchoundjeu, Z., Kengue, J. & Leakey, R.R.B. (2002). *Domestication of Dacryodes edulis: State- of-the-art*. *Forest, trees and livelihoods*, 12 (1-2): pp. 3-13.
- Tchoundjeu, Z., Tsoheng, A.C., Asaah, E. & Anegbeh, P. (2010). *Domestication of Irvingia gabonensis* (Aubry Lecomte) by air layering. *Journal of Horticulture and Forestry*, Vol. 2(7), pp. 171-179.
- Selling, A. & Kupper, P. (2004). *Within-crown variation in leaf conductance of Norway spruce: effects of irradiation, vapor pressure deficit, leaf water status and plant hydraulic constraints*. *For. Sc.*, 61: pp. 419-429.

- Verheij, E.W.M. (2002). *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam. Fiche de protabase. Oyen, L.P.A. & Lemmens, R.H.M.J. (eds). PROTA (Plants Ressources of Tropical Africa, Ressources végétales de l'Afrique centrale), Wageningen, Pays Bas.
- Hackett Wesley, P. (1988). Donor plant Maturation and Adventitious Root Formation. In Tim D., David B.E., Haissig, Narendra Sankhla (eds) : *Adventitious root formation in cutting*. Advances in Plant Sciences Series, 2. Dioscorides presse, pp. 11-25.
- Youmbi, E. (2000). *Potentialité de régénération in vitro du nœud cotylédonaire chez *Dacryodes edulis**. Dans CAT-INIST.