



HAL
open science

Mise au point d'une stratégie d'amélioration des plantations de teck au Togo

A.D. Akpene, G Chaix, O Monteuis, P Langbour, D Guibal, M.F. Tomazello, A.D. Kokutse, K Kokou

► To cite this version:

A.D. Akpene, G Chaix, O Monteuis, P Langbour, D Guibal, et al.. Mise au point d'une stratégie d'amélioration des plantations de teck au Togo. Conférence Matériaux 2014 - Colloque Ecomatériau, Nov 2014, Montpellier, France. 10 p. hal-01144499

HAL Id: hal-01144499

<https://enpc.hal.science/hal-01144499v1>

Submitted on 21 Apr 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mise au point d'une stratégie d'amélioration des plantations de teck au Togo

A.D. Akpenè¹, G. Chaix²., O. Monteuis³, P. Langbour⁴, D Guibal⁴, M.F. Tomazello⁵,
A.D. Kokutse¹, K. Kokou¹.

¹ Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté Des Sciences, Université de Lomé,
BP1515, Lomé, Togo.

² CIRAD, BIOS Department, Genetic Diversity and Breeding of Forest Species Unit, BP 5035,
34398 Montpellier Cedex 5, France

³ CIRAD-BIOS UMR AGAP TA A-108/03, avenue Agropolis 34398 Montpellier Cedex 5 France.

⁴ CIRAD, UR Biomasse, Bois, Bioproduits, TA-B-114/16, 73 rue Jean François Breton, 34398
Montpellier Cedex 5, France.

⁵ Departamento de Ciências Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias
11, Caixa Postal 9.

* asophy09@yahoo.fr

RESUME : Les 50 000 ha de plantations de teck (*Tectona grandis*) du Togo représentent la seule opportunité de production de bois d'œuvre et de service pour le pays. Cependant ces plantations sont confrontées à un problème de réduction de leur productivité. Une étude a donc été initiée dans le but de mettre au point un matériel végétal amélioré et adapté aux systèmes de production actuels au Togo. Il s'agit de sélectionner les individus les plus performants au sein des peuplements actuels sur la base des caractères morphologiques et technologiques d'intérêt chez le teck au Togo. Ainsi sur la base des caractères morphologiques, 67 arbres plus candidats (APC) ont été choisis dans 20 parcelles d'au moins 15 ans, réparties dans 5 forêts au Togo. Après détermination et intégration des caractères technologiques des APC à une seconde sélection, 20 arbres (AP) sont retenus comme étant les meilleurs au vu de tous les critères de sélection. Ces AP serviront à révolutionner la filière du teck au Togo.

ABSTRACT: The 50 000 ha of teak (*Tectona grandis*) plantations from Togo represent the unique opportunity of timber and service production for the country. However, these plantations are confronted with a problem of their productivity reduction. A study was initiated in the aims to work out an improved planting material and adapted to current production systems in Togo. It is about to select the best performing individuals based on morphological and technological trials within the current populating of of teack in Togo. Thus, on the basis of trees morphological, over 67 candidates (APC) were selected from 20 plots of at least 15 years, located in 5 forests in Togo. After determination and integration of APCs technological trial to a second selection, 20 trees (AP) qualify as the best in the light of all the selection criteria, were retained. These AP will be used to revolutionize the field of teak in Togo.

MOTS-CLÉS : Teck, Amélioration, matériel végétal, performant, Togo

KEYWORDS: Teak , improvement, plant material, prefomance, Togo.

1. INTRODUCTION

Le teck a été introduit au Togo vers 1901 et depuis il s'est bien adapté aux conditions climatiques et édaphiques très contrastées du Togo. Il a fait l'objet de plusieurs études car il s'est imposé comme l'espèce privilégiée en raison des caractéristiques technologiques de son bois (Kjaer et al, 1999; Sanwo, 1987, 1990). Ceci a entraîné l'augmentation des premières plantations qui sont aujourd'hui estimées à 50000 ha (MERF/FAO, 2011). Ces plantations composées de forêts étatiques, de forêts

contractuelles et de forêts privées, représentent la seule opportunité de production de bois d'œuvre et de service pour le Togo (Kokutse, 2002). Toutefois, le marché local de bois d'œuvre rencontre toujours d'énormes difficultés d'approvisionnement. La raison principale est la chute de la productivité des peuplements de teck du Togo, qui est due à plusieurs causes. 1.) La durée de rotation pratiquée dans les teckeraies n'est plus adaptée au contexte actuel du marché local de bois. En effet le matériel végétal utilisé en reboisement initialement sélectionné pour des rotations de 40-60 ans et la sylviculture pratiquée actuellement dans ces plantations n'est plus adéquat. Les peuplements présentent des pieds de faible diamètre, d'une mauvaise conformation et d'une qualité technologique médiocre. Les peuplements n'arrivent plus à maturité en ce qui concerne la mise en place du bois de cœur et la prononciation de la couleur bien foncée tant appréciée chez le teck avant d'être abattus, conséquence de la forte demande du marché intérieur en bois de teck. 2.) L'appauvrissement du stock génétique: depuis plus d'un siècle de culture, le stock génétique initial n'a pas été renouvelé. 3.) Ajouté à toutes ces causes, le mode de propagation utilisé jusqu'à ce jour se limite à celle par graine, alors que cette dernière présente plusieurs limites en ce qui concerne le transfert des traits qui sont sous contrôle on additif (Monteuuis et al, 2007 ; Koasa-ard 1998 ; White 1991 ; Dupuy et Verhaegen, 1993, Kjaer and Foster, 1996, Kjaer et al. 2000 ; Kaosa-ard, 1996).

Cependant, certaines des différentes études réalisées sur les peuplements de teck Togolais ces dix dernières années ont permis d'analyser la variabilité intraspécifique au sein de ces plantations actuelles (Kokutse et al. 2004, Kokutse et al. 2006, Adjonou et al. 2010, Kokutse et al. 2009a). Ces études ont montré l'existence de parcelles et d'individus particulièrement performants qui pourront être sélectionnés en vue d'un clonage.

Ainsi la production de matériel végétal à partir de ces individus représente la meilleure opportunité pour le pays de réaliser des plantations de teck performantes. La présente étude se situe dans ce cadre car elle propose une démarche expérimentale intégrant croissance, forme et qualité du bois pour aboutir à la mise au point de matériel végétal qui fournit du bois de teck de qualité (duraminisation précoce). Il a pour objectif général de contribuer à l'amélioration de la production de bois de plantation au Togo, et pour objectif spécifique de Sélectionner des individus performants au sein des peuplements actuels sur la base des caractères morphologiques et technologiques d'intérêt chez le teck au Togo.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. CADRE DE L'ÉTUDE

L'étude se déroule sur le territoire Togolais, pays de l'Afrique de l'Ouest situé entre les 6 et 11° de latitude Nord et entre 0 et 2° de latitude Est. C'est un corridor de 56600 km², long de 600 km de la côte atlantique au sud, au Burkina Faso au Nord et large en moyenne de 100 km du Ghana à l'Ouest au Bénin à l'Est. Dû à l'hétérogénéité marquée des climats, des sols et de la végétation que présente le Togo, Ern (1979) le subdivise en 5 zones éco-floristiques du Nord au Sud. La partie septentrionale du pays correspond à la zone écologique I. C'est la zone des plaines du nord correspondant essentiellement aux savanes soudaniennes et soumise à un climat tropical. La zone écologique II correspond à la partie nord des monts du Togo. C'est la zone des mosaïques de forêts denses sèches et de savanes où il règne un climat soudano-guinéen. La zone écologique III correspond aux grandes étendues plates du centre du Togo, dominée par quelques collines rocheuses sous forme de dôme. C'est le domaine des savanes boisées guinéennes (Aubréville 1937) qui est soumise à un climat tropical semi-humide. La zone écologique IV est le domaine des forêts denses humides et semi caducifoliées (Akpagana 1989). Elle est soumise à un climat subéquatorial à tropicale humide. La

zone écologique V est la plaine côtière du Togo. Elle est définie comme une zone sèche littorale marquée par un déficit pluviométrique et soumise à un climat subéquatorial.

Sur la base des travaux antérieurs réalisés sur les peuplements de teck du Togo (Kokutse, 2002 ; Kokutse et al. 2004 ; Adjonou et al. 2010), 5 forêts (Figure 1) ont été retenues comme étant celles qui comportent les meilleurs parcelles. Il s'agit des forêts de Tchorogo, d'Asrama, de Haho Baloé, d'Avétonou (zone écologique III) et d'Eto (zone écologique V).

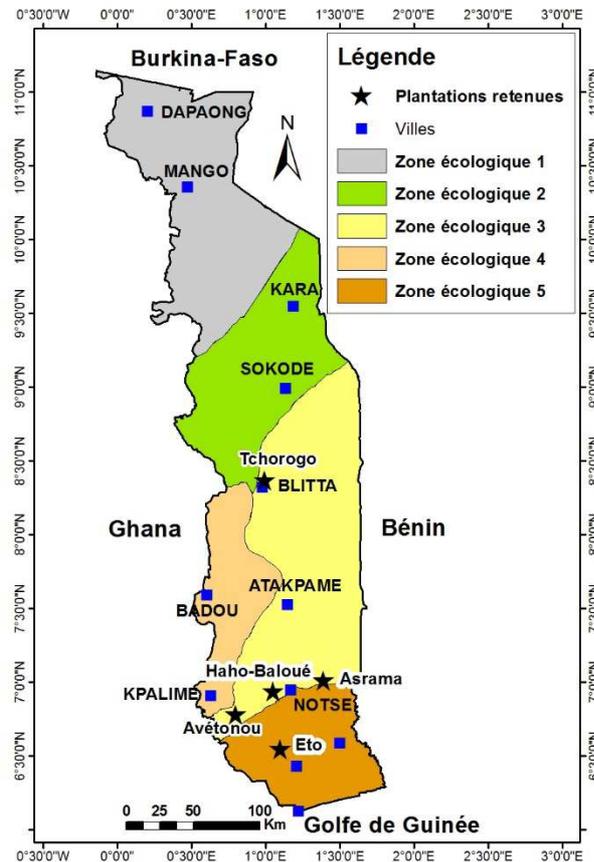


Figure 1: Localisation des forêts retenus pour la sélection des parcelles candidates

2.2. CARACTÉRISTIQUES DES PARCELLES CANDIDATES

Après une exploration des 5 forêts retenues, des parcelles susceptibles de renfermer un ou plusieurs meilleurs arbres ont été sélectionnées. Ces parcelles nommées «parcelles candidates» ont au moins 15 ans, l'âge où la majorité des caractères technologiques du bois sont exprimées (Bruce et Zobel, 1964). Chaque parcelle a été répertoriée à l'aide d'un GPS. Les informations sur l'âge, sur les travaux sylvicoles effectués et sur la provenance des graines ou des premiers plants qui ont servis à mettre en place les plantations ont été collectées. La hauteur totale, la hauteur du fût, la circonférence à la base du tronc et à 1,30 m du sol ont été mesurées sur tous les pieds francs à l'intérieur de 2 placeaux de 20 m x 20 m installés aléatoirement à l'intérieur des parcelles. Ceci dans le but de déterminer les caractéristiques dendrométriques des parcelles (Tableau 1).

Tableau 1: Caractéristiques dendrométriques des parcelles candidates par forêts retenues

Forêts	Code Parcelle	Age (années)	Htm (m)	Hfm (m)	Dm (cm)	G (m ² /Ha)	Densité (arbres/Ha)
Asrama	1	27	18,2 ± 2,7	08,6 ± 2,4	23,2 ± 5,6	20,3	450

	2	15	18,4 ± 1,4	10,9 ± 0,4	20,5 ± 0,7	22,9	675
	1	15	16,6 ± 2,2	10,3 ± 2,0	22,5 ± 3,7	22,4	550
	2	45	22,8 ± 3,2	13,1 ± 3,8	34,9 ± 8,6	26,3	250
Avétonou	3	30	17,7 ± 3,3	10,3 ± 4,3	24,0 ± 5,7	19,4	400
	4	37	25,1 ± 2,3	17,1 ± 3,2	27,1 ± 6,4	19,7	325
	5	37	22,5 ± 4,2	12,4 ± 4,0	24,4 ± 3,7	20,2	425
Eto	1	25	20,1 ± 2,1	10,7 ± 1,1	20,1 ± 1,4	19,0	475
	2	24	19,6 ± 1,2	11,2 ± 0,8	20,9 ± 1,0	17,8	483
Haho Baloé	1	25	20,5 ± 0,5	09,7 ± 0,8	20,0 ± 0,6	18,4	600
	2	21	17,1 ± 4,1	09,6 ± 4,7	18,5 ± 5,2	28,1	975
	1	38	19,3 ± 2,0	12,7 ± 2,6	27,6 ± 3,8	25,7	425
	2	37	17,9 ± 0,3	08,7 ± 0,6	25,4 ± 5,1	21,1	775
	3	38	24,6 ± 2,7	10,9 ± 2,8	32,9 ± 5,0	19,6	225
	4	36	16,8 ± 3,8	08,3 ± 3,3	22,2 ± 2,8	18,3	400
Tchorogo	5	36	18,5 ± 1,7	09,3 ± 2,4	26,4 ± 5,1	24,1	425
	6	29	23,7 ± 1,5	13,6 ± 2,5	27,5 ± 4,2	24,3	400
	7	18	18,9 ± 2,4	09,9 ± 2,9	21,8 ± 3,6	33,4	875
	8	31	17,2 ± 3,0	08,8 ± 2,6	23,6 ± 6,1	22,1	425
	9	21	22,0 ± 2,9	15,1 ± 3,8	24,7 ± 6,2	32,3	600

2.3. SÉLECTION DES ARBRES PLUS (AP)

Dans chaque parcelle candidate, un certain nombre d'arbres a été choisi suivant la morphologie des arbres. Il s'agit de:- la hauteur fût: au moins égale à 10 m, - le tronc: bien rectiligne, sans contreforts, sans flûtes, peu branchu et sans défauts apparents (attaques parasitaires, cannelures, bosses etc.), - le houppier: plus ou moins équilibré,- la position des arbres: éloignée de la lisière des parcelles. Les individus retenus sont appelés les arbres plus candidats ou APC. La position de chaque APC a été repérée chacun d'eux a été marqué d'un signe particulier qui le différencie des autres arbres de la parcelle et des autres APC.

Pour pouvoir déterminer les caractères technologiques du bois des APC une carotte de bois a été prélevée à 1,30 m de hauteur de chaque arbre sélectionné (Photo 1).



Photo 1: Prélèvement d'une carotte de bois sur un APC

Sur ces carottes de bois, le pourcentage de bois de cœur (%BC) a été calculé par la formule ci-après :

$$\% \text{ de bois de coeur} = \frac{\text{rayon du duramen}}{\text{rayon total de l'échantillon}} * 100 \quad (1)$$

Les carottes ont été ensuite partagées en deux perpendiculairement au sens des fibres (Figure 2). Sur une moitié, les paramètres de couleur du bois ont été mesurés par la méthode de CIELAB (L^* , a^* , b^* , Kokutse, 2002). L'autre moitié a été découpée en éprouvettes de 15 mm de long, 7,5 mm d'épaisseur et 15 mm de large (Figure 2).

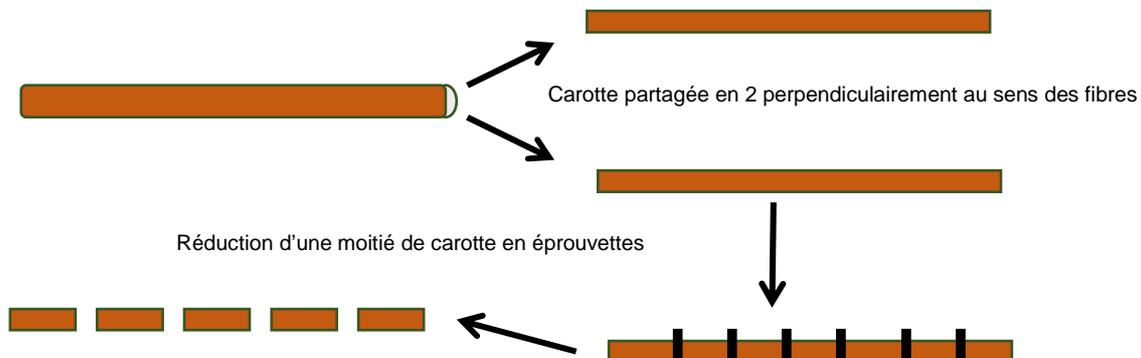


Figure 2: Les étapes de réduction des carottes de bois en éprouvettes

Après saturation en humidité des éprouvettes à l'autoclave, leur volume saturé a été calculé selon le principe de la poussée d'Archimède. Le passage des éprouvettes saturées à l'étuve sèche a permis d'avoir la masse anhydre des éprouvettes. Le rapport entre ces deux valeurs (masse anhydre et volume saturé) a donné l'infradensité des éprouvettes.

Les autres caractères technologiques du bois des carottes (la durabilité naturelle aux champignons, le module d'élasticité, le point de saturation des fibres, les retraits tangentiel et radial, la masse volumique) ont été prédits par la méthode de la spectrométrie dans le proche infra rouge (Remeo et al, 2002) sur 490 éprouvettes. Cette prédiction s'est basée sur des modèles déjà développés pour le teck du Togo (Kokutse et al. 2010, Chaix et al. 2010, Chaix et al.2008).

Après détermination des caractères technologiques, les APC ont subi une seconde sélection. Celle-ci a pris en compte les caractères morphologiques des arbres et les caractères technologiques du bois des arbres. C'est la sélection multi-caractères des arbres. Il s'agit ici de sélectionner parmi les 67 APC ceux qui ont les meilleurs caractères recherchés par les exploitants et les utilisateurs du teck au Togo. Ces caractères sont la hauteur fût (H_f), le pourcentage de bois de cœur (% BC), l'infradensité (Infrad) qui sous entend la densité, la clarté du bois (L^*), le point de saturation des fibres du bois (psf) paramètre de stabilité dimensionnelle du bois et la durabilité naturelle (DN).

2.4. TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données sur la hauteur totale des arbres et de leur circonférence à 1,30 m de hauteur ont servi au calcul de l'accroissement annuel en longueur et en épaisseur des arbres dans les différentes forêts.

Le logiciel R a été utilisé pour:

- construire des boxplots de comparaison des paramètres dendrométriques et des paramètres technologiques des arbres par forêts ;
- établir une corrélation entre les différents paramètres du bois des APC ;
- faire une sélection multi-caractère en passant par une classification ascendante hiérarchique des APC sur la base des caractères d'intérêts. Le résultat de la classification

hiérarchique ascendante a été peaufiné par élimination des individus ayant la plus faible valeur pour un caractère donné.

3. RÉSULTATS

3.1. SÉLECTION PHÉNOTYPIQUE DES ARBRES

Sur la base des caractères morphologiques, 67 arbres ont été sélectionnés. Leur répartition dans les différentes forêts est résumée dans le Tableau 2.

Tableau 2: Nombres d'arbres mesurés et d'arbres sélectionnés par forêt

Forêt prospectée	Superficie Totale (Ha)	Effectif des parcelles sélectionnées	Superficie prospectée (Ha)	Nombre d'arbre mesuré	Nombre d'arbre sélectionné	% d'arbres sélectionné
AVETONOU	673	5	0,2	86	10	11,0
ASRAMA	147	2	0,2	101	10	8,4
HAHO BALOE	789,3	2	0,1	94	11	12,1
ETO	2500	2	0,2	121	11	8,9
TCHOROGO	1051	9	93,2	201	25	12,4
TOTAL	5160,3	20	94,0	603	67	10,8

Les résultats obtenus montrent que l'accroissement moyen en longueur et en épaisseur des arbres est significativement plus élevé dans la forêt d'Asrama que dans les autres forêts ($P < 0,0001$). Cependant ils ont en moyenne un fût significativement plus dégagé dans la forêt d'Avétonou que dans celles d'Eto et d'Asrama ($P < 0,05$) et celles de Tchorogo et de Haho Baloé ($P < 0,0001$), (figure 3).

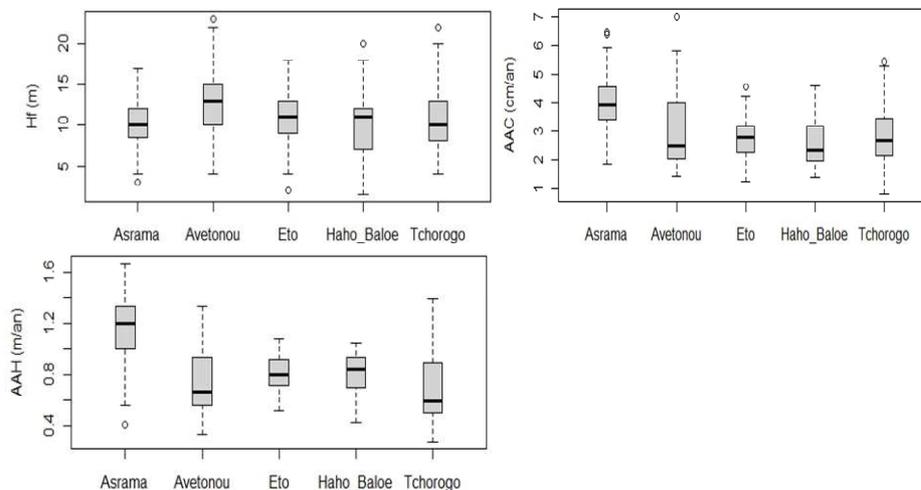


Figure 3: Performances des arbres par forêts suivant les critères dendrométriques

3.2. CARACTÉRISTIQUES TECHNOLOGIQUES DES APC

Les arbres sélectionnés sont en moyenne tous naturellement durable. En effet les résultats montrent qu'il n'existe pas de différence significative ($P = 0,75 > 0,05$) entre les moyennes de durabilité des arbres des différentes forêts (Figure 4). De même tous les APC perdent peut d'eau pour se stabiliser. Toute fois les arbres sélectionnés à Tchorogo et Avétonou ont en moyenne les meilleurs psf (respectivement $19,87 \pm 0,34$ %, et $20,64 \pm 0,37$ %). Les résultats montrent aussi que les arbres à Tchorogo et à Avétonou ont en moyenne une infradensité plus élevée que ceux des arbres dans les

autres forêts ($P < 0,05$). Les plus faibles valeurs de la luminance L^* ont en moyenne été retrouvées dans ces deux forêts (Figure 4).

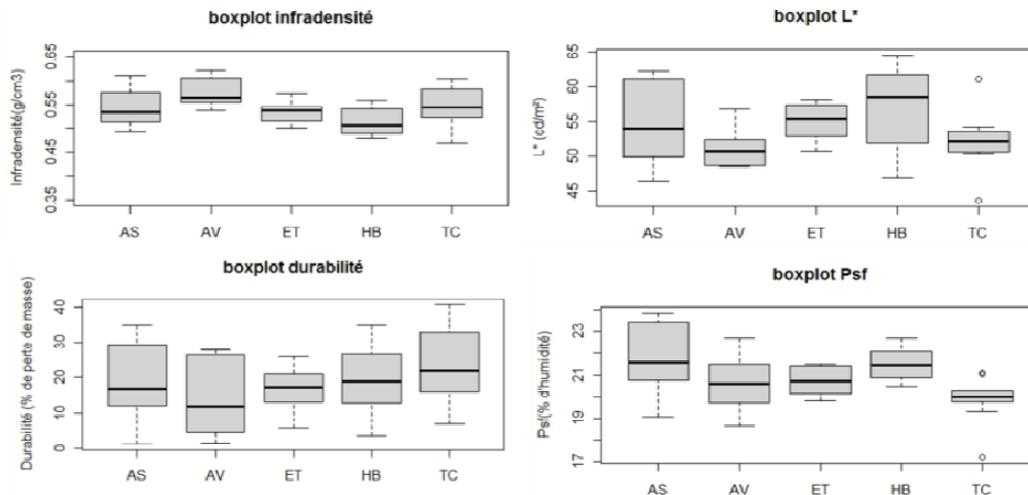


Figure 4: Performance des arbres par plantation suivant leurs caractères technologiques (AS: forêt d'Asram, AV: forêt d'Avétonou, ET: forêt de Eto, HB: forêt de Haho Baloé, TC: forêt de Tchorogo)

Quant au pourcentage de bois de cœur, les moyennes sont significativement différentes d'une forêt à une autre ($P < 0,0001$). Les plus faibles dans les forêts de Haho Baloé et d'Asrama avec une importante variabilité à Eto et à Asrama. Les moyennes les plus élevées ont été retrouvées à Tchorogo (Figure 5).

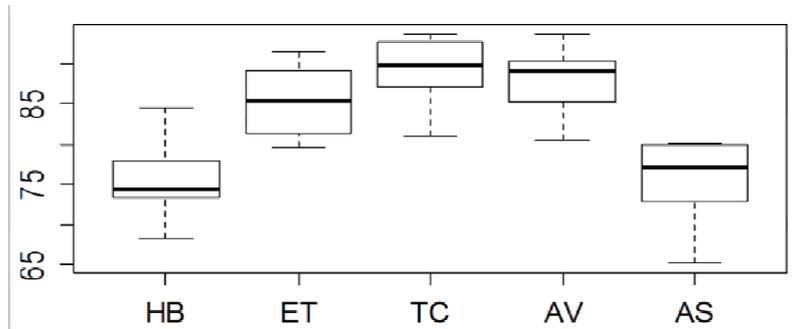


Figure 5: Moyenne du pourcentage de bois de cœur des APC par forêt AS: forêt d'Asram, AV: forêt d'Avétonou, ET: forêt de Eto, HB: forêt de Haho Baloé, TC: forêt de Tchorogo)

Les tests de corrélations réalisés ont montré qu'il existe un lien significativement positif entre le point de saturation des fibres et la luminance L^* ($P < 0,0001$; $R^2 = 0,55$). Il est cependant négatif entre le point de saturation des fibres et l'infradensité ($P < 0,0001$; $R^2 = 0,70$). Ce test révèle aussi une corrélation positive entre l'âge et le pourcentage de bois de cœur.

3.3. SÉLECTION MULTI-CARACTÈRE DES AP

Le dendrogramme de la Figure 6 regroupe les APC en 3 classes. La classe 1 comporte 30 APC, la classe 2: 3 APC et la classe 3: 34 APC.

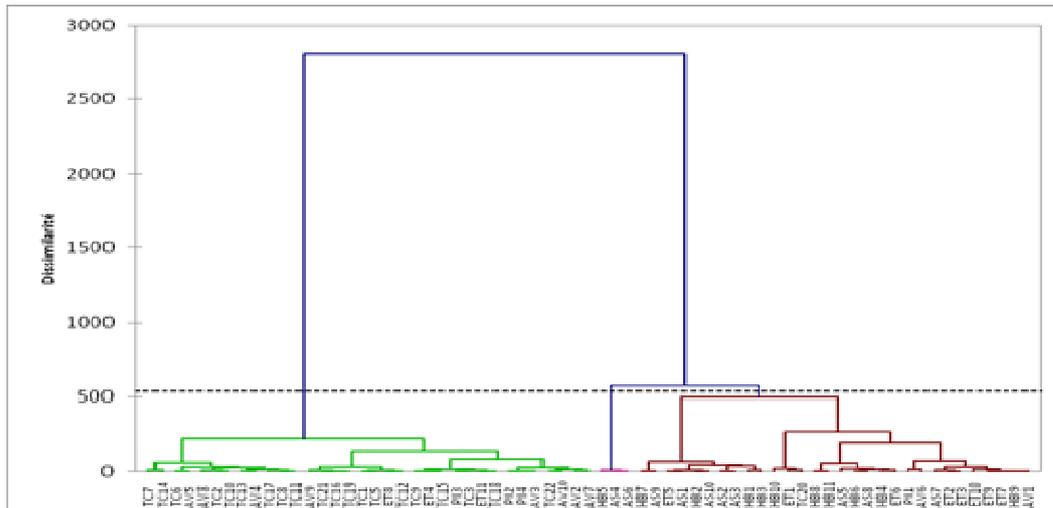


Figure 6: Répartition des différentes classes

Tableau 3: Caractéristiques des différentes classes issues du dendrogramme

Critère de sélection	Classe 1	Classe 2	Classe 3
% BC	] 72; 89,50[	] 65; 68,50[	] 83; 93,50[
Psf	] 19; 24[	] 22; 24[	] 17; 22[
Infrad	] 0,46; 0,65[	] 0,49; 0,52[	] 0,5; 0,70[
L*	] 46; 65[	] 61; 63,50[	] 48; 55[
Hf	] 10; 20[	] 14; 16[	] 10; 18[
DN	] 0; 0,4[	] 0,3; 0,35[	] 0; 0,4[

D'après le tableau 3, la classe 3 comporte les meilleurs éléments. Elle est la plus indiquée pour le choix des AP. Cette classe comporte 34 éléments. 20 d'entre eux sont retenus comme AP. Les caractéristiques dendrométriques et technologiques de ces 20 AP sont récapitulés dans le Tableau 4.

Tableau 4: Caractéristiques des 20 AP

Code arbres	% BC	DN	Psf	Infrad (g/Cm ³)	L*	Hf
AV2	87,11	0,02	19,67	0,61	48,46	18
AV3	88,94	0,02	18,65	0,62	51,95	18
AV4	89,17	0,04	19,72	0,60	48,50	13
AV8	93,14	0,2	21,51	0,55	48,84	14
AS2	80,16	0,04	19,07	0,61	46,37	13
ET4	80,16	0,05	19,07	0,61	46,37	13
ET8	80,16	0,05	19,07	0,61	46,37	14
HB3	73,28	0,04	20,89	0,56	46,82	15
PI2	89,64	0,3	19,74	0,52	54,76	14
P4	88,08	0,31	19,09	0,48	53,41	20
TC2	93,47	0,03	18,77	0,65	47,55	14
TC8	91,66	0,10	18,82	0,56	48,04	13
TC9	90,94	0,14	18,65	0,56	53,87	13
TC10	94,44	0,07	18,83	0,59	46,39	13
TC11	91,66	0,07	18,61	0,57	47,95	12
TC12	84,16	0,07	18,60	0,60	48,79	12
TC13	88,36	0,05	19,96	0,64	47,92	15
TC14	87,43	0,07	17,21	0,60	43,59	12
TC17	90,88	0,16	19,76	0,59	50,70	13

TC22	91,51	0,21	19,81	0,54	50,57	18
------	-------	------	-------	------	-------	----

4. DISCUSSION

Les résultats ont montré que parmi les arbres sélectionnés, les meilleurs se trouvent à Tchologo et à Avétonou.

En effet les APC ayant les meilleurs point de saturation des fibres, Luminance L^* , infradensité et pourcentage de bois de cœur se retrouvent à Avétonou et à Tchologo. Par contre les arbres d'Asrama qui ont en moyenne une croissance rapide en longueur comme en épaisseur, ont en moyenne un faible pourcentage de bois de cœur. Cette contradiction peut s'expliquer par le fait que les arbres sont plus âgés à Tchologo (38ans) et à Avétonou (45ans) ($P < 0,0001$; $F(67,4) = 12,715$).

L'âge est un facteur déterminant dans l'expression des paramètres de qualités d'un bois (Hillis, 1987). En analysant le pourcentage du bois de cœur et la relation aubier-biomasse foliaire, Kokutse (2010b) a trouvé que le taux de bois de cœur formé diminuait progressivement de la base du tronc (partie plus âgée de l'arbre) vers la base du houppier (partie moins âgée de l'arbre). Ce qui confirme les résultats du test de corrélation obtenu dans cette présente étude qui montre que plus un arbre est âgé plus il met en place une proportion importante de bois de cœur ($P < 0,0001$, $R^2 = 0,390$). Toute fois il faut noter que les conditions environnementales et les pratiques sylvicoles peuvent aussi agir sur le processus de formation de bois de cœur (Kokutse, 2002). En effet les forêts candidates sont plus ou moins soumises à des régimes climatiques différents et à des traitements sylvicoles aussi différents.

Le pourcentage de bois cœur influe directement sur la densité du bois. Plus le bois a une proportion importante du duramen plus il est dense. En ce qui concerne le bois de teck, ce travail révèle que plus le bois du teck est moins clair (L^* petit) plus il est dense ($P < 0,0001$, $R^2 = 0,63$) et moins il perd de l'eau en se stabilisant ($P < 0,0001$, $R^2 = 0,70$).

Les résultats ont montré que tous les APC sont naturellement durables. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Kokutse (2006) qui a montré que le teck en plantation au Togo est très durable et peut être comparé au teck de forêts naturelles.

Les 20 arbres retenus sont les meilleurs du point de vue technologiques et morphologique. Ces arbres serviront (dans la suite de ce travail), à mobiliser des clones qui seront de nouveaux matériels végétaux performants destinés à révolutionner le domaine du teck au Togo.

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AUBREVILLE, (1937). *Les forêts du Dahomey et du Togo*. Bulletin du Comité d'Etudes Historiques, XIX, 1, Paris, pp. 1-113.
2. A. Kaosa-ard, (1996). *Teak (Tectona grandis Linn. f.). Domestication and Breeding*. UNDP/FAO, Los Baños, Phillipines. RAS/91/004.
3. A. Kaosa-ard., (1998). *Teak breeding and improvement strategies*. In : The 2nd regional seminar on teak for the future, Yangon, Myanmar, Thailand, 29 May-3 June 1995, FAO-TEAKNET, 61-81.
4. A.D Kokutse, A. Stokes, N.K.Kokutse, K. Kokou, (2010b). *Which facteur most influence heartwood distribution and radial growth in plantation teack?* Ann. For. Sci. 67 (2010) 407, 10p.
5. A.D Kokutse, A.Stokes, H. Baillères, K. Kokou., et C.Baudassé, (2006). *Decay resistance of Togolese teak (Tectona grandis L.f.) heartwood and relationship with colour*. Trees 20: 219–223.
6. A.D Kokutse, H. Baillères, A. Stokes, et K. Kokou, (2004). *Proportion and quality of heartwood in Togolese teak (Tectona grandis L.f.)*. For. Ecol. Manage. 189: 37–48.

7. A.D Kokutse, K.Adjonou, K. Kokou, M. Gbeassor, (2009). Problématique de la performance du teck de provenance Tanzanienne par rapport au teck local en plantation au Togo. Bois et Forêts des Tropiques, N° 302(4) 43 – 52
8. A.D Kokutse, N Amusant, N. Boutahar, G. Chaix, (2010a). Influence of soil properties on the natural durability, extractive content and colour of teak (*Tectona grandis* L.f) wood in Togo. Annales de l'Université de Parakou, Sciences Naturelles et Agronomie: 37-50.
9. A.D. Kokutse, (2002). Analyse de la qualité du bois de teck (*Tectona grandis* L.f) en plantation au Togo: formation de bois de cœur, propriétés mécaniques et durabilité. Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux I. N° d'ordre: 2638. 133 p. + annexes.
10. B. Dupuy., D., Verhaegen. (1993) Le Teck de Plantation, *Tectona grandis*, en Côte d'Ivoire. Bois et Forêt des Tropiques, 235: 9-24
11. D. P Perez, M. T.Sanchez, G Cano, et A. Garrido, (2001). Authentication of green asparagus varieties by near-infrared reflectance spectroscopy. Journal of Food Science 66-2: pp. 323-327.
12. E.D Kjaer and G., S., Foster. (1996). The economics of tree improvement of teak (*Tectona grandis* L.). Technical note No 43, DANIDA Forest Seed Centre, Denmark, 23p.
13. E.D Kjaer, A. Kaosa-ard and V Suangtho. (2000). Domestication of teak through tree improvement. Options, possible gains and critical factors. In: Site, technology and productivity of teak plantations. FORSPA Publication No 24/2000, TEAKNET Publication No 3: 161–189.
14. E.D Kjaer, S. Kajornsrichon, E.B. Lauridsen, (1999). Heartwood, calcium and silica content in five provenances of Teak (*Tectona grandis*). *Silvae Genet.* 48, 1–3.
15. ERN (1984) Les divisions écologiques du Togo. in BRUNEL, J.F., HIEPKO, P. et SCHOLZ, H., Flore analytique du Togo. Phanérogames. G.T.Z., Eschborn, 9-18.
16. G. Chaix, AD. Kokutse, B. Ratovomboahangy, D.Guibal, H. Randrianjaf, H. Rakotondraelin, L. Brancheriau, H. Rakotovololonalimanana, P.R. Hein Gherardi, T. Ramananantoandro (2010). Prediction of radial, tangential shrinkages by NIRS for 2 tropical species *Tectona grandis* from Togo and *Liquidambar styraciflua* from Madagascar. *Cerne* 16:66-73.
17. G. Chaix, O. Monteuiis, DKS. Goh, H. Baillères, N. Boutahar (2008) Quality control and mass production of teak clones for tropical plantations. In: Bhat KM, Balasundaran M, Bhat KV, Muralidharan EM, Thulasidas PK (eds) Proc. of the international symposium held in 2007 on Processing and marketing of Teak wood products of planted forests. Kerala Forest Research Institute, India and International Tropical Timber Organization, Japan, pp 146–157
18. J.Z. Bruce (1964). Amélioration des arbres forestiers pour les qualités du bois. *Revue Internationale des forêts et des produits Forestier* N° 73-74, Vol 18(2-3), Chap.9
19. K. Adjonou, A.D Kokutse, K. Kokou, J. Ganglo, B. de Foucault., (2010). Environmental and wood biophysical variabilities in teak plantations in Togo (West Africa). *Acta Bot.Gallica* (3): 387-399
20. K. AKPAGANA (1989) Recherches sur les forêts denses du Togo. Université de Bordeaux III, Thèse de Doctorat d'Université, 181 p
21. K.J. White, (1991). Teak. Some aspects of research and development. FAO Regional Office for Asia and Pacific (RAPA) publication. 1991/17
22. T.Z. Logossa (2006). Caractérisation génétique des Tecks (*Tectona grandis* L.f) provenant des plantations du Togo. Mémoire de Master II, Sciences du Bois et Fibres, Université de Bordeaux 1, 29 p
23. M. J Romeo, M. J Adams, A. R Hind, S. K Bhargava, et S. C Grocott (2002). Near infrared prediction of oil yield from oil shale. *Journal of near Infrared Spectroscopy* 10-3: pp. 223-231.
24. MERF/FAO (2011): Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières, Plan d'action forestier national du Togo-phase I. PAFN 1 – Togo. 2011 – 2019. Projet TCP/TOG/3203(D), Lomé – Togo, 110p + annexes
25. O. Monteuiis and H.-F., Maître. (2007). New developments in teak cloning lead to better plantation stock. ITTO Tropical Forest Update 17/ 3.
26. S. K Sanwo., (1987). The characteristics of the crown-formed and stem formed wood in plantation grown teak (*Tectona grandis* L.f.) in Nigeria. *Journal of the Institute of Wood Science*, 11: 85-88.,
27. S.K Sanwo (1990). The relationship between rate of growth and strength in plantation grown teak (*Tectona grandis* L.f.). *J. Trop. For. Resour.* 2, 9–13.