Effets de l'incision annulaire sur la reproduction du karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) à Bondoukuy, Burkina Faso

Niéyidouba LAMIEN[a]*, Mulualem TIGABU[b], Per Christer ODÉN[b], Sita GUINKO[c]

[a] Département de Productions Forestières / INERA-CNRST, 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso
nlamien@yahoo.fr

[b] Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Tropical Silviculture and Seed Science Group, SLU, 901 83 Umeå, Sweden
mulualem.tigabu@genfys.slu.se, per.oden@genfys.slu.se

[c] Laboratoire de Biologie et Écologie Végétales / UFR-SVT, Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 16 janvier 2006
Accepté le 13 mars 2006

Fruits, 2006, vol. 61, p. 303–312
© 2006 Cirad/EDP Sciences
All rights reserved
DOI: 10.1051/fruits:2006029
www.edpsciences.org/fruits

RESUMEN ESPAÑOL, p. 312

Effects of girdling on the reproduction of the shea tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) in Bondoukuy, Burkina Faso.

Abstract — Introduction. The shea tree presents an alternate bearing. The objective of our study was to test girdling as a tool for controlling this irregular fructification. **Materials and methods**. In August 2003, girdling was applied to three-quarters of the branch circumference, to sapwood, on 29 shea trees located in the Bondoukuy region (Burkina Faso); a branch of each one of these same trees was used as control. In 2004, a factorial test of girdling was undertaken; it related to two sites of this same region, two periods of treatment (at the end of August and at the end of November), three widths of incision (50%, 75% and 100%) and five shea trees used per treatment. Thus, 60 multitrunk shea trees were studied, one of the trunks of each being used as control. The percentage of floriferous branches (%fBr) and numbers of flowers (nFl) and fruits (nFr) formed by treated and control branches were entered, then analyzed. **Results**. Compared with the control branches, girdling increased the (%fBr) by 17%, the (nFl) by 54% and the (nFr) by 100% of treated branches. There were no differences shown between the girdling periods and widths tested, but they allowed the treated branches to obtain a (%fBr) higher than that of the control branches. Whatever the variable considered, a difference in the reproduction performances of the shea trees appeared between the sites tested; the effectiveness of girdling would thus be related to the edaphic conditions of the tree development. **Discussion and conclusion**. Girdling can thus be used to control the alternate bearing of shea trees. Nevertheless, additional studies are essential to determine the effect of the girdling period on the fruit enlargement and chemical composition.

Burkina Faso / *Vitellaria paradoxa* / shea (tree) / plant training / girdling / fruiting

Effets de l'incision annulaire sur la reproduction du karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) à Bondoukuy, Burkina Faso.

Résumé — Introduction. Le karité a une fructification aléatoire. L'objectif de notre étude a été de tester la technique d'incision annulaire comme outil de contrôle de cette fructification irrégulière. **Matériel et méthodes**. En août 2003, une incision annulaire portant sur les trois quarts du pourtour d'une branche a été effectuée, jusqu'à l'aubier, sur 29 karités du terroir de Bondoukuy (Burkina Faso) ; une branche de chacun de ces mêmes arbres a servi de témoin. En 2004, un essai factoriel d'incision a été entrepris ; il a porté sur deux sites de ce même terroir, deux périodes de traitement (fin août et fin novembre), trois ampleurs d'incisions (50 %, 75 % et 100 %) et cinq karités utilisés par traitement. Ce sont donc 60 karités multicaules qui ont été étudiés, un des troncs de chacun d'eux servant de témoin. La proportion de rameaux florifères (%rFl) et le nombre de fleurs (nFl) et de fruits (nFr) formés par rameaux traités et témoins ont été comptabilisés puis analysés. **Résultats**. Par rapport aux branches témoins, l'incision annulaire a accru de 17 % le (%rFl), 54 % le (nFl) et 100 % le (nFr) par rameau. Les périodes et ampleurs d'incision testées n'ont pas montré de différences entre elles, mais elles ont permis aux branches traitées d'obtenir un (%rFl) supérieur à celle des branches témoins. Quelle que soit la variable considérée, il est apparu une différence de performances de reproduction entre les karités des sites testés ; l'efficacité de l'incision annulaire serait donc liée aux conditions édaphiques de développement de l'arbre. **Discussion et conclusion**. La technique d''incision annulaire peut donc être utilisée pour contrôler l'irrégularité de la fructification du karité. Néanmoins, des études complémentaires se révèlent indispensables pour déterminer l'effet de la période de l'incision sur le grossissement et la composition chimique des fruits.

Burkina Faso / *Vitellaria paradoxa* / karité (arbre) / conduite de la plante / incision annulaire / fructification

Article published by EDP Sciences and available at http://www.edpsciences.org/fruits or http://dx.doi.org/10.1051/fruits:2006029

1. Introduction

Le karité (*Vitellaria paradoxa* C. F Gaertn., Sapotaceae) est l'une des essences fruitières sauvages les mieux conservées dans les systèmes agroforestiers traditionnels en zone de savane [1]. Son fruit contient une amande très riche en matière grasse. D'un point de vue économique, en 1980, les produits du karité faisaient partie des quatre principaux produits d'exportation du Burkina Faso ; ils contribuaient alors pour 15 % au produit intérieur brut (PIB) [2]. La décision de l'Union européenne autorisant l'utilisation d'autres huiles végétales que celle du cacao dans la fabrication du chocolat va probablement entrainer un accroissement de la demande en produits issus du karité [3]. En cela, le karité du Burkina Faso possède des avantages comparatifs. Teklehaimanot [4] rapporte que 95 % des importations d'amandes de karité dans les pays de Union européenne sont destinées à l'industrie du chocolat et les 5 % restants à celle des cosmétiques. Comparativement aux beurres de karité des autres pays de l'aire de distribution de l'espèce, celui du Burkina Faso, avec un taux d'acide stéarique estimé à 45 % et un taux de triglycéride (stéarique-oléique-stéarique) à 40 %, font de ce produit le meilleur beurre pouvant être utilisé en substitution à celui du cacao [5]. Les populations de karités du Burkina Faso pourraient, dans ces conditions, constituer une source de beurre non négligeable pour l'industrie du chocolat.

En dépit de cette importance économique, les populations de cette espèce à usages multiples sont en majorité issues de régénération naturelle et sont caractérisées par une alternance de production fruitière qui rend les prévisions de récoltes aléatoires [6]. Monselise et Goldschmidt [7] ont signalé que la surproduction des arbres au cours d'une saison conduit généralement à une absence de production lors de la saison suivante à cause d'un déficit d'hydrates de carbone intervenant dans tous les organes de la plante [8]. Cependant, un cycle régulier dans l'alternance de la fructification du karité n'a pu être établi après 20 années de suivi [9]. Monselise et Goldschmidt [7] ont noté, à ce propos, qu'un cycle régulier, une fois initié, peut se perpétuer sur plusieurs années mais peut aussi être constamment perturbé par des facteurs climatiques ou pathogènes qui interviennent en déclenchant de nouveaux cycles. Terpend [2] a suggéré que le karité pouvait présenter un cycle de bonne-mauvaise-moyenne année de production. Cependant, à ce jour, très peu d'actions visant à contrôler cette irrégularité de la production fruitière ont été entreprises. Les seules pratiques connues pour la gestion du karité se résument en une sélection et conservation de quelques « arbres-plus » [10]. Exception faite des travaux de Bayala [11], les pratiques d'élagage, émondage, étêtage et protection des arbres contre le feu et le pâturage existant en zone sahélo-soudanienne ont été peu étudiées [12]. Pourtant, divers contrôles de la production fruitière d'espèces à alternance de production ont été rapportés dans la littérature [13–15]. Parmi les pratiques citées, l'incision annulaire semble la technique la plus accessible aux producteurs des systèmes agroforestiers traditionnels. Elle favoriserait une meilleure production fruitière en induisant une accumulation d'hydrates de carbone et d'hormones dans les rameaux et les feuilles situés au dessus du point d'incision [16].

L'objectif général de notre étude a été de tester la réponse du karité à la pratique de cette technique d'incision annulaire. De façon spécifique, nous avons cherché à tester les hypothèses suivantes :

– si le déficit d'hydrates de carbone était vraiment une des causes majeures de l'absence de production du karité durant certaines saisons, une amélioration de sa teneur dans les organes par utilisation de l'incision annulaire pourrait augmenter significativement l'intensité de floraison et de nouaison ;

– l'efficacité de l'incision annulaire pourrait être liée à une intervention à certaines phases phénologiques spécifiques et sur une certaine ampleur de circonférence du tronc du karité ;

– l'efficacité de l'incision annulaire pourrait dépendre des conditions édaphiques de la localisation de l'arbre.

Des troncs et des branches de karité ont donc été incisés à la fin de leur fructification et leurs comportements de floraison et de fructification ont été par la suite évalués.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

Les travaux ont été menés au Burkina Faso sur le terroir de Bondoukuy (long. 3° 45' O, lat. 11° 51' N, alt. 360 m) (*figure 1*). Le climat y est de type soudanien avec une pluviosité annuelle moyenne de 835 mm [17]. Notre étude a été spécifiquement conduite sur les sites dits du 'Bas glacis', du 'Plateau' et de 'Silmimossi', (*tableau I*).

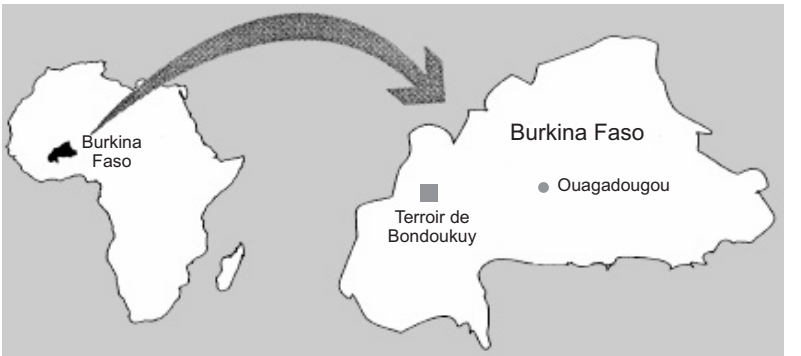

Figure 1.
Localisation du terroir de Bondoukuy (Burkina Faso) identifié pour étudier l'effet de l'incision annulaire sur la production du karité.

2.2. Matériel végétal

Nos expérimentations ont porté sur des populations de karité en âge de produire dans les parcs agroforestiers traditionnels du terroir de Bondoukuy.

D'un point de vue phénologique, le karité perd généralement ses feuilles entre les mois de novembre et de février avant de former ses boutons floraux. Il les reconstitue peu après la nouaison entre mars et avril pour soutenir le grossissement et la maturation physiologique des fruits entre mai et août. La fin août correspond généralement à la fin de la chute des fruits et une phase végétative s'établit entre septembre et novembre. Le karité a des fleurs hermaphrodites principalement pollinisées par les abeilles [18]. La compétition, pour les nutriments, entre les feuilles émergeantes et les jeunes fruits serait à l'origine de nombreux avortements de fruits [6]. L'harmattan, vent desséchant qui souffle au moment de la floraison, pourrait également provoquer un avortement massif des fleurs.

2.3. Dispositif expérimental

L'étude a été menée en 2003 et 2004.

En 2003, une expérimentation de type exploratoire a été conduite sur 29 karités en âge de produire sur les sites du Plateau et du Bas glacis. Elle a consisté à inciser, à la scie, l'une des branches les plus accessibles pour les observations et à considérer une seconde branche du même arbre comme témoin. L'incision, opérée jusqu'à l'aubier sur les trois quarts du pourtour de la branche (*figure 2*), a été effectuée sur une bande de (2 à 5) mm car l'écorce du karité, très coriace, ne permet pas une incision de l'épaisseur de la lame de scie qui est d' 1 mm. Une seule branche a été traitée pour chacun des 29 karités étudiés, choisis en fonction de l'accessibilité de leur couronne.

En 2004, l'étude a consisté à tester, à partir du même type d'incision, les paramètres « période » et « ampleur d'incision » du tronc de karité.

Deux périodes d'incision ont été définies : la fin du mois d'août qui correspond à la fin de la chute des fruits et la fin du mois de novembre qui correspond généralement au début de la chute des feuilles. Le choix d'effectuer l'incision à la fin de la chute des fruits a été guidé par le modèle d'allocation saisonnière des hydrates de carbone qui stipule que, à partir de ce moment, il y a une descente des hydrates vers les racines [19]. Le traitement effectué en fin novembre a été justifié par le fait que les karités sont supposés avoir constitué leurs réserves de métabolites à cette période de l'année puisque la sénescence de leurs feuilles est amorcée.

L'ampleur d'incision du tronc, encore effectuée jusqu'à l'aubier, a porté sur trois modalités : 50 %, 75 % et 100 % du pourtour du tronc. Au total 60 karités en âge de produire et à couronne accessible ont été repérés entre les sites du Plateau et de Silmimossi. Le plan d'expérience a été du type bloc randomisé en deux sites × trois ampleurs d'incision × deux périodes d'incision et cinq répétitions (cinq arbres) par traitement. Ces arbres étant multicaules, l'un des troncs de chacun d'eux a servi de témoin. Le programme Minitab 14.0 a été

Tableau I.
Caractéristiques édaphiques de trois sites du terroir de Bondoukuy (Burkina Faso) identifiés pour étudier l'effet de l'incision annulaire sur la production du karité.

Sites d'étude	Type de sols	Texture de sols	Indices de fertilité des sites dans l'horizon 0–50 cm								
			Carbone total	Matière organique	Azote total	Rapport (C/N)	Phosphore total	Calcium	Magnesium	Potassium	Sodium	pH de l'eau
			(%)				(g·kg^{-1})	(mg·kg^{-1})				
Bas glacis Silmimossi	• Ferrugineux lessivés à taches et concrétions (34 %) • Lithosols (27 %) • Ferrugineux lessivés indurés (20 %)	• Limono-sableuse • Limono-argileuse	0,41	0,7	0,03	12,05	0,12	422,9	62,51	65,26	4,93	5,7
Plateau	• Sesquioxyde de fer et de manganèse (64 %) • Ferrallitiques (23 %) • Minéraux bruts (10 %)	Sableuse	0,29	0,51	0,02	12,46	0,11	252,67	55,16	51,53	3,84	5,6

utilisé pour une affectation aléatoire des traitements aux arbres.

2.4. Mesure des variables

L'effet de l'incision annulaire a été évalué aux cours de la saison de reproduction qui a suivi l'opération d'incision. Le nombre des rameaux portant des organes de reproduction (boutons floraux + fleurs épanouies + jeunes fruits) et de ceux n'en portant pas a été comptabilisé en utilisant un cadre métallique de 1 m^2 a appliqué à la couronne des branches ayant subi une incision, ainsi qu'à celles ayant servi de témoin. Durant toute la période de reproduction, dix rameaux par type de traitement, étiquetés, ont été suivis pour estimer le nombre moyen d'organes de reproduction et de fruits formés par rameau. Au total huit passages ont été effectués entre décembre et mai pour ce comptage des organes, cette période correspondant à la saison de reproduction.

2.5. Traitement et analyse des données

La proportion de rameaux ayant produit et le nombre moyen d'organes de reproduction formés par rameau ont été calculés à partir des huit séries d'observations effectuées. Compte tenu de l'instabilité de la floraison, caractérisée par plusieurs émergences et chutes de fleurs sur un même rameau, seules les valeurs maximales observées au cours de la période du suivi ont été prises en compte pour les analyses ; elles représentent en effet une des meilleures formes d'exploitation des mesures répétées [20]. Les statistiques descriptives des différentes variables ont été estimées ; la comparaison de moyennes a été soumise au test de Student et une analyse de variance sous le modèle linéaire général a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS 12.0. Les interactions entre les facteurs « période », « ampleur d'incision » et « site » n'ayant pas été significatives, notre analyse a été focalisée sur les effets principaux en combinant dans un premier temps les données des deux sites (Plateau et Silmimossi). La comparaison entre sites a été faite ensuite.

3. Résultats

3.1. Effet de l'incision annulaire sur la floraison et la fructification du karité

L'effet positif de l'incision a été perceptible sur tous les arbres traités. L'utilisation de la technique a permis d'accroître de 17 % la proportion des rameaux ayant produit, de 54 % le nombre moyen d'organes de reproduction et elle a doublé le nombre moyen de fruits formés par rameau traité (*tableau II*). Quel que soit l'organe de reproduction considéré, les valeurs observées sur les branches incisées ont été statistiquement ($p < 0,05$) supérieures à celles des témoins.

3.2. Période efficiente de l'incision

Les incisions effectuées soit à la fin du mois d'août soit à la fin novembre n'ont pas entraîné de différences significatives ($p > 0,05$) dans la performance de reproduction des karités traités, quelle qu'ait été le paramètre considéré (*tableau III*). En revanche, la proportion des rameaux ayant produit après incision de la branche mère a été statistiquement supérieure à celle observée sur les rameaux de la branche témoin. Par ailleurs, les karités incisés en novembre n'ont pas produit un nombre moyen d'organes de reproduction par rameau significativement supérieur à celui des témoins. Enfin, le nombre moyen de fruits par rameau n'a pas différé significativement entre les branches incisées et les branches témoins.

Incision sur branche

Incision sur tronc

Figure 2.
Illustration des incisions annulaires pratiquées sur les branches et sur les troncs du karité pour tester l'efficacité du traitement sur la production des arbres.

3.3. Ampleur efficiente de l'incision du pourtour du tronc

Quel que soit l'organe de reproduction considéré, il n'est pas apparu de différences significatives ($p > 0,05$) entre les trois ampleurs d'incision testées (*tableau IV*). Aucune différence significative n'est apparue non plus entre les nombres moyens

Tableau II.
Comparaison des performances de reproduction entre karités ayant subi une incision annulaire et karités témoins non traités (terroir de Bondoukuy, Burkina Faso, 2004).

Traitement	Proportion des rameaux ayant produit (%)	Nombre moyen d'organes de reproduction sur le rameau 1	Nombre moyen de fruits formés sur le rameau 1
Incision annulaire	81 ± 3 a	60 ± 5 a	3,0 ± 0,4 a
Témoin	64 ± 3 b	39 ± 5 b	1,5 ± 0,4 b

Les valeurs affectées d'une lettre différente dans une même colonne sont significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey.

Tableau III.
Comparaison des performances de reproduction entre karités ayant subi une incision annulaire et karités témoins non traités, selon la période à laquelle l'incision a été effectuée (terroir de Bondoukuy, Burkina Faso, 2005).

Période d'incision	Proportion des rameaux ayant produit[1] (%)	Nombre moyen d'organes de reproduction sur le rameau 1[1]	Nombre moyen de fruits initiés sur le rameau 1[2]
Témoin	2 ± 6 a	0 ± 3 a	0,00 ± 0,06
Fin août	21 ± 5 b	11 ± 3 b	0,06 ± 0,05
Fin novembre	20 ± 5 b	8 ± 3 ab	0,12 ± 0,05

[1] Les valeurs affectées d'une lettre différente dans la colonne sont significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey.
[2] Différences non significatives.

d'organes et de fruits par rameau des arbres incisés et ceux des arbres témoins. Seule la proportion de rameaux ayant produit des organes de reproduction a montré, pour les arbres incisés sur 100 % du pourtour du tronc, une valeur statistiquement supérieure à celle obtenue pour les arbres témoins.

3.4. Influence du site de localisation des arbres incisés

Les karités incisés ont montré des performances de reproduction significativement différentes ($p < 0,05$) selon leur localisation sur le terroir de Bondoukuy (*tableau V*). Ainsi, quel que soit le paramètre de production considéré, les karités localisés sur le site de Silmimossi ont présenté la meilleure performance de reproduction par rapport à ceux du site du Plateau.

4. Discussion et conclusion

Des études antérieures, notamment celles de Ross et Bower [21] sur le sapin Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), de Philipson [22] sur *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. et sur le mélèze d'Europe (*Larix decidua* Mill.), de Meilan [15] sur l'olivier (*Olea europeae*) et de Zilberstaine et Kaluski [23] sur l'avocatier (*Persea americana*), ont mis en évidence la capacité de l'incision annulaire à accroître les performances de production des arbres. Les résultats que nous avons obtenus permettent d'ajouter le karité *(Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) à la liste de ces espèces

Tableau IV.
Comparaison des performances de reproduction, selon l'ampleur de l'incision appliquée, entre karités ayant subi une incision annulaire et karités témoins non traités (terroir de Bondoukuy, Burkina Faso, 2005).

Ampleur d'incision du pourtour du tronc (%)	Proportion des rameaux ayant produit[1] (%)	Nombre moyen d'organes de reproduction sur le rameau 1[2]	Nombre moyen de fruits formés sur le rameau 1[2]
0	2 ± 6 a	0 ± 3	0,00 ± 0,06
50	22 ± 6 ab	11 ± 3	0,05 ± 0,06
75	17 ± 6 ab	6 ± 3	0,09 ± 0,06
100	24 ± 6 b	10 ± 6	0,14 ± 0,06

[1] Les valeurs affectées d'une lettre différente dans la colonne sont significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey.
[2] Différences non significatives.

Tableau V.
Comparaison des performances de reproduction entre karités ayant subi une incision annulaire et karités témoins non traités, selon la localisation des arbres traités (terroir de Bondoukuy, Burkina Faso, 2005).

Localisation	Proportion des rameaux ayant produit (%)	Nombre moyen d'organes de reproduction sur le rameau 1	Nombre moyen de fruits formés sur le rameau 1
Silmimossi	32 ± 3 a	14 ± 2 a	0,14 ± 0,04 a
Plateau	1 ± 3 b	0,3 ± 2 b	0,0 ± 0,04 b

Les valeurs affectées d'une lettre différente dans une même colonne sont significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey.

ligneuses répondant positivement à la pratique de l'incision annulaire.

La pratique de l'incision annulaire appliquée au karité a augmenté significativement la proportion des rameaux productifs (17 %), le nombre moyen d'organes de reproduction (54 %) et le nombre moyen de fruits verts (100 %) par rameau. Ces résultats sont similaires à ceux de Ross et Bower [21] qui avaient trouvé que la production moyenne de cônes de graines et de pollens du sapin Douglas était respectivement augmentée de deux et trois fois, après incision annulaire. Par ailleurs, la production de cônes de pollens a pu être accrue de 68 % chez le mélèze japonais et de 94 % chez celui d'Europe par cette même technique [22]. Zilberstaine et Kaluski [23] ont rapporté que le rendement fruitier de l'avocatier pouvait de même être augmenté de 25 %. Toutefois, une incision ne serait efficiente que sous certaines conditions de réalisation [24, 25]. Par exemple, Kramer et Kozlowski [26] ont fait remarquer que, chez les arbres à alternance de production comme le karité, une incision opérée en année de bonne production ne stimule pas de production exceptionnelle.

Nos résultats concernant la recherche d'une période efficiente pour la réalisation de la technique d'incision annulaire ont montré qu'une intervention effectuée à la fin du mois d'août, période de pleine feuillaison, et qu'une autre effectuée en fin novembre, période du début probable de la défeuillaison, ont eu un effet similaire sur la performance de reproduction des karités étudiés. Ce résultat pourrait être attribué au fait que des karités incisés en novembre ont conservé des feuilles dans un état actif jusqu'en janvier, prolongeant ainsi le processus d'élaboration et de stockage des hydrates de carbone. Une incision opérée en janvier aurait probablement occasionné des performances de reproduction statistiquement plus faibles que celles obtenues à partir des troncs traités en août, comme il a été observé chez les agrumes [24].

Les expérimentations portant sur l'ampleur efficiente d'incision n'ont pas permis d'observer des performances de reproduction statistiquement différentes selon les traitements d'incision à 50 % et 100 % appliqués, quoique l'incision complète ait eu tendance à donner les meilleurs résultats. Cependant, une incision complète pourrait être plus traumatisante pour l'arbre. Nos résultats présentent des similitudes avec ceux de Woods [27] qui a opéré: (1) un prélèvement complet de bande d'écorce comprenant le phloème ; (2) un prélèvement de bandes partielles en position opposée ; (3) une incision à l'aide d'une scie ; (4) une insertion de feuille d'aluminium après incision au couteau et (5) une simple incision à l'aide de couteau. Ces procédés n'ont pas provoqué de différences d'efficience mais les arbres incisés ont vu leur vigueur changer en fonction du traitement appliqué. En définitive, ce sont l'effort physique à fournir, le coût financier de l'opération et l'incidence sur la santé des karités traités qui devraient déterminer le choix de la méthode d'incision. Ainsi, une simple incision de l'écorce sur 50 % du pourtour du tronc pourrait faire

espérer un rendement fruitier amélioré. Cependant, pour maximiser les chances d'efficience du traitement, une incision atteignant jusqu'à 75 % du pourtour du tronc pourrait être appliquée ; ce traitement effectué selon une bande d'incision de l'épaisseur de la lame de scie (1 mm) pourrait favoriser une cicatrisation rapide de la blessure [24, 27, 28].

Les ampleurs d'incision testées n'ont pas montré de différence avec le témoin pour les variables nombre moyen d'organes de reproduction et de fruits verts formés. Pour les périodes d'incision testées, c'est le nombre moyen de fruits verts qui n'a pas différé significativement du témoin. Des facteurs néfastes à la fructification tels que le vent sec d'harmattan qui souffle à cette période [29] et certains insectes prédateurs de fruits du karité comme *Mussidia nigrivenella* Ragonot et *Nephopterix* sp. [30, 31] pourraient en être la cause. Mis à part ces facteurs, l'année 2005 a probablement été une année d'alternance positive de la fructification pendant laquelle même les branches témoins auraient dû produire. Ces éléments auraient alors masqué l'effet de l'incision annulaire [26].

L'efficience de l'incision a semblé être liée aux conditions édaphiques de l'arbre traité. Ainsi, les karités incisés sur le site de Silmimossi ont présenté des performances de reproduction statistiquement supérieures à celles des karités localisés sur le site de Plateau. Ces résultats pourraient être liés à la texture des sols de ces deux sites (*tableau I*) ; en effet, Silmimossi a des sols à dominance limoneuse, alors que Plateau présente plutôt des sols sablonneux à faible capacité de rétention d'eau. Cette analyse corrobore celle de Woods [27] qui a rapporté que l'effet de l'incision annulaire était plus prononcé en zone plus humide.

Nos résultats ont donc montré que le karité pouvait répondre positivement à l'incision annulaire de ses branches et de ses troncs. Cette technique pourrait dès lors être proposée comme outil de gestion de l'irrégularité de la production fruitière de cette espèce dominante des parcs agroforestiers traditionnels. Cependant, pour être efficiente tout en ne compromettant pas la survie des arbres traités, l'incision annulaire aura besoin d'être appliquée dans certaines conditions. Ainsi, le prélèvement de larges bandes d'écorce sur tout le pourtour devra être évité pour faciliter la cicatrisation de la blessure. Le mois d'août, correspondant à la fin de la chute des fruits, se présente comme une période appropriée pour pratiquer l'incision parce que c'est à cette époque que le karité intensifierait la reconstitution de ses substances de réserve ; cependant, lors de nos expérimentations, les performances de reproduction des karités incisés à cette période n'ont pas différé significativement de celles des karités incisés en fin novembre. Il serait donc opportun d'évaluer l'incidence d'autres périodes vis-à-vis du grossissement et la teneur en micro et macro nutriments des fruits, par exemple. Les effets de l'incision annulaire dans le temps mériteront aussi d'être évalués.

Remerciements

Cette étude a été financée dans le cadre d'un programme collaboratif entre l'Agence suédoise pour développement international (ASDI), le Centre national de la recherche scientifique et technologique (CNRST) et l'université de Ouagadougou (UO) au Burkina Faso. Que ces structures trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude. Les auteurs remercient aussi Mr Korodjouma Ouattara pour les données pédologiques.

Références

[1] Boffa J.M.J., Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne, Cahier FAO Conserv. 34, Rome, Italie, 2000, 258 p.

[2] Terpend M.N., La filière karité, produit de cueillette, produit de luxe, Les dossiers faim-développement, Paris, France, 1982, 91 p.

[3] Anon., European union, West Africa agro-business sector meeting. Strategic evaluation of the agro-industrial sector, Consult. Rep., SOFRECO, Paris, France, 2002, 8 p.

[4] Teklehaimanot Z., Exploiting the potential of indigenous agroforestry trees: *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* in sub-Saharan Africa, Agrofor. Syst. 61 (2004) 207–220.

[5] Maranz S., Wiesman Z., Bisgaard J., Bianchi G., Germplasm resources of *Vitellaria paradoxa* based on variations in fat composition

across the species distribution range, Agrofor. Syst. 60 (2004) 71–76.

[6] Hall J.B., Aebischer D.P., Tomlinson H.F., Amaning E.O., Hindle J.R., *Vitellaria paradoxa*, a monograph, Univ. Wales, Sch. Agric. For. Sci., Bangor, UK, 1996, 105 p.

[7] Monselise S.P., Goldschmidt E.E., Alternate bearing in fruit trees, Hortic. Rev. 4 (1982) 128–173.

[8] Goldschmidt E.E., Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity, HortScience 34 (1999) 1020–1023.

[9] Ruyssen B., Le karité au Soudan, Agron. Trop. 1 (1957) 143–178.

[10] Lamien N., Ouédraogo S.J., Diallo O.B., Guinko S., Productivité fruitière du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. C.F., Sapotaceae) dans les parcs agroforestiers traditionnels au Burkina Faso, Fruits 59 (6) (2004) 423–429.

[11] Bayala J., Tree crown pruning as a management tool to enhance the productivity of parklands in west Africa, Univ. Wales, Sch. Agric. For. Sci., Ph.D. thesis, Bangor, UK, 2002, 207 p.

[12] Timmer L.A., Kessler J.J., Slingerland M., Pruning of néré trees (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.) on farmlands of Burkina Faso, West Africa, Agrofor. Syst. 33 (1996) 87–98.

[13] El-Kassas S.E., Ahmed M.A., El-Sese A.M., Mohammed A.A., Alternate bearing of Balady mandarin (*Citrus reticulata* L.) in relation to some horticultural practices and GA3 application, Assiut J. Agric. Sci. 25 (5) (1994) 171–184.

[14] Rabe E., Van Rensburg P.J.J., Gibberellic acids sprays flower thinning and potassium applications affect fruit splitting and yield in the 'Ellendale' tangor, J. Hortic. Sci. 71 (2) (1996) 195–203.

[15] Meilan R., Floral induction in woody angiosperms, New For. 14 (1997) 179–202.

[16] Li C.-Y., Weiss D., Goldschmidt E.E., Girdling affects carbohydrate-related gene expression in leaves, bark and roots of alternate-bearing *Citrus* trees, Ann. Bot. 92 (2003) 137–143.

[17] Devineau J.L., Fournier A., Kaloga B., Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (Ouest burkinabé). Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT), Edition Orstom, Paris, France, 1997, 86 p.

[18] Millogo-Rasolodimby J., Importance apicole du karité, *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. Hepper) et du néré, *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth.), Rev. Fr. Apic. 482 (1989) 72–74.

[19] Aber J.D., Melillo J.M., Territorial ecosystems, Acad. Press, San Diego, USA, 2001, 556 p.

[20] Campell M.J., Machin D., Medical statistics, a commonsense approach, 3rd ed., John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, 2003, 203 p.

[21] Ross S.D., Bower R.C., Cost-effective promotion of flowering in Douglas-fir seed orchard by girdling and pulsed stem injection of gibberellin $A_{4/7}$, Silvae Genet. 38 (5–6) (1989) 189–195.

[22] Philipson J.J., Effects of girdling and gibberellin $A_{4/7}$ on flowering of European and Japanese larch grafts in an outdoor clone bank, Can. J. For. Res. 26 (1996) 355–359.

[23] Zilberstaine M., Kaluski E., Improving avocado orchard yield through the use of pruning and girdling, Subtrop. Fruit News 7 (1) (1999) 7–8.

[24] Agusti M., Almela V., Pons J., Effects of girdling on alternate bearing in citrus, J. Hortic. Sci. 67 (2) (1992) 203–210.

[25] Philipson J.J., Optimal conditions for inducing coning of container-grown *Picea sitchensis* grafts: effects of applying different quantities of $GA_{4/7}$, timing and duration of heat and drought treatment, and girdling, For. Ecol. Manage. 53 (1992) 39–52.

[26] Kramer P.J., Kozlowski T.T., Physiology of woody plants, Acad. Press, New York, USA, 1979, 811 p.

[27] Woods J.H., Stem girdling to increase seed and pollen production of coast Douglas-fir, Res. notes No. 103, Minist. For., Victoria, British Columbia, Canada, 1989, 13 p.

[28] Cohen A., Effect of girdling date on fruit size of Marsh seedless grapefruit, J. Hortic. Sci. 59 (4) (1984) 567–573.

[29] Okullo J.B.L., Obua J., Okello G., Use of indigenous knowledge in predicting fruit production of shea butter tree in agroforestry parklands of north-eastern Uganda, Uganda J. Agric. Sci. 9 (2004) 360–366.

[30] Sétamou M., Schulthess F., Gounou S., Poehling H.-M., Borgemeister C., Host plants and population dynamics of the ear borer *Mussidia nigrivenella* (Lepidoptera: Pyralidae) in Benin, Environ. Entomol. 29 (3) (2000) 516–524.

[31] Dwomoh E., Damage by the fruit borer *Nephopterix* sp. and other factors in sheanut tree, and their distribution in northern Ghana, Trop. Sci. 44 (2004) 31–34.

Efectos de la incisión anular en la reproducción del butirospermo (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) en Bondoukuy, Burkina Faso.

Resumen — Introducción. El butirospermo posee una fructificación aleatoria. El objetivo de nuestro estudio fue testar la técnica de incisión anular en tanto que herramienta de control de dicha fructificación irregular. **Material y métodos**. En agosto de 2003, se llevó a cabo una incisión anular basada en los tres cuartos del contorno de una rama, hasta la albura, en 29 butirospermos de la ladera de Bondoukuy (Burkina Faso); una rama de cada uno de estos árboles mismos sirvió de testigo. En 2004, se efectuó un experimento factorial de incisión; se basó en dos lugares de esta misma ladera, en dos periodos de tratamientos (final de agosto y final de noviembre), en tres dimensiones de incisión (50%, 75% y 100%); así como en cinco butirospermos utilizados por cada tratamiento. Por lo tanto, se estudiaron 60 butirospermos, de los cuales sirvieron como testigo una rama de cada uno de ellos. Se contaron y analizaron la proporción de las ramas floríferas (%rFl), así como el número de flores (nFl) y de frutos (nFr) formados por cada rama tratada y testigo. **Resultados**. En relación a las ramas testigo, la incisión anular aumentó un 17% el (%rFl), un 54% el (nFl) y un 100% el (nFr) por rama. Los períodos y dimensiones de incisión testadas no mostraron diferencias entre ellas, pero permitieron que las ramas tratadas obtuviesen un (%rFl) superior que el de las ramas testigos. Independientemente de la variable considerada, apareció una diferencia de rendimientos de reproducción entre los butirospermos de las laderas testadas; por lo tanto, la eficacia de la incisión anular estaría ligada a las condiciones edáficas de desarrollo del árbol. **Discusión y conclusión**. Por ello, la técnica de incisión anular se puede usar con el fin de controlar la irregularidad de la fructificación del butirospermo. No obstante, resulta indispensable realizar estudios complementarios para determinar el efecto del periodo de incisión en el crecimiento y en la composición química de los frutos.

Burkina Faso / *Vitellaria paradoxa* / karite (árbol) / formación de la planta / incisión anular / fructificación

To access this journal online:
www.edpsciences.org/fruits