



République du Bénin

Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme (MEHU)

Direction Générale des Forêts et des Ressources Naturelles (DGFRN)

Projet d'Appui aux Marchés Ruraux de Bois (PAMRB)

06 B.P 1770 • C O T O N O U • Bénin

Tél.:/ Fax : (+ 229) 21 33 44 99

Email : spmuhbenin@yahoo.fr, marchruraldebois@yahoo.fr

Fiche Technique :

Balivage du teck (*Tectona grandis* L.f.) au Bénin

Dr Ir. AKOUEHOU S. Gaston, Chargé de recherche (CAMES)

Dr Ir. DJOGBENOU C. Paul, Assistant de recherche

MSc. Ir. HOUNSOUNOU Léon C., Assistant de recherche

MSc. GOUSSANOU A. Cédric, Assistant de recherche

Dr KOUTCHADE A. Clément, Assistant de recherche

Ir. AYELO Gauthier, Assistant de recherche

Prof. Dr Ir. MENSAH Guy Apollinaire, Maître de recherche (CAMES)

Pr. Dr Ir. GANGLO C. Jean, Professeur Titulaire (CAMES)

Juillet 2012

Introduction

L'aménagement d'un peuplement forestier comporte plusieurs opérations notamment les inventaires, les mesures de protection, les éclaircies et l'exploitation. Pour être rationnelles, les éclaircies doivent concerner des arbres préalablement désignés et marqués selon des critères bien définis (Akouehou et Ayelo, 2005 ; Akouehou *et al.*, 2012). Le balivage est une opération critique qui conditionne l'avenir du peuplement du *Tectona grandis L.f.* ; il ne peut de ce fait être confié à un prestataire impliqué dans l'exploitation (Akouehou, 2009). Il s'agit d'une tâche qui revient à l'aménagiste, au gestionnaire représenté dans le cas des plantations gérées par les chefs de secteur de l'Office National du Bois (ONAB). Mais, en général cette tâche est exécutée par une équipe de sous-traitance donc par des privés qui n'ont certainement pas toutes les compétences nécessaires alors que cela fait partie de la fonction régalienne de l'Etat, propriétaire. La présente fiche technique définit le balivage et expose les différentes étapes, la méthode et le matériel utilisé dans les teckeraies de l'Office National du Bois au sud du Bénin.

1. Concept du balivage

1.1. Balivage, une opération sylvicole précédant les éclaircies

A un moment donné de leur croissance, les cimes des arbres du *Tectona grandis L.f.* commencent à s'entremêler ; elles se gênent et leur développement est ralenti. Pour aider les arbres à bien se développer et être en harmonie, il faut faire l'éclaircie, c'est-à-dire offrir plus d'espace en coupant les arbres dominés, malades, tordus et/ou ceux qui gênent le développement des plus beaux sujets à laisser debout (Akouehou *et al.*, 2012). Dans les plantations de teck (*Tectona grandis*) et de *Acacia auriculiformis* traitées en futaie, on réalise respectivement cinq (5) et deux (2) éclaircies avant la coupe finale (Akouehou *et al.*, 2011). Chaque coupe d'éclaircie permet d'obtenir des produits intermédiaires comme des perches, des poteaux et des stères de bois de feu dans une moindre mesure pour *Acacia auriculiformis*. Les produits que l'on obtient lors des éclaircies d'une plantation de teck sont les suivants :

Tableau 1 Définition des produits d'éclaircie de teck dans la Lama

Définition des produits attendus	Catégories de diamètre des produits selon le classement à l'ONAB (cm)	Longueurs (m)	Eclaircie
des perches de 12 cm de fin bout	$12 \leq D < 16$	4	1
		3	1
		2	1
des perches de 16 cm de fin bout	$16 \leq D < 20$	4	1
		3	2
		2	2
des perches de 20 cm de fin bout	$20 \leq D < 25$	4	2
		3	3
		2	3
Petits poteaux	$25 \leq D < 30$	4	4
Poteau à gros bout	$30 \leq D < 36$	4	5
Petites grumes	≤ 40	4	5

Source Akouehou et Ayelo (2005) ; akouehou *et al.* (2012)

Pour une plantation de *Acacia auriculiformis*, la 1^{ère} éclaircie fournit surtout du bois de feu, des piquets, etc. et la 2^{ème} éclaircie du bois de feu, des perches et des piquets, etc. La valeur

de ces produits d'éclaircie et des produits intermédiaires n'est pas du tout négligeable (akouehou et al. 2011).

1.2. Marquage dans les opérations d'éclaircie

Dans les opérations d'éclaircie on commence d'abord par le marquage des arbres. Le marquage se fait à l'aide d'un objet tranchant comme une machette ou une griffe forestière ou bien à la peinture. On parle de martelage lorsqu'il s'agit du marquage des arbres à couper et de balivage quand il s'agit des arbres qu'il faut laisser sur pied pour les couper complètement à la fin de la révolution (Akouehou, 2009).

1.3. Martelage, une opération importante pour les éclaircies

Le moment opportun de l'éclaircie se reconnaît à la fermeture du couvert, c'est-à-dire que les cimes des arbres sont jointives ou se touchent. La lumière n'arrive plus suffisamment dans le sous-bois qui perd alors sa vigueur et sa vitalité et devient chétif. Pour marteler les arbres, il faut observer la démarche suivante :

- ❖ analyser le peuplement dans les étages dominé, codominant et dominant ;
- ❖ identifier les arbres qui se gênent ou dont les cimes se touchent dans les différents étages ;
- ❖ éviter de marteler les arbres qui sont déjà en bordure de trouée ;
- ❖ parmi les arbres qui se gênent et qui ne sont pas en bordure de trouée, il faut marquer ceux qui sont entourés de sujets (arbres) vigoureux capable de développer leurs cimes pour fermer le plus tôt que possible le vide qui sera créé par la coupe de l'arbre marteler.

Le marquage peut avoir lieu à tout moment de l'année mais de préférence au début de la saison sèche quand la visibilité de l'espace occupé par les cimes est plus grande et la circulation dans les plantations devient plus aisée. On doit marquer les arbres à exploiter d'un même côté sur le tronc par deux traits.

2. Désignation des arbres à prélever en éclaircie

Le balivage des arbres est une opération qui consiste à marquer les arbres à prélever lors du passage en éclaircie. Le balivage dépend du type d'éclaircie adopté en relation avec l'âge du peuplement forestier. Les éclaircies dans les teckeraies sont quasi systématiques dans le jeune âge correspondant à la 1^{ère} et 2^{ème} éclaircies et ensuite sélectives. Le choix des arbres à baliver est soumis à l'appréciation de l'équipe de balivage dirigée par le Chef de secteur concerné. Le principal objectif de l'éclaircie pour une essence aussi héliophile que le teck est la mise en lumière des arbres ayant le plus d'avenir. Cela ne veut pas dire que tous les arbres répondant aux critères d'arbre d'avenir doivent être conservés. Certains peuvent être prélevés en éclaircie s'ils rentrent en concurrence avec d'autres arbres d'avenir mieux positionnés pour une répartition régulière ou homogène dans le peuplement. Les principales caractéristiques à considérer pour identifier les arbres d'avenir sont les suivantes :

- ❖ la dominance : une cime bien développée et équilibrée et qui domine les cimes des arbres voisins ;
- ❖ la fourche haute : comme une corrélation forte existe entre la hauteur et la floraison de l'arbre qui ralentit la croissance, les arbres à fourche haute sont privilégiés ;
- ❖ la cylindricité : les arbres présentant un faible défilement sont privilégiés ;
- ❖ la rectitude : les arbres les plus droits et sans courbure sont privilégiés ;
- ❖ le bon état sanitaire : les arbres indemnes de maladie, d'attaque d'insectes et de dégâts de feux de végétation importants sont privilégiés ;

- ❖ la déformation du tronc : les arbres présentant le moins de cannelures sont privilégiés.

3. Intensité et périodicité des éclaircies

L'intensité et la périodicité des éclaircies réalisées dans la Lama, dépendent de la vitesse de croissance de l'arbre estimée par la classe de fertilité qui est évaluée à partir de la hauteur dominante des arbres atteinte à un âge donné. Pour estimer la hauteur dominante, il faut chercher les 2 plus gros arbres dans un rayon de 8 m et mesurer leurs hauteurs totales avec le clisimètre «SUUNTO» (Pardé et Bouchon, 1998 ; Akouehou, 2009).

Le rythme des éclaircies est fonction de la croissance d'un peuplement forestier et de sa densité . Pour le teck, les différentes tables de production indiquent unanimement une densité d'environ 500 tiges/ha à hauteur dominante correspondant ou égal à 15 m, qui est à atteindre lors de la 2^{ième} éclaircie (Ganglo et Foucault, 2006).

La première éclaircie en peuplement de teck et le moment de celle-ci dépendent largement du nombre de tiges de départ. En effet, plus la densité est importante, plus tôt (c'est-à-dire à plus faible hauteur aussi) on doit intervenir. Le tableau 1, utilisée dans la Lama, donne une bonne indication du moment optimal et de l'intensité de la première éclaircie pour les différentes densités de départ prescrite pour la conduite des peuplements de teck de la Lama :

Tableau 2. Moment optimal et intensité de la première éclaircie pour les différentes densités de départ dans un peuplement forestier

N/ha avant	2500	2400	2300	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200
Hdom interv.	8,0	8,2	8,3	8,5	8,7	8,9	9,2	9,4	9,7	10,0	10,3	10,7	11,1	11,5
N/ha après	1000	1000	1000	1000	1000	1000	900	900	900	900	800	800	800	800

Source : Table de production de Dupuy et Verhaegen (1993) et Akouehou et Ayelo (2005)

Pour le teck, lors des premières éclaircies, le principe de base est simple et unanimement proposé par les différentes tables de production comme suit :

- ❖ Le facteur d'espacement doit être maintenu entre 25% et 33% selon la table du Maitre (1983) cité par Ganglo et de Foucault (2006) et celle de Dupuy et Verhaegen (1993) cité par Akouehou et Ayelo (2005) ; Ganglo et Lejoly, (1999)

Dans ce cas le facteur d'espacement S% a été calculé comme suit:

$$S\% = \left(\frac{d}{Ht} \right) \times 100$$

où d est la distance moyenne entre les tiges ; et Ht est la hauteur dominante

La distance moyenne ou quadratique entre les tiges peut être calculée par l'expression suivante :

$$d = \sqrt{\frac{10000}{N}} \quad \text{où, N est la densité à l'hectare.}$$

Cette distance moyenne ou quadratique peut être aussi estimée par la moyenne des distances rectangulaires (c'est-à-dire par rapport aux arbres les plus proches). Dans les

plantations de tecks en ligne, il s'agit de la moyenne des distances entre les tiges dans la ligne et perpendiculairement entre les lignes.

Pour le teck, à partir des éclaircies des futaies, la surface terrière devient l'indicateur principal.

- ❖ La surface terrière doit être maintenue entre 15 et 21 m²/ha. (Dupuy et Verhaegen, 1993 ; Ganglo et de Foucault, 2006 ; Akouehou et Ayelo, 2005 ; Ganglo et Lejoly, 1999)

Le calcul de la surface terrière « g_i » en m² d'un arbre échantillon se calcule sur la base de son diamètre d_i (en cm) comme suit :

$$g_i = \frac{(d_i/100)^2 \cdot \Pi}{4}, \text{ où : } d_i \text{ est le diamètre.}$$

Le calcul de la surface terrière par ha « g/ha » en m² n'est rien d'autre que la surface représentée par un arbre échantillon à l'hectare et elle est obtenue par la formule suivante :

$$g/ha = \sum_{i=1}^n g_i / ha * n_i / ha, \text{ où : } g_i \text{ est la surface terrière,}$$

n_i est la densité du peuplement par ha.

Le nombre d'arbres restants (après éclaircie) définit le résultat de l'éclaircie et non le nombre prélevé (tableau 2). La distance entre tiges est celle qui doit guider le chef de secteur et son équipe lors du balivage/martelage afin de mettre les arbres non marqués en éclaircie approximativement à cette distance.

L'essentiel est d'adapter le moment et l'intensité de l'intervention à la croissance. La hauteur dominante est le premier indicateur sylvicole dans les plantations de l'ONAB. Dans les peuplements de bonne croissance, on intervient plus hâtivement et plus intensivement. Les parties de la teckeraies les mieux venantes définissent le moment de l'intervention, qui peut être moins intensive dans les parties moins développées. Pour *Gmelina arborea*, la meilleure croissance et la nécessité d'obtenir des gros diamètres pour pouvoir commercialiser les produits imposent un régime strict d'éclaircies suivant la table de production du teck de Boulet Gercourt (1977).

Suivant ce régime, on doit établir la densité finale après les 3 premières éclaircies. En outre, ceci permet une régénération naturelle d'essences autochtones en sous-étage, surtout aux endroits en contact avec la forêt naturelle. Il faut tenir compte du fait que le facteur d'espacement dans ce cas, est calculé pour le peuplement de tecks uniquement, car le sous-étage n'est pas pris en compte. Concernant le contrôle de la densité, il peut se faire par simple estimation de terrain à partir de placettes de 100 m² ayant un rayon de 5,64 m ou des placettes carrées de 10 par 10 m dans lesquelles on compte les arbres et on multiplie le nombre par 100 afin d'obtenir le nombre à l'hectare.

Dans les éclaircies systématique, on cherche à établir la densité optimale du peuplement du tecks. Naturellement, chaque éclaircie est l'occasion de chercher à conserver et à favoriser les individus les mieux formés et les plus prometteurs, mais en respectant une densité optimale pour former des peuplements de tecks stables à répartition spatiale aussi régulière que possible. Il faut tenir compte et profiter de l'accroissement très dynamique des jeunes peuplements de teck bien venants qui referment vite le couvert. A cet âge, une éclaircie semblant trop forte juste après la coupe peut être "amortie" après un à deux ans déjà. L'intervention tardive de la deuxième éclaircie a des conséquences sylvicoles graves pour la stabilité et l'accroissement des peuplements de teck. Par contre, aucun risque de dégât n'a lieu pour des éclaircies précoces trop fortes dans les peuplements de teck bien venants. Dans le cas de peuplements de teck hétérogènes, les prélèvements d'arbres indiqués sont des moyennes et le martelage doit s'adapter aux situations particulières en marquant plus dans les zones denses et moins dans les portions moins denses de ces peuplements.

4. Marquages des arbres

Le marquage se fait avec la griffe forestière ou tout autre matériel à partir de l'axe de progression des équipes de sorte que les bûcherons puissent les identifier sans ambiguïté. Les marques se font verticalement en 2 entailles parallèles nettes au moins sur 2 côtés dans l'écorce de l'arbre de manière à ce qu'une double entaille soit visible des autres membres de l'équipe de balivage à l'aller comme au retour c'est-à-dire à gauche et à droite de l'arbre par rapport à l'axe de progression dans le peuplement (Akouehou, 2009). Une troisième, voire une quatrième double entaille peut être faite sur les plus gros arbres pour s'assurer qu'au moins une marque soit visible une fois l'arbre abattu (figure 1).

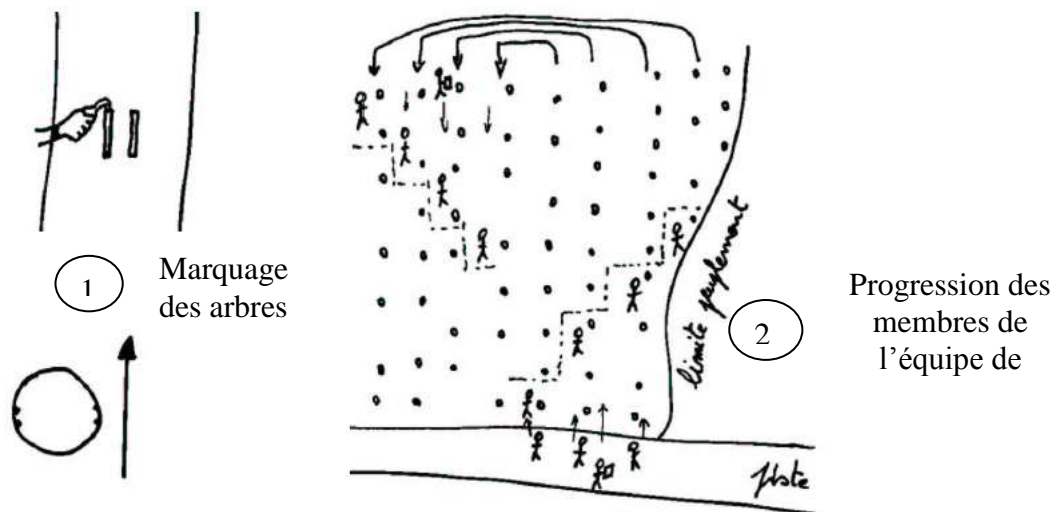


Figure 1. Balivage dicté par la configuration des limites du peuplement de tecks (Akouehou, 2009)

La progression des membres de l'équipe de balivage est dictée par la configuration des limites du peuplement de teck mais on peut schématiser le travail à partir du croquis de la figure 1 dans une plantation de tecks en plein à espacement initial de 3 m x 2 m. L'équipe de balivage se positionne en espaçant ses membres sur chaque ligne de plantation ou à distance moyenne entre les pieds des arbres avant d'entamer la première virée. Le membre de l'équipe situé à la limite évolue en premier et son voisin base son marquage sur lui et ainsi de suite. L'équipe progresse de la sorte "en escalier" jusqu'à l'extrémité du peuplement de tecks dénommée la virée. L'équipe revient ensuite parallèlement en escalier toujours mais en basant son marquage sur les arbres marqués de la virée précédente (Akouehou, 2009).

5. Collecte des données

L'estimation du volume des arbres balivés nécessite la prise de certaines mesures notamment le diamètre de référence souvent mesuré à 1,30 m au-dessus du sol avec le compas forestier. Au cours du marquage, deux mesures croisées sont faites sur chaque arbre sélectionné. La valeur moyenne de ces 2 mesures est inscrite sur la fiche de balivage (tableau n°3). Les précautions suivantes doivent être prises lors de cette mensuration.

- ❖ Le niveau de 1,30 m au-dessus du sol est repéré avec un bâton confectionné à cet effet. Ce bâton qui est un outil de travail du baliveur, doit être placé à chaque mesure contre l'arbre.
- ❖ Le chef d'équipe, également chargé de l'inscription des valeurs de diamètre mesurées sur la fiche de balivage, doit répéter la mensuration que l'agent lui a crié pour s'assurer qu'il a bien entendu avant de compléter la fiche.
- ❖ Eliminer au niveau de la mesure toute les lianes, les galeries de termites ou autres obstacles avant la prise de mesures.

6. Matériel de terrain

Les matériels de terrain suivants sont indispensables pour le balivage :

- ❖ un cahier de balivage ;
- ❖ un compas forestier ;
- ❖ une griffe ou tout autre matériel adapté ;
- ❖ des machettes ;
- ❖ un stylo à bille ;
- ❖ des craies forestières.

7. Composition de l'équipe de balivage

La composition de l'équipe de balivage dans les secteurs de l'ONAB est la suivante :

- ❖ un (1) chef d'équipe (forestier) doit être le responsable du secteur concerné. Il sera chargé du contrôle des arbres proposés au marquage ainsi que de remplir le cahier ou la fiche de balivage. Il est important que le Chef de secteur lui-même se charge de cette tâche sauf peut être dans les 2 premières éclaircies desquelles son adjoint peut se charger. En effet, cette tâche est critique pour l'avenir du peuplement de tecks dont il a la responsabilité. De plus, l'implication du secteur privé n'autorise aucune erreur parce que les produits d'éclaircie sont vendus aux enchères sur la base des données de balivage.
- ❖ trois (3) à quatre (4) aides provenant de l'équipe du secteur et/ou des secteurs voisins pour le marquage des arbres balivés et la prise des mesures. Les chefs de secteur sollicitent leurs collègues des autres secteurs.
- ❖ un (1) manoeuvre ou ouvrier pour les travaux accessoires et le transport de matériel de terrain.

8. Modèle de fiche de balivage

Le cahier ou la fiche doit porter les mentions suivantes :

ONAB en haut à Gauche

Secteur de en haut à droite et juste en dessous Parcelle, sous parcelle :

Date du balivage :

Nom du Responsable de l'équipe :

Nom des aides :

Tableau n° 3 Fiche de balivage utilisée dans la Lama

N° Arbre	Code essence	d _{1,3} en cm

Codes d'Essences

- 1 = Teck
- 2 = Cassia
- 3 = Gmelina
- 4 = Fraké
- = Chablis, etc.

9. Implication pour le développement

Il y a deux possibilités selon que le planteur se fixe comme objectifs soit de produire des perches, du bois de feu, de la pâte à papier et/ou des poteaux, soit du bois d'œuvre. Dans le cas de production de bois de service ou du bois d'œuvre, le sylviculteur a besoin de faire un traitement approprié qui demande du temps. Toutefois, dans le cas de production de bois d'œuvre le traitement doit être en taillis sous futaie ou en futaie. Dans le cas de traitement en taillis, le planteur coupe toute la plantation de *Tectona grandis* ou *Acacia auriculiformis*, chaque fois que les arbres ont entre 4 à 5 ans au Sud ou 6 à 7 ans au Centre et au Nord de notre pays. Des rejets de souche repoussent tant que la souche est encore vigoureuse (jusqu'à 6 fois pour le teck). Le traitement en futaie est une succession de coupes appelées éclaircies pour maintenir les meilleurs arbres jusqu'à l'obtention de gros arbres ayant une grande valeur marchande (bois d'œuvre) lors de la coupe définitive. C'est un placement à plus long terme (40 ans au moins pour le teck et 20 ans au moins pour *Acacia auriculiformis*) qui se fait dans les meilleures conditions pluviométriques et de sol, surtout au Sud et une partie du Centre du Bénin.

Conclusion

L'aménagement d'un peuplement forestier de teck comporte plusieurs opérations notamment les inventaires, les mesures de protection, les éclaircies et l'exploitation. Pour être rationnelles, les éclaircies doivent concerner des arbres préalablement désignés, balivés ou marqués selon des critères bien définis. Le balivage ou marquage des arbres est une opération fondamentale de la sylviculture du Teck et détermine les sujets de bonne qualité qui peuvent être maintenus ; même si leur exploitation doit avoir lieu avant la fin de la révolution. Ainsi, la mauvaise qualité du bois des plantations privées de tecks au Bénin est due à l'inexistence de balivage et des éclaircies dans ces plantations. La mise en place d'un programme d'éducation et de sensibilisation des planteurs privés de tecks est indispensable si on veut contribuer à l'augmentation des offres de bois d'œuvre au Bénin.

Références bibliographiques

Akouehou G. S. et Ayelo G., 2005. De la conduite des peuplements issus de la régénération naturelle à la sylviculture : cas du teck (*Tectona grandis*) dans la plantation domaniale de Djigbé, commune de Zè au sud du Bénin. Bulletin de la recherche Agronomique du Bénin N° 47. pp 7-18.

Akouehou S. G., 2009. Manuel de l'agent forestier. Editions Lebon. République du Bénin. Cotonou. Dépôt Légal N°4067 du 09/02/2009 du 1^{er} trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, ISBN : 978-99919-302-1-3, 97 p.

Akouehou A. G., Agbahungba A. G., Houndehin J, Mensah G. A, et Sinsin B. A. 2011. Performance socio-économique du système Agroforestier à *Acacia auriculiformis* dans la Lama au sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3): 1039-1046.

Akouehou S. G., Djogbenou C. P., Hounsounou L. C., Goussanou A. C., Koutchade A. C., Ayelo G., Mensah G. A. et Ganglo C. J., 2012. Pratiques des éclaircies dans les peuplements de teck (*Tectona grandis*) de la Lama au Sud-Bénin. Fiche Technique PAMRB/DGFRN/MEHU/Bénin. Dépôt légal N° 6186 du 19 juillet 2012, 3^{ème} trimestre 2012, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, ISBN : 978-99919-70-18-9, 13 p.

Boulet Gercourt M. 1977. Monographie du *Gmelina arborea*. In Bois et Forêts des Tropiques. N° 172. Mars-Avril 1997. pp : 3-23.

Dupuy B., et Verhaegen, D., 1993. Le teck (*Tectona grandis* L.f) en Côte d'Ivoire. CTFT, 16 p.

Ganglo Cossi Jean et Bruno de Foucault. 2006. Plant communities, forest site identification and classification in Toffo reserve, South-Benin. In BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES, 2006, N° 288 (2). pp. 25-38.

Ganglo C. J. et Lejoly J., 1999. Le Teck au Bénin. Gestion et perspectives In Bois et Forêts des tropiques. N° 261 (3), pp. 17-27.

Maitre H. F., 1983. Table de production provisoire du teck (*Tectona grandis*) en Côte-d'Ivoire. Centre Technique et Forestier Tropical, Paris, France, 71 p.

Pardé J. et Bouchon J. 1998. Dendrométrie. Nancy. École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 1988. 328 p.

