

## Modifications anatomiques après écorçage de trois espèces au sud-ouest Cameroun

Marie Caroline MOMO SOLEFACK\*, Ghislain KENGUEM KINJOUO

Université de Dschang, Faculté des Sciences, Département de Biologie Végétale, Unité de Recherche Botanique Appliquée (LABOA) BP : 67, Dschang, Cameroun.

\*Auteur correspondant Email : [mcarofr@yahoo.fr](mailto:mcarofr@yahoo.fr) Téléphone : +237 677 13 50 69

Original submitted in on 21<sup>st</sup> April 2017. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 31<sup>st</sup> July 2017  
<https://dx.doi.org/10.4314/jab/v115i1.8>

### RESUME

**Objectif :** Cette étude a pour objectif général de contribuer à l'évaluation du recouvrement de trois espèces (*Afrostryax lepidophyllus* Mildbr., *Annickia chlorantha* (Oliv.) Setten & Maas. et *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb. ) après écorçage dans la région du Sud-Ouest Cameroun.

**Méthodologie et résultats :** L'écorçage a été faite sur les individus de chaque espèce à 1,30 m du sol. La blessure était de forme carrée avec 30 cm de côté. Il y'a eu suivi trimestriel pendant deux ans au cours duquel la survie et la vitesse de régénération de l'écorce ont été enregistrées. Un cube de bois a été prélevé dans la partie régénérée de cinq individus par espèce. Il s'en est suivi des exercices de microtomie et de microscopie. Des mesures semi-automatiques ont été faites à l'aide du logiciel d'analyse d'image numérique SpectrumSee. Il ressort de cette étude que le maximum de cicatrisation a lieu la première année après écorçage. La vitesse de recouvrement de l'écorce de *Pycnanthus angolensis* est significativement plus élevé (20,30 cm/an) par rapport à celle des espèces *Annickia chlorantha* (10,33 cm/an) et *Afrostryax lepidophyllus* (11,73 cm/an).

**Conclusion et application des résultats :** *Pycnanthus angolensis* a complètement cicatrisée sa blessure après deux ans. *Annickia chlorantha* et *Afrostryax lepidophyllus* enregistrent une bonne vitesse de régénération de l'écorce. Une coupe transversale au niveau du bois avant et après écorçage montre que les vaisseaux se forment et atteignent leurs dimension et caractéristique (densité, surface) d'avant écorçage dans un intervalle d'au moins deux ans. Afin d'éviter le stress post-écorçage conduisant au retrait de l'écorce les premiers mois, il faudrait que les espèces soient récoltées en saison pluvieuse sur une surface située sur un côté du tronc. Le maximum de cicatrisation a lieu la première année après écorçage. Nos résultats permettent d'affirmer que ces trois espèces réagissent bien à l'écorçage. Nous suggérons aux populations riveraines exploitant ces Produits Forestiers Non Ligneux qu'après récolte des écorces, les arbres doivent être laissés au repos pendant une période d'au moins deux ans pour la cicatrisation.

**Mots clés :** *Afrostryax lepidophyllus*, *Annickia chlorantha*, Cameroun, cicatrisation, écorçage, *Pycnanthus angolensis*, recouvrement, vaisseaux

## Anatomical modifications after debarking of three species in southwest Cameroon

### ABSTRACT

**Objective :** The general objective of this study is to contribute to the assessment of the recovery of three species (*Afrostryax lepidophyllus* Mildbr., *Annickia chlorantha* (Oliv.) Setten & Maas and *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb.) after debarking in the South-West Cameroon.

**Methodology and results :** Debarking was done on individuals of each species at 1.30 m from the soil. The wound was square in shape with 30 cm side. There was a quarterly follow-up for two years during which the survival and rate of regeneration of the bark were recorded. A block of cube was taken from the regenerated part of five individuals per species. This resulted in microtomy and microscopy. Semi-automatic measurements were made using the SpectrumSee digital image analysis software. The results from this study show that the maximum healing occurs in the first year after debarking. The recovery rate of *Pycnanthus angolensis* bark was significantly higher (20.30 cm/year) than that of *Annickia chlorantha* (10.33 cm/year) and *Afrostryax lepidophyllus* (11.73 cm/year).

**Conclusion and application of findings :** *Pycnanthus angolensis* completely healed his wound after two years. *Annickia chlorantha* and *Afrostryax lepidophyllus* record a good rate of regeneration of the bark. A cross-section at the level of the wood before and after debarking shows that the vessels are formed and reach their size and characteristic (density, surface area) before debarking within a period of at least two years. In order to avoid post-bark stress leading to bark removal in the first months, the species should be harvested in the rainy season at one side of the trunk. Maximum healing occurs in the first year after debarking. These results suggest that these three species respond well to debarking. We suggest to the neighbouring populations exploiting these Non Wood Forest Products that after harvesting the bark, the trees should be left free for a period of at least two years for the healing.

**Keywords:** *Afrostryax lepidophyllus*, *Annickia chlorantha*, Cameroon, healing, debarking, *Pycnanthus angolensis*, vessels

### INTRODUCTION

Le bassin du Congo est considéré comme le second massif forestier de la zone tropicale humide après le bassin Amazonien, pour la richesse des ressources naturelles et de sa biodiversité. La forêt du Cameroun est l'une des composantes importantes de ce bloc forestier avec environ 20 millions d'hectares (ha) de forêts tropicales humides (MINFOF, 2007). Le bois d'œuvre représente la deuxième ressource d'exportation du pays (30 %), après le pétrole (60 %) (Awono *et al.*, 2008). Les acteurs de la forêt considèrent les produits forestiers non ligneux (PFNL) comme seconds produits n'ayant aucun intérêt alors que ces ressources naturelles jouent un rôle très important dans l'amélioration des conditions de vie en milieu rural (Loubelo, 2012). Actuellement au Cameroun comme dans d'autres pays du monde, les PFNL ont acquis une importance considérable (Lescuyer, 2010). L'écorce des arbres est communément utilisée en médecine traditionnelle ou comme épices au Cameroun. Elle assure la protection contre l'attaque externe et la

dessiccation et joue un rôle principal dans le transport des photosynthétats des feuilles aux racines par les tissus de phloème. Sa récolte induit le stress interne et peut mener à la mort progressive ou instantanée selon l'ampleur de la récolte (Delvaux *et al.*, 2009). En effet, la récolte de l'écorce sur toute la circonférence externe de l'arbre peut mener plus ou moins à la mort de l'arbre. Cependant, quelques espèces peuvent y survivre : il s'agit d'*Eucommia ulmoides* (Li *et al.*, 1982; Li & Cui, 1988), *Prunus africana*, *Warburgia salutaris*, *Ficus natalensis* (Cunningham & Mbenkum, 1993). La demande sans cesse croissante des écorces, leur commercialisation et les techniques de récolte destructrices constituent une menace importante pour les arbres produisant les PFNL et pour les revenus des populations rurales et urbaines dans de nombreux pays tropicaux (Lange, 2006) et surtout au Cameroun. Ainsi, suite à la récolte commerciale qui conduit à la surexploitation croissante des espèces d'arbres dans le monde entier, un nouveau concept

se pose destiné à restaurer l'équilibre naturel à savoir la récolte durable qui est l'extraction d'un produit forestier de telle sorte que la récolte n'ait pas d'effet néfaste à long terme sur la reproduction et la régénération de la population récoltée (Hall & Bawa, 1993). Compte tenu de la dépendance des communautés locales vis-à-vis des plantes et de l'importance des industries pharmaceutiques de plus en plus demandeuses de la matière première, il serait judicieux de pouvoir prédire la capacité de régénération de l'écorce de ces nombreuses plantes exploitées (Delvaux *et al.*, 2013). Dans ce cadre, le présent travail a porté sur trois plantes exploitées à

savoir : *Afrostryax lepidophyllus* Mildbr., *Annickia chlorantha* (Oliv.) Setten & Maas et *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb. dont l'écorce est la partie la plus utilisée et qui sont importantes du point de vue économique afin de mettre en place un plan de gestion adapté.. Cette étude a pour objectif général de contribuer à l'évaluation du recouvrement de trois espèces après écorçage dans la région du Sud-Ouest et plus précisément sur le mont Cameroun. Pour y parvenir, nous allons évaluer la vitesse de régénération de l'écorce et les différentes réponses anatomiques des espèces après écorçage.

### MATERIEL ET METHODES

**Description du site d'étude :** La zone d'étude fait partie de la chaîne montagneuse du Cameroun et est située dans la Région du Sud-ouest. Elle couvre le Parc national du Mont Cameroun et quelques forêts communautaires. Le Mont Cameroun est la plus haute montagne d'Afrique Centrale et de l'Ouest. Cet immense massif volcanique de 4095 m d'altitude est situé au fond de la baie du Biafra dans le golfe de Guinée, avec un grand axe qui s'étend du Sud-ouest au Nord-est sur près de 45 km de long et 30 km de largeur (Fitton et Dunlop, 1985). Le site situé dans la région du Sud-Ouest, est à cheval entre les départements de Fako et Meme. Ses coordonnées géographiques sont comprises entre 3°57'- 4°27'N et 8°58'- 9°24'E. Le climat est de type subéquatorial sous régime de mousson ; deux types de saisons prévalent dans cette partie de la montagne : une saison sèche, courte, (décembre à mars) et une saison pluvieuse, longue, (avril à novembre). Dans ce flanc de la montagne, la pluviométrie se situe à moins de 3 m (Fomete et Tchanou, 1998) ; cette pluviométrie décroît avec l'altitude. La température moyenne est de 22°C ; en altitude, elle

diminue de 0,6°C pour toute élévation de 100 m. Les sols sont de nature volcanique, d'origine récente, fertile, mais avec une faible capacité de rétention en eau. Ces sols riches attirent une multitude de personnes et des agro-industries pour la réalisation des plantations agricoles commerciales ou de subsistance. Le Mont Cameroun est connu comme le seul lieu de l'Afrique Occidentale et Centrale où la végétation naturelle est régulière et continue depuis le niveau de la mer jusqu'au sommet. La région dispose d'une richesse floristique unique avec un couvert végétal dense et diversifié (Tassé, 2006). On estime que des 150 espèces végétales endémiques au Cameroun, 45 poussent dans la région du Mont Cameroun. Les pentes dudit Mont sont couvertes par différents types de végétation dont la répartition est influencée par l'altitude, la topographie du terrain, le volcanisme, le climat, la formation géologique, le sol et les activités humaines (Fomete et Tchanou, 1998).

**Description et utilisation des espèces :** La position systématique des espèces est présentée dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Position systématique des espèces

	<i>Pycnanthus angolensis</i> L.	<i>Annickia chlorantha</i> (Oliv.) Setten & Maas.	<i>Afrostryax lepidophyllus</i> Mildbr.
Règne	Plantae	Plantae	Plantae
Embranchement	Spermaphytes	Spermaphytes	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes	Angiospermes	Angiospermes
Classe	Dicotylédones	Dicotylédones	Dicotylédones
Famille	Myristicaceae	Annonaceae	Huaceae
Genre	<i>Pycnanthus</i>	<i>Annickia</i>	<i>Afrostryax</i>
Espèce	<i>Pycnanthus angolensis</i>	<i>Annickia chlorantha</i>	<i>Afrostryax lepidophyllus</i>
Noms communs	Ilomba, faux muscadier, arbre à suif	Moambe jaune (Fr), bois jaune	Oignon sauvage

***Pycnanthus angolensis*** : C'est un arbre d'environ 25 à 35 (40) m de haut et 60 à 100 (150) centimètres de diamètre, il a un tronc droit et cylindrique ne présentant pas de contreforts ; son écorce a une couleur grise, longitudinalement fissurée dans les vieux arbres (figure 1). Les fruits sont des drupes presque sphériques, 2,5-3,8 cm de long et 1,9-3,2 cm de diamètre, s'ouvrant par deux valves et exposant une graine noire solitaire avec un arille rouge lumineuse (Orwa *et al.*, 2009). L'écorce externe est de couleur brun grisâtre (Lemmens *et al.*, 2008). Sur toute sa zone de répartition, des préparations variées d'écorce et, pour une moindre part, d'autres parties de

l'arbre, ont un usage médicinal ; elles sont destinées à traiter les infections dermatologiques, particulièrement celles de la bouche. Des préparations à base d'écorce sont utilisées comme purgatif puissant, pour purifier le lait des mères allaitantes et pour traiter la toux et les douleurs de poitrine. Au Ghana, les décoctions d'écorce sont ingérées pour traiter l'anémie, en Côte d'Ivoire elles servent d'antidote et sont utilisées contre la lèpre. Au Congo, l'écorce est utilisée pour traiter bon nombre de problèmes gynécologiques, de la stérilité à la gonorrhée. A São Tomé, l'écorce est utilisée pour traiter le paludisme (Burkill, 2000).



Figure 1. Tronc de *Pycnanthus angolensis* au moment de l'écorçage

***Annickia chlorantha*** : Communément appelé bois jaune africain, c'est un arbre d'ornement jusqu'à 30m de haut avec un feuillage dense et une couronne étalée. La tige est cannelée, l'écorce est fissurée géométriquement et sa partie externe est mince et brune foncée (Aboughe *et al.*, 2009). Plusieurs études ont montré que l'écorce de tige de *A. chlorantha* possède des activités antimicrobienne à large spectre et antipaludique (Adesokan *et al.*, 2007; Odugbemi *et al.*, 2007). Au Cameroun, l'extrait d'écorce de tige est utilisé pour traiter la jaunisse, les infections des voies urinaires, l'hypoglycémie, la fièvre typhoïde

(FAO, 2001). Elle est également utilisée pour traiter les taches de lèpre (Gill, 1992;). Le colorant jaune issu de l'écorce interne (figure 2) est utilisé pour colorer le coton et d'autres fibres. L'écorce fibreuse est utilisée pour la fabrication des tapis et des chapeaux. L'écorce sert également à fabriquer les cloisons et les portes des cabanes. Son bois jaune est brunissant à l'exposition. Le cœur et l'aubier ne sont pas différenciés. Son bois fin, doux et facilement polis est utilisé pour la construction de maisons, des meubles, et de la menuiserie générale (Betti, 2001).



Figure 2. Tronc écorcé d'*Annickia chlorantha*

Au Nigeria, son écorce est communément utilisée pour le traitement de la malaria et d'autres maladies du corps humain telles que la toux et la blessure. L'écorce de l'arbre est aussi utilisée pour le traitement de l'ulcère, blessure et coliques hépatique. En Afrique Centrale *Annickia chlorantha* est utilisé traditionnellement pour ses propriétés colorantes. Son écorce jaune soufre fournit un excellent colorant utilisé dans la teinture des tissus, des peaux et nattes dans certaines régions, plus particulièrement au Cameroun, au Congo, au Gabon et en RDC (Raponda-Walker et Sillans, 1995).

***Afrostryax lepidophyllus*** : C'est un arbre qui croît en forêt, il est traditionnellement utilisé pour soigner la toux

chez les enfants, les vers et la constipation (Duncan *et al.*, 1989). Au Congo, sa racine et son écorce sont utilisées comme antiseptique dans le traitement des maladies gastriques (Bouquet, 1969). Toutefois, les études de Van Andel (2012) prouvent que son écorce est aussi utilisée pour traiter les convulsions. L'écorce interne (figure 3) est utilisée dans les incisions et les morsures de serpent (Muganza *et al.*, 2012 ; Moukette *et al.*, 2015). Les écorces des tiges de cette espèce sont utilisées comme épices dans la cuisson des aliments, et nécessitent souvent l'abattage de l'arbre entier, étant donné que plusieurs organes (écorces, bois, fruits) sont souvent recherchés (Loubelo, 2012).



Figure 3. Tige écorcée d'*Afrostryax lepidophyllus*

## MÉTHODOLOGIE

Mise en place du dispositif expérimental : Cette étude s'est conduite dans trois localités (Likombé, Bakingili et Etonmé) de la région du Sud-Ouest en fin de saison sèche. Seuls les arbres n'ayant pas encore été écorcés ont été choisis pour l'expérience. L'écorçage a été faite sur les individus de chaque espèce à 1,30 m du sol. La

blessure était de forme carrée avec 30 cm de large à l'horizontale et 30 cm du côté vertical. Les individus choisis ont été numérotés avec la peinture rouge et portaient les initiales de l'espèce. Nous avons écorcé au total 66 individus pour notre expérimentation.

**Tableau 2 :** Nombre d'individus observé ainsi que le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) pour chaque espèce

Espèces	Famille	N	DHP (cm)
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae	24	27.5-74.5
<i>Afrostyrax lepidophyllus</i>	Huaceae	18	24-74.3
<i>Annickia chlorantha</i>	Annonaceae	24	21-43.5

Après écorçage des arbres, il y'a eu suivi trimestriel pendant deux ans pour notre expérimentation au cours duquel la survie et la vitesse de régénération de l'écorce ont été enregistrées. Sur le terrain les données de la vitesse ont été mesurées à l'aide d'un ruban diamétrique et estimées par rapport à la blessure de départ. Ensuite ces données ont été compilées et analysées sous XLSTAT 2014.

**Microtomie et microscopie :** Des cubes d'environ 1cm<sup>3</sup> ont été prélevés avant et après écorçage au niveau de la zone régénérée sur cinq individus de chaque espèce. Chaque face du cube représentait une section transversale, radiale ou tangentielle. A l'aide d'un microtome, des coupes transversales, radiales et tangentielles ont été effectuées aussi bien dans le bois, l'écorce que la zone cambiale. Les échantillons placés dans des cuvettes tamisées ont d'abord été décolorés pour enlever toute coloration naturelle. Cette décoloration s'est faite avec de l'eau de javel (5 min), puis les coupes ont été rincées à l'eau distillée (4x5 min), puis traitées avec de l'acide acétique (5 min) et une fois de plus rincées à de l'eau distillée (4x5 min). Par la suite, ces échantillons ont été doublement colorés à l'aide de la safranine et du fast green d'après la méthodologie suivante : les coupes sont colorées à l'aide d'une solution

de safranine 0 à 0,1 % (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) dans 50% d'éthanol. Ensuite, elles sont rincées dans des solutions d'éthanol à 50 et 75 % (5 minutes dans chaque concentration) et colorées dans une solution de fast green à 1% (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) dans 96% d'éthanol. Cette double coloration s'est effectuée en vue de différencier les parois cellulaires du bois en terme de couleur sous un microscope électrique (Dié *et al.*, 2012). Après les colorations, les coupes ont été déshydratées dans des solutions à concentrations croissantes d'éthanol (5 min dans 96 % et 15 min dans 100%). Ensuite elles ont été montées entre lames et lamelles avec de l'eukitt et séchées sur une plaque d'aluminium à l'air libre. Les observations ont été faites sous un microscope électrique.

**Observations au microscope :** Les mesures suivantes ont été effectuées dans le bois de chaque individu (Delvaux, 2009): la densité des vaisseaux (nombre de vaisseaux par mm<sup>2</sup>), la surface occupée par les vaisseaux, surface occupée par les fibres, la surface occupée par le parenchyme et la surface occupée par les rayons (Figure 4). Ces mesures semi-automatiques ont été faites à l'aide du logiciel d'analyse d'image numérique SpectrumSee.

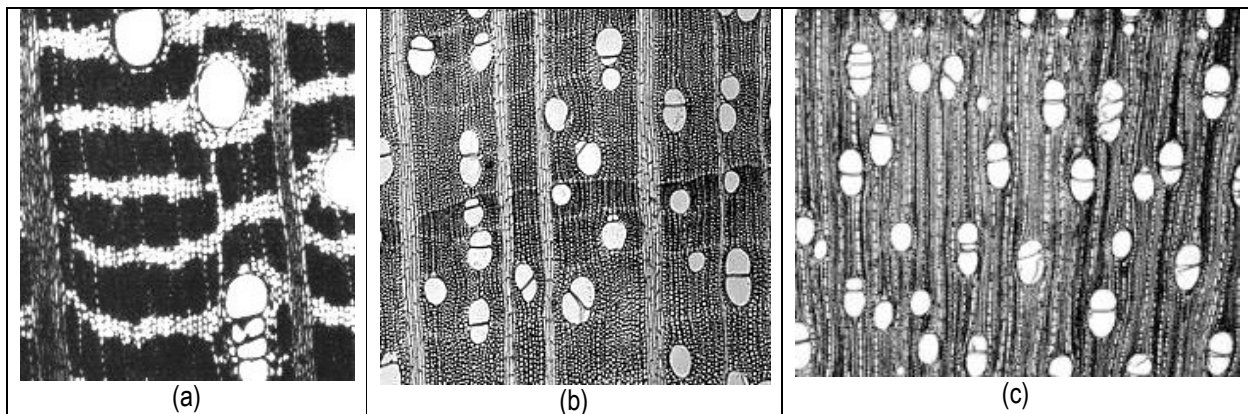


Figure 4. Coupe transversale dans le bois (a) *A. lepidophyllus* (100x) (b) *A. chlorantha* (40x) (c) *P. angolensis* (40x)

**Analyses des données :** Le logiciel EXCEL 2007 (Microsoft office) a permis d'organiser les données issues du recouvrement des différentes espèces sous forme de tableaux. Les différents résultats obtenus ont été la moyenne d'au moins deux répétitions et étaient exprimés sous forme de moyennes  $\pm$  écarts types. L'analyse de

variance a été utilisée pour comparer les moyennes. Le test de Dunnet et de Bonferroni a été utilisé pour classer les moyennes lorsqu'il y avait une différence significative ( $\alpha=5\%$ ) et le logiciel Graphpad InStat, 2000 a été l'outil statistique employé.

## RESULTATS

**Évolution dans le temps du taux de recouvrement de l'écorce des espèces :** De manière générale après écorçage, la blessure s'agrandit, ce n'est qu'après trois mois que l'écorce commence à se régénérer. Au bout de deux ans d'observations, aucun individu n'est mort, donc toutes les espèces ont résisté à l'écorçage.

***Annickia chlorantha* :** La figure 5 présente le taux de recouvrement d'*Annickia chlorantha* après chaque

trimestre. Il ressort de cette figure qu'il y a un retrait de l'écorce après le premier trimestre, ensuite le recouvrement est continu tout au long de la période d'étude. Néanmoins, les mois de Septembre 2014 et Juin 2015 présentent les plus faibles valeurs de recouvrement soit respectivement 2,26 et 2,15 cm.

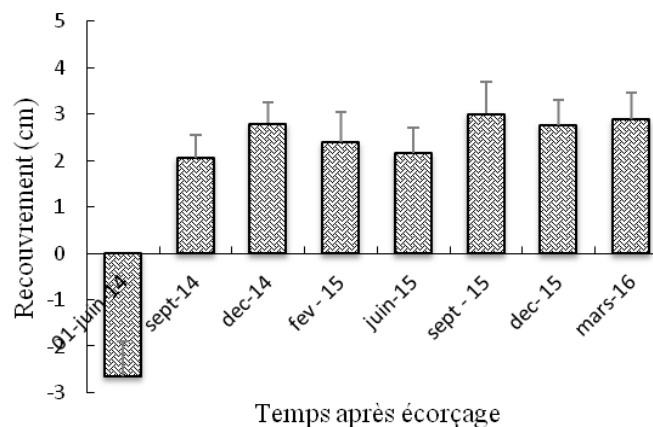
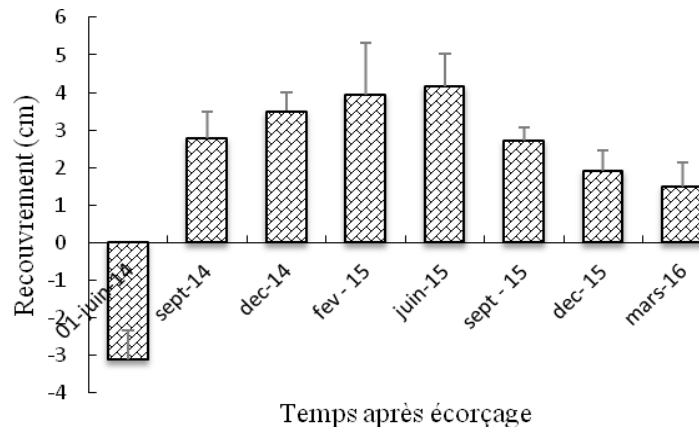


Figure 5. Recouvrement de l'écorce d'*Annickia chlorantha* en fonction du temps

***Afrostryax lepidophyllus* :** Le recouvrement de l'écorce d'*Afrostryax lepidophyllus* en fonction du temps présente une allure en forme de cloche (figure 6). Ce recouvrement

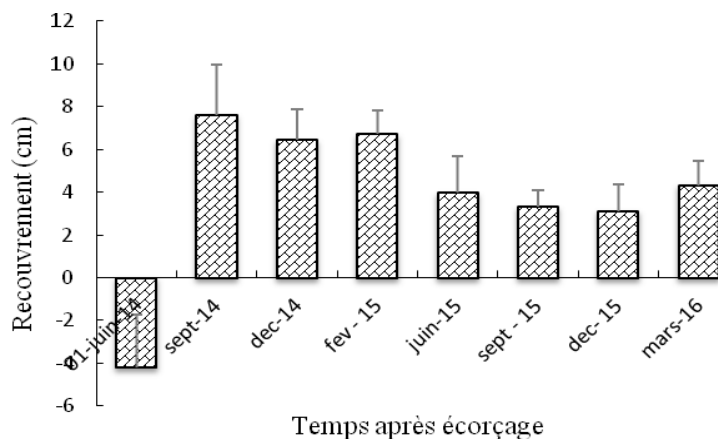
augmente et atteint son maximum en Juin 2015 (4,17cm) puis diminue progressivement. Le mois de Mars 2016 a permis d'enregistrer le plus faible recouvrement (1,50cm).



**Figure 6.** Taux de recouvrement de l'écorce d'*Afrostryax lepidophyllus* en fonction du temps

***Pycnanthus angolensis*** : Après le retrait du premier trimestre suivant l'écorçage, le recouvrement de l'écorce de *Pycnanthus angolensis* est plus élevé au deuxième trimestre soit 7,61 cm (figure 7). De manière générale, On

constate que le recouvrement de l'écorce de cette espèce est très élevé durant la première année après écorçage, et diminue considérablement au cours de la deuxième année.



**Figure 7.** Taux de recouvrement de l'écorce de *Pycnanthus angolensis* en fonction du temps

**Recouvrement moyen de l'écorce des espèces** : Le Tableau 3 présente le taux de recouvrement de l'écorce des trois espèces par an. On constate que la vitesse de recouvrement de l'écorce de *Pycnanthus angolensis* par an est significativement plus élevée (20,30 cm/an) par

rapport à ceux des espèces *Annickia chlorantha* (10,33 cm/an) et *Afrostryax lepidophyllus* (11,73 cm/an). Deux ans après écorçage, *P. angolensis* a complètement cicatrisée sa blessure.

**Tableau 3.** Vitesse de recouvrement des écorces

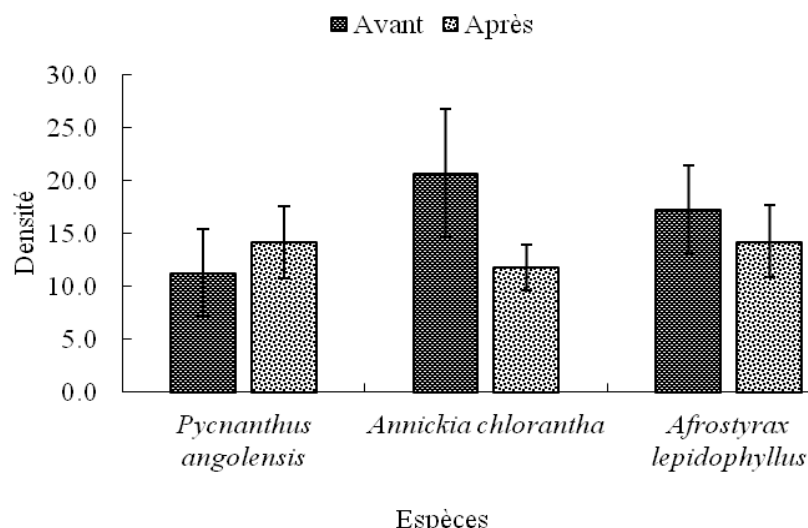
Espèces	Recouvrement (cm/an)
<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	11,73±2,84b
<i>Annickia chlorantha</i>	10,33±2,25b
<i>Pycnanthus angolensis</i>	20,30±5,57a

Les valeurs portant les lettres différentes sont significativement différentes à P<0,05



**Variation des traits anatomiques avant écorçage et pendant la fermeture de la blessure :** Avant écorçage, la densité de vaisseaux la plus importante est observée chez *Annickia chlorantha* (20,71/mm<sup>2</sup>). La densité des

vaisseaux après écorçage (figure 8) augmente chez l'espèce *Pycnanthus angolensis* (14,2/mm<sup>2</sup>) et diminue chez les espèces *A. chlorantha* (11,8/mm<sup>2</sup>) et *Afrostryax lepidophyllus* (14,25/mm<sup>2</sup>).



**Figure 8.** Densité des vaisseaux dans le bois avant et après écorçage

Deux ans plus tard, pour toutes les espèces, la zone conductrice initiale a été restaurée (tableau 4). En effet, près de la blessure, la zone conductrice spécifique de ces espèces n'était plus affectée. Après écorçage, la surface occupée par les vaisseaux est plus importante pour toutes les espèces, signe que l'impact de cette blessure sur les espèces était limitée dans le temps et avait même

disparu. La surface occupée par les rayons est comparable avant et après écorçage chez *A. lepidophyllus* et *A. chlorantha* excepté chez *P. angolensis*. La surface occupée par les parenchymes et fibres est plus élevée chez tous les individus après écorçage.

**Tableau 4 :** Surfaces occupées par les éléments du bois avant et après écorçage

Espèces	Écorçage	Surface occupée par les différents paramètres (µm <sup>2</sup> x1000)			
		vaisseaux	rayons	Parenchymes	fibres
<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	Avant	6,05±1,89	24,79±13,15	16,48±8,58	25,90±20,43
	Après	7,85±3,04	18,27±8,98	24,75±17,66	17,07±14,07
		P=0,0122	P=0,0815	P<0,0006	P=0,0011
<i>Annickia chlorantha</i>	Avant	3,67±0,92	31,06±20,23	4,73±3,12	13,06±6,94
	Après	7,18±2,09	21,64±7,03	14,37±7,97	32,35±18,07
		P<0,0001	P=0,0642	P<0,0001	P<0,0001
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Avant	4,40±1,11	4,36±1,13	4,90±3,31	24,71±14,15
	Après	6,56±1,64	6,56±1,64	8,47±6,44	18,99±1,24
		P<0,0001	P<0,0001	P=0,0041	P=0,0232

Si P≤0.05 il existe une différence significative et si P≥0.05 pas de différence

## DISCUSSION

**Réaction des arbres soumis à l'écorçage :** Une espèce écorcée peut survivre si elle peut surmonter le traumatisme de l'écorçage et développer de nouveaux tissus comme le cal (durcissement et épaissement de l'épiderme) qui lui permettent d'assurer sa survie. Le cal extérieur provient du cambium et/ou de la différenciation des cellules matures du xylème (Stobbe *et al.*, 2002). La survie des individus exploités dépendrait également de l'état physiologique de l'espèce, lié forcément à l'anatomie. Le prélèvement de l'écorce provoque une forte réduction ou un ralentissement de la croissance en épaisseur de la tige au profit du renouvellement de la surface d'écorce prélevée. Ce renouvellement permet à l'arbre de rétablir rapidement ses fonctions de protection et de circulation de la sève. Dans le cadre de cette étude, la reconstitution de l'écorce a été observée chez toutes les espèces après deux ans d'observation. Le retrait de l'écorce observé chez toutes les espèces pendant les trois premiers mois de la régénération (Figures 5, 6 et 7) peut s'expliquer d'une part par le fait que l'arbre ait pris le temps pour reconstituer les tissus de phloème détruits lors de l'écorçage ce qui a retardé sa régénération et d'autre part du fait que l'écorçage a eu lieu en fin de saison sèche. La même tendance est observée suite à l'écorçage de *Prunus africana* à la même saison (Momo *et al.*, 2016). Par ailleurs, le taux de recouvrement important noté les mois suivants serait favorisé par l'humidité de la région, ce qui a contribué à accélérer la régénération de l'écorce. En effet, après la blessure, la formation des vaisseaux conducteurs de sève brute est principalement contrôlée par des facteurs internes. Comme l'auxine est principalement transportée par le phloème mature, les dommages causés à l'écorce entraînent une quantité d'auxine plus importante dans la zone cambiale, favorisant ainsi la différenciation de cette

## CONCLUSION

En définitive, nos résultats permettent d'affirmer que *A. lepidophyllus* et *A. chlorantha* et *P. angolensis* réagissent bien à l'écorçage. En effet, aucun individu n'est mort suite à l'expérimentation. Les vaisseaux se forment et atteignent leur dimension et caractéristiques (densité, surface) d'avant écorçage dans un intervalle d'au moins deux ans. Afin d'éviter le stress post-écorçage conduisant au retrait de l'écorce les premiers mois, il faudrait que les espèces soient récoltées en saison pluvieuse sur une

dernière en éléments vasculaires (Benayoun *et al.*, 1975). Cependant, Mwange *et al.* (2003) ont montré que la teneur en auxine diminue à des stades avancés de la cicatrisation et, en conséquence, une diminution de la concentration d'auxine entraînera une différenciation plus lente et entraînera donc de moins en moins de vaisseaux, c'est ce qui expliquerait le faible taux de recouvrement de l'écorce la deuxième année pour les espèces *A. lepidophyllus* et *P. angolensis* (Figures 6 et 7).

**Traits anatomiques observés après écorçage :** Il ressort de notre étude que *Pycnanthus angolensis* est la seule espèce à augmenter la densité des vaisseaux deux ans après les blessures. Les vaisseaux formés juste après écorçage étaient plus petits car ils contribuent à un système plus sûr de conduite de l'eau et constituent un mécanisme adaptatif pour protéger les arbres contre les contraintes externes (Verheyden *et al.*, 2005). En effet, la récolte de l'écorce entraîne une obstruction au flux d'auxine qui conduit à une accumulation d'auxine localisée (Aloni et Zimmermann, 1984), ce qui entraîne une augmentation du taux de différenciation des vaisseaux, ce qui entraîne des vaisseaux plus nombreux mais plus étroits (Evert, 2006). Par contre, deux ans après, les vaisseaux qui ont été formés se sont considérablement agrandis au point d'être plus larges qu'avant écorçage. L'impact des blessures a complètement disparu dans les deux ans suivant la récolte des écorces. La zone conductrice spécifique a retrouvé le niveau avant la blessure, ainsi qu'une bonne conductivité hydraulique. Il en est de même de *Detarium microcarpum* (Fabaceae), *Khaya senegalensis* (Meliaceae), *Lophira lanceolata* (Ochnaceae) et *Pterocarpus erinaceus* (Fabaceae) qui ont formé des vaisseaux de taille normale deux ans après écorçage au Bénin (Delvaux *et al.*, 2010).

surface située sur un côté du tronc. Le maximum de cicatrisation a lieu la première année après écorçage. Nous suggérons aux populations riveraines exploitant ces produits forestiers non ligneux qu'après récolte des écorces, les arbres doivent être laissés au repos pendant une période d'au moins deux ans afin que leur flux de sève normal puisse continuer pour l'activité photosynthétique.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Fondation Internationale pour la Science (FIS) pour le financement de ce projet intitulé « Anatomie descriptive de la régénération des écorces de

quelques plantes d'intérêt économique au Cameroun »  
Bourse IFS No : D//5471-1.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboughe AS, Mathouet H, Souza A, Bivigoua F, Eyélé MMC, Lamidi M, 2009. Quelques plantes utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement de la stérilité chez des femmes au Gabon. *Ethnopharmacologie* 43: 52-58.
- Adesokan AA, Akanji MA, Yakubu MT, 2007. Antibacterial potentials of aqueous extract of *Enantia chlorantha* stem bark. *African Journal of Biotechnology* 6(22): 2502-2505.
- Aloni R and Zimmermann MH, 1984. Length, width, and pattern of regenerative vessels along strips of vascular tissue. *Botanical Gazette* 145(1): 50-54.
- Awono A, Manirakiza, Ingram V, 2008. Étude de base de *Prunus africana* dans les provinces du Nord-ouest et Sud-ouest Cameroun. Projet « mobilisation et renforcement des capacités des petites et moyennes entreprises impliquées dans les filières des produits forestiers non ligneux en Afrique centrale ». FAO, CIFOR et SNV. 104 p.
- Betti JL, 2001. Vulnérabilité des plantes utilisées comme antipaludiques dans l'arrondissement de Mintom au sud de la réserve de biosphère du Dja (Cameroun). *Systematics and Geography of Plants*, 71: 661-678.
- Bouquet A, 1969. Féticheurs et Médecines Traditionnelles du Congo (Brazzaville), Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M). p. 234.
- Burkill HM, 2000. The useful plants of west tropical Africa. *Royal botanic Garden Kew* 4: 235-238.
- Cunningham AB and Mbenkum FT, 1993. Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon: A medicinal plant in international trade. *People and Plant Initiative Working paper* 2. UNESCO, 28 p.
- Delvaux C, 2009. Responses to bark harvesting of medicinal tree species from Forêt Classée des Monts Kouffé, Benin. PhD thesis, Ghent University, Belgium. 155 p.
- Delvaux C, Sinsin B, Van Damme P, Beeckman H, 2010. Wound reaction after bark harvesting: microscopic and macroscopic phenomena in 10 medicinal tree species (Benin). *Trees-Structure and Function*, 24: 941-951.
- Delvaux C, Sinsin B, Van Damme P, Beeckman H, 2013. Size of conducting phloem: the "key" factor for bark recovery of 12 tropical medicinal tree species. *Flora* 208(2): 111-117.
- Dié A, Kitin P, Kouamé F, Bulcke J, Van Acker J, Beeckman H, 2012. Fluctuations of cambial activity in relation to precipitation result in annual rings and intra-annual growth zones of xylem and phloem in teak in Ivory Coast. *Annals of Botany* 110(4): 861-873.
- Duncan WT, Jane MT, Wendy AB, Fonki TM, 1989. Korup Ethnobotany Survey: Final Report to the World Wide Fund for Nature, Panda House, Weyside Park, Godalming, Surrey.
- Evert RF, 2006. *Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development.*, 3rd edn. Wiley J. and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
- FAO, 2001. Collecte et analyse de données vers l'aménagement durable des forêts - joindre les efforts nationaux et internationaux. Programme de Partenariat CE-FAO (1998-2001). Données statistiques des Produits forestiers non – ligneux du Cameroun. 36 p
- Fitton JG and Dunlop HM, 1985. The Cameroon line, West Africa, and its bearing on the origin of oceanic and continental alkali basalt. *Earth and Planetary Science Letters* 72: 23-38.
- Fomete N et Tchanou Z, 1998. La gestion des écosystèmes forestiers du Cameroun à l'aube de l'an 2000. IUCN/CEFDHAC, Yaoundé, Cameroun. 108 p.
- Gill LS, 1992. *Ethnomedical Uses of Plants in Nigeria*. Uniben Press Benin Nigeria. pp.143.
- Hall P and Bawa K, 1993. Methods to Assess the Impact of Extraction of Non-Timber Tropical Forest Products on Plant-Populations. *Economic Botany* 47(3): 234-247.
- Lange D, 2006. International trade in medicinal and aromatic plants. *Medicinal and Aromatic Plants*. Eds Bogers R.J., Craker L.E. and Lange D, 155-170 p.

- Lemmens RHMJ, Louppe D, Oteng-Amoako AA, 2008. Bois d'œuvre 2, Volume 2, PROTA, 197 p.
- Lescuyer G, 2010. Importance économique des produits forestiers non ligneux dans quelques villages du Sud-Cameroun. Bois et Forêts des Tropiques 304(2) : 15-24.
- Li ZL and Cui KM, 1988. Differentiation of secondary xylem after girdling. Iawa Bulletin 9: 375-383.
- Li ZL, Cui KM, Yu CS, Chang XL, 1982. Effect of plastic sheet wrapping upon girdled *Eucommia ulmoides*. Scientia Sinica 25: 368-375.
- Loubelo E, 2012. Impact des Produits Forestiers Non Ligneux (Pfnl) sur L'Economie des Ménages et la Sécurité alimentaire : Cas de la République du Congo. Thèse de Doctorat, Université Rennes 2. 260 p.
- MINFOF, 2007. Atlas forestier inter actif du Cameroun, (Version2.0), Document de synthèse. World Resource Institute. 30 p.
- Momo SMC, Nguetsop VF, Dongmo NJ, Kenguem KG, Avana-Tientcheu M L, 2016. The Effects of Some Ecological and Anthropic Factors on the Survival and Bark Recovery Rate of *Prunus africana* (Rosaceae) in South-West, Cameroon. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology 3(8): 25-31.
- Moukette MB, Pieme CA, Biapa NPC, Ama MVJ, Berinyuy E, Ngogang JY, 2015. *Afrostryax lepidophyllus* extracts exhibit in vitro free radical scavenging, antioxidant potential and protective properties against liver enzymes ion mediated oxidative damage. BMC Res Notes 8: 344. doi: 10.1186/s13104-015-1304-8
- Muganza D, Fruth B, Lami J, Mesia GK, Tona G, Kanyanga R, et al. 2012. In vitro antiprotozoal and cytotoxic activity of 33 ethnopharmacologically selected medicinal plants from Democratic Republic of Congo. Journal of Ethnopharmacology 141:301-308. doi: 10.1016/j.jep.2012.02.035.
- Mwange KN, Hou HW, Cui KM, 2003. Relationship between endogenous indole-3-acetic acid and abscisic acid changes and bark recovery in *Eucommia ulmoides* Oliv. after girdling. Journal of Experimental Botany 54(389): 1899-907.
- Odugbemi TO, Odunayo R, Akinsulire I, Aibinu E, Fabeku O, 2007. Medicinal plants useful for malaria therapy In Okeigbo, Ondo State, Southwest Nigeria. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines 4(2): 191-198.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R, Simons A, 2009. Agroforestry Database : a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya.
- Stobbe H, Schmitt U, Eckstein D, Dujesiefken D, 2002. Developmental stages and fine structure of surface callus formed after debarking of living lime trees (*Tilia* sp.). Annals of Botany 89(6): 773-782.
- Tassé B, 2006. Impact écologique de l'exploitation de l'écorce de *Prunus africana* (hook.f.) kalkman dans la région du Mont Cameroun : cas de la zone Bokwaongo-Mapanja. Mémoire d'ingénieur : Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, 113 p.
- Van Andel T and Havinga R, 2008. Sustainability aspects of commercial medicinal plant harvesting in Suriname. Forest Ecology and Management 256(8): 1540-1545.
- Verheyden A, De Ridder F, Schmitz N, Beeckman H, Koedam N, 2005. High-resolution time series of vessel density in Kenyan mangrove trees reveal a link with climate. New Phytologist 167(2): 425-435.
- Raponda-Walker AR, Sillans R, 1995. Les plantes utiles du Gabon. Ed Fondation Raponda-Walker. Sépia. 614p.