

ÉVALUATION DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DE VINGT CLONES DE TECK (*TECTONA GRANDIS* L. F. VERBENACEAE) DANS LE CENTRE-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

Irié Casimir ZOB¹*, Foua Alphonse TAPE-BI² et Ouhonlé Jean-Marc GUELABE¹

¹Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INP-HB), Département de Foresterie et Environnement. B.P. 2661, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²Société de Développement des Forêts (SODEFOR), Unité de Gestion Forestière de Téné. 01 B.P. 3770 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

* Correspondance, e-mail : iczobi@gmail.com

RÉSUMÉ

Un essai sylvicole a été réalisé en Côte d'Ivoire pour étudier les caractéristiques physiques de 20 clones de teck (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae). L'évaluation a consisté à comparer d'une part, les clones avec les sauvageons ou teck non-clonés, et d'autre part les clones entre eux. La comparaison des clones avec les sauvageons révèle que les clones sont plus performants que les sauvageons. Parmi les 20 clones étudiés, certains ont de propriétés physiques meilleures que d'autres. C'est le cas du clone C17 qui surpasse les 19 autres clones vis-à-vis des paramètres dendrométriques considérés, à savoir la rectitude, la cylindricité, l'élagage et le diamètre à 1,30 m. Une analyse détaillée des clones a permis de les classer en 3 groupes homogènes. Composés des clones C7, C12 et C17, le premier groupe est de loin le meilleur. L'utilisation des clones de ce groupe en reboisement accroîtrait d'au moins 32,8% la productivité actuelle des plantations de teck. Les clones C3, C13 et C33 du groupe II ainsi que C32 du groupe III méritent une attention tout aussi particulière. Le clonage du teck apparaît donc comme un véritable atout pour améliorer la productivité des reboisements de teck en Côte d'Ivoire.

Mots-clés : *clone de teck, sauvageons, analyse comparative, caractéristiques physiques.*

ABSTRACT

Evaluation of the physical characteristics of twenty clones of teak (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) in Ivory Coast center-west

Forestry experimentation was carried out in Ivory Coast in order to study the physical characteristics of 20 clones of teak (*Tectona grandis* L. f., Verbenaceae). The evaluation consisted in comparing on one hand the clones

of teak to wild subjects and on the other hand, between the clones themselves. The comparison of the clones versus wild subjects reveals that clones are the best. Among the 20 clones, some have better physical characteristics than others. That is the case of clone C17 which is better than the 19 other clones, considering physical characteristics such as: trunk straightness, absence of low branch, diameter at 1.30 m and section form. More detailed analysis allowed classifying the clones into 3 homogeneous groups. Clones C7, C12 and C17 are so far the best group. If only these clones are used for planting teak, the productivity may increase by at least 32.8%. The clones C3, C13 et C33 of group II and C32 of group III deserve also an specific attention. Thus, cloning teak seems to be an efficient solution to improve the productivity of teak plantation in Ivory Coast.

Keywords : *clone of teak, wild stocks, comparative analysis, physical characteristics.*

I - INTRODUCTION

Le rapport technique du projet de "développement du clonage du teck de plantation industrielle" présente un tableau d'ensemble des principaux résultats de l'amélioration génétique du teck en Côte d'Ivoire [1 - 2]. En effet, depuis le milieu des années 80, la culture de cette espèce a pris une importance considérable grâce à la conjonction de deux faits majeurs. D'une part, les grands feux de brousse qui sont survenus en Côte d'Ivoire de 1983 à 1985 ont ravagé de vastes plantations de fraké (*Terminalia superba*), framiré (*Terminalia ivorensis*), samba (*Triplochiton scleroxylon*), cedrela (*Cedrela odorata*), ... et révélé une bonne résistance des reboisements de teck (*Tectona grandis*) au feu. D'autre part, la commercialisation du bois de teck a connu un immense succès dû à la forte demande des populations asiatiques [3 - 4]. De façon générale, les nombreuses qualités du bois (grande plasticité écologique, excellentes propriétés techniques, forte croissance initiale en plantation, tolérance aux feux de brousse et grande valeur commerciale) font du Teck, une essence de choix pour le reboisement industriel [5].

C'est dans ce contexte que la société de développement des forêts (SODEFOR) a initié de réaliser de vastes reboisement à vocation bois d'œuvre à partir d'un matériel végétal performant. Pour ce faire, elle a initié en 1995 des tests clonaux qui ont abouti à la sortie variétale de deux cents (200) clones de teck. L'étude de ces clones a révélé un nombre restreint de 20 clones, particulièrement performant du point de vue des caractéristiques physiques du bois. Ce groupe de clones a alors fait l'objet d'une

expérimentation sylvicole en vue de déterminer le ou les meilleurs clones à promouvoir dans les programmes de reboisements industriels.

La présente étude analyse les données issues de cette expérimentation sylvicole. L'objectif est de caractériser la performance des 20 clones en plantation. La démarche adoptée est analogue à analyse comparative en deux étapes. La première étape (*i*) compare la performance moyenne des clones et des sauvageons tandis que la seconde étape (*ii*) compare la performance individuelle des clones, les uns par rapport aux autres.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel

L'expérimentation sylvicole a été conduite en forêt classée de Téné, située à 60 km au Sud de Yamoussoukro, entre 6°37' et 6°27' de latitude Nord et 5°40' et 5°20' de longitude Ouest. Le site est caractéristique de la forêt dense semi-décidue. Le relief est marqué par un ensemble de plateaux granitiques dont l'altitude décroît d'Ouest en Est. Le point culminant du relief est à 226m et le point le plus bas est à 131m. La pente varie de 5 à 20% et les sols sont ferrallitiques. La pluviométrie moyenne annuelle de 1980 à 2009 est de 1140mm [5].

L'essai s'étend sur 34ha subdivisés en 2 parcelles de 17ha chacune. La première parcelle comporte des plants issus de bouture de teck (clones) tandis que la seconde comporte des stumps issus de graines (sauvageons). La densité de plantation est de 1111 plants.ha⁻¹ pour les clones, et 1600 plants.ha⁻¹ pour les sauvageons [6 - 7]. Le dispositif expérimental est un plan en blocs complets avec 20 traitements et 4 blocs. L'unité expérimentale est une placette carrée de 3ha.

L'inventaire des arbres est exhaustif et les observations concernent 4 paramètres dendrométriques : la cylindricité, la rectitude, l'élagage et le diamètre à 1,30m. Les paramètres sont considérés comme des grandeurs ordonnées à indice quantitatif. L'ordre des indices 1, 2 et 3 correspond à une appréciation de moins en moins favorable à l'usinage des arbres. Ainsi, la modalité 1 correspond-t-elle à la meilleure qualité du fût tandis que la modalité 3 indique la moins bonne qualité. La modalité 2 correspond à une qualité intermédiaire. Le **Tableau 1** définit les modalités des paramètres dendrométriques considérés.

Tableau 1 : Définitions des modalités des paramètres dendrométriques

Variable	Modalités		
	1	2	3
Cylindricité	Arbre circulaire sans méplat	Arbre comportant un seul méplat	Arbre comportant plus d'un méplat
Elagage	Arbre sans branche basse.	Arbre comportant une seule branche basse	Arbres comportant plus d'une branche basse
Rectitude	Arbre droit sans courbure	Arbre comportant une seule courbure	Arbre comportant plus d'une courbure
Diamètre	Diamètre ≥ 30 cm	$20 \text{ cm} \leq$ Diamètre < 30 cm	Diamètre < 20 cm

II-2. Méthodes

L'examen des données concerne l'analyse descriptive des paramètres dendrométriques et le calcul des corrélations avec chaque clone. L'étude des corrélations a consisté à appliquer le modèle log-linéaire au **Tableau 2**.

Tableau 2 : Distribution croisée des paramètres dendrométriques par type de plant

Paramètre dendrométrique		Type de plant de teck		Total
		Clone	Sauvageon	
Cylindricité	1	3857	1860	5717
	2	1718	1889	3607
	3	2	0	2
Total	-	5577	3749	9326
Elagage	1	2937	360	3297
	2	2628	3389	6017
	3	12	0	12
Total	-	5577	3749	9326
Rectitude	1	3691	1320	5011
	2	1869	2429	4298
	3	17	0	17
Total	-	5577	3749	9326
Diamètre	1	334	53	387
	2	2935	1401	4336
	3	2308	2295	4603
Total	-	5577	3749	9326

Le principe du modèle log-linéaire est d'exprimer le logarithme des fréquences attendues en fonction de différentes composantes additives, comparables à celles de l'analyse de variance (ANOVA). Le **Tableau 2** étant une juxtaposition de tableaux de contingence à deux dimensions, le modèle s'écrit :

$$\log(nP_{ij}) = m + a_i + b_j + (ab)_{ij} \quad (1)$$

Les quantités a_i , b_j et $(ab)_{ij}$ sont de sommes nulles, non seulement globalement mais aussi pour toute valeur de i et pour toute valeur de j [8 - 9]. Par analogie avec l'ANOVA, le terme m est la moyenne des logarithmes des fréquences attendues. Les termes a_i sont des mesures des différences entre les fréquences marginales attendues nP_i ; et les termes b_j sont des mesures des différences entre les fréquences marginales attendues nP_j . Quant aux termes $(ab)_{ij}$, ils sont relatifs à la non-indépendance du paramètre ou caractère considéré avec le type de plants (clone ou sauvageon). Ces termes sont comparables aux termes d'interactions de l'ANOVA à deux critères de classification.

En cas d'indépendance entre un caractère donné et le traitement, on peut écrire $nP_{ij} = nP_i \cdot nP_j / n$; d'où :

$$\log(nP_{ij}) = \log(a_i) + \log(b_j) - \log(n) \quad (2)$$

Si les termes sont définis de la manière suivante :

$$m = \frac{1}{pq} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \log(nP_{ij}), \quad a_i = \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \log(nP_{ij}) - m \quad \text{et}$$

$$b_j = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \log(nP_{ij}) - m$$

On démontre alors que cette relation est strictement équivalente au modèle log-linéaire simplifié :

$$\log(nP_{ij}) = m + a_i + b_j \quad (3)$$

Si, par contre, il n'y a pas d'indépendance entre les caractères considérés, il y a lieu de réintroduire les termes $(ab)_{ij}$. Ceux-ci mesurent les écarts par rapport au modèle simplifié, au même titre que les termes d'interaction en ANOVA à deux critères de classification [10,11].

Pour déterminer la performance individuelle de chaque clone, l'information apportée par les variables dendrométriques a été résumée à l'aide d'une

analyse des correspondances multiples (ACM). L'objectif de l'ACM est de mettre en évidence la dépendance ou l'indépendance des clones vis-à-vis de chacun des paramètres dendrométriques observés. Les scores de l'ACM ont ensuite permis la classification hiérarchique ascendante (CAH) des 20 clones [12,13].

Les analyses statistiques ont été effectuées dans l'environnement du logiciel libre R.2.15.2 [14] avec le package additionnel ade4 [15-17].

III - RÉSULTATS

III-1. Analyse des correspondances simples

Le test de khi-carré (χ^2) compare les distributions observées des arbres et les distributions théoriques correspondantes. Les valeurs χ^2 calculées à partir de l'hypothèse d'indépendance des caractères dendrométriques vis-à-vis du type de plant sont très hautement significatives (probabilité $< 2,2 \cdot 10^{-16}$). Les caractéristiques physiques des arbres ne sont donc pas indépendantes du type de plant (clone ou sauvageon). Dès lors, le modèle log-linéaire permet d'analyser les correspondances simples, c'est-à-dire la présence de deux modalités appartenant à deux caractères dendrométriques différents chez un même arbre. Sous la forme d'une mosaïque, la **Figure 1** donne les valeurs résiduelles normalisées du modèle log-linéaire. L'interprétation se fait selon la couleur, la longueur et le style de trait de bordure des tuiles de la mosaïque. On remarque un nombre anormalement élevé de clones qui correspondent à la modalité 1 du caractère rectitude. Il en est de même pour la cylindricité, l'élagage et le diamètre. Inversement, on note un nombre anormalement faible de sauvageons qui correspondent à cette même modalité. Cela signifie qu'en général, les clones produisent des arbres de gros diamètres (diamètre ≥ 30 cm) dont le fût est cylindrique, bien droit et dépourvu de branches basses. Inversement, les sauvageons sont en grande partie des arbres de petits diamètres, moins bien conformés.

Les clones ont de meilleures caractéristiques physiques que les sauvageons. Ceci est confirmé par la prise en compte d'autres paramètres dendrométriques calculés (**Tableau 3**). Ce sont : l'indice de productivité (IP), la hauteur dominante (H_0), la surface terrière moyenne (G_m), la circonférence moyenne (C_g) et la circonférence dominante (C_0).

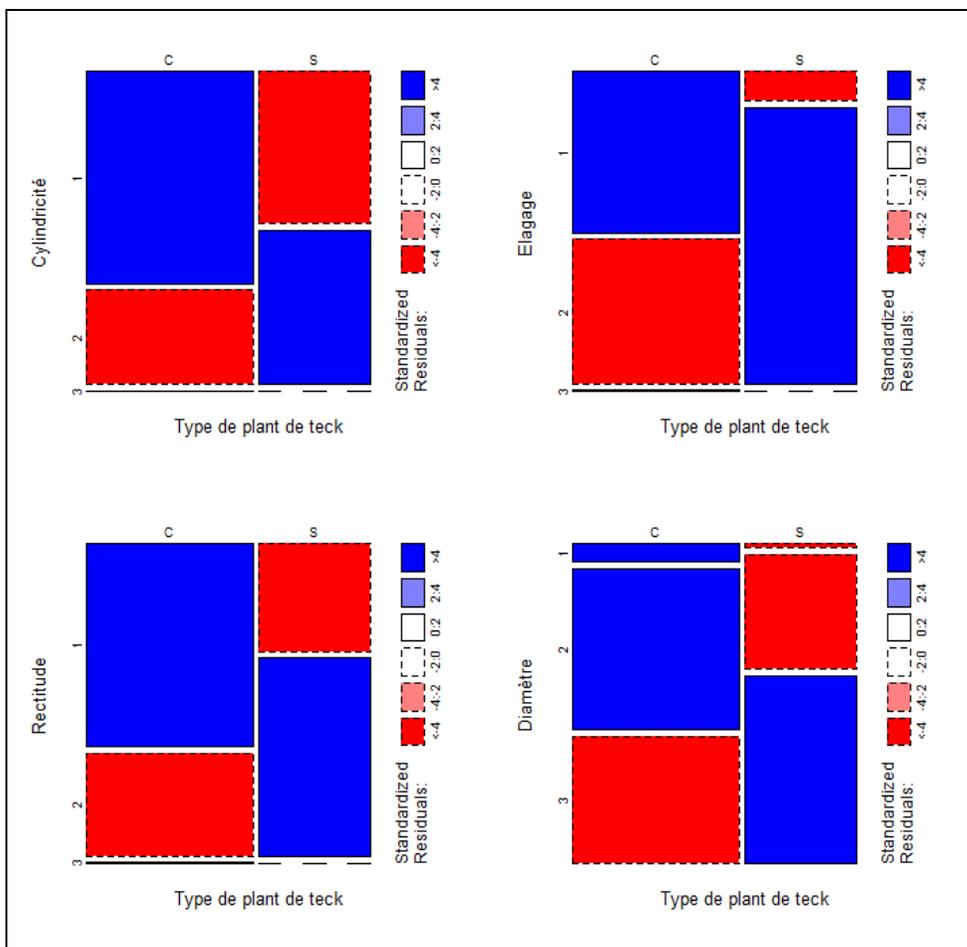


Figure 1 : Mosaiques des valeurs résiduelles normalisées du modèle log-linéaire (C = Clone et S = sauvageon)

Tableau 3 : Paramètres dendrométriques calculés

Type de plant	IP	H ₀ (m)	G _m (m ²)	C _g (m)	C ₀ (m)
Clone	7,61	18,01	0,05	80,28	106,32
Sauvageon	5,73	13,55	0,04	72,52	96,49

Pour tous les paramètres dendrométriques, mesurés ou calculés, il ressort que les clones sont meilleurs que les sauvageons. Mais, y a-t-il une différence entre les clones eux-mêmes ? Pour répondre à cette interrogation, une classification hiérarchique des clones a été effectuée à partir des scores d'une analyse en composantes multiples (ACM).

III-2. Analyse des correspondances multiples (ACM)

L'histogramme des valeurs propres de l'ACM est représenté par la **Figure 2**. L'ACM met en évidence 6 facteurs dont les 2 premiers expliquent 41,2% de l'information apportée par les données, les 4 premiers facteurs en expriment 74,5%. Toutefois, l'on considérera les 6 facteurs, soit 100 % de la variabilité totale. La **Figure 3** donne la projection des points-arbres dans le premier plan factoriel en fonction des caractères. Cette représentation simplifie l'interprétation du résultat de l'ACM parce qu'elle résume la dispersion des points-arbres caractère par caractère.

L'analyse préalable des données montre que la cylindricité est peu discriminante. 70% des arbres issus de clones ont, en effet, un fût parfaitement cylindrique. De ce fait, la cylindricité n'a pas été prise en compte pour effectuer la classification hiérarchique des clones. Concernant, la rectitude, le premier facteur oppose les arbres de modalité 1 (bonne rectitude) aux arbres ayant la modalité 3 (mauvaise rectitude). Pour le diamètre, on observe la même opposition entre les modalités 1 et 3 au niveau du second facteur. On remarque par ailleurs que les arbres de petits diamètres (modalité 3) sont peu recommandables pour la rectitude et l'élagage.

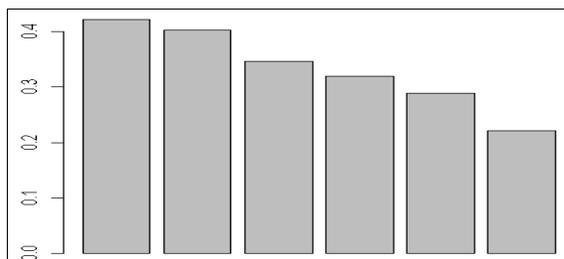


Figure 2 : *Histogramme des valeurs propres d'ACM*

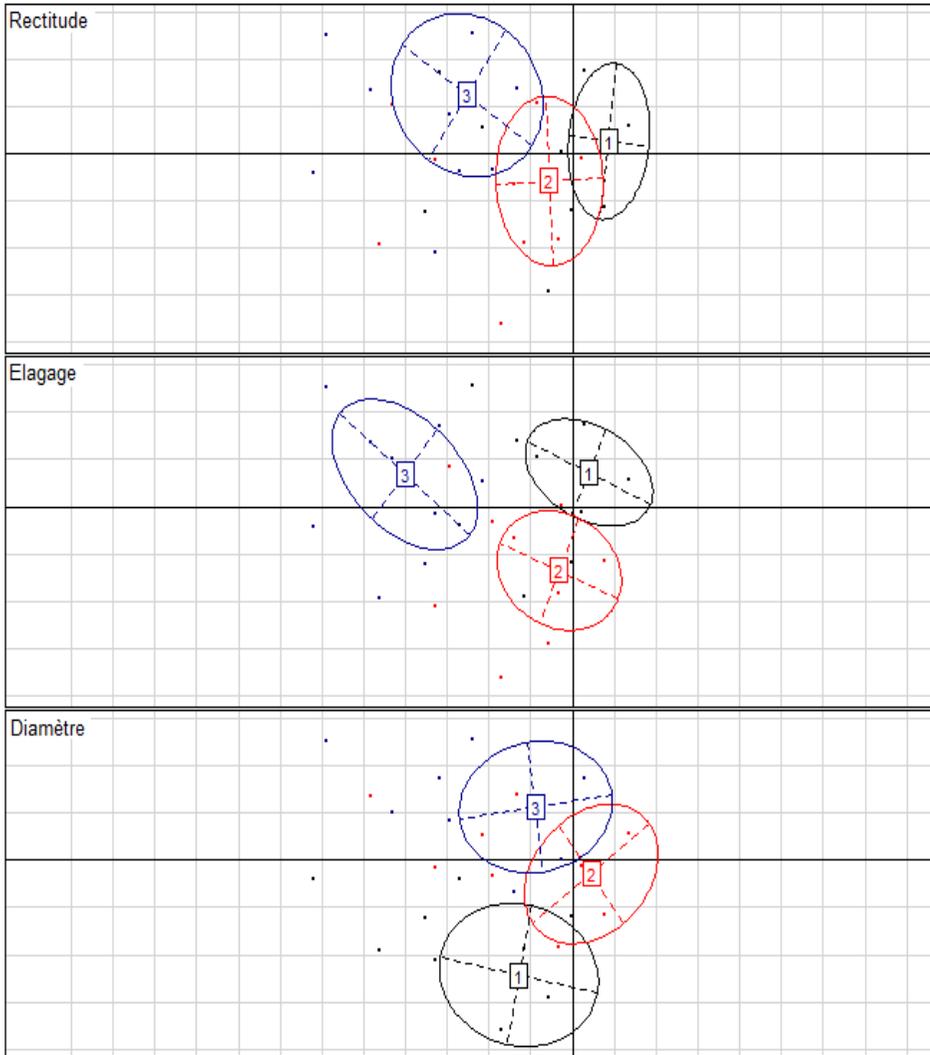


Figure 3 : *Projection des clones dans le premier plan factoriel par variable*

III-3. Classification hiérarchique ascendante des clones

La classification hiérarchique ascendante (CAH) permet de regrouper les clones en sous-ensembles homogènes conformément aux caractéristiques physiques des arbres. Le critère d'inertie utilisé est la méthode de Ward et les distances sont euclidiennes. Les clones sont donc considérés comme des points d'un espace euclidien et la qualité d'une partition (classe ou groupe) est définie par son inertie intra-classe ou son inertie interclasse. Par

conséquent, une bonne partition est celle pour laquelle l'inertie interclasse est forte (inertie intra-classe faible). On passe ainsi de la partition 20 clones (k classes) à la partition 19 clones ($k-1$ classes) en regroupant deux clones en un seul et l'inertie interclasse diminue. Le critère de regroupement est donc le suivant : fusionner les deux clones pour lesquels la perte d'inertie est la plus faible. Ceci revient à réunir les deux clones les plus proches en prenant comme "distance entre clones" la perte d'inertie que l'on encourt en les regroupant. Des classes distinctes ont donc été mises en évidence par les résultats de la CAH illustrés par le dendrogramme de la **Figure 4**.

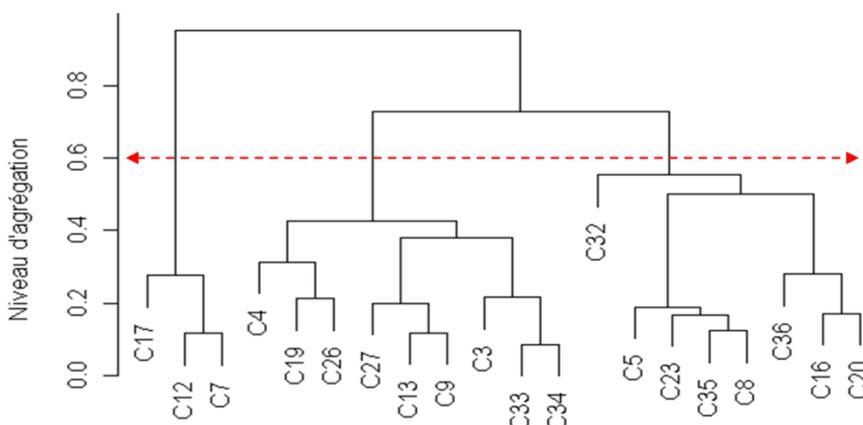


Figure 4 : Dendrogramme de la classification hiérarchique de 20 clones de teck

Pour un indice de dissimilarité de 0,6 (flèche pointillée), les clones se répartissent en 3 catégories distinctes. La caractérisation de ces catégories ou classes de clones est donnée par le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Caractérisation des groupes ou classes de clones

Classe	I	II	III
Clone	C7, C12, C17	C4, C3, C9, C19, C13, C26, C27, C33, C34	C5, C8, C16, C20, C23, C32, C35, C36
Rectitude	Bonne (modalité 1)	Moyenne (modalité 2)	Moyenne (modalité 2)
Elagage	Bon (modalité 1)	Bon (modalité 1)	Moyen (modalité 2)
Diamètre	Moyen (modalité 2)	Moyen (modalité 2)	Moyen (modalité 2)

IV - DISCUSSION

Les espèces de reboisement résultent le plus souvent d'expérimentations sylvicoles (forestry experiment). Pendant plusieurs décennies, ces expérimentations ou essais ont permis de sélectionner en Côte d'Ivoire une panoplie d'espèces locales (*Terminalia ivorensis*, *Khaya ivorensis*, *Heritiara utilis*, etc.) ou introduites (*Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Credrela odorata*, etc.) dont l'écologie et la sylviculture sont parfaitement connues [18]. Parmi ces espèces de reboisement à vocation bois d'œuvre, certaines dont le teck sont particulièrement prisées que d'autre. En effet, les nombreuses qualités du bois (plasticité écologique, excellentes propriétés techniques, forte croissance initiale en plantation, courte durée de révolution, rentabilité économique, etc.) en font l'une des meilleures essences de plantation actuelles [19 - 21]. Pour consolider ce statut privilégié du teck lors des reboisements industriels et garantir la qualité des plantations par une production régulière, la recherche forestière s'est particulièrement accentuée sur amélioration génétique du matériel végétal.

Divers essais clonaux ont ainsi permis la sélection massale des différentes variétés de teck cultivées en Côte d'Ivoire afin de retenir les provenances dont les arbres sont les plus remarquables. Le suivi régulier et la mesure répétée des arbres ont révélé des provenances particulièrement intéressantes si bien qu'il a été décidé de les multiplier par bouturage [22] pour réaliser des reboisements industriels. Ce faisant, l'on espère ainsi obtenir un surcroît significatif de productivité par rapport aux reboisements réalisés à partir des sauvageons. Kadio et al. [2] affirment que le clonage constitue la meilleure opportunité actuelle pour garantir la qualité des plantations de teck en Côte d'Ivoire. Car, en même temps qu'il offre au sylviculteur un puissant outil de réalisation de plantations à haute productivité, le clonage consolide l'expertise du forestier dans la conduite des projets de reboisement industriels et de restauration des forêts dégradées, peu productives.

A cet effet, l'analyse des données d'expérimentation sur 20 clones a révélé que les caractéristiques physiques des arbres produits étaient significativement supérieures à celles des sauvageons. Autrement dit, les clones sont plus productifs que les sauvageons. Ces résultats confirment les observations préalablement faites au cours des visites de terrain [23]. Ceci justifie le programme de clonage du teck en Côte d'Ivoire. Car, les résultats sont satisfaisants et permettent de poursuivre et même d'étendre le clonage à d'autres essences de reboisement à vocation bois d'œuvre. La SODEFOR gagnerait donc à mieux satisfaire ses attentes en réalisant tous ses reboisements en clones de teck.

Mais l'on constate de la plupart des reboisements industriels actuels sont faits par régénérations mixtes assistées (RMA) après coupe rase des premières plantations. La SODEFOR a malheureusement tendance à privilégier ce mode de création des plantations parce qu'il est moins coûteux et facile à réaliser. Mais, Kouadio [24] et Ouattara [25] affirment que cette technique sylvicole ne produit pas du bois de bonne qualité. Krékoumou [5] quant à lui, démontre bien que les sauvageons conduits en plantation monospécifique présentent de meilleures caractéristiques physiques que les arbres issus de RMA. Or, la présente étude comparative des caractéristiques des clones en plantations montre que les clones ont bien meilleures performances que les sauvageons. Ceci implique que l'utilisation systématique des clones pour créer de nouvelles plantations donnerait des résultats encore meilleurs.

L'étude établit par ailleurs que les clones diffèrent les uns des autres ; ils proviennent de différents pieds-mères ou ortets dont certains sont plus performants que d'autres. L'analyse de cette variabilité des provenances du teck a permis de sélectionner le clone C17 qui présente les meilleures propriétés physiques. Il produit de gros arbres au fût cylindrique, bien droit et dépourvu de branches basses. La classification des clones selon la rectitude, l'élagage et le diamètre a permis de les regrouper en 3 groupes homogènes. Constitué des clones C7, C12 et C17, les arbres du groupe I ont de bonnes performances quant à la rectitude et l'élagage. A l'instar des autres groupes, le diamètre des arbres de ce groupe I est moyen ($20 \text{ cm} \leq \text{diamètre} < 30 \text{ cm}$). Cette variable pourrait avoir été influencée par la forte densité de plantation ($1600 \text{ plants.ha}^{-1}$). Zhang et Chauret [26] recommandent des éclaircies pour palier ce faible rendement.

Le groupe II quant à lui présente une performance moyenne pour la rectitude et une bonne performance pour l'élagage. Dans ce groupe, l'on dénombre les clones C3, C13 et C33 qui forment avec le clone C17, les quatre meilleurs clones lorsque l'on tient compte d'autres paramètres calculés tels que l'indice de productivité (IP), la hauteur dominante (H_0), la surface terrière moyenne (G_m), la circonférence moyenne (C_g) et la circonférence dominante (C_0) [27 - 28]. Avec le clone C17, ces 3 clones pourraient donc être confrontés aux meilleurs clones d'autres essais clonaux. La confrontation des meilleurs clones de ce lot avec les meilleurs clones d'autres lots permettra de valider le choix des clones susmentionnés pour réaliser le reboisement en teck en Côte d'Ivoire. C'est justement l'objectif du programme de sélection clonale initié par la SODEFOR depuis 1995. A partir de mesures effectuées sur des arbres de 4 ans, Kadio et al. [2] attestent que les clones C17, C3 et C33 ont une circonférence supérieure aux autres.

On a enfin, le groupe III où les clones ont globalement des performances moyennes, toutes variables confondues. Ce groupe comprend le clone C32 qui a un caractère particulier du fait de sa bonne performance vis-à-vis du diamètre.

V - CONCLUSION

En définitive, le clonage de teck apparaît comme une opportunité pour le progrès du reboisement industriel en Côte d'Ivoire. Il ressort que les 20 clones analysés sont plus performants que les sauvageons en plantation. Cette différence qui transparait à l'examen attentif des arbres sur le terrain, est confirmée par l'analyse des données. Les différents tests statistiques démontrent en effet la supériorité des clones par rapport aux sauvageons. Contrairement aux plantations de sauvageons de même âge, les plantations de clones de teck se distinguent par leur homogénéité et la vigueur des arbres (cylindricité, rectitude, élagage et diamètre). L'analyse comparative des clones entre eux a montré que certains clones étaient plus performants que d'autres. L'utilisation des seuls clones performants dans les programmes de reboisement industriels pourrait substantiellement accroître la productivité des plantations. Parmi les 200 sorties variétales de clones de teck, une vingtaine s'est révélée plus performantes que les autres. Au nombre de ces derniers, les clones C3, C13, C17, C32 et C33 se sont particulièrement illustrés du point de vue de la cylindricité, la rectitude, l'élagage et le diamètre des arbres produits. Une attention toute particulière doit être accordée au clone C17 qui apparaît comme le meilleur de tous les clones testés.

Puisque la reforestation de la Côte d'Ivoire demeure un défi majeur à relever, le gouvernement gagnerait à valoriser davantage les résultats de la recherche forestière. Dans cette optique, le clonage du teck constitue une un important atout pour produire du matériel végétal performant. Toutefois, la recherche de la rentabilité financière ne devrait pas prévaloir sur la sauvegarde de la diversité biologique.

RÉFÉRENCES

- [1] - A. Dogui, "Contribution à l'établissement des plans de gestion des teckeraies de Téné et de Séguié. Mémoire de fin d'études", ENSA. Abidjan, Côte d'Ivoire (1989).
- [2] - A. Kadio, K. Adou et A. Kouamé, "Développement du clonage du Teck (*Tectona grandis*) et création de plantations industrielles", Rapport technique SODEFOR-OIBT, Abidjan, Côte d'Ivoire (2006).
- [3] - Y.E. Amonkou, "Influence de la forte densité du peuplement et du nombre de rejets par cépée de Teck (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) sur la croissance et la qualité des tiges régénérées. Cas des teckeraies de Bamoro (Bouaké-C. I.)", Mémoire de DEA, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire (1998).

- [4] - FAO, "Situation des forêts dans le monde", Document FAO (2009).
- [5] - O.K.J.C. Krékoumou, "Etude comparative de quatre techniques sylvicoles de régénération du Teck (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) en Côte-d'Ivoire : cas de la forêt classée de Téné", Mémoire de DAA/ESA, INP-HB. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire (2010).
- [6] - Sodefor, "Plan d'aménagement de la forêt classée de Téné : 2009-2018", SODEFOR, Côte d'Ivoire (2009).
- [7] - A. Kadio, "Essais comparatifs de provenances de Teck (*Tectona grandis*, L. f. Verbenaceae) à court terme de Téné 1974. Résultats des inventaires de 1989", C.T.F.T., Abidjan, Côte d'Ivoire (1990).
- [8] - S.J. Haberman, "Log-linear fit for contingency tables: Algorithm AS51", *Applied Statistics*, 21 (1972) 218 - 225
- [9] - A. Morineau, J.P. Nakache et C. Krszanowski, "Le modèle log-linéaire et ses applications", Ed. CISIA - CERESTA (1996).
- [10] - P. Dagnélie, "Statistique théorique et appliquée. Tome 2 : Inférence statistique à une et à deux dimensions" Bruxelles, De Boeck (2011).
- [11] - P. Dagnélie, "Statistique théorique et appliquée. Tome 1 : Statistique descriptive et bases de l'inférence statistique" Bruxelles, De Boeck (2007).
- [12] - G. Millot, "Comprendre et réaliser les tests statistiques à l'aide de R : manuel de biostatistique", Bruxelles, De Boeck (2011).
- [13] - P.A. Cornillon, A. Guyader, F. Husson, N. Jégou, J. Josse, M. Kloareg, E. Matzner-Løber et L. Rouvière, "Statistiques avec R", Rennes, PUF (2010).
- [14] - R Development Core Team, "R: A language and environment for statistical computing", *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria, (2011), ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- [15] - P. Lafaye de Michaux, R. Drouilhet et B. Liqueur, "Le logiciel R : maîtriser le langage, effectuer des analyses statistiques", Paris, Springer (2011).
- [16] - S. Dray and A.B. Dufour, "The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists", *Journal of Statistical Software*, 22(4) (2007) 1-20.
- [17] - D. Chessel, A.B. Dufour and J. Thioulouse, "The ade4 package-I: One-table methods", *R News*, 4 (2004) 5-10.
- [18] - B. Dupuy, "Base pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide", CIRAD-forêt, Montpellier, France (1998).
- [19] - F.A. Tapé-Bi. et S. Adu-Bredu, "Relating site index of Teak (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) in West Africa to environmental variables", CSIR – Forestry Research Institute, Ghana (2008).
- [20] - B. Dupuy, et D. Verhaeghen, "Le teck (*Tectona grandis*) de plantation en Côte d'Ivoire", *Bois et Forêts des Tropiques*, 235 (1993) 9 – 23.

- [21] - D.N. Tewari, "A Monograph on Teak (*Tectona grandis* Linn.f.)" Ed. International Book Distributors, Dehra Dun (1992).
- [22] - O. Monteuis, D. Vallauri, C. Poupard et L. Hazard, "Propagation clonale de tecks matures par boutures horticoles", *Bois et Forêts des Tropiques*, 249 (1995) 25 -36.
- [23] - B.N.B. Vouï-Bi, "Régénération des plantations de Teck (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) après coupe rase : évaluation de l'influence de la densité du peuplement sur la croissance et la qualité des plants de Teck dans la forêt classée de Téné, Oumé (Côte d'Ivoire)", Mémoire de DEA, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire (2008).
- [24] - C. Kouadio, "Evaluation de la régénération de Teck (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) par rejets et semis naturels après coupe rase, cas de Séguié, Agboville", Mémoire ITA.3/ESA, INP-HB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire (2004).
- [25] - D.S. Ouattara, "Analyse des données d'intensification de la sylviculture pour la reconstitution des parcelles de Teck (*Tectona grandis* L. f. Verbenaceae) après coupe rase : cas de la forêt classée de Séguié et Mopri", Mémoire de DAA/ESA, INP-HB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire (2008).
- [26] - S.Y. Zhang and G. Chauret, "Impact of initial spacing on tree and wood characteristics, product quality and value recovery in black spruce (*Picea marina*)", *Canadian forest Service Report*, 35 (2001) 47-48.
- [27] - L. Lanier, "Précis de sylviculture", Ed. ENGREF, Nancy, France (1986).
- [28] - J.P. Lanly et C. Lepitre, "Estimation des volumes commercialisables dans les inventaires forestiers tropicaux par sondage", *Bois et Forêts des Tropiques*, 129 (1) (1970) 57-68.